



Lettre Technique Mer- Littoral n°49

2019-1

Sommaire

<ul style="list-style-type: none"> ● Accidents..... 2 ● Statistiques..... 6 ● Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales 7 ● Initiatives de l'industrie pétrolière..... 9 ● Produits chimiques..... 9 ● Détection..... 11 ● Déchets/débris flottants 13 ● Récupération en mer 14 ● Récupération en frange littorale..... 15 ● Nettoyage du littoral 16 ● Produits..... 17 ● Dispersion..... 18 ● Recherche..... 21 ● Impacts..... 22 	<ul style="list-style-type: none"> Pollution en zone littorale reculée et écologiquement sensible : l'échouement du <i>Solomon Trader</i> (Renell Island, Îles Salomon) 2 Rupture de ligne et déversement en mer à partir d'une plateforme offshore (<i>Petrobras</i>, Brésil) 3 Naufrage et fuites d'hydrocarbures au large de la France (<i>Grande America</i>, Golfe de Gascogne)..... 4 Fuite de soutes de porte-conteneurs en voie navigable littorale (<i>Dublin Express</i>, Etats-Unis)..... 5 Déversement d'essence en suite d'une collision entre remorqueur et navire gazier (Houston Ship Channel, Etats-Unis)..... 6 Déversements d'hydrocarbures aux Etats-Unis en 2018 : point de vue de la NOAA 6 Administration chinoise de sécurité maritime : une nouvelle liste de vracs liquides exigeant des mesures en matière de prévention et de réponse aux déversements accidentels 7 AESM : capacité de dispersion chimique, flotte antipollution..... 8 FIPOL : arrivée de la République du Guyana comme 116^{ème} État Membre du Fonds de 1992 8 Vietnam : Ministère de l'environnement et évaluation de l'impact des déversements accidentels en eaux marines..... 8 OSRL : service d'aéronefs sans pilote en soutien à la réponse antipollution 9 3^{ème} conférence internationale sur les risques liés aux agents CBRNE (Nantes, 2019)..... 9 Préparation à la lutte : le projet <i>WestMOPoCo</i> (2019-2020) 10 US EPA : liste de 40 substances en cours de priorisation pour évaluation des risques 10 Milieux froids : résonance magnétique nucléaire terrestre et détection de pétrole sous la glace 11 Panaches d'hydrocarbures submergés : détection par sondeur ultrasonique multifréquence 12 Microplastiques en mer : échantillonneur <i>OSIL</i> pour caractérisation et quantification..... 13 Allègement de stockages flottants : le <i>NorMar 4 Discharge System</i> (<i>Allmaritim</i>) 14 Récupérateur à cordes : version arctique du <i>FoxTail Henriksen</i>..... 14 Récupération dynamique en mer : le module écrémeur <i>DESMI Octopus In-Line</i> 15 Forts courants : nouvelle version du récupérateur <i>Vikoma Fasflo</i>..... 15 Mini-récupérateur à brosse rotative : <i>Lamor Floating MicroMax</i>..... 16 Reconnaissance de la pollution à terre : troisième édition du manuel de la procédure TERR/SCAT (Canada) 16 Absorbants conditionnés en échelle réelle : recherche de protocoles d'évaluation standardisés (BSEE/Ohmsett, USA)..... 17 Injection sous-marine : développement de tests d'efficacité de dispersants chimiques 18 Etat de l'art sur la dispersion chimique : mise à jour du <i>National Research Council</i> (USA)..... 19 "Neige marine" et dispersion chimique : synthèse critique 20 De l'électromagnétisme pour le confinement et la récupération de déversements d'hydrocarbures 21 Suivi <i>in situ</i> de marais littoraux pollués: facteurs influençant la dynamique de restauration 22
---	---

• Accidents

Pollution en zone littorale reculée et écologiquement sensible : l'échouement du *Solomon Trader* (Renell Island, Îles Salomon)

Le 5 février 2019, le vraquier *Solomon Trader* sous pavillon hongkongais (225 m ; 38 779 tjb) s'échouait sur le littoral de Kangava Bay, à Renell Island (Îles Salomon, Pacifique Sud), durant le chargement d'une cargaison de bauxite provenant d'un site minier exploité par une compagnie indonésienne.

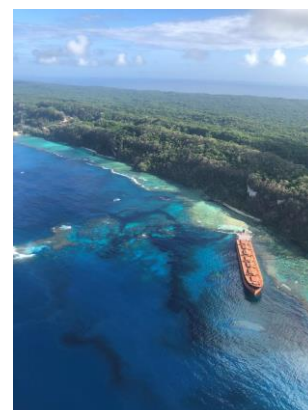
L'accident, en lien avec le passage du cyclone tropical *Oma*, entraîne des dégâts dans la structure du navire, dont une voie d'eau en salle des machines et des brèches dans les soutes à carburant, lesquelles sont bientôt la source de fuites d'eau huileuses et de fioul de propulsion de type *IFO 380* traduites par des traînées brunâtres de plusieurs centaines de mètres à partir de l'épave. Durant les 10 premiers jours environ, l'appréciation exacte du rejet (point de fuite ; débit ; etc.) est difficile en raison d'accès et de conditions météo-océaniques défavorables aux premières actions d'assistance et secours.

D'emblée, l'impact potentiel de ce déversement en cours suscite de vives inquiétudes du fait de l'inexpérience des autorités nationales pour faire face à ce type de situation¹, d'une part, et au vu de la sensibilité environnementale de la région, d'autre part, proche d'une zone de coraux - l'île de Renell inclut en outre un site classé *World Heritage* par l'Unesco (lequel sera finalement indemne d'arrivages). La quantité de fioul de propulsion à bord est estimée à 700 tonnes environ.

Le gouvernement des Îles Salomon sollicite l'aide de l'Australie dès le 16 février. Celle-ci répond favorablement et, *via* les dispositions du *PACPLAN* (*Pacific Islands Regional Marine Spill Contingency Plan*)², dépêche sur place l'expertise et des moyens de l'*AMSA*³ (et de son homologue néozélandais *MNZ*⁴) pour y réaliser des reconnaissances et fournir un conseil technique pour la gestion de l'évènement, notamment en intégrant la cellule de crise établie à Honiara⁵ aux côtés des représentants de structures publiques et privées (dont la partie responsable) concernées.

Le 24, cette demande est étendue à une participation au plan et aux opérations de réponse ; dans ce contexte, l'*AMSA* et *MNZ* envoient conjointement des matériels de lutte *via* 3 rotations d'avion transporteur, et dépêchent également sur zone un avion de surveillance et un navire spécialisé. L'*AMOSC*⁶ s'inscrit aussi dans ce mécanisme d'appui, avec 2 équipes d'intervenants pour la lutte sur et le suivi/évaluation de la pollution. Le 1^{er} mars, l'*AMSA* confirme une fuite de fioul estimée entre 80 et 100 tonnes à ce stade, et la mission d'assistance initie le 7 mars des opérations de réponse, d'abord sur l'eau avec le déploiement en baie de Kangava d'équipements et des moyens nautiques arrivés d'Australie (auxquels s'ajoutent des navires de soutien en provenance d'Honiara).

Dans le même temps, le gouvernement des Salomon assigne à l'armateur et à l'affrèteur du navire la responsabilité de faire cesser le risque de pollution *via* des opérations de sauvetage et de sécurisation du navire. Mais la société indonésienne *Bintan Mining Corporation* (exploitant le site minier, et affrèteur du *Solomon Trader*), par ailleurs critiquée pour avoir maintenu des opérations de chargement de minerai alors qu'une alerte météo était en cours, fait savoir qu'elle estime que cette responsabilité est à assumer par le propriétaire du vraquier (*King Trading Ltd*). Ce dernier et son assureur mandatent, début mars, la société spécialisée *Resolve Marine* à cet effet, tout en indiquant des délais d'expertise et de mise en œuvre de l'intervention liés à la difficulté d'accès du



Vue aérienne du *Solomon Trader* et du site, reculé, de son échouage (source : *MNZ*)

¹ Le *National Disaster Management Office* des Salomon n'a en effet encore jamais eu à gérer de crise de ce type (i.e. sauvetage maritime et organisation de la réponse antipollution par hydrocarbures)

² Accord régional de coopération en matière de réponse aux pollutions marines d'ampleur en Océanie.

³ *Australian Maritime Safety Authority*

⁴ *Maritime New Zealand*

⁵ (capitale des îles Salomon, sur Guadalcanal - soit à environ 250 km des opérations)

⁶ *Australian Marine Oil Spill Centre*, coopérative d'intervention de l'industrie pétrolière opérant en Australie.

site de l'accident, de surcroît reculé et dépourvu d'infrastructures et de ressources locales⁷.



Fuites de fioul à partir des soutes du Solomon Trader, échoué contre des récifs coralliens (source : MNZ)

Au cours de la 2^{ème} semaine d'opérations sur l'épave, l'Australie et le gouvernement des Salomon jugent adaptés les efforts mis en œuvre (ex : allègement), en même temps qu'est confirmé le peu de fuites supplémentaires d'huiles.

L'Australie confie les opérations sur l'eau à la société de sauvetage, et cesse ses activités de lutte la 3^{ème} semaine de mars, tout en maintenant son appui en matière de suivi du nettoyage et de conseil aux autorités nationales. Le navire sera renfloué et remorqué le 11 mai 2019.

Le déversement d'IFO 380, estimé au final à environ une centaine de tonnes, a causé des arrivages sur près de 5 km de côtes, souillées de façon discontinue et à des degrés divers.

Malgré cette extension limitée, le nettoyage littoral a été ponctué de difficultés techniques et logistiques particulières (outre celles liées à l'inaccessibilité et au caractère reculé du site), notamment par la présence en échouage de centaines de grumes fortement polluées, d'une vingtaine de mètres de long chacune, provenant d'une barge accidentée et d'un dépôt d'exploitation forestière proches. Les opérations de lutte se sont prolongées jusqu'en juillet 2019.

Ci-contre : grumes fortement polluées par du fioul IFO 380, en échouage sur le littoral de la baie de Kangava (Source : MNZ)



On retiendra de l'intervention en pareil contexte géographique un certain nombre de points d'attention (sinon de véritables défis) relevés par MNZ⁸. Potentiellement applicables à d'autres pays insulaires du Sud-Ouest Pacifique, ils concernent plus généralement la problématique d'assistance internationale. Ceux-ci touchent, en résumé :

- à la bonne appréhension du cadre réglementaire/législatif du pays où se déroulent les opérations, pour une intégration cohérente de l'assistance dans les éventuels dispositifs, plans, etc. existants localement ;
- à la prise en compte des procédures douanières et autres problèmes éventuels dans le transport de matériels, de produits (autorisations, quarantaines, etc.) ;
- à la connaissance, de préférence préalable, des entités/acteurs potentiellement impliqués (ex : autorités gouvernementales, provinciales, collectivités locales, etc. ; représentants de la partie responsable : armateurs, assureurs, experts techniques, sociétés contractées pour le nettoyage, le sauvetage, etc. L'existence d'accords régionaux (ici le PACPLAN) est un avantage ;
- dans le contexte régional d'isolement/éloignement pour nombre de pays insulaires : au volet HSE en milieu reculé (santé / sécurité des intervenants) ; à la dépendance éventuelle du déroulement/planning des opérations à la disponibilité des moyens des armées (avions transporteurs, notamment).

Rupture de ligne et déversement en mer à partir d'une plateforme offshore (Petrobras, Brésil)

Fin février, au niveau du Campos Basin (soit à 150 km environ au large de l'état brésilien d'Espírito Santo), la rupture d'un flexible lors du transfert d'hydrocarbures entre une plateforme *offshore* opérée par Petrobras et un pétrolier provoquait un déversement d'hydrocarbures estimé initialement, *via* des reconnaissances aériennes, à près de 190 m³.

Deux navires auraient procédé à des opérations de confinement et de récupération en mer, en même temps qu'une surveillance aérienne de l'extension de la pollution a été maintenue. Survenue bien au large des côtes, d'ampleur somme toute modérée, celle-ci n'a pas menacé les côtes du Brésil, ce qu'ont confirmé les résultats de modèles numériques de dérive.

⁷ Egalement selon le propriétaire, des actes de vandalisme perpétrés après abandon du navire par l'équipage auraient aussi causé une perte de moyens du bord qui auraient pu s'avérer utiles aux opérations.

⁸ NDR : communiqués par un représentant de MNZ, lors de la tenue à Southampton (Royaume-Uni) de la 8^{ème} édition de l'*Industry Technical Advisory Committee* (ITAC) du 2 au 4 octobre 2019.

L'opérateur pétrolier a notifié les autorités compétentes en matière de réglementation des activités *offshore*, et une enquête sur les causes de la défaillance de la ligne de transfert a été lancée (dont nous n'avons pas connaissance des conclusions).

Naufrage et fuites d'hydrocarbures au large de la France (*Grande America*, Golfe de Gascogne)

Dans la nuit du 10 au 11 mars 2019 dans le Golfe de Gascogne, à plus de 330 km à l'ouest des côtes de Charente-Maritime (France), un incendie se déclare à bord du cargo roulier (ou *con-ro*) *Grande America*, navire sous pavillon italien alors en route entre Hambourg (Allemagne) et Casablanca (Maroc). Le navire est chargé de plus de 2 000 véhicules divers (voitures, poids-lourds, engins de BTP, camping-cars, etc.) et de 365 conteneurs (dont 247 en pontée). Quarante-cinq d'entre eux contiennent des substances dangereuses, selon le code maritime international sur les marchandises dangereuses transportées en colis (ou code *IMDG*⁹), de type et en quantités variables (dont, à titre d'illustration, et pour les plus élevées : 720 tonnes d'acide chlorhydrique, 85 t. d'hydrogénosulfure de sodium, 82 t. d'acide sulfurique, 62 t. de résine en solution, 25 t. de prothioconazole, etc.). Environ 2 200 tonnes de fioul de propulsion (type *IFO 380*), 190 m³ de gazole marin (*MGO*) et 70 m³ de lubrifiants sont également à son bord.

Successivement, et dès le début de cette crise maritime, la Préfecture Maritime de l'Atlantique déclenchera trois volets du dispositif ORSEC maritime : SAR (*Search And Rescue*), ANED (Assistance à Navire En Difficulté) et POLMAR.

Au cours des 1^{ères} heures, et tandis que l'incendie se propage à l'intérieur d'un navire bientôt à la dérive, les opérations de secours prioritaires sont rendues difficiles par les conditions de très forte mer. Le sauvetage des 27 personnes du bord, qui ont évacué le navire sur une embarcation de sauvetage, est réalisé par l'équipage de la frégate britannique *HMS Argyll* qui, en route vers Plymouth, est déroutée par le CROSS¹⁰ d'Étel. Elles seront transférées à Brest à bord du BSAA¹¹ *Argonaute* de la Marine nationale (MN) française.

Le volet ANED voit la mobilisation, par le Préfet maritime, de divers moyens nautiques dont la frégate *Aquitaine*, le remorqueur *Abeille Bourbon*, le VN *Sapeur*, et aériens ; une équipe de gestion de crise (EGC) est établie en centre de traitement de crise (CTC) de la Premar Atlantique à Brest. Le propriétaire du navire¹² mandate quant à lui la société de sauvetage *Ardent* qui dépêche 2 remorqueurs pour participer aux opérations de lutte anti-incendie. Ces dernières sont infructueuses, et suspendues au risque de précipiter la gîte du navire.



Le *con-ro* *Grande America* en feu dans le Golfe de Gascogne (Source : MN)

En dépit de ces dernières, et après 2 jours d'un incendie devenu incontrôlable et d'explosions violentes, dans des conditions de mer forte, le navire ni manœuvrable ni remorquable sombre au large le 12 mars, par des fonds de 4 600 m. Les parts de la cargaison de SNPD¹³ respectivement brûlées ou emportées par le naufrage sont difficilement appréciables. Quant aux risques posés par les hydrocarbures, ils se matérialisent bientôt sous forme des remontées de fioul, repérées en mer dès la matinée du 13 mars à proximité de la dernière position connue du *Grande America*.

Dès après le naufrage, les reconnaissances aériennes menées par les aéronefs de la Marine nationale et de la Douane se succèdent pour évaluer les risques posés par les conteneurs tombés en mer et par les hydrocarbures à la dérive ; le dispositif de lutte antipollution en mer de la MN, renforcé des experts du Ceppol, est déployé, toujours dans des conditions météo-océaniques dégradées. Il reçoit le soutien des navires espagnols¹⁴, dans un premier temps le *Don Inda*, qui sera relevé par d'autres, et le *Ria de Vigo* –affrété par l'AESM qui enverra également le VN *Partisan*.

⁹ *International Maritime Dangerous Goods Code*

¹⁰ Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage

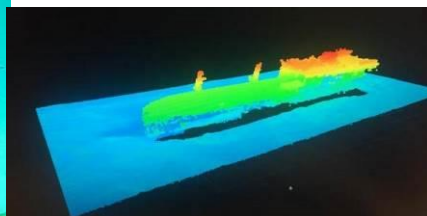
¹¹ *Bâtiment de soutien et d'assistance affrété*

¹² Mis en demeure dès le 11 mars, par le préfet maritime de l'Atlantique, de prendre les mesures nécessaires à faire cesser le danger que constitue le *Grande America* dans la ZEE française

¹³ Substances nocives et potentiellement dangereuses

¹⁴ (Le Biscaye Plan a en effet été activé le 15 mars)

L'anticipation des risques d'atteintes du littoral est confiée par la Préfecture Maritime à un Comité de Dérive (constitué de représentants de Météo-France, du Shom, d'Ifremer et du Cedre) qui analyse quotidiennement les prévisions de dérive des nappes observées en mer (calculées selon le modèle MOTHY de Météo-France). Le Cedre intervient aussi en conseil auprès de la Premar et des acteurs de la lutte en mer, entre autres *via* des évaluations du comportement du fioul de soute, réalisées dans ses installations expérimentales (*Polludrome*[®]) et son laboratoire d'analyse.



Ci-dessus : la structure du Grande America posée sur un fond meuble ; **Ci-contre** : filet de fioul s'échappant d'un des points de fuite sur l'épave (source : www.premar-atlantique.gouv.fr)

Parallèlement à la réponse en surface, le *supply* multifonctions *Island Pride*, navire norvégien spécialisé en travaux offshore, arrive sur zone à la fin du mois de mars, affrété par l'armateur pour localiser et inspecter l'épave du *Grande America* au moyen de submersibles télé-opérés (ROVs). Ces derniers permettront également l'obturation des fuites repérées sur l'épave dans la première quinzaine d'avril.

Dans des conditions météo océaniques souvent très difficiles, participant par ailleurs de la fragmentation et de la dissémination, en plaques, d'un fioul rapidement émulsionné sous l'effet du brassage par les houles, les opérations en mer doivent être suspendues à plusieurs reprises.

Au gré des fenêtres d'opportunité, elles aboutiront néanmoins, au tournant mars-avril, à la récupération de 36 tonnes de déchets solides et de quelque 580 m³ d'un mélange d'hydrocarbures et d'eau (déchargés à La Rochelle et à Brest), et de 6 conteneurs à la dérive.



Important étalement en irisations de la faible fraction légère présente dans les remontées de fioul de soute (source : MN, 15.03.2019)



Gauche : Aspect du fioul émulsionné, fragmenté en amas visqueux (14.03.2019) ; **Centre** : opérations en mer de confinement de plaques de fioul par barrage flottant (ici déployé avec un paravane), et de collecte par écrémeur Lamor (seuil + module à brosse) de haute mer, opéré depuis l'Argonaute via un ombilic monté sur touret (19.03.2019) ; **Droite** : Remontée, sur le pont arrière de l'Argonaute, d'un filet de surface Thomsea chaluté pour la collecte d'amas disséminés de fioul visqueux (source : MN)

A terre, un centre opérationnel de zone de défense sud-ouest (COZSO) est activé, en raison d'un risque pressenti d'arrivages sur le littoral pour au moins 3 départements (17, 33, et 40), lesquels ne seront pas affectés en 2019. Lors de tempêtes hivernales en février 2020, des boulettes d'hydrocarbures éparses en arrivage sur certaines communes de Loire-Atlantique et de Vendée sont identifiées par le Cedre comme concordant avec le fioul soute du *Grande America*, soulevant l'hypothèse de fuites à partir de l'épave. D'une ampleur insuffisante à justifier l'activation du volet POLMAR Terre, ces arrivages sporadiques sont ramassés par les services des collectivités locales.

Si des surveillances aériennes réitérées par les aéronefs de la Marine nationale et de la Douane, permettent effectivement d'observer des traces de fioul le 21 février dans la zone du naufrage, les conditions météorologiques en ont rendu difficile la détection et la relocalisation plus avant.

Fuite de soutes de porte-conteneurs en voie navigable littorale (*Dublin Express*, Etats-Unis)

Fin mars, le porte-conteneurs *Dublin Express* a été à l'origine du déversement de fioul de propulsion dans l'*Arthur Kill Waterway*, à proximité de Staten Island (Etat de New York).

Une soute du navire avait antérieurement été endommagée, lors de la chute de plus d'une

douzaine de conteneurs de pontée par forte tempête, alors qu'il faisait route en mer entre Port Everglades et New York.

Identifiée à quai lors d'opérations de déchargement au terminal à conteneurs *Global Marine* (New York), la brèche (40*40 cm) aurait laissé fuir sur son trajet environ 380 m³ de fioul lourd (type *Fuel n°6* selon la terminologie nord-américaine). Selon l'*Unified Command* établi pour gérer la pollution, placé sous la coordination de l'*US Coast Guard* et réunissant les organismes fédéraux et régionaux compétents ainsi que la partie responsable, des opérations de confinement et de récupération sur l'eau auraient abouti à la collecte d'environ 130 m³ d'émulsion dans l'Arthur Kill Waterway. Des arrivages diffus ont été constatés localement sur ses rives à proximité d'Elizabeth (soit du côté New Jersey), nécessitant des reconnaissances selon la procédure *SCAT* et des opérations de ramassage. Des analyses ont également été réalisées pour examiner l'éventuel lien entre l'accident et des arrivages de boulettes constatés à la même période en certains sites plus distants.

Déversement d'essence en suite d'une collision entre remorqueur et navire gazier (Houston Ship Channel, Etats-Unis)

Au mois de mai, à environ 4 km au sud-est du terminal de Bayport, dans le Houston Ship Channel (Texas, Etats-Unis), un remorqueur poussant 2 barges citernes (*Kirby 30015T* et *MMI 3041*), chargées de près de 4 000 m³ d'essence chacune, est entré en collision avec le navire gazier *Genesis River* (lui-même chargé de butane et de propane). Ce dernier est indemne de dommages, mais l'accident a causé l'endommagement d'une des barges et le renversement de l'autre, laquelle laisse échapper dans l'eau une partie de sa cargaison évaluée à environ 1 430 m³ selon l'*US Coast Guard (USCG)*.

La nature de la pollution, impliquant un hydrocarbure léger et volatil, a d'abord motivé l'établissement d'un périmètre d'exclusion (1 mile marin) autour du déversement, la fermeture temporaire du trafic dans la portion concernée de la voie navigable, et un contrôle de la qualité de l'air.

Les autorités fédérales, régionales et locales, regroupées en un *Unified Command (UC)* piloté par l'*USCG*, ont indiqué l'implication de plus de 330 intervenants pour les opérations de lutte antipollution, d'une part (avec la mobilisation de moyens de reconnaissance - aériennes et nautiques, de confinement/récupération, et de protection de sites sensibles), et de sécurisation et d'allègement des citernes des 2 barges, d'autre part. Non détaillée, la réponse a, selon l'*UC*, vu le déploiement de plus de 1 000 m de barrages et de boudins absorbants en différentes configurations (confinement, protection, ...), et la collecte sur l'eau au moyen d'écumeurs d'environ 60 m³ d'un mélange eau/hydrocarbures (*ratio* non précisé dans nos sources d'information).

● Statistiques

Déversements d'hydrocarbures aux Etats-Unis en 2018 : point de vue de la NOAA

Sur la base des informations portées à sa connaissance (ex : notifications de la part d'autres agences, de l'*USCG* par exemple, observations directes, etc.) en la matière, la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* a récemment estimé à 137 le nombre de déversements d'hydrocarbures confirmés survenus sur le territoire des Etats-Unis en 2018, équivalent à une fréquence d'environ 11 cas par mois selon l'Agence fédérale. Il est important de noter que cette dernière ne distingue *a priori* pas, dans cette analyse, les déversements accidentels des non accidentels (ex : rejets opérationnels), ni les pollutions « orphelines » de celles reliées à une source/structure identifiée.

Les données communiquées à la *NOAA* lui ont permis d'estimer l'ampleur de ces déversements dans un peu moins de la moitié des cas (65 déversements). L'absence d'une telle estimation correspond souvent, indique la *NOAA*, à des pollutions flottantes peu épaisses (irisations, films...), donc à des volumes d'hydrocarbures relativement modestes en principe. Quoiqu'il en soit, la gamme dans laquelle s'inscrivent les 65 quantités estimées par l'Agence pour 2018 est très

étendue, allant de la centaine de litres environ (30 gallons) à près de 8 000 m³ (2,1M gallons).

A défaut de détails plus précis, il est indiqué que, utilisant la classification de l'*ITOPF*¹⁵, un seul des 137 évènements de 2018 est considéré comme d'ampleur élevée, 25 autres comme d'ampleur moyenne (et, par conséquent semble-t-il, 111 - soit 80% des cas - seraient de faible ampleur, toujours selon cette classification).

En termes de distribution sur le territoire américain, c'est en Louisiane que la plus grande fréquence de rapports de pollution est observée (52 déversements, à terre ou en mer – sans plus de détails sur ce point), devant le Texas (13 cas) et l'Alaska (10 cas), un résultat sans réelle surprise s'agissant d'états où le nombre de gisements pétroliers et gaziers participe d'une importante activité de l'industrie pétrolière (notons cependant que la Californie, autre territoire abritant d'importants bassins, n'apparaît pas aux côtés de ces 3 états).

Si la comparaison avec les bilans annuels de déversements effectués par le Cedre (régulièrement restitués dans les Lettres Techniques, *Mer & Littoral* et *Eaux Intérieures*) est délicate, du fait de critères d'analyse propres au périmètre de ses missions (le Cedre ciblant les déversements accidentels ayant affecté des eaux de surface)¹⁶, ou d'autres organisations comme *ITOPF* pour des raisons autres (s'agissant en l'occurrence des déversements à partir de navires), on retiendra tout de même que ce constat effectué par la *NOAA* concourt à souligner, aux Etats-Unis également, le caractère chronique, diffus et cumulatif des pollutions par hydrocarbures, par opposition aux évènements majeurs plus rares (à l'instar, par exemple, de l'accident de *Deepwater Horizon* survenu il y a 10 ans, concernant l'Amérique du Nord).

Pour en savoir plus :

<https://blog.resourcewatch.org/2019/02/07/there-were-137-oil-spills-in-the-us-in-2018-see-where-they-happened/>

• Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales

Administration chinoise de sécurité maritime : une nouvelle liste de vracs liquides exigeant des mesures en matière de prévention et de réponse aux déversements accidentels

En 2019, l'Administration chinoise de la sécurité maritime (MSA) a étendu ses exigences en matière de prévention des pollutions accidentelles, à l'intention des navires amenés à opérer des transferts d'un certain nombre de cargaisons spécifiques dans des ports chinois. Celles-ci consistent en une obligation (i) d'être en mesure de déployer en urgence des barrages flottants, ainsi que (ii) de pré-contractualiser¹⁷ des sociétés spécialisées en matière de lutte antipollution. Elles réfèrent aux mesures antipollution préconisées dans l'article 41 du « Règlement sur la prévention et la lutte contre les pollutions du milieu marin issues de navires et des activités connexes de la République populaire de Chine », ainsi qu'à l'article 27 du « Règlement de la République populaire de Chine portant sur la prévention et les mesures antipollution en milieu marin et en eaux intérieures issues de navires ».

L'avis émis par la MSA vise 263 types de cargaisons dont : 16 hydrocarbures persistants répertoriés dans l'annexe I de MARPOL ; 247 substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) transportées en vrac liquide, telles que listées aux chapitres 17 et 18 du code *IBC*¹⁸ et dans les Annexes 1 et 5 de la résolution [MEPC.2/Circ.24](#) du Comité de protection du milieu marin (MEPC) de l'OMI, soit des produits flottants (densité inférieure à celle de l'eau) et peu solubles (solubilité inférieure à 0,1%).

Pour en savoir plus :

<http://en.msa.gov.cn/>

¹⁵ Pour rappel, *ITOPF* qualifie de déversements d'ampleur « élevée » (*large spills*) ceux de plus de 700 tonnes, d'ampleur « moyenne » (*medium spills*) ceux compris entre 7 et 700 tonnes, et de « faible » ampleur ceux inférieurs à 7 tonnes.

¹⁶ A la lecture de divers rapports d'incidents, bulletins, communiqués de la *NOAA*, il semble que celle-ci soit également notifiée (et sollicitée pour soutien/expertise) en cas de déversements n'ayant pas nécessairement entraîné une pollution de l'eau.

¹⁷ Avant la réalisation d'opérations de transfert, chargement/déchargement, ou avant l'entrée dans un port chinois, en accord avec les requis - quant aux standards concernant les sociétés spécialisées - décrits dans l'article 33 du Règlement sur la prévention et la lutte contre les pollutions du milieu marin issues de navires.

¹⁸ *International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk*

AESM : capacité de dispersion chimique, flotte antipollution

En 2019, l'Agence européenne pour la sécurité maritime (AESM) a établi à Ravenne (Italie) un nouveau stock de dispersants chimiques, associé à son Service d'assistance en matière d'équipement (*Equipment Assistance Service*, ou *EAS*). Avec 200 tonnes de *Radiagreen OSD* et 200 tonnes de *Dasic Slickgone NS*, il est destiné à desservir principalement la région de la mer Adriatique, mais peut être mobilisé au-delà sur demande de pays membres dans d'autres zones de l'Europe. En complément, l'AESM a également doté son service d'assistance de rampes, amovibles, d'épandage à partir de navires. Ce développement porte à 6 le nombre de stocks de dispersants opérationnels de l'AESM, pour un volume total de 1 400 tonnes de produit, dont 4 sont associés à la flotte de navires antipollution affrétée par l'Agence et 2 à ses services *EAS*.

Pour en savoir plus :

<http://emsa.europa.eu/oil-spill-response/eas-inventory.html>

Par ailleurs, le navire *supply Lundy Sentinel* (armement écossais *Sentinel Marine*), affrété depuis fin 2018 par l'Agence européenne de contrôle des pêches (AECF) en tant que moyen de surveillance des pêches dans les eaux internationales et de l'UE, contribue depuis 2019 à la flotte de navires antipollution de l'AESM. Cette adaptation à ce nouveau type de missions s'inscrit dans le contexte (i) d'un récent accord visant à une coopération élargie entre les deux agences, prévoyant également et par exemple le déploiement d'aéronef sans pilotes à distance de l'AESM en soutien à l'AECF, et (ii) de coopération des garde-côtes de l'UE - fonction dans le cadre de laquelle les deux agences, avec *Frontex*, interviennent en soutien aux autorités nationales.

Le *Lundy Sentinel* a, à cet effet, été adapté *via* la réception d'équipements de lutte ainsi qu'une formation des navigants, et la participation à un exercice en mer dans la baie de Vigo (Espagne) au printemps 2019.



Vue du pont arrière du *Lundy Sentinel* durant un exercice de déploiement d'équipements de lutte (baie de Vigo ; source : <https://www.efca.europa.eu>)

FIPOL : arrivée de la République du Guyana comme 116^{ème} État Membre du Fonds de 1992

Au premier trimestre 2019, la République du Guyana a déposé des instruments d'adhésion à la Convention de 1992 sur la responsabilité civile et à la Convention de 1992 portant création du Fonds, pour une entrée en vigueur qui, fixée à février 2020, portera à 116 le nombre des États Membres du Fonds de 1992.

Le Guyana, partie de la Convention de 1971 qui a cessé d'être en vigueur en mai 2002, n'était depuis lors plus couvert par le régime des FIPOL.

Pour en savoir plus :

<https://www.iopcfunds.org/news-events/detail/item/1086/>

Vietnam : Ministère de l'environnement et évaluation de l'impact des déversements accidentels en eaux marines

Le Ministère vietnamien des Richesses naturelles et de l'environnement (*Natural Resources and Environment*) a publié, en 2019, une circulaire relative à la réglementation nationale en matière de réponse d'urgence en cas de déversements accidentels d'hydrocarbures en milieu marin : celle-ci introduit la nécessité de lancer, dans les 10 premiers jours suivant la notification d'un évènement, une estimation préliminaire du risque d'effet environnemental, laquelle consisterait en un établissement des niveaux de contamination des eaux affectées. Si ces derniers devaient excéder les seuils admis selon les normes nationales, une évaluation détaillée des types et de l'ampleur des impacts environnementaux induits devrait ensuite être lancée, ceci dans les 20 jours suivant l'obtention des résultats initiaux.

Si nous n'avons pas connaissance des détails de cette circulaire (ex : définition éventuelle du périmètre, du type ou des modalités de suivis, etc.), il semble que l'idée en soit d'établir un principe de mise en place de procédures visant, rapidement, à « graduer » la gravité de la pollution et, partant, d'y indexer les obligations édictées à la partie responsable en termes de présentation de plans de réponse et de mesures de minimisation de l'impact environnemental. Dans certains cas, la mise en place d'un suivi, pourrait également éclairer la prise de décision des autorités quant à l'obligation faite à la partie responsable d'élaborer un plan de restauration de l'environnement affecté.

- **Initiatives de l'industrie pétrolière**

OSRL : service d'aéronefs sans pilote en soutien à la réponse antipollution

Depuis 2019, et en réponse à une demande croissante en la matière de la part de ses membres, *Oil Spill Response Ltd (OSRL)* propose un service en matière de mobilisation et d'exploitation d'aéronefs sans pilote (UAV, ou drones) en soutien à la réponse aux déversements de produits pétroliers.

Ce service est basé sur des marchés anticipés (*call-off agreements*) passés par OSRL auprès d'un certain nombre de fournisseurs de matériels et d'expertise dans le monde, visant à proposer un réseau étendu à plusieurs pays et des délais de mobilisation réduits.

Cette démarche de sous-traitance auprès de partenaires spécialisés¹⁹ a été retenue car considérée comme la plus rentable et flexible au vu du caractère très évolutif des technologies et équipements, d'une part, et de la forte disparité des réglementations nationales (autorisations/permis, périmètre de mise en œuvre, etc.), d'autre part, dans le domaine des UAVs. L'idée est ainsi, en plus d'une flexibilité de l'offre, d'être en mesure de proposer aux membres d'OSRL les développements les plus récents disponibles sur le marché, sans avoir à investir, maintenir - voire renouveler régulièrement - une flotte de drones en propre.

Les missions envisagées pour les UAVs dans la réponse antipollution relèvent de divers domaines préalablement identifiés ces dernières années : soutien aux reconnaissances de la pollution dans des contextes particuliers (ex : littoraux étendus, ou difficiles d'approche par mer ou terre, etc.) ; vérification de l'efficacité d'opérations de lutte (ex : positionnement et efficacité de dispositifs de confinement de polluants flottants ; soutien au contrôle de sites nettoyés ; etc.) ; ...

Pour en savoir plus :

<https://www.oilspillresponse.com/globalassets/technical-library/information-sheets/tis-uav-service.pdf>

- **Produits chimiques**

3^{ème} conférence internationale sur les risques liés aux agents CBRNE (Nantes, 2019)

La troisième conférence internationale sur les risques liés aux agents CBRNE (chimique, biologique, radiologique, nucléaire et explosif) s'est tenue du 20 au 23 mai 2019 à la cité des congrès de Nantes. Cette conférence, sponsorisée par des institutionnels (ex : Ministère des armées, sapeurs-pompiers...) et des acteurs de l'industrie (*Dräger, BIG...*), a regroupé plus d'un millier de personnes qui ont principalement échangé sur la problématique de la sécurité des populations.

Globalement, l'histoire récente a montré que les populations tant civiles que militaires pouvaient être exposées à des agents CBRNE extrêmement puissants que ce soit à la suite de catastrophes naturelles, d'incidents industriels, de conflits armés, voire d'attaques terroristes. Pour faire face à de tels événements, les gouvernements ont débloqué des budgets pour accélérer la recherche et, à terme, disposer de moyens de lutte plus efficaces. L'OTAN s'est également impliquée dans l'événement en sponsorisant un atelier de travail visant à favoriser les échanges entre les divers acteurs de cette thématique, et ainsi, accéder à une meilleure défense de l'alliance, voire par extension, obtenir une meilleure protection des populations pouvant être exposées.

Concernant les déversements accidentels de substances chimiques dangereuses, il est à mentionner la multiplication des guides présentant les différentes stratégies d'intervention pouvant être déployées suite à un accident dont celui rédigé par l'*US Department of health & Human Services*. Ce dernier a rédigé le manuel *Primary Response Incident Scene Management (PRISM)* pour les opérationnels en charge de la lutte, lequel comporte 3 volumes, à savoir : le *Strategic Guidance* ; le *Tactical Guidance* ; le *Operational Guidance* (<https://medicalcountermeasures.gov/barda/cbrn/prism>). Les anglais de *Public Health of England* ont édité un ouvrage analogue intitulé *A handbook to support and inform first responders*.

En ce qui concerne la formation, l'interactivité est à l'honneur avec notamment la présence de plus en plus importante des « *Serious Games* » à l'image de ceux développés par l'Université d'Ankara

¹⁹ Dont les sociétés [Bristow Aerial Solutions](#), [Sky-Futures](#), [Vertical Horizon Media](#)...

en Turquie. Les stagiaires sont mis en situation *via* des scénarios réalistes, en termes de format (graphismes de haute définition) comme de contenu, simulant une menace de type CRBNE et une intervention reposant sur les techniques et moyens de lutte actuellement disponibles.

Plus spécifiquement pour l'intervention, il est à noter des développements récents en termes de capteurs permettant de détecter et de suivre des nuages gazeux toxiques pouvant se former à partir d'une nappe de produits chimiques, ceci en temps réel (ce qui permet un contrôle en direct de l'exposition des intervenants, voire des populations). A ce sujet on citera les caméras, domaine qui connaît des applications croissantes, notamment faisant appel à la technologie *FLIR*. Il est maintenant possible de délimiter avec une bonne précision l'intégralité d'un nuage gazeux et d'y discerner la distribution des concentrations. En outre, de nombreuses avancées ont été notées quant aux techniques permettant de limiter la formation des nuages gazeux à partir de flaques de produit chimique (sur le sol ou à la surface de l'eau). De nouveaux matériaux apparaissent également, qui peuvent entrer soit dans la composition de produits absorbants à épandre sur la flaque à l'instar des *MOF* (*Metal Organic Framework*), soit dans la fabrication de cartouches des masques à gaz qui voient ainsi leur spectre d'applicabilité et leur durée de vie en utilisation augmenter.

Préparation à la lutte : le projet *WestMOPoCo* (2019-2020)

Financé par la Protection Civile de l'Union Européenne, le projet *WestMOPoCo* (*Western Mediterranean region Marine Oil & HNS POLLution COoperation*) est un projet qui implique 12 partenaires (dont le Cedre), plus la Principauté de Monaco sur ses fonds propres. Il vise à renforcer la coopération inter-régionale en matière de préparation et de lutte contre les pollutions marines par hydrocarbures et par substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD).

En plus de ceux dédiés à la gestion du projet et à la communication, 4 axes de travail sont définis :

- l'élaboration ou la mise à jour d'outils d'aide à l'intervention des pollutions : manuels d'intervention sur les SNPD, outils tels que le système maritime intégré d'information et d'aide à la décision sur le transport des substances chimiques (MIDSIS-TROCS) ou le Mediterranean Emergency Reporting System (MedERSys) du REMPEC... ;
- l'évaluation des plans nationaux d'intervention des pays concernés et si nécessaire, la formulation de recommandations d'améliorations à apporter ;
- l'étude des mécanismes de coopération internationale des procédures d'urgence dans la zone et le renforcement des synergies entre les pays lors d'une pollution accidentelle ;
- l'organisation d'ateliers et de formations régionaux afin de faciliter l'appropriation des outils et procédures développés ou mis à jour.

West MOPoCo s'inscrit dans le cadre de plusieurs accords de coopération déjà en vigueur, incluant le *Mécanisme de Protection Civile de l'Union*, l'*Initiative OuestMED*, le *Protocole à la Convention de Barcelone « prévention et situations critiques » de 2002* (Convention de Barcelone), la *Stratégie Régionale pour la Prévention et la Lutte contre la Pollution Marine provenant des navires* (2016-2021) et d'autres accords multilatéraux.

Pour en savoir plus :

<https://www.westmopoco.rempec.org/fr>

US EPA : liste de 40 substances en cours de priorisation pour évaluation des risques

L'Environmental Protection Agency des États-Unis (USEPA) a publié, en 2019, une liste de 40 produits chimiques objets d'un processus, en cours, lancé par l'Agence fédérale, de priorisation en vue d'une évaluation des risques associés. Ce processus vient en application du [Toxic Substances Control Act](#) (TSCA) qui prévoit que, au plus tard en fin décembre 2019, 20 produits chimiques hautement prioritaires, et 20 autres de priorité secondaire soient désignés par l'EPA pour une telle évaluation.

L'EPA fournit sur son site, à l'appui de cette liste, une explication des raisons de ses choix ainsi que des informations sur les sources de données (ex : bases de données existantes, données de fabricants, sources publiques nationales/internationales diverses²⁰, publications, littérature grise,

²⁰ USEPA, Centre international de recherche sur le cancer (IARC/OMS), National Toxicology Program (NTP), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), California Environmental Protection...;

etc.) qu'elle prévoit d'utiliser pour les étayer. L'Agence a examiné, pour ce processus de priorisation, les informations disponibles selon diverses thématiques (ex : danger, exposition, utilisations, devenir physicochimique, comportement, transport, etc), les similitudes (chimiques, fonctionnelles - solvants, phtalates, par exemple) entre les produits, ainsi que l'étendue de leur utilisation dans l'industrie.

Les 20 produits chimiques retenus en tant que candidats pour la désignation comme substances hautement prioritaires sont proposés avec 3 « statuts » graduels, correspondant à l'état d'avancement de la démarche en 2019 : « initiation », soit la 1^{ère} étape du processus de priorisation, où le produit fait actuellement l'objet d'un examen des informations disponibles en vue d'éclairer sa désignation (« hautement » ou « faiblement » prioritaire) ; « soumis », soit la 2^{ème} étape du processus, proposant une désignation du produit chimique comme de priorité élevée ou faible pour l'évaluation des risques ; « haute/faible », soit une validation de cette désignation. Concernant les 20 produits de priorité secondaire, l'EPA s'est fondée sur une liste de 30 000 produits chimiques répertoriés, progressivement affinée selon divers critères, notamment d'évitement de redondances avec des évaluations déjà réalisées par d'autres entités (ex : au sein de l'Administration américaine, de l'OCDE, etc.). Au final, 20 produits sont proposés actuellement par l'Agence fédérale.

Les détails de cette initiative et la liste des 40 substances proposées sont disponibles sur le [site de l'USEPA](#). On en retiendra, à ce jour, que la liste des produits chimiques proposés par l'Agence fédérale américaine comme hautement prioritaires visent les substances suivantes (apparentées et regroupées par catégories) : 8 organiques halogénés (2 dichloro-benzènes, 3 dichloro-éthanes, 1 dibromo-éthane, 1 dichloro-propane et 1 dichloroéthylène) ; 5 phtalates ; 3 retardateurs de flamme (halogénés et non halogénés) ; 2 produits chimiques utilisés comme « intermédiaires chimiques » (butadiène et anhydride phtalique) ; 1 ingrédient de parfum ; et, enfin, le formaldéhyde.

Pour en savoir plus:

<https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/chemical-substances-undergoing-prioritization>

• Détection

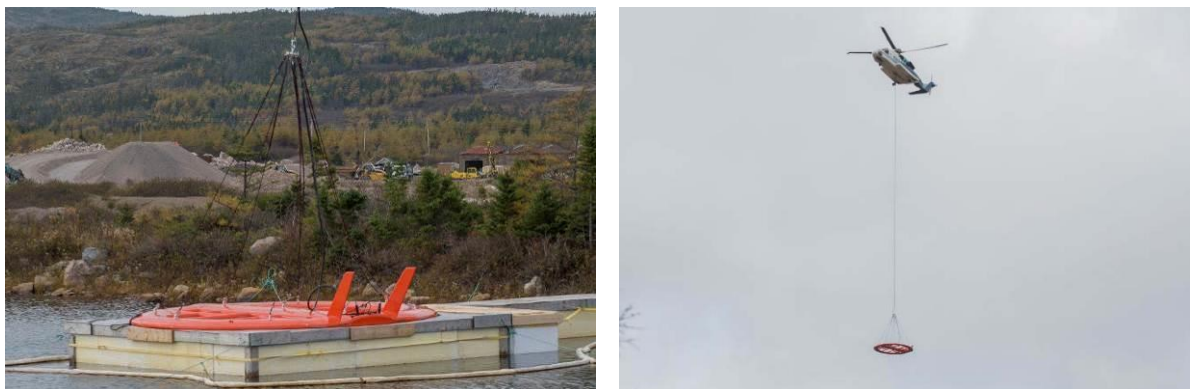
Milieux froids : résonance magnétique nucléaire terrestre et détection de pétrole sous la glace

L'application de technologies et de capteurs existants pour la détection de pétrole dans (et sous) la glace est un domaine qui a fait l'objet de plusieurs évaluations et recherches ces dernières années, incluant capteurs acoustiques, optiques, fluorimètres, etc. Une autre technologie récemment testée est la résonance magnétique nucléaire (RMN) terrestre.

Le recours à la RMN dans ce contexte, motivé par l'accroissement pressenti des risques de pollution (et donc d'intervention) en milieux arctiques, a connu des développements significatifs depuis 2006, avec des résultats estimés prometteurs par *ExxonMobil* notamment, qui en a depuis étudié l'applicabilité, en particulier *via* la mise en œuvre d'un prototype hélicopté.

Pour rappel, les premières évaluations en la matière avaient porté sur des essais de détection d'un substitut de brut en présence d'eau et de glace, avec une antenne RMN (sur le principe d'analyse de la perturbation du champ magnétique terrestre), s'agissant d'un prototype de bobine/antenne plate (1 m x 1 m), émettrice/réceptrice, qui avait alors permis la discrimination de l'eau de mer et du pétrole simulé. La recherche s'est, par la suite, concentrée sur la mise à l'échelle du prototype, d'un diamètre augmenté à 6 m pour accroître le rapport signal/bruit (*Signal Noise Ratio*) et permettre une détection sous des épaisseurs de glace allant jusqu'à 1 m, objet de tests au *Cold Regions Research and Engineering Laboratory* (CRREL) à Hanover (Etats-Unis).

C'est fin 2016 à Terre-Neuve (Canada) qu'une antenne RMN avait été déployée, cette fois depuis un hélicoptère (à une altitude comprise entre 30 et 60 m) pour tester la sensibilité d'un prototype, par ailleurs renforcé, selon ces modalités de mise en œuvre. Cette phase de tests de faisabilité avait conclu que le système de RMN était en mesure de détecter une couche d'hydrocarbure d'1 cm d'épaisseur sous un peu moins d'1 m de glace.



Gauche : Vue du prototype renforcé d'antenne RMN ($\varnothing = 6m$) en test à Terre-Neuve (Canada) en 2016 ; Droite : déploiement par hélicoptère (Source : Palandro et al., IOOSC 2017)

En 2019, une nouvelle publication propose un point sur cette technologie et les principaux résultats et enseignements issus des activités de R&D sur ce projet porté par *ExxonMobil*.

En termes opérationnels, les avantages de la technique soulignés par les auteurs sont ceux (i) d'une détection non invasive (ne nécessitant pas de sondages, forages, etc.), (ii) ne nécessitant aucun déploiement d'intervenants sur la glace, et (iii) permettant d'investiguer rapidement d'importantes aires (entre 3 et 4 minutes pour 30 m² selon les auteurs de la publication).

Pour en savoir plus :

Altobelli S.A., Conrad M.S., Fukushima E., Hodgson J., Nedwed T.J., Palandro D.A., Peach A., Sowko N.J., & Thomann H., 2019. Helicopter-borne NMR for detection of oil under sea-ice. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 144, Pages 160-166. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.041>

Et aussi:

Chavez L., Altobelli S., Fukushima E., Zhang T., Nedwed T., Palandro D., Srnka L. & Thomann, H., 2015. Detecting Arctic Oil Spills with NMR: A Feasibility Study. *Near Surface Geophysics*. 13: 409-416. <http://dx.doi.org/10.3997/1873-0604.2015023>.

Palandro D., Nedwed T., DeMicco E., Thomann H., Fukushima E., Chavez L. & Altobelli S., 2015. The detection of oil in and under ice using nuclear magnetic resonance. In: *Proceedings of the 38th AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response*, Environment Canada. Ottawa, ON. 38: 1-7.

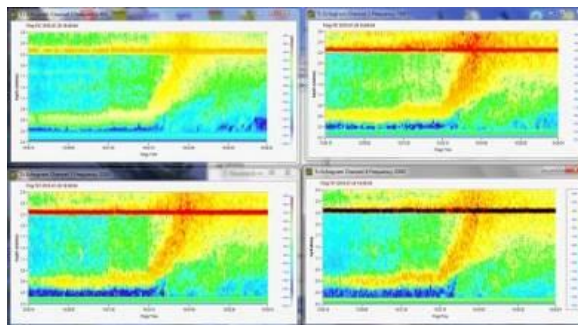
Panaches d'hydrocarbures submergés : détection par sondeur ultrasonique multifréquence

Des séries d'évaluations expérimentales des performances d'un instrument océanographique, le profileur acoustique multifréquence *Acoustic Zooplankton Fish Profiler (AZFP)*, pour la détection de panaches d'hydrocarbures dans une masse d'eau ont récemment été réalisées à méso-échelle dans les bassins de l'*Ohmsett* (Etats-Unis).

L'engin testé est développé par la société américaine *ASL Environmental Sciences*, et les évaluations réalisées en collaboration entre l'*US Naval Research Laboratory (NRL)* et l'Agence fédérale *Environmental Protection Agency (EPA)*, avec le soutien financier du *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)*. Il s'agit d'un sondeur acoustique, d'application initialement tournée vers la détection et la mesure des abondances d'organismes pélagiques de tailles potentiellement très variables (du zooplancton aux poissons), et reposant sur l'utilisation de fréquences ultrasoniques (*i.e.* supérieures à 20 kHz) multiples. L'intérêt d'exploiter ces fréquences repose dans l'intensité de rétrodiffusion du signal sur des cibles de très petites dimensions, à des niveaux de résolution élevés. En outre, de faible consommation en énergie et impliquant un appareillage d'encombrement et de coût relativement limités, ce type de technologie apparaît bien adapté pour une utilisation prolongée à partir de véhicules sous-marins autonomes, en complément d'autres technologies de détection et de mesure de teneurs en hydrocarbures nécessitant un déploiement relativement rapproché des capteurs (fluorimètres par exemple).

Dans le contexte des tests à l'*Ohmsett*, le profileur acoustique a été installé au fond du bassin d'essai, tandis que des jets de pétrole – à des débits et pressions de sortie variables - étaient successivement créés à diverses hauteurs d'eau au-dessus de l'instrument.

Les valeurs de rétrodiffusion du signal acoustique par les gouttes de pétrole ont été bel et bien mesurables, et analysées pour 4 fréquences distinctes d'ultrasons (455, 769, 1250 et 2000 kHz). A noter que les jets simulant des panaches de pétrole comportaient également des bulles d'air, pour simuler la présence des gaz généralement associés aux panaches de sortie lors d'une éruption et ainsi tester de manière plus réaliste la capacité de l'AZFP à caractériser des distributions de fréquence de tailles des particules (i.e. gouttes) de pétrole dans un pareil contexte.



Images de rétrodiffusion acoustique obtenues simultanément pour 4 fréquences d'ultrasons (source : ASL)

Les signaux de rétrodiffusion les plus élevés ont été mesurés aux fréquences les plus élevées (2 000 kHz), suggérant selon ASV des gouttelettes de dimensions de l'ordre de 100 μm lors des tests.

Enfin, la comparaison entre les données de rétrodiffusion obtenues aux fréquences ultrasoniques, d'une part, et les caractéristiques connues des jets de pétrole expérimentaux, d'autre part, pourrait ouvrir des perspectives de développements plus avant en matière de calcul des distributions de fréquence de taille des gouttes. A ce stade, si la seule rétrodiffusion acoustique ne permet pas de déterminer assurément la présence de pétrole, elle permettrait *a minima* de reconnaître, jusqu'à des distances de 10 à 100 mètres à partir de sous-marins autonomes, des zones de la masse d'eau à rétrodiffusion acoustique anormalement élevée afin de guider le déploiement d'autres capteurs pour validation.

Pour en savoir plus :

<https://aslenv.com/reports/ASL-Acoustic-Detection-of-Subsurface-Oil.pdf>

https://aslenv.com/Doc/ASL-AMOP%202018-EDUARDO_LOOS.pdf

● Déchets/débris flottants

Microplastiques en mer : échantillonneur OSIL pour caractérisation et quantification

La société britannique *Ocean Scientific International Ltd* (ou *OSIL*), spécialisée entre autres dans la fabrication d'équipements divers de détection ou d'échantillonnage à des fins de suivi des masses d'eau (capteurs, bouées, etc.), commercialise un échantillonneur de microplastiques en suspension dans l'eau de mer, c'est-à-dire de particules de forme diverses (granules, fragments, fibres, filaments, etc.) de dimensions inférieures à 5 mm.

Le dispositif *Microplastics Sampler* permet la collecte d'un volume d'eau unitaire relativement important, de 50 litres (ou 100 et 300 litres selon les modèles), en un point fixe (station) choisi – un avantage pressenti par rapport à un échantillonnage dynamique par chalutage de filets, en cela qu'il permet une estimation plus précise des concentrations en particules en suspension. Selon *OSIL*, la collecte par chalutage est par ailleurs affectée par les ondes créées par l'avancée des filets, et ceci diversement selon la forme et les dimensions des microplastiques, un biais pouvant altérer la représentativité des échantillons.



Microplastics Sampler
(Source : OSIL)

Sur un principe *a priori* apparenté à celui des bouteilles de type *Niskin* d'emploi courant en océanographie : il s'agit en effet d'un dispositif cylindrique, immergé en position verticale à la profondeur désirée *via* un filin lesté, et dont la fermeture est assurée par percussion grâce à l'envoi d'un messenger en cuivre. Logé dans un cadre en acier, l'échantillonneur a vocation à être déposé verticalement également, et est muni d'un dispositif de vidange stratifié : les 5 litres « supérieurs » pour l'étude des plastiques flottants ; la tranche sous-jacente (40 litres) pour le prélèvement des particules en suspension plus ou moins en équilibre de densité avec l'eau de mer ; les 5 litres au fond de la bouteille peuvent être séparés par le biais d'une chambre amovible (aux parois translucides), pour la collecte des microplastiques sédimentant le plus rapidement (i.e. les plus denses).

Pour en savoir plus :

<https://osil.com/wp-content/uploads/2019/01/OSIL-Microplastics-Sampler-2018.pdf>

- **Récupération en mer**

Allègement de stockages flottants : le NorMar 4 Discharge System (Allmaritim)

La firme norvégienne *AllMaritim* a récemment introduit dans sa gamme de moyens de pompage le *NorMar 4 Discharge System*, un équipement conçu pour l'allègement de stockages flottants, en particulier pensé pour une mise en œuvre complémentaire de celle des barrages concentrateurs/récupérateurs en forts courants (gamme *NOFI Current Buster*) du fabricant.

Il s'agit en fait d'une pompe immergée montée sur un châssis en aluminium équipé de flotteurs en PEHD amovibles (dont l'installation par un système de goupilles ne nécessite pas d'outils), semblable à celui d'un récupérateur à seuil.



Pompe (DESMI DOP 200) sur châssis aluminium avec flotteurs amovibles (source : AllMaritim)

Les dimensions de l'ensemble ($\text{Ø} \times \text{h} = 1,75\text{m} \times 0,75\text{m}$) permettent son positionnement dans la poche concentratrice/séparatrice d'un système *Current Buster*, notamment. L'idée est de permettre le transfert ponctuel vers un navire de stockage (ou, le cas échéant, vers une capacité dédiée à quai) de couches d'hydrocarbure concentrées et épaissies, dans le cas d'une application avec les systèmes *Current Buster* sans repli des moyens de chalutage - interrompant ainsi au minimum les opérations sur l'eau.

La pompe en elle-même est une *DESMI DOP Dual 200* (débit max. de $66 \text{ m}^3/\text{h}$), modèle à vis adapté aux produits visqueux (voire comportant des débris, grâce aux couteaux situés au niveau des vis en entrée de pompe) et auquel des œilletons de levage ont été ajoutés pour en permettre le montage par 2 opérateurs (minimum) sur le châssis, d'une part, et le déploiement/repli *via* une grue (en pontée ou à quai). A noter que c'est le refoulement latéral (*i.e.* horizontal) de la *DOP 200*, lequel peut par ailleurs recevoir un système d'injection annulaire, qui est ici utilisé.

Le système est fourni avec son groupe de puissance (*NorMar Diesel Hydraulic Power Pack 55-73 KW*) et une ligne de déchargement ($\text{Ø} 3$ pouces) montée sur touret aluminium.

Selon nos informations, le constructeur propose également une version (non indiquée à ce jour sur son site) du *NorMar 4* avec une pompe *DOP 160*, de débit moins important ($30 \text{ m}^3/\text{h}$) mais moins lourde (une trentaine de kgs, contre les 58 kgs de la *DOP 200*) – réduisant l'effort nécessaire à sa manutention.

Pour en savoir plus :

<https://www.allmaritim.com/en>



Schéma et photographie de déploiement du système d'allègement NorMar 4 Discharge System (source : AllMaritim)

Récupérateur à cordes : version arctique du FoxTail Henriksen

En 2019, la société *Henriksen* (Norvège) a ajouté à sa gamme de récupérateurs à cordes oléophiles dites *VAB (Vertical Adhesion Band)* une version « Arctique » de son modèle *FoxTail*, un type d'équipement répandu dans les stocks de matériels norvégiens.

Basée, donc, sur un modèle éprouvé, il s'agit d'une version dont l'évolution s'est inscrite dans le contexte du programme de R&D 'Oil spill Response 2015' co-financé par l'industrie pétrolière et le gouvernement norvégien *via*, respectivement, la *NOFO (Norwegian Clean Seas Association for Operating Companies)* et la *NCA (Norwegian Coastal Administration)*.

Si le concept de récupération sélective d'hydrocarbures par cordes oléophiles était déjà apprécié dans des contextes d'intervention en eaux froides éventuellement partiellement englacées, ou

encore en milieu *offshore*²¹, cette déclinaison vise à étendre vers les basses températures les possibilités de fonctionnement du *Foxtail*, notamment dans une perspective de réponse en milieux arctiques.



L'Arctic Foxtail en test à Longyearbyen (Svalbard) (source : hhenriksen)

A cet effet, les nouveautés apportées par *Henriksen* (et testées au Svalbard) consistent *grosso modo* en l'ajout d'un élément isolant (sorte de housse, spécifiquement adaptée à la morphologie du modèle, à ses connexions, etc.), d'une part, et désormais en l'intégration au récupérateur de la pompe de transfert, ainsi que d'un circuit hydraulique de chauffage, d'autre part.

En résultat, la protection des éléments mécaniques vis-à-vis du gel et le chauffage des fluides récupérés permettraient, selon les tests réalisés *in situ* par le fabricant, d'abaisser à -21°C la fenêtre d'opérabilité de l'*Arctic FoxTail* (soit 15°C de moins que la version standard).

Pour en savoir plus :

<https://hhenriksen.com/seasafety/oil-skimmers#arcticfoxtail>

Récupération dynamique en mer : le module écremeur *DESMI Octopus In-Line*

Le constructeur *DESMI* propose désormais, dans sa gamme de récupérateurs oléophiles, un nouveau modèle de haute mer, à fort débit, conçu pour des opérations de récupération en mode dynamique par intégration au système de chalutage de surface *Speed Sweep*.

Il s'agit d'un concept relativement proche du *Ro-Skim* de la firme danoise, consistant en un panneau de construction aluminium qui, muni de flotteurs/stabilisateurs et intégrant un écremeur, est voué à être disposé en fond de poche de confinement, où il vient se connecter entre les bras déviateurs du système *Speed-Sweep* (par l'entremise des connecteurs classiquement utilisés).

Comme son nom l'indique, et à la différence du seuil du *Ro-Skim*, le dispositif écremeur monté sur la face avant (i.e. localisé dans la poche de confinement) est ici constitué de l'équivalent d'1 module (autrement dit 5 trains de brosses longitudinales) du récupérateur *Giant Octopus*. La face arrière du dispositif reçoit, quant à elle, le bac collecteur d'hydrocarbures ainsi qu'une pompe à vis *DOP Dual 250* (125 m³/h) pour en assurer le transfert vers une capacité de stockage.

A l'instar du *Giant Octopus*, les avantages annoncés de ce système oléophile *Octopus In-Line* en sont la sélectivité, le débit et l'adaptation sur des hydrocarbures et émulsions moyennement à fortement visqueux.

Pour en savoir plus :

<https://www.desmi.com/>



Vue de la face avant (i.e. « interne ») du module écremeur *Octopus In-Line* (source : DESMI)

• Récupération en frange littorale

Forts courants : nouvelle version du récupérateur *Vikoma Fasflo*

Le fabricant britannique *Vikoma* a récemment annoncé la commercialisation d'une version revue de son dispositif *Fasflo*, écremeur conçu pour la récupération d'hydrocarbures flottants en plans d'eau relativement circonscrits et de débit élevés.

²¹ Les récupérateurs à cordes sont, en eux-mêmes, peu affectés par l'agitation du plan d'eau (encore faut-il pouvoir déployer en mer les moyens nautiques et les dispositifs de confinement)

Succèdent ainsi aux *Fasflo 25* et *75* les *Mini* et *Maxi Fasflo*, qui en reprennent les débits de 25 et 75 m³/heure, respectivement. Le concept est globalement inchangé. Il s'agit d'une tête d'écumage à seuil flottant encadrée de 2 flotteurs (construction aluminium ou fibre de verre), et munie de connexions permettant d'y fixer 2 barrages déviateurs/concentrateurs pour un déploiement en mode dynamique (à couple d'un navire) ou statique (un bras amarré sur berge, quai, ponton, etc.). Le constructeur en annonce l'opérabilité jusqu'à des vitesses maximums de courant entrant de 4 nœuds.



Maxi Fasflo déployé en mode dynamique (Source : Vikoma)

Les hydrocarbures récupérés dans la cuvette de collecte sont, pour la version *Maxi*, refoulés vers un stockage (sur berge ou navire) *via* une pompe volumétrique intégrée (alimentée par le groupe de puissance diesel/hydraulique *GP70*) et, pour la version *Mini*, transférés *via* une petite pompe associée (*V190D* à lobes ; alimentation diesel).



Les modifications apportées au modèle porteraient essentiellement sur une reconfiguration de l'ouverture de l'écumeur, notamment au niveau des connecteurs qui, renforcés, assureraient également une meilleure stabilité des barrages défecteurs. Ces derniers apparaissent dorénavant joints par des lignes transversales, d'une part, et ont été munis d'une connexion mettant en relation leurs valves de gonflage, d'autre part.

Pour en savoir plus:

https://www.vikoma.com/Oil_Spill_Solutions/Skimmers/Fasflo.html

• Nettoyage du littoral

Mini-récupérateur à brosse rotative : *Lamor Floating MicroMax*

La compagnie finlandaise *Lamor* propose un nouveau petit récupérateur oléophile, le *MicroMax Floating Skimmer*.

Il s'agit d'un modèle léger à brosse rotative, de débit faible (annoncé à 10m³/h), dérivé du [Lamor Rock Cleaner](#) (*LRC*, engin conçu pour le nettoyage du littoral) dont il reprend la brosse rotative et son châssis (construction aluminium) auquel ont été ajoutés 2 petits flotteurs plats amovibles (en aluminium également). L'ensemble poignée/manche rigide du *LRC* (abritant la ligne d'aspiration et le circuit hydraulique assurant la rotation de la brosse) sont ici remplacés, en sortie du petit bac collecteur, par une conduite rigide sur laquelle vient se coupler (par raccord *Camlock* de 2,5 pouces) le flexible d'aspiration des fluides collectés (divers moyens d'aspiration peuvent être utilisés).



Petit récupérateur *MicroMax Floating Skimmer* (source : Lamor)

A défaut d'un débit élevé, l'intérêt recherché de cette compacité (L*I*h=70*55*30 cm, pour 10 kgs environ) est de permettre l'écumage d'accumulations d'huiles dans des espaces restreints/confinés éventuellement de faible profondeur, en milieu naturel (ex flaques/dépressions littorales, etc.) ou non (l'application première envisagée est industrielle, avec une mise en œuvre dans des trous d'homme, drains, puisards, etc., mais on peut en imaginer l'intérêt éventuel dans des contextes portuaires – fonds de darses, recoins de quais, etc.).

Pour en savoir plus :

<https://www.lamor.com/micromax>

Reconnaissance de la pollution à terre : troisième édition du manuel de la procédure **TERR/SCAT (Canada)**

L'*Emergencies Science and Technology Section (ESTS)* d'*Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)*, du gouvernement fédéral canadien a publié, en 2019, la troisième édition de son guide pour la reconnaissance de littoraux ou berges souillés par des arrivages d'hydrocarbures.

Disponible en versions française (*Manuel de la technique d'évaluation du nettoyage des rives - TERR*) et anglaise (*Shoreline Cleanup Assessment Technique - SCAT*), il s'agit essentiellement d'une mise à jour d'éléments méthodologiques (ex : organisation, gestion des données...) de la procédure SCAT, dont la mise en œuvre et l'acceptation suite à divers cas d'accidents – parfois majeurs – ont, depuis la précédente version (en date de 2000), motivé de nouveaux développements. Les auteurs indiquent ainsi la prise en compte, dans ces évolutions, des expériences et enseignements tirés de cas d'intervention survenus entre 2000 et 2016 (ex. : *Selendang Ayu*, îles Aléoutiennes, Alaska, 2004–2005 ; *Cosco Busan*, baie de San Francisco, Californie, 2007 ; *Deepwater Horizon*, golfe du Mexique, 2010–2013), ainsi que d'évaluations de nouvelles modalités de réalisation des reconnaissances, en soutien aux intervenants, dont on retiendra l'apport potentiel d'escouades canines (Cf. LTML N°41).

Pour en savoir plus :

http://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En14-321-2018-fra.pdf (version française)

http://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En14-321-2018-eng.pdf (version anglaise)



Source : ECCC

• Produits

Absorbants conditionnés en échelle réelle : recherche de protocoles d'évaluation standardisés (BSEE/Ohmsett, USA)

Aux Etats-Unis, le *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)* travaille, dans ses installations de l'*Ohmsett*, à la mise au point d'une procédure standardisée pour les tests des performances de produits absorbants à méso échelle. En effet, si la norme américaine en vigueur en la matière, l'*ASTM F726* (« *Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents for use on Crude Oil and Related Spills* »), est adaptée au test d'échantillons (6 cm x 6 cm) à échelle du laboratoire, l'organisme fédéral souhaite disposer également d'un protocole standard pour une évaluation pertinente et reproductible des performances attendues en déploiement « réel », au bénéfice des fabricants comme des utilisateurs.



Prototype de structure/support d'absorbants (feuilles, tapis) en vue de tests normalisés (Source : Ohmsett/BSEE)

Dès mi-2018, BSEE avait indiqué la réalisation d'une première phase d'essais exploratoires impliquant des absorbants conditionnés, en l'occurrence en « 2 dimensions » (tapis, feuilles, textiles, etc.).

Surtout, cette étape avait largement inclus la conception d'un support spécifique de test, sorte de treillis métallique montée sur un cadre horizontal en aluminium, permettant une manipulation d'échantillons de grandes dimensions aussi calibrée et reproductible que possible (minimisant notamment les phénomènes de variabilité entre les tests potentiellement induits par des interventions manuelles) :

- L'ensemble est associé à un système de pesons conçu pour l'acquisition de données précises, et d'un dispositif d'acquisition des dites données. La procédure d'utilisation de l'outil a fait l'objet de travaux de validation, s'agissant notamment de déterminer dans quelle mesure l'adhésion de diverses huiles²² sur la structure elle-même pouvait influencer sur les pesées réalisées après son immersion : il semble en avoir été conclu que le poids du cadre est stable, après une étape initiale d'égouttement, présentant des écarts de charge par adhésion inférieurs à 5 grammes d'un test à l'autre, et une prise d'huile négligeable par rapport au poids de la structure ;
- Succinctement décrit, le principe est de déposer des échantillons d'absorbants à raison d'une surface de 90 x 90 cm, à plat sur le treillis, d'abaisser ce dernier dans le « bain d'huile » (soit une couche superficielle de 5 cm d'épaisseur *a priori*) puis de le descendre au fond du bac d'essai :

²² Ici de 3 types : une huile hydraulique, un lubrifiant (*Hydrocal 300*) et du gazole.

l'absorbant flotte librement dans la nappe de produit à absorber pendant une durée définie, avant d'être remonté par la structure pour pesées de l'ensemble (avant et après égouttement) ;

- De premiers tests d'appréciation de caractéristiques de base (ex : capacité d'absorption maximale ; pouvoir de rétention ; charge en eau) ont été réalisés avec 3 huiles, sur 2 types d'absorbants, essentiellement pour en évaluer la reproductibilité et en préciser les procédures (par exemple concernant le critère d'« arrêt des égouttures » - *Point of No Dripping*, et des délais correspondants), ainsi qu'à des fins de vérification de cohérence des résultats obtenus avec ceux résultant de l'application de l'*ASTM F726*.

Le développement du protocole s'est poursuivi en 2019, impliquant toujours plusieurs huiles (dont un brut) et 6 absorbants, représentant une plus large gamme de matériaux et de qualités associées.

Selon BSEE, la faisabilité d'intégrer l'évaluation d'autres caractéristiques importantes d'un point de vue opérationnel (ex : cinétique de l'absorption ; résistance mécanique lors du retrait, à saturation en huile ; flottabilité ; ...) auraient été considérées en vue d'une intégration potentielle dans le protocole, qu'il est envisagé de soumettre, à terme, à la considération du [Comité ASTM F20](#) (portant sur le thème de la réponse aux déversements d'hydrocarbures et autres SNPDs).

● Dispersion

Injection sous-marine : développement de tests d'efficacité de dispersants chimiques

Des équipes du *Sintef* et de l'Université technique nationale d'Athènes (*National Technical University of Athens*) ont récemment publié un article scientifique proposant des développements méthodologiques visant à proposer un protocole nouveau de test, à l'échelle du laboratoire, de l'efficacité de dispersants chimiques appliqués par injection sous-marine (*subsea dispersants injection*, ou *SSDI*) en cas d'éruption de puits *offshore*.

L'article expose la démarche exploratoire adoptée par les auteurs dans ce projet d'élaboration d'un tel test – en l'occurrence baptisé *DIET* (pour *Dispersant Injection Effectiveness Test*).

En résumé, celle-ci vise à introduire, dans le protocole de test *DIET*, des conditions contrôlées plus représentatives des spécificités liées à une opération de type *SSDI* (i.e. par rapport à l'épandage sur de nappes de surface), s'agissant notamment :

- de la turbulence du milieu (liée à la pression de sortie des hydrocarbures) ;
- des caractéristiques des hydrocarbures, à la source d'une éruption (sous forme de panaches, non vieillis, à température élevée) ;
- de représenter bel et bien une injection de dispersants (et non un épandage/mélange), en tenant compte, de surcroît, des modalités techniques (procédures) envisagées pour celle-ci.

D'autre part, il est aussi suggéré de quantifier l'efficacité *via* une mesure continue de la taille des gouttelettes, sur la durée d'injection du dispersant dans un flux constant d'hydrocarbure (soit 1 minute dans la présente proposition expérimentale).

La publication détaille les méthodes mises en œuvre par les auteurs pour identifier les possibles modalités du test *DIET*, utilisant les équipements du *Sintef* (en l'occurrence, colonne d'expérimentation de 80 cm de haut et 50 cm de diamètre dans laquelle sont reproduits des jets d'hydrocarbures et de petits dispositifs d'injection et équipée d'un granulomètre laser *in situ* LISST). Ces modalités ont été appliquées pour comparer, sur 4 bruts différents, les efficacités respectivement mesurées pour différents dispersants (*Corexit 9500*, *Finasol OSR-52* et *OSR-62*, *OSD Super dispersant 25* et *Dasic Slickgone NS*), injectés à des dosages et à des températures variables.

Aussi, ces résultats ont été comparés avec ceux obtenus pour les mêmes bruts, produits et dosages, suite aux tests de laboratoire établis en matière d'évaluation de l'efficacité des dispersants. Sur ce point, les auteurs établissent que les fortes différences mises en évidence selon que l'on considère l'efficacité mesurée de manière « standard » ou selon ce premier développement de protocole *DIET*, souligne en tout cas la nécessité d'une méthode spécifiquement adaptée à la *SSDI*.

Pour en savoir plus :

Brandvik P. , Daling P. , Dunnebie D. , Makatounis P. , Leirvik F. & Krause D., 2019. A Proposed New Laboratory Protocol for Dispersant Effectiveness Testing Adapted for Subsea Dispersant Injection. *Journal of Environmental Protection*, 10, 694-709. doi: [10.4236/jep.2019.105041](https://doi.org/10.4236/jep.2019.105041)

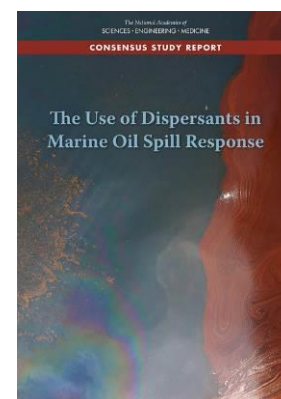
Etat de l'art sur la dispersion chimique : mise à jour du *National Research Council (USA)*

En 2017, le *National Research Council (NRC)* américain a confié à la *National Academy of Science, Engineering & Medicine (NASEM)* le pilotage d'un projet visant à dresser le bilan actualisé des connaissances en matière de dispersion chimique dans la réponse antipollution en mer. Celui-ci s'est achevé en 2019, au terme d'une revue critique des références récemment disponibles (ex : rapports, publications scientifiques, etc.), et abouti à la publication d'un état de l'art considérant divers aspects de cette stratégie faisant, pour certains d'entre eux, l'objet de débats récurrents : efficacité, devenir/dégradation et toxicité potentielle des produits chimiques et de leurs composés, etc.

Il s'appuie sur les 2 précédents rapports du *NRC* sur l'utilisation des dispersants. Pratiquement, il s'est agi de mettre à jour et d'augmenter la [version antérieure](#) (2005), en exploitant les nombreux travaux de recherche financés dans le sillage de la pollution de *Deepwater Horizon*, contexte où l'épandage de dispersants chimiques (par injection sous-marine notamment) s'était avéré d'une ampleur sans précédent, de même que les polémiques qui s'en sont suivies quant à ses éventuels risques (nouvellement identifiés, supposés, redécouverts, etc.) pour l'environnement ou la santé humaine²³. Ce travail d'intégration d'éléments nouveaux s'est ainsi largement appuyé sur l'analyse et la synthèse de la littérature publiée depuis 2005, relative aux propriétés des dispersants, aux pratiques actuelles pour leur évaluation (méthodes/procédures de laboratoire, tests d'efficacité, de toxicité,...), etc.

S'il ne s'agit pas, *stricto sensu*, d'un « retour d'expérience de *Deepwater Horizon* », une part très importante de ces publications récentes se réfère à cet évènement. Ont été ciblées les études et données considérées comme pertinentes du fait de la prise en compte de quelques réalités opérationnelles (ex : expositions dans des concentrations et durées à peu près réalistes dans les travaux expérimentaux).

Le document actualisé ("[The Use of Dispersants in Marine Oil Spill Response](#)") a été publié en 2019, dont on notera avec intérêt que le comité éditorial regroupait des participants issus de la recherche académique (souvent financés dans le cadre du *GoMRI*) et quelques scientifiques travaillant pour des compagnies pétrolières ou organismes experts en matière de lutte antipollution, plus versés/expérimentés sur la thématique traitée (ex : connaissance des stratégies de lutte, des motivations et attendus de la dispersion chimique, etc.).



Parmi les points nouveaux, on retiendra l'amélioration des connaissances quant à l'action potentielle des dispersants sur le devenir de panaches submergés/jets/éruptions d'hydrocarbures, tout en identifiant des points d'incertitude restant à éclairer (notamment en lien avec les phénomènes de dynamique/mécanique des gaz et fluides au niveau d'une éruption de puits sous-marin).

Concernant la toxicité intrinsèque des dispersants pour l'environnement, il semble admis que les concentrations de dispersants dans la masse d'eau, suite à *DWH*, n'ont fort probablement jamais approché les seuils de toxicité établis pour les produits. Qualitativement, la toxicité des formulations actuelles des produits testés/agrés n'est pas identifiée comme un motif raisonnable de remise en question.

D'autres points sont développés, dont on notera celui portant sur l'acceptation, semble-t-il, d'un schéma conceptuel quant aux mécanismes potentiellement impliqués dans la formation d'agrégats/flocs de matières particulaires contaminées par des hydrocarbures (*MOSSFA*)²⁴, lequel schéma concorderait avec certains processus avancés d'après des observations *in situ*, dans le Golfe du Mexique, ou les résultats de diverses expériences en laboratoire. Néanmoins, il semble aussi admis qu'aucun élément n'ait été identifié qui permettrait, à ce jour, de vérifier ou de quantifier l'influence éventuelle de la dispersion chimique dans la survenance d'épisodes de sédimentation notables de type *MOSSFA*.

L'hypothèse d'effets potentiels de la dispersion chimique sur la santé humaine, en influençant directement (ex : inhalation, contact cutané, ingestion de nourriture contaminée) ou indirectement

²³ (généérées, pour une partie non négligeable, par la communauté scientifique elle-même)

²⁴ *Marine Oil Snow Sedimentation and Flocculent Accumulation*

(ex : psychologique) le devenir de certains composés d'un pétrole traité (BTEX, HAPs, etc.) est reconnu. Quant aux effets sanitaires (directs ou indirects) potentiellement liés aux produits en tant que tels, il semble aussi admis que les études existantes en la matière sont trop limitées pour se prononcer sur ce point.

En plus du rapport, le lecteur intéressé trouvera en ligne (<http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/OilDispersants.pdf>) un résumé succinct (4 pages) des principaux points identifiés par le comité d'experts impliqué dans l'édition du document/rapport.

S'il se concentre sur les déversements survenus au large des États-Unis, le document est à l'évidence d'intérêt au-delà de ces frontières.

Pour en savoir plus :

<https://www.nap.edu/catalog/25161/the-use-of-dispersants-in-marine-oil-spill-response>

“Neige marine” et dispersion chimique : synthèse critique

La revue *Marine Pollution Bulletin* a récemment publié un intéressant article proposant une synthèse critique quant aux études et articles publiés, depuis l'accident de *Deepwater Horizon* (*DWH*) principalement, sur le sujet de la « neige » marine (*marine snow*). Rappelons que cette appellation désigne le phénomène, naturel, de sédimentation d'agrégats de particules détritiques diverses (matières minérales ; matières organiques issues de la production planctonique ; etc.) dans la masse d'eau. Plus précisément, la question ici considérée est celle de l'implication potentielle de pollutions accidentelles par hydrocarbures, et de leur dispersion chimique, sur l'intensité, voire la survenance, de « pluies » de matière en suspension contaminée : une hypothèse en effet avancée par plusieurs auteurs de travaux expérimentaux sur le sujet depuis 2010, et qui s'expliquerait par des mécanismes divers :

- il a été proposé que l'adsorption, sur des particules fines en suspension, de gouttelettes de pétrole en équilibre de densité dans la masse d'eau (à l'instar des panaches sous-marines observés dans le Golfe du Mexique suite à l'éruption du puits Macondo) menait à la formation d'agrégats pétrole/matière minérale (ou *OMA*, pour *Oil-Mineral Aggregates*), cause d'une sédimentation significative de la pollution vers les fonds marins ;
- plus nouvellement, suite à l'accident de *DWH*, d'autres auteurs suggèrent désormais, sur la base d'observations, en laboratoire, de phénomènes de floculation²⁵ consécutifs de l'activité bactérienne de dégradation de gouttelettes dispersées, que la dispersion chimique serait de nature à *promouvoir* la formation *in situ* d'une « neige polluée » et, partant, le transfert de la pollution vers le fond à partir de la surface.

L'article revient à la fois sur les attendus (objectifs et contexte) d'opérations de dispersion chimique en cas de pollution marine par hydrocarbures, et sur les connaissances actuelles en matière des mécanismes d'adsorption, de floculation, de dégradation, etc. Ces connaissances sont confrontées de manière critique aux conditions propres aux études expérimentales mentionnées plus haut, les auteurs aboutissant à quelques conclusions dont on retiendra essentiellement que, si les phénomènes de formation d'*OMA* sont en principe possibles, l'hypothèse d'une floculation significative (i) liée à la biodégradation de gouttelettes, aux concentrations que celles-ci sont susceptibles d'atteindre *in situ*, et (ii) aggravée par l'application de dispersants chimiques, reste à débattre et au moins à étayer *via* des études pertinentes complémentaires.

Remarquons que cette question, non résolue, n'en est pas moins importante (i) du fait de ses implications sur les stratégies de lutte (notamment sur leur perception, leur questionnement et, peut-être dans le futur, leur légitimation), (ii) ceci dans un contexte où les publications de travaux référant à l'hypothèse d'un transfert vertical de la pollution *via* des phénomènes de floculation, l'acceptant ainsi plus ou moins implicitement (par exemple pour le développement de modèles numériques²⁶, ou encore pour discuter des résultats de suivis de l'environnement benthique profond²⁷), sont régulières.

Pour en savoir plus :

Brakstad O.G., Lewis A. & Beegle-Krause C.J., 2018. A critical review of marine snow in the context of oil spills and oil spill

²⁵ *I.e.* formation d'amas mucilagineux, de densité éventuellement supérieure à celle de l'eau de mer.

²⁶ Par exemple **Dissanayake et al., 2018.** Numerical Modeling of the Interactions of Oil, Marine Snow, and Riverine Sediments in the Ocean. <https://doi.org/10.1029/2018JC013790>

²⁷ Par exemple **Schwing et al., 2018.** Tracing the incorporation of carbon into benthic foraminiferal calcite following the Deepwater Horizon event. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.066>

dispersant treatment with focus on the *Deepwater Horizon* oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 135, 346–356; <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.07.028>

• Recherche

De l'électromagnétisme pour le confinement et la récupération de déversements d'hydrocarbures

En résultat d'un projet initié depuis plusieurs années, l'entreprise américaine *Natural Science LLC* et le *Laboratoire national d'accélérateurs Fermi (Fermilab)*²⁸ ont récemment annoncé la signature d'un accord de licence octroyant au premier les droits d'utilisation d'une technologie *E-MOP* visant à permettre de confiner et de récupérer des hydrocarbures pétroliers *via* un système breveté de barrage électromagnétique, mis en œuvre conjointement avec un procédé de magnétisation préalable de l'hydrocarbure en question. Le principe repose sur un phénomène d'incorporation préférentielle, dans un hydrocarbure, de particules de magnétite (Fe_3O_4) de dimensions microscopiques lorsque ces dernières sont épanchées sur un mélange huile-eau (i.e. un déversement de pétrole en milieu aquatique).

Ce phénomène donnerait lieu à une suspension colloïdale, magnétique, déplaçable à l'aide d'un aimant, s'agissant ici d'un *electromagnetic boom*, autrement dit d'un « barrage électromagnétique », éventuellement complété d'un récupérateur à bande (également électromagnétique), arsenal dont *Natural Science*, qui en a élaboré des prototypes, juge qu'il pourrait avantageusement se substituer aux systèmes de barrages et écrémeurs classiques. De même, un processus magnétique de séparation hydrocarbures/magnétite est proposé par la société.

L'un des arguments avancés par les développeurs et plaidant en faveur de cette méthode est que la magnétite est, outre une substance d'origine naturelle, largement disponible dans le monde (réduisant les frais et procédures d'expédition internationales, mais aussi les coûts d'approvisionnement -au regard de ceux afférents à d'autres produits de lutte tels que les absorbants ou les dispersants chimiques). Par ailleurs, le ratio [*produit/polluant*] optimal²⁹ serait suffisamment « faible » selon *Natural Science*, pour considérer les quantités nécessaires de magnétite à mettre en œuvre comme minimales « par rapport à de l'absorbant ».

Cette proposition n'est pas sans évoquer des tentatives grecques ou brésiliennes antérieures en la matière (développement de modes de récupération des nappes après épandage de particules magnétiques), lesquelles à notre connaissance n'ont pas connu de développements au-delà du laboratoire, du fait (entre autres) de doses d'application réhébitoraires (une problématique pas nouvelle, du reste, déjà rencontrée en matière d'épandage de produits voués à « séquestrer » des hydrocarbures libres dans le milieu aquatique -produits gélifiants, par exemple).

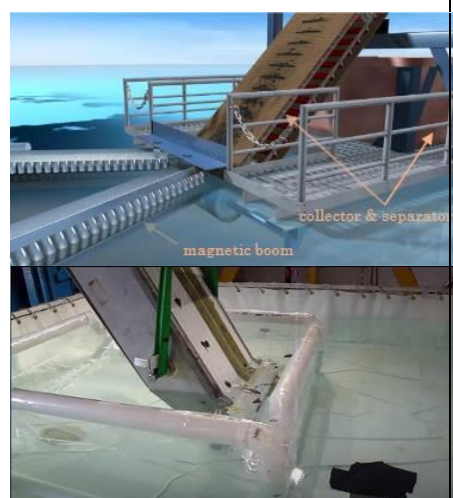
Pour en savoir plus :

<https://partnerships.fnal.gov/technologies/emop/>

<https://emop.fnal.gov/docs/docs.shtml>

<https://www.naturalscienceusa.com/>

<https://news.fnal.gov/2019/11/fermilab-oil-spill-cleanup-technology-among-finalists-for-rd-100-award/>



Haut : schéma de principe de l'ensemble E-MOP (i.e. barrage, bande et séparateur électromagnétiques) monté sur une barge récupératrice; **Bas** : prototype de bande électromagnétique (E-Ramp) en action (Source : *Natural Science LLC*)

²⁸ Lui-même géré par *Fermi Research Alliance LLC* (un partenariat entre l'Université de Chicago et la *Universities Research Association -URA*) pour le compte de l'*US Department of Energy Office of Science*.

²⁹ Dont nous n'avons pas connaissance.

• Impacts

Suivi *in situ* de marais littoraux pollués : facteurs influençant la dynamique de restauration

En 2019 ont été publiés les résultats d'une évaluation scientifique des processus de restauration des communautés d'endofaune benthique et floristiques associées aux marais littoraux de la baie de Barataria (Louisiane, Etats-Unis) dont les marges, exposées, avaient été polluées à une intensité variable par des arrivages de brut issus de l'accident de *Deepwater Horizon* (avril 2010).

L'étude apporte des éléments de connaissances supplémentaires quant aux facteurs influençant la dynamique de restauration de ce type d'habitats, lesquels sont d'une sensibilité environnementale généralement considérée comme importante vis-à-vis des pollutions par hydrocarbures - d'autant que les possibilités d'intervention y sont le plus souvent limitées.

Il s'est agi d'un suivi des secteurs septentrionaux de la baie de Barataria, de 2011 à 2016, visant à examiner les relations entre la dynamique des espèces benthiques pionnières et celle des assemblages de la micro et de la macroflore, à l'aune de la contamination des substrats, et d'en déduire les mécanismes déterminant le retour à la normale, à long terme, des communautés d'endofaune caractéristiques de ces milieux.

En résumé, si des phénomènes de rétablissement des principaux taxons constituant les communautés typiques de ces marais littoraux ont été identifiés à moyen-terme, en moins de 2 ans après l'impact initial, leurs abondances n'étaient pas complètement rétablies dans les secteurs les plus intensément touchés (soit au bout de 6 ans environ). A cet égard, les auteurs soulignent comment la vitesse de restauration évolue, au gré du rétablissement de certaines des composantes constitutives de l'habitat :

- Dans les stades initiaux, la dynamique de divers groupes méiofauniques (nématodes, copépodes), et celle de la plupart des annélides polychètes et de certains malacostracés (tanaïdés, amphipodes), s'est avérée significativement liée à la reconquête du microphytobenthos et à la reconstitution de l'habitat représenté par le couvert végétal de *Spartina alterniflora*, de même qu'il l'a été constaté pour le recrutement des classes juvéniles de bivalves ;
- A plus long terme, en revanche, au niveau de sites fortement pollués initialement, la persistance de teneurs en hydrocarbures totaux relativement élevées dans les sédiments est apparue limitante vis-à-vis de la restauration des biocénoses benthiques. En lien notamment avec des biomasses et des densités significativement inférieures à la normale de *Juncus roemerianus* (jonc nord-américain dominant classiquement les assemblages floristiques des marais littoraux de la région, aux côtés de *S. alterniflora*), les auteurs y ont mesuré de faibles taux de récupération pour plusieurs taxons d'invertébrés micro et méiobenthiques.

On retiendra que, *via* ce suivi pluriannuel, les auteurs sont en mesure de souligner le rôle déterminant d'espèces floristiques (ici, *S. alterniflora* et *J. roemerianus*) aux divers stades de la restauration des biocénoses benthiques de marais littoraux impactés par des hydrocarbures - en modifiant l'habitat à court terme et la qualité du sol à long terme.

En termes de mesures de restauration de tels milieux, ils suggèrent comment l'orientation préférentielle vers la réintroduction (ex : plantation) des espèces fondatrices serait propre à stimuler la réinstallation des organismes composant les premiers niveaux du réseau trophique (producteurs primaires, secondaires, etc).



Stades de restauration d'un front de marais littoral fortement souillé en 2010 : suivi à 9 mois (*gauche*) et 2 ans (*droite*) après la pollution initiale (Baie de Barataria, Louisiane) (source : Fleeger et al., 2019)

Pour en savoir plus:

Fleeger J.W., Riggio M.R., Mendelsohn I.A., Lin Q., Deis D.R., Johnson D.S., Carman K.R., Graham S.A., Zengel S. & Hou A., 2019. What Promotes the Recovery of Salt Marsh Infauna After Oil Spills? *Estuaries and Coasts*, 42, 204–217. <https://doi.org/10.1007/s12237-018-0443-2>

En l'absence de tests réalisés ou suivis par lui, le Cedre ne peut garantir les qualités et performances des moyens de lutte mentionnés dans la Lettre Technique qui n'engagent que les personnes à la source de l'information (sociétés, journalistes, auteurs d'articles et rapports, etc.).

La mention par le Cedre d'une société, d'un produit ou d'un matériel de lutte n'a pas valeur de recommandation et n'engage pas la responsabilité du Cedre.

Les articles contenus dans la rubrique « Accidents » sont rédigés à partir d'informations provenant de sources variées, diffusées sur support papier ou informatisé (revues et ouvrages spécialisés, presse spécialisée ou généraliste, conférences techniques/scientifiques, rapports d'études, communiqués d'agences de presse ou institutionnelles, etc.). Lorsqu'un site Internet ou un document particulièrement riche en informations pertinentes est identifié, celui-ci est explicitement signalé en fin d'article par la mention « Pour en savoir plus ».