



**CENTRE DE DOCUMENTATION DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATIONS  
SUR LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX**

715, Rue Alain Colas, CS 41836 - 29218 BREST CEDEX 2 (FR)

Tél : (33) 02 98 33 10 10 – Fax : (33) 02 98 44 91 38

Courriel : [contact@cedre.fr](mailto:contact@cedre.fr) - Web : [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)

**Lettre Technique Mer- Littoral n°51**

**2020-1**

Sommaire

• <b>Accidents</b> .....	<b>2</b>
Naufrage de navire de pêche et déversement de gazole en eaux côtières ( <i>Scandies Rose</i> , Etats-Unis) .....	2
Fuite d'hydrocarbures durant une déconnexion d'urgence de ligne de transfert ( <i>Stone 1</i> , Danemark) .....	2
Perte en mer de granules plastiques et arrivages littoraux ( <i>Trans Carrier</i> , Mer du Nord).....	2
Echouement de vraquier et déversement mineur de gazole en eaux côtières ( <i>Kaami</i> , Ecosse) .....	3
• <b>Anciens accidents</b> .....	<b>4</b>
Programme <i>GoMRI</i> : l'heure des bilans 10 ans après <i>Deepwater Horizon</i> .....	4
• <b>Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales</b> .....	<b>5</b>
Service <i>RPAS</i> de l'AESM : surveillance par drone des pollutions en milieu portuaire (Anvers, Belgique) .....	5
Evolution des moyens de lutte de l'Agence Européenne de Sécurité Maritime (AESM) .....	5
Projet <i>WestMoPoco</i> : avancement du guide interrégional SNPD et liens avec l'outil <i>MIDSIS-TROCS</i> .....	6
2020 : Convention internationale MARPOL et fiouls à faible teneur en soufre .....	7
Nouveau guide d'intervention chimique Cedre : les condensats .....	9
Document / guide d'intervention en cas d'hydrocarbures coulés en frange littorale .....	9
• <b>Initiatives de l'industrie pétrolière</b> .....	<b>10</b>
Contrôle d'efficacité de la dispersion sous-marine : service <i>Water Column Monitoring</i> d' <i>OSRL</i> .....	10
• <b>Produits chimiques</b> .....	<b>10</b>
Risque environnemental d'un déversement majeur de stéarine de palme en système côtier tropical .....	10
• <b>Téledétection</b> .....	<b>11</b>
Détection de nappes en polarimétrie infrarouge : l'imageur compact <i>Pyxis</i> .....	11
Intervention sur substances et/ou contenants non identifiés : spectroscopie Raman et détecteur portable <i>Mira DS</i> .....	11
• <b>Déchets/débris flottants</b> .....	<b>12</b>
Drone de surface et collecte de pollutions flottantes en eaux abritées : le <i>Jellyfishbot</i> ( <i>IADYS</i> ) .....	12
Développement d'un récupérateur individuel original : le <i>DeltaSea</i> ( <i>Technika Engineering</i> ).....	13
• <b>Récupération sur l'eau</b> .....	<b>14</b>
Rideaux de lutte en eaux côtières à littorales : moyens de lutte complémentaires (Etats-Unis).....	14
Intervention en frange littorale : récupérateurs modulaires <i>DBD 13-4</i> et <i>DBD 20</i> ( <i>DESMI</i> ).....	15
R&D : amélioration des opérations de collecte par écrémeurs statiques en milieux froids.....	15
• <b>Nettoyage littoral</b> .....	<b>16</b>
Soutien à la collecte manuelle : outils légers à brosses oléophiles <i>SAJAS</i> .....	16
• <b>Produits</b> .....	<b>17</b>
Cedre : tests de 2 nouveaux absorbants flottants hydrophobes ( <i>Oilkontrol</i> ; <i>Maresorb Pad 2</i> ) .....	17
Mise à jour du guide opérationnel du Cedre sur l'utilisation des produits absorbants .....	17
• <b>Dispersion mécanique</b> .....	<b>17</b>
Dispersion mécanique d'hydrocarbures flottants : prototype de drone de surface <i>Vorax</i> ( <i>Blue Impact</i> ).....	17
• <b>Recherche</b> .....	<b>18</b>
<i>ITOPF R&amp;D Awards 2020</i> et <i>2021</i> : projets <i>BEAUPRE</i> et <i>MODEL RISK</i> .....	18
Cedre : développement d'un test d'efficacité des agents de biorémédiation en conditions ouvertes .....	19
<i>BSEE</i> (Etats-Unis) : évaluation d'outils numériques pour l'amélioration des moyens de confinement en forts courants.....	20
• <b>Impacts</b> .....	<b>22</b>
Lignes directrices pour l'évaluation de l'exposition et des impacts des déversements d'hydrocarbures sur les mammifères marins .....	22

## • Accidents

Note : au premier semestre 2020, les cas de déversements accidentels d'hydrocarbures rapportés et identifiés en eaux marines ont été relativement peu nombreux et, pour plus de 2/3 d'entre eux, d'ampleur peu significative (inférieurs à la dizaine de m<sup>3</sup>, voire au m<sup>3</sup>). Quelques exemples décrivant les circonstances de ces pollutions pour la plupart mineures sont fournis ci-après.

### **Naufrage de navire de pêche et déversement de gazole en eaux côtières (Scandies Rose, Etats-Unis)**

Le 1<sup>er</sup> janvier 2020, le caseyeur de 40 m *Scandies Rose* sombrait au sud de l'île de Sutwik (Golfe d'Alaska, Etats-Unis), par grosse mer (creux de 9 m), avec dans ses soutes environ 450 m<sup>3</sup> de gazole et 5 m<sup>3</sup> de lubrifiants.

Si 2 des membres d'équipage ont pu être secourus par la garde côtière américaine (USCG), 5 autres ont été portés disparus. Avant tout un drame humain qui a nécessité, en priorité, la mise en œuvre d'opérations de recherche et de sauvetage -menées dans des conditions météo océaniques difficiles, l'accident a par la suite motivé l'USCG à solliciter l'expertise de la NOAA, pour modéliser la trajectoire et le devenir en mer des hydrocarbures de soute dans les eaux côtières, ceci à partir de la dernière position connue du navire (dont l'épave n'était pas localisée suite à son naufrage).

### **Fuite d'hydrocarbures durant une déconnexion d'urgence de ligne de transfert (Stone 1, Danemark)**

Le 4 janvier, sur un terminal pétrolier proche du port d'Appenrade (Danemark), un évènement non précisé survenu suite à la déconnexion en urgence d'une ligne de déchargement, durant un dépotage d'hydrocarbure de type gazole à partir d'un navire citerne polyvalent (pétrolier/chimiquier *Stone 1*), a entraîné le déversement dans l'eau de 30 m<sup>3</sup> du produit pétrolier. La décision de déconnexion d'urgence de la ligne de transfert a elle-même été motivée pour des raisons de sécurité, avec la survenance d'un coup de vent fort compromettant l'amarrage du navire.

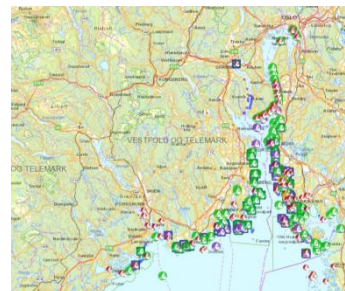
Le Ministère danois de la Défense a aussitôt demandé le déploiement de personnels et de moyens nautiques et aériens de la Marine Danoise (*Søværnet*) et de la *Naval Home Guard (Marinehjemmeværnet)*, pour des opérations de lutte sur l'eau. Le navire antipollution *Gunnar Seidenfaden* (basé au port de Korsør sur l'île de Seeland) a été dépêché sur les lieux.

Dans l'urgence, des barrages flottants ont été déployés au plus près de la source pour limiter les risques d'extension de la pollution vers la côte d'Hostrupskov au sud-est du terminal. Il semble néanmoins que les changements de vent aient pénalisé l'efficacité du confinement, et motivé des opérations de chalutage de surface au moyen de barrages (type non précisé) remorqués par deux patrouilleurs de la *Naval Home Guard*. Le bilan des diverses actions de collecte sur l'eau ne nous est pas connu.

### **Perte en mer de granules plastiques et arrivages littoraux (Trans Carrier, Mer du Nord)**

Le 23 février 2020, tandis qu'il fait route entre Rotterdam (Pays-Bas) et Stavanger (Norvège), le porte-conteneurs *Trans Carrier* est pris dans une violente tempête dans le sud-est de la Mer du Nord, au large des côtes danoises. Par suite de mouvements en pontée, des heurts entre conteneurs entraînent l'ouverture d'une brèche sur l'un d'entre eux, contenant des granules plastiques. Les autorités riveraines sont rapidement notifiées d'un déversement, en mer du Nord, estimé à un peu plus de 13 tonnes de ces granules. Ces derniers dérivent dans une direction nord/nord-est, et provoquent des arrivages : au Danemark d'abord, puis surtout à partir de la mi-mars sur de nombreux secteurs du littoral sud-est de la Norvège bordant le Skagerrak, particulièrement du fjord d'Oslo.

Sur les estrans norvégiens, ce sont dans un premier temps les autorités locales qui, soutenues par des bénévoles d'ONGs, entreprennent les opérations de collecte des plastiques. Puis, l'extension de l'aire touchée entraîne la mobilisation d'une multiplicité d'intervenants et d'entités territoriales (gouvernementales, régionales, locales...) pour mener les actions de ramassage nécessaires, ce qui aboutira à terme à leur coordination par la *NCA (Norwegian Coastal Administration)*, responsable de la réponse environnementale sur le domaine littoral concerné. À partir du début mai, l'organisation de la réponse est ainsi passée au niveau gouvernemental -bien qu'impliquant toujours des intervenants des autorités locales et des bénévoles. La compagnie maritime propriétaire du navire (*Seatrans Ship Management*) met aussi ses ressources à disposition, et contribue à la réponse mise en œuvre par les divers acteurs de la lutte (collaborant, par exemple, avec l'*Oslofjord Outdoor Recreation Council*).



Utilisation dérivée d'outillages divers en alternative à la collecte manuelle (gauche : aspirateur à eau ; droite : aspiro-souffleurs à feuilles) (Source : NCA)

Sites d'arrivages dans la région du fjord d'Oslo (source : [www.bonnagreement.org](http://www.bonnagreement.org))

À la mi-juin, plusieurs centaines de sites atteints par les arrivages de plastiques étaient référencés et faisaient l'objet d'une surveillance régulière, la collecte y étant dès lors organisée avec une priorité donnée aux sites à fortes accumulations.

Des épisodes d'arrivages ont également été rapportés sur la côte ouest de la Suède, motivant une coopération entre les autorités des 2 pays voisins, qui échangent à travers des réunions régulières.

À la mi-juin, environ 2,7 tonnes de granules plastiques étaient collectées, étant pressenti que des actions de nettoyage devraient être reconduites durant plusieurs mois, probablement.

En termes de retour d'expérience sur ce type de pollution, on mentionnera les réflexions soulevées par l'organisation environnementale [KIMO](#) (*Komunernes Internationale Miljøorganisasjon*)<sup>1</sup>, laquelle pointe le manque actuel d'obligation, pour les municipalités, de signaler les arrivages de granules plastiques, compliquant les actions d'urgence. Également (et si, comme dans le cas présent, le propriétaire du navire accepte de contribuer aux coûts de nettoyage), la structure plaide pour la considération d'un régime international de responsabilité et d'indemnisation concernant des déversements de ce type susceptibles, à l'instar des granules plastiques, de générer des arrivages, des opérations et des coûts à long terme pour les collectivités locales.

#### **Echouement de vraquier et déversement mineur de gazole en eaux côtières (*Kaami*, Ecosse)**

Le 23 mars 2020, le vraquier *Kaami* (4 293 TPL, pavillon des Bahamas) faisait route entre Belfast (Irlande du Nord) et Slite (Suède) avec une cargaison de granules de combustible dérivé de déchets quand, pour une cause non précisée (et objet d'une enquête par le *MAIB*<sup>2</sup> britannique), il s'est échoué sur un récif du détroit écossais de *Little Minch* (séparant l'île de Skye de l'archipel des Hébrides).

Les 8 membres d'équipage ont pu être évacués, sains et saufs, par un hélicoptère de la section locale de la *Maritime and Coastguard Agency* (*UKMCA*), soit la *Coastguard Rescue* basée non loin à Stornoway (île de Lewis).

Très tôt, un déversement de gazole marin était visible en surface des eaux côtières jouxtant l'épave. Selon un communiqué du centre de planification d'urgence des autorités régionales (*Highland Council*), la pollution s'avérait à ce stade mineure et non persistante (le carburant, relativement léger, se dissipant rapidement sous l'action du fort hydrodynamisme local). Pour parer au risque d'une dégradation de la situation, une société de sauvetage a été mandatée par le propriétaire du navire, et des experts projetés à bord pour inspecter l'état structurel du *Kaami* dans la perspective d'opérations d'allègement puis de déséchouement.

Le *SOSRep* (Secrétariat d'État en charge de la gestion des risques liés aux accidents maritimes) est informé de la situation et mobilisé à travers la *MCA* pour conseils sur place.

Durant toute la phase de réalisation des opérations d'allègement et de remise à flot, démarrées le 8 avril mais parfois interrompues en fonction de la météo, la *MCA* a maintenu un dispositif de surveillance d'éventuelles fuites supplémentaires et, en *stand-by*, des moyens de lutte sur l'eau. En parallèle, la gestion d'un éventuel volet littoral en cas de réponse a été confiée aux autorités de la région.

<sup>1</sup> Sorte de fédération/réseau d'autorités locales de divers pays de l'Atlantique nord-est et de la Baltique, dont elle assure la représentation sur des thématiques liées à l'environnement marin dans des instances internationales (telles que l'OMI, l'UNEP), communautaires (parlement/commission de l'UE) ou régionales (OSPAR, HELCOM...).

<sup>2</sup> *Marine Accident Investigation Branch*

Au final, le volume de carburant initialement déversé a été estimé à 25 m<sup>3</sup>, sans déversement significatif survenu lors du sauvetage du navire.

● **Anciens accidents**

**Programme GoMRI : l'heure des bilans 10 ans après Deepwater Horizon**

Suite à la pollution issue de l'éruption du puits offshore *Macondo* dans le Golfe du Mexique en avril 2010, le programme de recherche *Gulf of Mexico Research Initiative (GoMRI)* (financé par un fonds bloqué à cet effet par BP) a été lancé en 2011 dans le double but : (i) d'étudier l'impact de la pollution sur l'environnement et la santé publique dans le Golfe du Mexique ; (ii) de contribuer à l'amélioration des moyens de lutte (détection, modèles, techniques analytiques, outils d'aide à la décision, etc.). Pour rappel, les 5 thématiques retenues comme d'intérêt, lors de l'initiation du programme, et les avancées des études qu'il englobe sont disponibles sur le site institutionnel du [GoMRI](#).

En 2020, à l'approche de l'échéance du programme et de son financement, une phase de réflexion en matière de restitution des résultats obtenus (« *GoMRI Synthesis and Legacy* ») a constitué l'essentiel des activités réalisées dans les 1 à 2 dernières années du programme. [Huit groupes thématiques \(core areas\) de travail](#) ont été établis à cet égard mais, devant la masse d'études réalisées et de publications produites relatives à la dispersion chimique, un 9<sup>ème</sup> groupe a été constitué pour traiter des résultats et enseignements sur ce thème spécifique. L'un des objectifs de ce groupe était aussi de contribuer au travail de la *National Academy of Science, Engineering & Medicine* (ayant abouti à l'actualisation du document "*The Use of Dispersants in Marine Oil Spill Response*" ; Cf. LTML n°49).

Concernant les ressources disponibles sur Internet :

- des documents de synthèse thématiques sont progressivement mis en ligne sur le site du GoMRI (<https://gulfresearchinitiative.org/gomri-synthesis/products/>);
- plus orientés vers le 'grand public', des documents/bulletins informatifs sur les sujets traités par le programme continuent d'être hébergés sur le site du [Sea Grant du Golfe du Mexique](#) (soit le réseau régional du programme national *Sea Grant College*, en l'occurrence des états côtiers - Texas, Louisiane, Mississippi, Alabama et Floride) ;
- à noter également que la question du maintien, au-delà de 2020, de la disponibilité en ligne des données brutes issues des études financées par le *GoMRI*, stockées dans une base et mises à disposition pour consultation (voire téléchargement) via le système *GRIIDC (GoMRI Information and Data Cooperative)* semble également à l'étude (sur un plan technique, mais aussi financier).

Par ailleurs, on notera l'édition d'un ouvrage plus spécifiquement rédigé par le consortium de recherche *Center for Integrated Modeling and Analysis of Gulf Ecosystems (C-IMAGE*, partie intégrante du *GoMRI*), rédigé par des scientifiques issus de la recherche académique, de l'industrie pétrolière, et de structures/instituts privés ou publics.

Exploitant les résultats d'études réalisées dans le cadre du *GoMRI* ou, par exemple, dans le processus d'évaluation des dommages aux ressources naturelles (*NRDA*, mené par l'Agence fédérale *NOAA*<sup>3</sup>), les auteurs ont produit un ouvrage en 2 volumes intitulés « *Deep Oil Spills (Facts, Fate, and Effects)* » et « *Scenarios and Responses to Future Deep Oil Spills (Fighting the Next War)* ». Comme leurs titres l'indiquent, ces documents ambitionnent, respectivement : de dresser un état de l'art des connaissances en matière de déversements accidentels d'hydrocarbures en eaux profondes ; de proposer, à l'aune de ces connaissances, des points à considérer pour la formulation de futures politiques de lutte.

Le premier volume est consacré au comportement et au devenir d'un rejet sous-marin d'hydrocarbures (gaz et pétrole), intégrant des résultats d'études relatives à plusieurs déversements accidentels survenus en eaux profondes au-delà de celui de *Deepwater Horizon* (notamment les cas des plateformes offshore *Ixtoc I* dans le golfe du Mexique en 1979, et *Montara* en mer du Timor en 2009), voire d'expérimentations *in situ* (projet [DeepSpill](#), JIP de l'industrie pétrolière mené en 2000 au large de la Norvège, simulant un rejet à quelques centaines de m de

<sup>3</sup> *National Oceanic and Atmospheric Administration*

profondeur). Y est abordé le thème des processus éventuels de transfert vers les fonds d'une partie des hydrocarbures pétroliers, dont on rappellera que certaines hypothèses proposées suite à diverses études financées par le *GoMRI* sont débattues<sup>4</sup>. Selon les auteurs, les avancées les plus significatives, à la suite du *GoMRI*, concernent en particulier la compréhension (i) des processus océaniques profonds ainsi que des phénomènes physiques et chimiques complexes caractérisant une éruption d'hydrocarbures dans ces environnements (froids et soumis à forte pression), et (ii) de l'influence des processus naturels et de la dispersion chimique dans la formation et le devenir de gouttelettes d'hydrocarbures. En définitive, ces avancées ont sans aucun doute entraîné un développement des capacités de prédiction (modèles) du devenir et des effets potentiels du pétrole à la surface, dans la masse d'eau (ex : formation de panaches de gouttelettes en équilibre de densité) ou, à terme, sur les fonds marins.

Le second volume se veut plus prospectif, les auteurs identifiant, *via* l'examen de scénarios/modélisations de déversements, dans le golfe du Mexique notamment (en prenant en compte les tendances en matière de production de pétrole et de gaz), un certain nombre de besoins complémentaires en matière de recherche, et perçus par eux comme susceptibles d'améliorer l'apport de l'expertise scientifique en soutien à la réponse antipollution (et à la gestion des risques environnemental et sanitaire).

Pour en savoir plus :

**Deep Oil Spills - Facts, Fate, and Effects.** S.A. Murawski, C.H. Ainsworth, S. Gilbert, D.J. Hollander, C.B. Paris, M. Schlüter & D.L. Wetzel (Eds), Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11605-7>

**Scenarios and Responses to Future Deep Oil Spills - Fighting the Next War.** S.A. Murawski, C.H. Ainsworth, S. Gilbert, D.J. Hollander, C.B. Paris, M. Schlüter & D.L. Wetzel (Eds), Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12963-7>

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

### **Service RPAS de l'AESM : surveillance par drone des pollutions en milieu portuaire (Anvers, Belgique)**

En collaboration avec le Service public fédéral Mobilité et Transports belge, les autorités du port d'Anvers ont eu recours en 2020 au système *RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)* de l'AESM pour assurer des missions de surveillance quotidienne, par drone, des opérations portuaires et des incidents de pollution éventuellement associés.

Le dispositif *RPAS* est un avantage perçu par les autorités portuaires du fait de sa capacité à inspecter rapidement, à distance, l'étendue de ce port (deuxième port européen) qui s'étend sur environ 120 km<sup>2</sup>. En l'occurrence, il s'est agi d'un quadricoptère *Indago* (du constructeur *Lockheed Martin*) opéré par un pilote de la société *Nordic Unmanned* (société spécialisée norvégienne contractée par l'AESM dans le cadre de son service *RPAS*).

Au-delà d'une amélioration des délais de réponse, l'un des objectifs potentiels de ce projet est l'exploitation (par l'Université d'Anvers) des images acquises par drone, en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures, pour développer des algorithmes qui permettraient à l'avenir de détecter automatiquement les pollutions par produits pétroliers. La fourniture du service *RPAS* dans un tel contexte de surveillance portuaire est une première pour l'AESM.

Pour en savoir plus :

<https://newsroom.portofantwerp.com/drones-to-help-with-port-area-controls#>

### **Evolution des moyens de lutte de l'Agence Européenne de Sécurité Maritime (AESM)**

#### • Flotte antipollution : entrée en service de 3 navires en région Méditerranée

En 2020, l'Agence Européenne de Sécurité Maritime (AESM) a annoncé l'inclusion, dans sa flotte de navires affrétés pour la réponse antipollution en mer, de 3 nouveaux bâtiments basés en Méditerranée : le pétrolier/chimiquier *Kijac* et les pétroliers *Monte Anaga* et *Adelia*.

Stationné au port de Rijeka (Croatie, Mer Adriatique), le *Kijac* présente une capacité de stockage (chauffée) de près de 1 730 m<sup>3</sup> de déchets liquides, et a été équipé de moyens de confinement et de récupération en haute mer incluant 2 bras rigides *Koseq* de 15 m (avec modules de récupération

<sup>4</sup> Cf. LTML n°49, p.19-20.

interchangeables, à brosse ou à déversoir), 2 longueurs de 250 m de barrage de haute mer à point de gonflage unique (*Vikoma Hi-Sprint 2000*) et 1 récupérateur à déversoir à fort débit (*Lamor LWS 1300*). Il est en outre doté d'un système *Miros* de détection de nappes flottantes, et de rampes d'épandage de dispersants (et d'une cuve permettant l'emport de 30 m<sup>3</sup> de *Dasic Slickgone NS*). On notera également sa capacité à opérer sur des produits pétroliers de point éclair inférieur à 60°C.

Basé à Algeiras (Espagne) le *Monte Anaga* affiche quant à lui une capacité de stockage de déchets liquides de près de 4 100 m<sup>3</sup>. Ses équipements de confinement et de récupération consistent en 1 paire de bras rigides *Lamor LSS12* (12 m) avec modules de récupération à brosses linéaires ou à déversoir, 2 longueurs de 250 m de barrage de haute mer (*Norlense NO-800-R, autogonflable*) et un récupérateur à déversoir à fort débit (*AllMaritim Normar 250*).

Entré en service dans la flotte anti-pollution de l'AESM en novembre 2020, le pétrolier *Adelia* est stationné au port de La Valette (Malte). Disposant d'une capacité de stockage de 7 460 m<sup>3</sup> de déchets liquides, il est équipé de moyens de télédétection (système *Miros*, associé à une caméra infrarouge), de confinement (2 bras rigides *Koseq* de 12 m ; 2 sections de 250 m de barrage flottant à point de gonflement unique *Lamor*) et de récupération (écrémeur à seuil *Lamor LWS* -avec module à brosse, stocké sur touret, avec dispositif de commande par ombilic déployé via le dispositif télescopique *Lamor LUT*) d'hydrocarbures en mer. L'*Adelia* est également équipé de rampes d'épandage de dispersants (et d'une cuve de 33 m<sup>3</sup> de *Radiagreen OSD*).

Pour en savoir plus :

<http://www.emsa.europa.eu/oil-spill-response/oil-recovery-vessels.html>

- **Stocks d'équipements et de produits**

L'AESM a établi, en 2020, 2 nouveaux stocks de type *EAS* (Equipment Assistance Service) en remplacement de ceux d'Aberdeen en Ecosse (Royaume-Uni), pour la zone mer du Nord, et de Gdansk (Pologne), pour la Baltique Méridionale : ils ont été implantés, respectivement, à Rotterdam (Pays-Bas) et à Frederikshavn (Danemark). Rappelons que 2 autres *EAS* de l'AESM sont déjà installés, à Tolkkinen en Finlande (zone Baltique Septentrionale) et à Ravenne en Italie (Zone Adriatique).

En 2020 également :

- l'*EAS* de Tolkkinen a été doté de 2 récupérateurs adaptés aux eaux arctiques (*Lamor Arctic Skimmer*) à forts débits (*LAS150*) supplémentaires ;
- deux stocks de 200 tonnes de dispersants chimiques ont aussi été relocalisés en cours d'année, correspondant aux affrètements récents des navires *Kijac* (Adriatique) et *Adelia* (Méditerranée centrale) (Cf. supra).

Enfin, lors de la réunion du groupe de travail *OTSOPA*<sup>5</sup> de l'Accord de Bonn tenue en mai 2020, l'AESM a indiqué que des procédures de passation de marché étaient, d'une part, en cours pour l'approvisionnement des dépôts *EAS* en équipements de lutte de taille intermédiaire -voués à être acheminés par avion pour équiper des navires d'opportunité et, d'autre part, prévue pour faire tester/contrôler l'état des stocks de dispersants (ce dernier marché ayant été attribué au Cedre).

Pour en savoir plus :

<http://www.emsa.europa.eu/>

### **Projet WestMoPoco : avancement du guide interrégional SNPD et liens avec l'outil MIDSIS-TROCS**

Organisée en octobre par le *REMPEC*<sup>6</sup> en collaboration avec le secrétariat général de la mer (SGMer), l'édition 2020 de l'atelier technique/webinaire *MEDEXPOL*<sup>7</sup> a été l'occasion pour le Cedre de présenter les dernières avancées du Guide commun interrégional de préparation et de lutte contre les substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD), élaboré avec l'*ITOPF*<sup>8</sup> et l'*ISPRA*<sup>9</sup>. Il s'est agi d'une des dernières étapes préfigurant la finalisation, puis la publication en

<sup>5</sup> Operational, Technical and Scientific Questions Concerning Counter Pollution Activities

<sup>6</sup> Centre régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle

<sup>7</sup> Portant sur le renforcement de la coopération régionale en matière de préparation et de lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures et les substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD)

<sup>8</sup> International Tanker Owners Pollution Federation

<sup>9</sup> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ligne du document, lequel rassemble des recommandations opérationnelles à destination des opérateurs et des décideurs en cas d'accident de pollution en mer impliquant des SNPD, à la fois sur les phases de préparation et d'intervention.

Comprenant des informations exclusives provenant d'expérimentations sur de nouveaux produits, le guide a été rendu disponible sur le site du projet *WestMoPoCo* au printemps 2021, en téléchargement libre (en Français et en Anglais) et sous forme d'application. Son contenu est, en outre, intégré à la base de données de la nouvelle version du *Système Maritime Intégré d'Information et d'Aide à la Décision sur le Transport des Substances Chimiques (MIDSIS TROCS v. 4.0)*, d'ores et déjà disponible sur un site web dédié.

Pour en savoir plus :

<https://www.westmopoco.rempec.org/fr/le-projet>

<https://midsis.rempec.org/en>

## 2020 : Convention internationale MARPOL et fiouls à faible teneur en soufre

Le premier semestre 2020 a vu l'entrée en vigueur, au 1<sup>er</sup> janvier, du nouveau plafond pour la teneur en soufre du fioul de propulsion (*Low Sulfur Fuels Oils*, ou LSFOs) des navires, en l'occurrence abaissé de 3,5 % à 0,5 % m/m (masse par masse)<sup>10</sup> en vertu de la Convention internationale MARPOL de l'OMI<sup>11</sup>.

Cette nouvelle disposition est l'occasion de mentionner ici un certain nombre d'initiatives, lancées entre 2019 et 2020, et considérant la problématique émergente de l'impact éventuel de ses nouveaux carburants sur la réponse en cas de déversement accidentel en eaux marines.

- **Intérêts de l'industrie pétrolière et du transport maritime**

Rappelons qu'en fin 2019, lors d'une séance thématique de la réunion annuelle de l'*ITAC*<sup>12</sup>, l'*IPIECA* avait présenté une vue d'ensemble des préoccupations de l'industrie pétrolière, du point de vue de la production des LSFOs, à l'orée de l'entrée en vigueur de leur utilisation par les navires à échelle globale ([Convention internationale MARPOL de l'OMI](#)) et de changements potentiels particulièrement ressentis dans les régions Asie, Afrique et Amérique du Sud (l'Amérique du Nord et des zones d'Europe du Nord –Baltique et Mer du Nord- étant déjà des zones ECA<sup>13</sup>). Nous en retiendrons les points suivants :

- Si la globalisation de l'abaissement à 0.5 % impose, de fait, un accroissement considérable des capacités de production des VLSFOs (*Very Low Sulfur Fuel Oils*), elle pose aussi des interrogations en termes qualitatifs. En effet, il est anticipé que dans les premiers temps après l'entrée en vigueur de la réglementation, pour satisfaire la demande, ce sont en toute probabilité des mélanges divers de résidus à faible teneurs en soufre et de distillats, comportant moins d'aromatiques et plus de paraffines, qui seront mis sur le marché, ceci dans l'attente de l'élaboration et de la production, en quantités suffisantes, de nouvelles formulations ;
- Ceci soulève la question des propriétés particulières de ces mélanges, notamment quant à leur point-éclair, leur point d'écoulement, leur stabilité et compatibilité -entre produits pétroliers et vis-à-vis des motorisations des navires (identification de risques nouveaux : fuites, incendies/explosions, avaries de propulsion...). Or, au-delà d'orientations générales et d'indications quant aux méthodes de test de compatibilité et de stabilité avant mise sur le marché, l'*ISO/PAS 23263:2019*<sup>14</sup> n'introduit pas de nouvelles spécifications à l'égard des VLSFOs ;
- Du reste, sur ce sujet, les résultats de tests menés par le groupe de travail ISO (dans le cadre d'un programme visant à déterminer comment les méthodes d'essai de qualité raffinerie permettent d'évaluer la stabilité des mélanges<sup>15</sup>) indiqueraient qu'environ 50% seulement des

<sup>10</sup> Rappel : contre 0,1 % (*Ultra Low Sulfur Fuel Oils*, ou ULSFOs) dans les quatre zones de contrôle des émissions (ECA) mondiales depuis 2015.

<sup>11</sup> A l'exception des navires équipés de *scrubbers* -dispositifs d'épuration des rejets atmosphériques.

<sup>12</sup> *Industry Technical Advisory Committee*, tenu en octobre 2019 à Southampton (Royaume-Uni)

<sup>13</sup> Zones de contrôle des émissions (ECA, ou *Emissions Control Areas*)

<sup>14</sup> « Spécification accessible au public » (PAS), ou spécification ISO/PAS 23263:2019 portant sur les « *Produits pétroliers — Combustibles (classe F) — Considérations à l'usage des fournisseurs de combustibles et des utilisateurs pour la qualité des combustibles pour la marine en vue de la mise en application de la teneur maximale en soufre de 0,50 % en 2020* »

<sup>15</sup> Soit, en gros, leur capacité à maintenir les asphaltènes en solution.

mélanges évalués, pour diverses formulations et quel que soit le ratio du mélange, seraient stables (valeurs  $TSP < 0,10\%$ )<sup>16</sup>. Des incertitudes sont donc confirmées sur ce point ;

- Dans ce contexte de généralisation des LSFs, une initiative conjointe de membres de l'industrie pétrolière et du transport maritime a abouti à la publication d'un document-guide ([Supply and use of 0.50%-sulphur marine fuel](#)), à visée d'information et -autant que possible- d'atténuation des risques d'incidents divers liés à leur fourniture et à leur utilisation. Sa vocation est de sensibiliser et de conseiller les acteurs des secteurs concernés. Y sont par exemple présentées :

- les problématiques liées à la sécurité, au fonctionnement des navires, à la qualité et au contrôle des carburants (compatibilité, stabilité, transport, stockage risques en matière de sécurité, de mécanique, etc.) ;
- quelques recommandations principales concernant les navires, dont par exemple : de veiller au chargement d'un nombre minimum de types de VLSFOs pour en faciliter la gestion/suivi à bord (ex : évitement de mélanges inopportuns) ; de développer des plans de mise en œuvre (*Ship Implementation Plan*)<sup>17</sup> ; de mettre systématiquement en œuvre les règles de MARPOL entrant en vigueur le 1er janvier 2020.

- **Rappels sur les projets, récents ou en cours, relatifs aux LSFs en Europe**

Soutenu par l'industrie du transport maritime et leurs assureurs (*P&I clubs*), l'*ITOPF* avait, dès 2019, souhaité orienter le financement prévu au titre de son *R&D Award* annuel vers une étude du vieillissement/devenir de LSFs déversés en mer (menée par le *Sintef*, Norvège)<sup>18</sup>. Visant *in fine* à mieux appréhender les avantages et inconvénients des différentes options de lutte, en cas de pollution impliquant ces produits (en mer, à terre, etc.). Le rapport final du travail réalisé par le *Sintef* dans ce contexte ([Characterization of Low Sulfur Fuel Oils \(LSFO\) – A new generation of marine fuel oils](#))<sup>19</sup> a été rendu disponible en ligne en juin 2020. Globalement, les fiouls testés dans ce projet (2 VLSFO et 1 ULSFO) ont témoigné d'un degré de persistance relativement élevé, et certaines expérimentations ont suggéré des retombées potentiellement défavorables de l'évolution de leurs caractéristiques physico-chimiques (point de fusion notamment, viscosité...)<sup>20</sup> sur l'efficacité de certaines techniques de lutte en mer (ex : récupération mécanique, dispersion), en particulier en eaux froides. Au-delà de ces premiers résultats, le rapport du *Sintef* propose des pistes pour l'approfondissement des connaissances, identifié comme nécessaire, quant à la variabilité des processus de vieillissement, du devenir et du comportement de ces nouveaux carburants et, finalement, des enjeux de réponse qui en découlent.

Ajoutons qu'un projet financé par la *Norwegian Coastal Administration (NCA)*, en 2016-17, comprenant dans son volet expérimental l'évaluation comparée des devenir de 5 gazoles marins (DMA) et de 3 ULSFOs (0,1% de soufre), avait déjà eu pour objet l'évaluation des risques posés par des déversements potentiels en zones ECA. Celui-ci avait conclu à l'important potentiel d'émulsification des ULSFOs (85% à 70% d'eau) à l'échelle du laboratoire et à méso-échelle (*i.e.* en canal circulaire du *Sintef*, analogue du *Polludrome*<sup>®</sup> du Cedre), auquel s'était ajouté le constat d'une solidification variable selon les produits, quasi immédiate pour certains (< 1 heure après le déversement, à 2°C pour un des ULSFOs de point de fusion de 24°C). Les tests de dispersibilité sur les produits vieillissants avaient suggéré une efficacité très limitée de la technique, conséquence manifeste de la viscosité et de points d'écoulement élevés. En lien avec la solidification des fiouls, une pénalisation de l'efficacité de divers types de récupérateurs dont *NCA* est équipée (disques, brosses, cordes) avait été établie par cette dernière dans ses installations de Horten. A noter que le

<sup>16</sup> *Total Sediment Potential*, soit les particules totales en suspension

<sup>17</sup> NDR : au sujet desquels on rappellera que le Comité de la protection du milieu marin (MEPC) de l'OMI a publié des recommandations [disponibles en ligne](#).

<sup>18</sup> Etude également cofinancée via l'initiative *MPRI* du gouvernement Canadien et la *Norwegian Coastal Administration (NCA)* -laquelle travaille sur le sujet des LSFs depuis 2015).

<sup>19</sup> **Characterization of Low Sulfur Fuel Oils (LSFO) – A new generation of marine fuel oils, Weathering, dispersibility, WAF and toxicity, and ignitability / in-situ burning.** Kristin Rist Sørheim, Per S. Daling, David Cooper, Ian Buist, Liv-Guri Faksness, Dag Altin, Thor-Arne Pettersen, Oddveig M. Bakken / SINTEF Ocean AS.

<sup>20</sup> De valeurs relativement modérées à 50°C (20-80 cP), les viscosités de divers LSFs testés tendent, variablement, à approcher celles de fiouls lourds actuels (type IFO/HFO) dans des gammes de températures courantes en mers nord-européennes (2-15 °C).



taux d'incorporation d'eau, de 75% approximativement, dans les émulsions laissait également présager de considérations particulières en termes de gestion des déchets liquides (capacités de stockage, traitement, etc.). Des tests de brûlage à petite échelle avaient été réalisés sur le banc d'essai du *Sintef* et dans de petits bacs (mise à feu par igniteurs à essence gélifiée), montrant la possibilité de combustion d'ULSFOs, mais avec un temps élevé pour leur mise à feu (20 minutes). A défaut d'être impossible, donc, l'ignition *in situ* pourrait s'avérer difficile.

Enfin, il faut aussi mentionner l'acceptation, en septembre 2019, de la proposition de projet *IMAROS (Improving response capacities and understanding the environmental impacts of new generation low sulphur MARine fuel Oil Spills)*, financé par la Direction générale de l'aide humanitaire et de la protection civile (DG ECHO) de la Commission européenne. Ce projet en cours, qui a démarré le 1<sup>er</sup> janvier 2020 pour une durée de 2 ans, est coordonné par la *Kystverket/NCA* (Norvège) et associe les partenaires suivants : la Garde-côtière suédoise (*Kustbevakningen*), l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique (IRSNB), la Marine royale danoise (*Søværnet*), *Transport Malta* (Malte) et le Cedre. Ce dernier y contribue entre autres concernant les tâches : de caractérisation des LSFOs via des analyses et études à échelle du laboratoire ou à méso-échelle (propriétés physico-chimiques, vieillissement, évaluation de l'écotoxicité, notamment) ; et d'évaluation du potentiel de différentes options de lutte sur ces hydrocarbures (dispersion chimique, ISB, confinement/récupération, nettoyage littoral...). Dans ce cadre, 13 LSFOs sont en cours d'étude au laboratoire du Cedre, avant évaluation en *Polludrome*<sup>®</sup> du vieillissement de certains d'entre eux.

Pour en savoir plus sur le projet IMAROS :

[https://ec.europa.eu/echo/sites/echo-site/files/imaros\\_ppt.pdf](https://ec.europa.eu/echo/sites/echo-site/files/imaros_ppt.pdf)

[https://www.kystverket.no/en/EN\\_Preparedness-against-acute-pollution/imaros/](https://www.kystverket.no/en/EN_Preparedness-against-acute-pollution/imaros/)

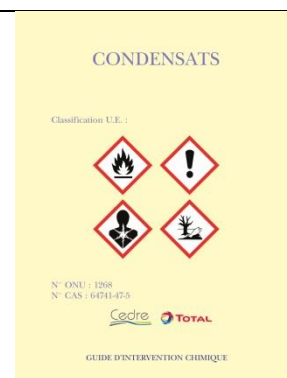
### Nouveau guide d'intervention chimique Cedre : les condensats

Le Cedre vient d'éditer un nouveau guide d'intervention chimique dédié aux condensats. Il s'adresse aux professionnels qui peuvent être confrontés à un déversement accidentel de condensats en milieu aquatique.

Destiné aux opérateurs aussi bien qu'aux décideurs, ce guide pratique vise à apporter les informations utiles à la conduite de la lutte antipollution ou à l'élaboration de plans d'intervention pour faire face à un tel déversement. Son objectif est de permettre un accès rapide aux informations de première nécessité ainsi que de fournir des sources bibliographiques pertinentes pour la recherche de données complémentaires. Il contient des données expérimentales ainsi que les résultats de scénarios correspondant à des cas réels d'accidents.

A l'initiative du *REMPEC*, ce guide va faire l'objet d'un complément sur les condensats méditerranéens, à travers la collecte d'informations auprès des sociétés pétrolières opérant dans cette région.

La version numérique est téléchargeable gratuitement sur le site internet du Cedre à l'adresse <https://wwz.cedre.fr/Ressources/Publications/Guides-chimiques/Condensats> .



### Document / guide d'intervention en cas d'hydrocarbures coulés en frange littorale

L'Agence fédérale américaine *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)* a récemment publié un guide pratique, rédigé par le consultant *Research Planning, Inc.*, portant sur la réponse aux pollutions marines par hydrocarbures qui, vieillissant en mer et arrivant fragmentés en frange littorale, peuvent avoir tendance à couler en avant-plages sous forme d'amas plus ou moins conséquents.

Le document, qui s'appuie sur des analyses de cas réels, comporte une partie expliquant les mécanismes et contextes accidentels pouvant conduire à la formation de tels amas (qualifiés de *sunken oil mats*, ou *SOMs*), et propose un certain nombre de recommandations (avantages/inconvénients) en matière de techniques de reconnaissance/détection et de ramassage de ce type de pollution coulée.

Pour en savoir plus :

[Michel J. & Bambach P., 2020. A Response Guide for Sunken Oil Mats \(SOMs\): Formation, Behavior, Detection and Recovery.](#)

- **Initiatives de l'industrie pétrolière**

**Contrôle d'efficacité de la dispersion sous-marine : service *Water Column Monitoring* d'OSRL**

*Oil Spill Response Ltd (OSRL)* a annoncé en 2020 le lancement de ses services et équipements de suivi de la masse d'eau (*Water Column Monitoring*), en complément de ceux déjà proposés à ses membres en matière d'intervention sous-marine sur les puits (*Subsea Well Intervention Service, SWIS*), plus particulièrement dans l'optique de vérifier l'efficacité d'éventuelles opérations d'injection sous-marine de dispersants chimiques.

Le service en question a été développé par le consultant américain en environnement *CSA Ocean Sciences Inc.*, conçu pour être en accord et s'intégrer aux stratégies et procédures établies par le Groupe d'intervention de l'industrie pétrolière (*International Association of Oil and Gas Producers Global Industry Response Group*) suite aux recommandations émises dans le cadre de son initiative *Subsea Well Response Project (SWRP)*, lancée après la pollution de *Deepwater Horizon*.

L'ajout de cette disposition vise, en cas réel de déversement accidentel d'hydrocarbures, à la mobilisation rapide de l'expertise et de la logistique nécessaires à l'échantillonnage et au suivi en eau profonde, ou de conseils scientifiques et techniques dans le contexte d'exercices et de planification de la réponse selon les standards promulgués par l'industrie pétrolière offshore.

Pour en savoir plus :

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

- **Produits chimiques**

**Risque environnemental d'un déversement majeur de stéarine de palme en système côtier tropical**

En août 2017, une collision entre le porte-conteneurs *Kota Ganteng* et le chimiquier *Global Apollon* dans l'estuaire de la rivière des Perles (Chine méridionale) avait résulté en un déversement en eaux côtières d'environ 1 000 tonnes de stéarine de palme, dont plus de 200 t. ont atteint les côtes sud-ouest de Hong Kong (Cf. LTML n° 46).

Si les autorités de Hong Kong avaient alors communiqué sur la non toxicité du produit déversé, et qu'il n'a pas été fait état de dommages immédiats aux aquacultures ou à l'environnement, le grand public et certaines ONGs avaient exprimé des inquiétudes quant au potentiel risque environnemental à terme posé par ce type de pollution d'ampleur.

Dans ce contexte, devant le constat du peu de données disponibles quant à la toxicité de la stéarine de palme envers les organismes marins et dans la perspective d'en préciser le risque environnemental, une équipe de recherche de l'Université de Hong Kong a effectué une étude portant sur la dégradation, la bioaccumulation et la toxicité du produit déversé, *via* des suivis et expérimentations *in situ* et en laboratoire.

Les résultats d'une estimation *in situ*, à  $t_{+1}$  semaine et à  $t_{+4}$  mois, des teneurs/ratios en acides gras (en particulier C16:0, dominant dans la stéarine de palme) dans les tissus de gastéropodes, dans l'eau de mer et les sédiments, échantillonnés dans les sites d'arrivages, suggèrent que la stéarine de palme avait pu, du fait des températures estivales élevées, se dissoudre en partie dans l'eau de mer et être détectée dans les chairs d'organismes marins à court-terme  $t_{+1}$  semaine. Ces teneurs étaient cependant retournées à la normale au moment du second échantillonnage  $t_{+4}$  mois, dans l'eau comme dans les sédiments ; des teneurs persistantes dans les tissus de gastéropodes ont été attribuées par les auteurs au cycle biologique naturel des espèces (stockage de lipides à l'approche de l'hiver sans lien avec des concentrations en acide palmitique).

Les résultats d'expériences de vieillissement en laboratoire ont suggéré que les taux de fragmentation d'amas de stéarine de palme et de dégradation étaient relativement lents dans les conditions expérimentales (non précisées). Les auteurs conviennent toutefois que la cinétique de ces processus sont dépendants des conditions environnementales (ex : oxygénation) et des caractéristiques des amas (ex : dimensions) ; on ajoutera à ces remarques que l'absence des variables physiques et chimiques (abrasion, dilution, ...) rencontrées en milieu ouvert et dynamique, ne permet probablement pas de transposer ces résultats, obtenus à petite échelle et en milieu confiné, à l'environnement.

Les auteurs ont évalué les toxicités aiguë et chronique de la stéarine de palme (établissement des CE50, DL50) sur une dizaine d'espèces (4 espèces phytoplanctoniques, 1 rotifère, 2 brachiopodes, 2 copépodes, 1 poisson), et utilisé les valeurs de sensibilité obtenues pour en dériver, à travers une approche *SSD* (*species sensitivity distribution*), le risque environnemental (*i.e.* calcul d'un quotient de risque, égal au rapport entre les teneurs en substance mesurées dans l'environnement et les PNEC -estimées par l'approche *SSD*).

Les résultats suggèrent un risque écologique significatif, juste après le déversement accidentel d'août 2017 dans la rivière des Perles, mais transitoire et à relativement court-terme puisque celui-ci s'est avéré nettement atténué au moment des mesures de la contamination in situ à  $t_{+4\text{mois}}$ .

Pour en savoir plus :

**Guang-Jie Zhou et al., 2019.** Accidental Spill of Palm Stearin Poses Relatively Short-Term Ecological Risks to a Tropical Coastal Marine Ecosystem. *Environmental Science & Technology* **53** (21), 12269-12277. DOI: 10.1021/acs.est.9b04636.

## • Télédétection

### Détection de nappes en polarimétrie infrarouge : l'imageur compact Pyxis

La société nord-américaine *Polaris Sensor Technologies, Inc.* a récemment développé le *Pyxis*, un capteur/imageur polarimétrique infrarouge (IR) compact et léger qui, outre la mesure classique de l'intensité thermique d'objets (*i.e.* de leur rayonnement infrarouge) pour en fournir une imagerie dans l'infrarouge lointain (LWIR ; 7,5 $\mu\text{m}$ -13,5 $\mu\text{m}$ ), permet l'acquisition des informations polarimétriques associées -apportant des avantages dans la détection de déversement d'hydrocarbures.

Selon *Polaris Sensor Technologies*, la mesure de la polarisation permet la détection de détails (contrastes) difficiles à appréhender *via* l'utilisation d'imageurs thermiques standards, en raison des propriétés optiques (indice de réfraction) et de la rugosité de surface des hydrocarbures et de l'eau. En bref et notamment, celle-ci permet de discriminer les hydrocarbures flottants de l'eau, même lorsque ces deux phases sont à la même température (un cas de figure où, *a contrario*, les huiles sont invisibles par des capteurs IR conventionnels). Basé sur l'émission, la mesure de ce signal de polarisation est possible de jour comme de nuit.

L'une des nouveautés de ce système repose dans ses dimensions et poids réduits, lesquels en permettent l'emport sur des plateformes variées, drones y compris. A noter également que l'engin est doté d'une sortie numérique permettant l'acquisition et l'analyse en temps réel des données *via* les outils logiciels développés par la firme.



Versions standard et robuste (« ruggedized ») de l'imageur compact Pyxis 640 LWIR-G (Source : [www.polarissensor.com](http://www.polarissensor.com))

Ce dispositif de détection de nappes d'hydrocarbures a fait l'objet d'un [article rédigé par Polaris Sensor Technologies et ExxonMobil](#) -qui en a soutenu le développement : publié dans le *Marine Technology Society Journal*, il en expose la technologie employée, les logiciels associés pour le traitement des données mesurées, et les résultats de tests réalisés en bassins expérimentaux (à l'Ohmsett) et *in situ* (dans le Golfe du Mexique) au cours des années précédant la mise sur le marché du *Pyxis*.

Pour en savoir plus:

<https://www.polarissensor.com/sensing/ir-imagers/pyxis/#tab-2>

[http://www.polarissensor.com/app/uploads/2020/01/Pyxis\\_Brochure-Web-1-21-2020.pdf](http://www.polarissensor.com/app/uploads/2020/01/Pyxis_Brochure-Web-1-21-2020.pdf)

### Intervention sur substances et/ou contenants non identifiés : spectroscopie Raman et détecteur portable Mira DS

La société *Metrohm*, spécialisée dans la fabrication d'instruments analytiques pour la chimie, commercialise une gamme de détecteurs portables de type *Mira* (*Metrohm Instant Raman Analyzer*) à spectroscopie Raman. Cette gamme inclut le *Mira DS* (*Défense et Sécurité*) dont les dimensions réduites sont comparables à celles d'un détecteur à photoionisation (PID), classiquement utilisé par les premiers intervenants pour la détection voire l'identification de substances dangereuses.

Le Cedre a déjà eu l'occasion d'expérimenter la spectroscopie Raman dans le cadre du projet *REMANTAS* (<http://www.cedre.fr/Projets/2012/REMANTAS-2012-2016>). Ce principe de détection est qualifié d'actif car il nécessite d'émettre un rayonnement, de type laser, vers la substance à analyser

pour récupérer et analyser l'empreinte spectrale de type Raman, laquelle peut permettre d'identifier spécifiquement une substance chimique à l'état liquide ou solide.

L'une des originalités du spectrographe *Mira DS* réside dans l'intégration d'une technologie dite d'*Orbital Raster Scan (ORS, ou balayage par trame orbitale)* qui, en augmentant l'aire d'échantillon scannée par le laser en mouvement, permet d'obtenir une résolution spectrale élevée sur des substances hétérogènes ; en outre, la minimisation de la puissance du laser (<50 mW) autorise l'analyse de produits éventuellement explosifs.

La détection peut être faite au contact ou à distance de la substance à analyser : il est en effet possible de connecter une sonde «*Contact Ball Probe*» pour une détection par contact direct avec la substance à analyser ; alternativement, l'utilisation d'un objectif permet d'assurer des mesures sans contact à relativement courte distance (jusqu'à 1,50 m) au travers de contenants (sans nécessité donc d'ouverture) transparents (ex : bouteille en verre, sachets plastiques, etc.), voire éventuellement opaques dès lors que ces derniers sont non-métalliques.

L'empreinte moléculaire du produit, une fois mesurée, est comparée aux informations contenues dans une base de données contenant les spectres de plus de 1 100 substances (produits chimiques, explosifs, narcotiques, précurseurs,...) et qui, stockée dans l'appareil, lui permet d'afficher rapidement des informations (Nom, numéro CAS, symboles GHS, classe de produit) sur la (ou les) substance(s) identifiée(s)<sup>21</sup>.

Ce type de détecteur peut donc s'avérer très utile pour l'intervention d'urgence, en particulier pour l'identification de substances en colis d'origine inconnue ou non référencée, par exemple dans des contenants retrouvés en échouage sur le littoral et/ou dont l'étiquetage est illisible.

Pour en savoir plus :

<https://www.metrohm.com/fr-fr/les-produits/spectroscopie/mira-spectrometre-raman-portable/>

## • Déchets/débris flottants

### **Drone de surface et collecte de pollutions flottantes en eaux abritées : le *Jellyfishbot (IADYS)***

La société française *Interactive Autonomous Dynamic Systems*, ou *IADYS* (Bouches-du-Rhône), a développé et commercialise le *Jellyfishbot*, un modèle de drone de surface radiocommandé, compact et conçu pour la collecte de macrodéchets flottants en milieux abrités, portuaires notamment.



Le drone compact catamaran *Jellyfishbot* (Source : IADYS)

Ce petit *USV* se présente sous une forme catamaran, de poids et d'encombrement réduits (18 kg ; L x l x h = 70 x 70 x 50 cm) dans l'optique d'en faciliter la manutention (transport, mise à l'eau, repli). Sa propulsion, d'alimentation électrique (autonomie annoncée : entre 4 et 8 heures) permet l'avancée à une vitesse maximale de 2 nœuds (à vide), et d'une conception (1 moteur par coque, et 1 moteur transversal en position centrale) visant à une manœuvrabilité satisfaisante sur plans d'eau exigües/étroits (ex : entre des pontons, en angles de quais, en chenaux de navigation, etc.).

On notera que son tirant d'eau (30 cm environ) permet par ailleurs à l'engin d'opérer en eaux peu profondes.

Son pilotage (système radioguidé d'une portée de 400 m) est effectué par un seul télé-opérateur *via* une console légère portable (15 x 15 cm).

La collecte de déchets flottants est réalisée par chalutage d'un filet disposé entre les 2 coques (volume estimé à 80 L par filet), de maillage variable selon la gamme de taille des déchets visés –la plus fine actuellement disponible étant de 300 µm, selon nos informations.

Egalement pour l'entretien de plans d'eau portuaires, les filets peuvent être garnis d'absorbants en vrac (de type spaghettis, par exemple) pour le chalutage d'hydrocarbures flottants (ex : irisations,

<sup>21</sup> Jusqu'à 3 substances dans le cas d'un mélange.

boulettes éparses d'hydrocarbures visqueux), en cas de pollutions ponctuelles et d'ampleur limitée. Enfin, une autre application envisagée pour cet engin est son utilisation « en bœufs » (*i.e.* 2 *Jellyfishbot* opérés de concert) pour le déploiement de barrages légers, ou le chalutage de matériaux oléophiles (ex : boudins absorbants), respectivement pour confiner ou collecter de petites accumulations d'hydrocarbures.

Selon le constructeur, diverses évolutions du *Jellyfishbot* seraient à l'étude, incluant potentiellement : l'intégration d'un système de positionnement dynamique (GPS) pour la réalisation d'itinéraires programmés (*i.e.* navigation autonome) ; le développement d'une version ATEX ; la possibilité d'opérer simultanément plusieurs drones à partir d'une seule console de commande ; l'emport de capteurs (qualité de l'eau ou détection d'hydrocarbures –ou de substances chimiques).

La société *IADYS* a déjà fourni des unités à plusieurs gestionnaires de sites, portuaires notamment, par exemple en France et en Asie.

Pour en savoir plus :

<https://www.iadys.com/jellyfishbot/>

### Développement d'un récupérateur individuel original : le *DeltaSea* (*Technika Engineering*)

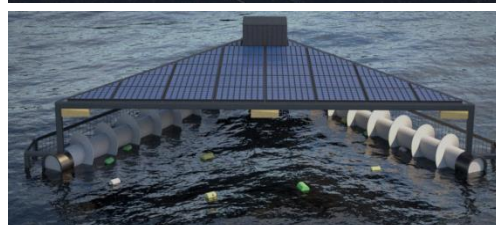
En 2020, la société canadienne d'ingénierie et de technologie *Technika Engineering* annonçait le développement et la commercialisation envisagée d'une technologie dénommée *DeltaSea*, conçue pour permettre la collecte en mer de déchets marins, mais aussi éventuellement d'hydrocarbures flottants -voire de produits chimiques.

Il s'agit d'un prototype de récupérateur flottant télé-opéré, dont le principe collecteur est assuré par 2 bras déviateurs auto-flottants, rigides, disposés en V.

Ces derniers sont constitués de cylindres hélicoïdaux (principe de vis d'Archimède), éléments de flottaison dont la rotation assure, outre la propulsion de l'engin, la concentration et l'acheminement des déchets flottants vers un panier de collecte positionné à leur base.

La simplicité de ce concept, original, où un minimum d'éléments assure à la fois la flottabilité, l'autopropulsion et la collecte des débris flottants, a été retenue par le développeur pour répondre à des critères recherchés d'efficacité, d'économie et de fiabilité mécanique.

Selon *Technika Engineering* un programme d'essais de prototypes à échelle réelle du *DeltaSea* (essais achevés au Canada en fin 2019) en aurait validé le principe de fonctionnement. La vitesse nominale communiquée à ce jour est de l'ordre de 1 m/s pour une unité dotée de bras de 6,5 m de long. A noter que ces derniers sont conçus pour être pliables, pour en faciliter le transport sur site de travail (ou durant le transit, sur l'eau, entre diverses zones à traiter).



Images du prototype de récupérateur individuel *DeltaSea*  
(source : <https://www.delta-sea.com/>)

Les domaines d'applications envisagés pour cet engin sont, *a priori*, principalement les ports (entre autres à proximité d'installations où les déchets flottants peuvent être problématiques -ex : prises d'eau) ou les cours d'eau. En cas de sites très encombrés de débris, le développeur indique envisager la possibilité d'équiper le panier collecteur de dispositifs convoyeurs pour le transfert des déchets collectés (sur une barge ou directement à terre). Une déclinaison offshore, avec une largeur de balayage augmentée, est envisagée selon *Technika Engineering* (qui, dans cette perspective, indique également prévoir l'inclusion à terme d'un système de navigation et de surveillance automatique de type AIS).

Sur son site Internet, *Technika Engineering* indique une disponibilité de cet équipement dans l'année 2020 : d'alimentation électrique sur batteries rechargeables dans un premier temps, l'apport de capteurs solaires est une option à l'étude pour un déploiement en secteurs distants.

La société canadienne évoque, moyennant quelques adaptations, une application étendue du concept à la récupération sur l'eau d'hydrocarbures ou de substances chimiques flottantes.

Pour en savoir plus :

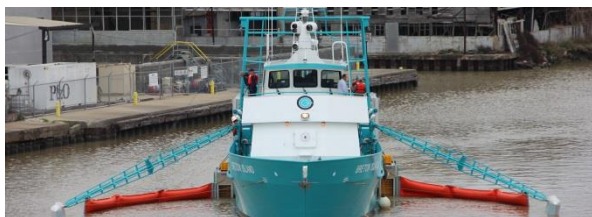
<https://www.delta-sea.com/>

- **Récupération sur l'eau**

### **Rideaux de lutte en eaux côtières à littorales : moyens de lutte complémentaires (Etats-Unis)**

La société privée d'intervention (OSRO)<sup>22</sup> américaine *Clean Gulf Associates (CGA)* a récemment annoncé avoir augmenté son dispositif de lutte visant à protéger les littoraux des Etats bordant le nord du Golfe du Mexique en cas de pollution marine par hydrocarbures, par l'ajout de moyens nautiques de deux types. Il s'agit de 4 navires d'intervention rapide de 29 m (95' *Fast Response Vessels -FRV*), d'une part, et de 3 barges récupératrices de 19 m (60' *Shallow Water Skimmers – SWS*) à faible tirant d'eau, d'autre part. Certifiés/agrésés par la garde-côtière américaine (*USCG*), ces développements, positionnés en Louisiane et au Texas, répondent à la logique affichée d'organisation de la récupération en mer en rideaux de lutte (ou *layered approach*) : les 60' SWS pour les opérations en frange littorale et en estuaires, et les 95' FRVs pour celles en eaux côtières plus profondes (*offshore/nearshore*). Il s'agit ainsi de moyens intermédiaires, dont les périmètres d'action sont situés entre ceux de haute mer (barge *HOSS*) et les petites barges récupératrices affectées aux franges littorales.

D'un tirant d'eau d'1,70 m, les 95' FRVs sont des navires rapides (vitesses de transit supérieures à 20 nœuds) équipés de systèmes latéraux de confinement/récupération (*Lamor Side Cassette Oil Recovery System –LSC*, avec barrages déviateurs et écrémeurs à brosses oléophiles) et d'une capacité de stockage 40 m<sup>3</sup> environ. Chaque unité est équipée d'un système intégré de détection, associant un radar à bande X *Rutter OSD* et une caméra infra-rouge *Aptomar SECurus*. On notera enfin, s'agissant d'une première sur un navire de ce type selon *CGA*, l'intégration d'un stabilisateur gyroscopique (*Seakeeper 35*) dans une perspective de rendre les opérations plus sûres et moins pénibles pour les équipages, et par là même plus efficaces.



Moyens nautiques, à déploiement rapide, pour la récupération sur l'eau : 95' Fast Response Vessels (ci-dessus) et 60' Shallow Water Skimmers (ci-contre) (Source : Clean Gulf Associates)



Le 60s SWS, de tirant d'eau de 50 cm environ, est conçu pour des missions en eaux peu profondes, et comme intermédiaire entre les 95' FRV et les moyens plus légers (de type *Kvichak/Marco*, par exemple). Par rapport à ces derniers, ils visent à permettre une meilleure tenue dans le clapot et à améliorer la protection des intervenants pour des opérations prolongées (bimini couvrant l'intégralité de la pontée, cabine climatisée...). Leur motorisation (3 hors-bords de 350 cv) vise à en permettre le déploiement rapide sur/entre les zones de travail (vitesses de 20-30 nœuds) ; ils disposent également d'une capacité de stockage d'une quarantaine de m<sup>3</sup>, et sont équipés de 2 récupérateurs de proue (*Lamor Bow Collector, LBC*) à brosses oléophiles linéaires. Les domaines d'application visés *via* l'ajout de ces 60' SWS sont les secteurs littoraux à courants rapides, où la réalisation de poches de confinement des hydrocarbures flottants (et leur récupération par de plus petites barges) est rendue difficile.

Pour en savoir plus :

<https://cleangulfassoc.com/equipment/>

<sup>22</sup> Oil Spill Response Organization

### Intervention en frange littorale : récupérateurs modulaires *DBD 13-4* et *DBD 20 (DESMI)*

Le fabricant *DESMI* a récemment étendu sa gamme de récupérateurs individuels de type *DBD (Discs/Brush Drum)* avec l'introduction du modèle à faible débit *DBD 13-4*. A l'instar des autres déclinaisons (*DBD 2, 5, 16, ...*), il s'agit d'une tête d'écumage à modules oléophiles multiples, pouvant ici recevoir 4 bancs rotatifs, à brosses ou de 5 disques, deux configurations conférant des débits maximums affichés de, respectivement, 24 m<sup>3</sup>/h ou 16 m<sup>3</sup>/h (pour une sélectivité annoncée par *DESMI* supérieure à 90 %).

De construction en fibre de verre, l'un des avantages mis en avant par la firme danoise en est le poids réduit (30 kg) facilitant son déploiement dans des secteurs d'accès difficiles (soit manuellement, soit par un moyen de levage léger -il est équipé de 4 œillets à cet effet).



*DESMI DBD 13-4 (Source : DESMI)*

Ses dimensions et débits le destinent *a priori* plutôt aux interventions en eaux relativement calmes, portuaires à côtières semi-abritées, voire intérieures (lacs, étangs, rivières...). Un groupe de puissance hydraulique à motorisation diesel est fourni pour l'entraînement des éléments rotatifs et de la pompe de transfert associée (auto-amorçante, à membrane, ce type de récupérateur oléophile étant censé ne pas favoriser la prise de débris dans les fluides collectés) de capacité de 30 m<sup>3</sup>/h.

Toujours dans la gamme *DBD*, notons aussi le récent *DBD 20*, version plus petite du *DBD 40* dont il reprend la configuration à 3 modules rotatifs interchangeables : tambours à brosses ou bancs de 10 disques. Les débits affichés sont comparables à ceux du *DBD 13-4* (compris entre 15 m<sup>3</sup> et 20 m<sup>3</sup> selon les combinaisons de modules), mais ses caractéristiques (construction aluminium, poids de 170 kg, flotteurs additionnels, tirant d'eau d'une trentaine de cm) lui confèrent une stabilité permettant des opérations en milieux probablement plus ouverts, tout en conservant une possibilité d'accès aux faibles hauteurs d'eau.



*DESMI DBD 20 (Source : DESMI)*

Pour en savoir plus :

[https://www.desmi.com/media/lqfp5lnc/05-20\\_-\\_dbd\\_13-4\\_skimmer.pdf](https://www.desmi.com/media/lqfp5lnc/05-20_-_dbd_13-4_skimmer.pdf)

[https://www.desmi.com/media/4x3low2a/05-13\\_dbd\\_20\\_skimmer-uk.pdf](https://www.desmi.com/media/4x3low2a/05-13_dbd_20_skimmer-uk.pdf)

### R&D : amélioration des opérations de collecte par écrémeurs statiques en milieux froids

Depuis 2017, le *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)* et le Laboratoire de recherche et d'ingénierie en régions froides (*CRREL*<sup>23</sup>, de l'*Army Corps of Engineers Engineering Research and Development Center*) travaillent conjointement à concevoir un dispositif *Active Ice Management System (AIMS)*, visant à améliorer les performances de collecte d'écrémeurs individuels lorsque ceux-ci sont déployés (en mode statique) en eaux arctiques encombrées de blocs de glace.



Test d'une « Ice Cage » en protection de tête d'écumage (Source : US Coast Guard, 2016)

Ce projet comprend notamment l'évaluation et le développement d'un prototype de structure, semblable à une cage, antérieurement conçu par la garde côtière (*USCG*)<sup>24</sup> et auquel le *CRREL* a apporté des modifications pour répondre aux objectifs ici recherchés.

En particulier, il s'est agi d'y intégrer un dispositif mécanique permettant de repousser activement les blocs de glace, pour minimiser les phénomènes d'obstruction potentielle vis-à-vis du flux entrant d'hydrocarbures flottants.

<sup>23</sup> Cold Regions Research and Engineering Laboratory

<sup>24</sup> Ice Cage Project, mené en 2015-2016 par l'*US Coast Guard* et qui avait abouti à la conception d'une structure robuste, dont le rôle primordial (avant l'amélioration de leurs performances) était de protéger les écrémeurs des chocs induits par les blocs de glace dérivants.

En bref, les modifications du *CRREL* ont porté sur l'ajout de cylindres en forme de vis d'Archimède, immergés autour de la « cage », selon une disposition qui, lors de leur rotation axiale, favorise l'éloignement des blocs de glace.

En 2020, les performances d'un prototype *AIMS* (échelle ½), en termes de capacité à améliorer l'efficacité de la récupération, ont été l'objet d'une série d'évaluations menées dans les bassins de l'*Ohmsett* en utilisant un écrémeur mécanique à déversoir<sup>25</sup>. Ces tests ont donc visé, en simulant un déversement d'hydrocarbures<sup>26</sup> dans les conditions arctiques envisagées (ce qui a nécessité une étape préparatoire de production de blocs de glace de différentes tailles), à comparer les performances de collecte atteintes avec et sans activation du dispositif repousseur.

Cette phase aurait permis d'identifier des points d'amélioration au dispositif dont les performances se seraient avérées prometteuses selon le *CRREL* -qui prépare, à l'intention du *BSEE*, un rapport de fin de projet (repoussée à la fin-juin 2021).

Pour en savoir plus :

<https://www.bsee.gov/research-record/development-of-an-active-ice-management-system-for-skimmers>



Vues du prototype *AIMS* (dérivé de l'« Ice Cage ») développé par le *CRREL*, en test à l'*Ohmsett* (source : *Ohmsett*, 2020)

## • Nettoyage littoral

### Soutien à la collecte manuelle : outils légers à brosses oléophiles *SAJAS*

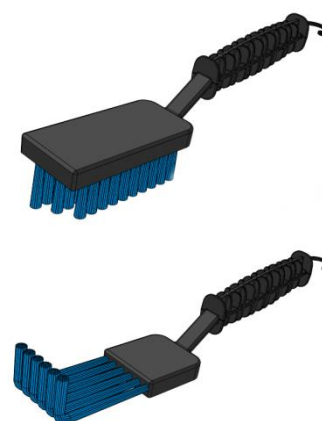
Firme finlandaise spécialisée dans la production de brosses techniques pour des applications diverses (ex : agriculture, industrie, voirie/assainissement, etc.), équipant par ailleurs divers modèles de récupérateurs à brosses oléophiles disponibles sur le marché, la société *Sajas Group* propose une série d'outils manuels conçus pour la dépollution de substrats littoraux souillés par des hydrocarbures.

L'ambition affichée par *Sajas Group* est de proposer une gamme d'outillage léger, susceptible d'améliorer l'efficacité et la sélectivité de la collecte. Sont ainsi commercialisés divers produits, de type balayettes (*Scrub Brush*, *Scrape Brush*, *Grab Brush*) ou balais (*Rock Broom*, *Shore Broom*), dont les brosses oléophiles présentent des formes variables (longueur/inclinaison ; droites ou en L ; ...) adaptées, selon le fabricant, à différents terrains : surfaces rocheuses, anfractuosités, sédiments meubles, pollution libre...

Des grattoirs, installables sur seau ou non, adaptés à ces brosses, sont proposés en complément par le fabricant.

Pour en savoir plus :

<https://www.saja-brushes.com/en/manual-oil-recovery/>



Haut : *Scrape Brush*, pour nettoyage de surfaces rocheuses ; Bas : *Grab Brush* pour collecte en fissures, anfractuosités, etc. (Source : [www.saja-brushes.com](http://www.saja-brushes.com))

<sup>25</sup> Ne s'agissant pas de tester le récupérateur *sensu stricto*, mais de mesurer l'influence bénéfique –ou non- de l'*AIMS* sur ses performances, induisant donc de reproduire les tests (avec/sans activation du système *AIMS*), certains aspects de la récente procédure normalisée *F3350-18* (*Standard Guide for Collecting Skimmer Performance Data in Ice Conditions* ; 2018) de l'*ASTM*, relative à l'évaluation des performances d'écrémeurs en milieu encombré de glace, ont dû être modifiés, selon le *CRREL*.

<sup>26</sup> (épaisseur de nappes de 2,5 cm dans les conditions expérimentales)



- **Produits**

**Cedre : tests de 2 nouveaux absorbants flottants hydrophobes (Oilkontrol ; Maresorb Pad 2)**

À la demande des sociétés [Technokontrol](#) et [Mare Sea Cleaning Services Inc.](#), les absorbants flottants hydrophobes *Oilkontrol* en vrac à base de collagène, et *Maresorb Pad 2* en feuilles composées de polypropylène, ont été testés par le laboratoire du Cedre selon la norme AFNOR NFT90-360.

Compte tenu des performances mesurées, ils ont été inscrits sur la liste des produits absorbants flottants hydrophobes publiée par le Cedre, consultable sur [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr).

**Mise à jour du guide opérationnel du Cedre sur l'utilisation des produits absorbants**

Le Cedre a récemment édité une nouvelle version, actualisée, de son guide opérationnel intitulé « Utilisation des produits absorbants sur pollutions accidentelles par hydrocarbures ou produits chimiques » initialement paru en 2009.



Ce guide de 65 pages s'adresse aux personnels qui peuvent être amenés à utiliser des produits absorbants dans le cadre d'opérations de lutte contre les pollutions accidentelles par hydrocarbures ou produits chimiques, sur l'eau ou au sol. Destiné aux opérateurs, aussi bien qu'aux décideurs, ce guide pratique renseigne sur les types, les spécifications, les particularités, les réglementations, les techniques de mise en œuvre et d'élimination des absorbants ainsi que les précautions et limites d'utilisation.

Il prend en compte l'évolution des pratiques et des connaissances, s'enrichissant notamment du volet "pollutions accidentelles par produits chimiques", en structurant l'information dans une démarche opérationnelle. Sa version numérique est disponible gratuitement sur le site internet du Cedre (en français -une version anglaise sera publiée ultérieurement).

Pour en savoir plus :

<http://www.cedre.fr/Ressources/Publications/Guides-operationnels/Absorbants>

- **Dispersion mécanique**

**Dispersion mécanique d'hydrocarbures flottants : prototype de drone de surface Vorax (Blue Impact)**

En alternative à la dispersion chimique, la récente société norvégienne *Blue Impact AS* a développé un engin autonome de surface visant à aboutir, grâce à un dispositif de jets d'eau appliqués à très haute pression, à la dispersion mécanique d'hydrocarbures flottants en gouttelettes.

L'évaluation et le développement technique de ce principe ont été initiés il y a une dizaine d'années par le *Sintef*, menant en 2015 à un partenariat avec l'Université Norvégienne de Sciences et Technologies (*NTNU*) et à la création de la startup *ChemFree*.



Evaluation de la technique de dispersion mécanique en 2016 à Horten (Source : NCA)

Cette dernière a ensuite développé un prototype d'engin dans le cadre de l'édition 2015 du programme de R&D *Oil Spill Response* financé conjointement par la *Norwegian Coastal Administration (NCA)* et l'industrie pétrolière offshore (*Norwegian Clean Seas Association for Operating Companies, NOFO*) norvégiennes.

Ce prototype, développé en collaboration avec le NCA et testé en 2016 dans l'installation d'essais de cette dernière à Horten, a ainsi évolué jusqu'à la création, en 2016 également, de la société *Blue Impact* en vue de la commercialisation de cette technologie.

Depuis 2018, le concept est opéré par un engin de type drone de surface (USV). Baptisé *Vorax*, un prototype du genre a été testé dans les bassins de l'*Ohmsett* en 2019. Celui-ci se présentait sous la forme d'un petit catamaran (L x l x h = 5,7 m x 2,3 m x 1,9 m environ, pour 1 200 kg), pour une application conçue sur de petites pollutions en zones côtières notamment.

Des évaluations auraient été préalablement menées *in situ* sur les zones de suintements naturels au large de Santa Barbara<sup>27</sup> (Californie) en collaboration avec diverses agences américaines (*California Department of Fish and Wildlife Office of Spill Prevention and Response* -CDFW-OSPR, garde côtière, NOAA...).



Tests en 2019, à l'*Ohmsett*, de l'efficacité de la dispersion mécanique de surface par le prototype d'USV *Vorax* (source : *Blue Impact*)

L'idée de la réalisation des tests reproductibles à l'*Ohmsett*, incluant la mesure de l'efficacité de la dispersion mécanique permise par le système et son opérationnalité, était d'évaluer le niveau de maturité technologique du concept *Vorax*, selon l'[échelle TRL \(Technology Readiness Level\) définie en matière de moyens de lutte par l'Agence fédérale BSEE \(Bureau of Safety and Environmental Enforcement\)](#).

Ces tests réalisés en conditions contrôlées (sur déversements de quantités connues de pétroles bruts vieillis, *HOOPS* et *Oseberg*) ont inclus la collecte de données quantitatives concernant l'efficacité de la dispersion (distribution des tailles de gouttelettes dispersées *via* divers capteurs : LISST ; *SilCam* du Sintef ; suivi des nappes de surface avec système imageur polarimétrique infrarouge Polaris –Cf. supra). Si nous n'avons pas à l'heure actuelle connaissance des résultats de ces évaluations, ceux-ci se seraient avérés prometteurs selon *Blue Impact*, qui présente sur son site quelques vidéos de nouvelles démonstrations du *Vorax* effectuées à Horten en février 2020<sup>28</sup>.

A noter que, au-delà de sa faisabilité technique, il s'agit aussi d'estimer la viabilité de l'option de dispersion mécanique dans un scénario d'intervention sur pollution par hydrocarbure (impliquant un contexte environnemental où la dispersion est autorisée, et où la technique mécanique procurerait un avantage par rapport à la dispersion chimique). Un développement, et une commercialisation future éventuelle, à suivre donc.

Pour en savoir plus :  
<https://blueimpact.tech/>

## • Recherche

### **ITOPF R&D Awards 2020 et 2021 : projets BEUPRE et MODEL RISK**

En 2020, le financement du 9<sup>ème</sup> « *ITOPF R&D Award* » a été attribué en soutien au projet de recherche *BEUPRE (Biological Assessment Under Hydrostatic Pressure)*, piloté par le laboratoire *ORPHY (Optimisation des Régulations PHysiologiques)*, unité de recherche de l'*IBSAM (Institut Brestois Santé-Agro-Matière, Université de Bretagne Occidentale)* et ayant pour partenaires le *Cedre* et *TOTAL*.

Le projet vise à améliorer les méthodologies applicables en laboratoire et permettant d'étudier l'effet de la pression hydrostatique sur l'activité de souches bactériennes hydrocarbonoclastes, et les retombées potentielles de cette dernière en termes de risque toxique de déversements hydrocarbures, à partir d'épaves ou d'éruptions de puits, sur les organismes d'un environnement

<sup>27</sup> Un périmètre ou l'utilisation de produits chimiques –dont l'épandage de dispersants- en mer est interdite.

<sup>28</sup> Présents au dernier séminaire en date de l'association *NOSCA (Norwegian Oil Spill Control Association, syndicat de firmes norvégiennes spécialisées dans un ou plusieurs des aspects de la réponse antipollution)*, tenu en octobre 2019 en Norvège, des représentants de *Blue Impact* ont indiqué qu'une majorité des gouttelettes dispersées mesurées à l'*Ohmsett* étaient inférieures à 70 µm (comm. pers.). Nous ne disposons pas d'informations détaillées plus avant, notamment quant à une éventuelle évaluation de la stabilité/coalescence à terme de ces gouttelettes.

profond.

Le projet, prévu pour durer jusque courant 2021, s'appuie sur les résultats préliminaires obtenus par un projet antérieur, financé par l'UE, appelé **BIOPADEF** (*Biological Impact of Oil Pollution in Arctic and Deep-sea Environment*, mené entre 2017 et 2019 par l'institut norvégien *AkvaPlan-Niva AS*)

À noter qu'*ITOPF* a indiqué qu'à partir de 2021, le montant du financement prévu au titre du *R&D Award* est élevé de 50 000 £ à 75 000 £ (environ 88 k€) : le bénéficiaire de ce 10<sup>ème</sup> financement est le Centre Interdisciplinaire de Recherche Marine et Environnementale (*CIIMAR*, Portugal). Ce dernier voit ainsi soutenu son projet *MODEL RISK*, de modélisation du risque causé par des déversements de substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPDs) sur un écosystème marin. Dans un premier temps orienté sur la région de l'archipel des Açores, l'outil intégrera une modélisation numérique du réseau trophique, d'une part, et du devenir de 4 produits couramment transportés dans les eaux atlantiques européennes (et présentant des comportements attendus différents : soluble, flottant, évaporant, coulant), d'autre part.

Les thématiques éligibles à financement en 2021 étaient les suivantes : déversements de SNPDs, pollutions accidentelles par plastiques, aquaculture, estimation des processus de vieillissement d'hydrocarbures en mer et télédétection.

Pour en savoir plus :

<https://www.itopf.org/>

### **Cedre : développement d'un test d'efficacité des agents de biorémédiation en conditions ouvertes**

Dans le cadre de ses missions de contribution à l'amélioration des équipements et produits de lutte antipollution, le Cedre a récemment développé un nouveau protocole de test d'efficacité des agents de biorémédiation, soit de biostimulation ou de bioaugmentation des populations bactériennes hydrocarbonoclastes dans les substrats contaminés<sup>29</sup>.

A la demande de fabricants, le Cedre a, de fait, déjà été amené à réaliser des tests d'efficacité sur ce type de produits. Ces tests sont menés selon un protocole de laboratoire consistant à comparer la dégradation d'un brut de référence sous deux conditions : après application de l'agent de bioremédiation, d'une part, et en condition « contrôle », d'autre part. La procédure est adaptée de la norme AFNOR NFT 90-347, relative à l'évaluation en milieux aqueux de l'action inhibitrice des dispersants sur la biodégradabilité d'un pétrole. Réalisé en réacteur clos et rempli d'eau de mer, ce protocole utilise, en tant qu'inoculum, un sédiment provenant d'un site exposé chroniquement aux hydrocarbures. Après 15 et 30 jours d'essai, la dégradation des hydrocarbures totaux, des *n*-alcanes et des composés aromatiques est comparée entre une condition « nutriment seul » et une condition avec le produit à tester. Aux Etats-Unis, l'*USEPA*<sup>30</sup> préconise une procédure proche, dont les différences résident dans l'absence d'inoculum et la réalisation complémentaire d'un dénombrement bactérien (à noter que les résultats d'efficacité sont publiés sur leur site). D'autres pays et organismes (*CEFAS* au Royaume Uni, *Sintef* en Norvège, *Environnement Canada*) réalisent également des tests d'efficacité selon des protocoles similaires (sans pour autant publier des listes de produits agréés).

Si l'approche en laboratoire, à petite échelle et en milieu fermé, est reconnue, elle apparaît limitée pour qualifier la performance de produits dont l'application est envisagée en environnement ouvert. En milieu confiné notamment, l'épandage d'un produit de biorémédiation à diffusion lente (typiquement sous forme de granulés) présente une efficacité inférieure à celle d'un produit concentré à diffusion rapide (sous forme liquide) – lequel est par ailleurs efficace dès les premières minutes du test. Or, en milieu ouvert, un produit à diffusion lente pourrait au contraire s'avérer plus efficace qu'une forme liquide concentrée, en résultat de la dilution plus précoce du principe actif de cette dernière. Des essais réalisés au Cedre à l'aide du dispositif expérimental « banc littoral » ont permis de mettre en évidence des différences significatives d'efficacité de plusieurs agents de biorémédiation.

<sup>29</sup> La technique, courante dans le domaine du traitement des sols de zones industrielles, reste très marginale en contexte de réponse à des pollutions accidentelles par hydrocarbures, en particulier en milieu marin.

<sup>30</sup> *Environmental Protection Agency*

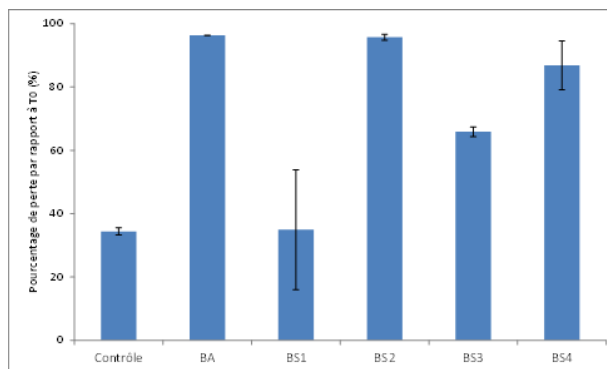


Vue d'ensemble de l'outil « banc littoral »  
(Source : Cedre)

L'outil permet de simuler une alternance de marées, en conditions d'agitation continue, dans des réacteurs contenant environ 3 kg d'un sédiment contaminé par un pétrole. L'alimentation en eau de mer, par un circuit ouvert en permettant le renouvellement, simule quant à lui le type de condition « ouverte » telle qu'on retrouverait en environnement littoral. Au cours de l'essai, les efficacités de 4 agents de biostimulation (BS1 à BS4) et d'un agent de bioaugmentation (BA) ont été comparées à une condition « contrôle » (i.e. dégradation des hydrocarbures sans traitement).

La figure ci-contre présente les pourcentages de dégradation des *n*-alcanes totaux par rapport au pétrole original après une durée de 90 jours de traitement.

Une atténuation significative des *n*-alcanes est observée dans tous les traitements, y compris le « contrôle » où les taux de dégradation mesurés (entre 35-40%) sont, néanmoins, inférieurs à ceux obtenus après épandage d'agents de bioremédiation (de 65 à 95 % environ, selon les produits) - à l'exception du BS1 où la variabilité des résultats entre réplicats n'a pas permis d'établir l'efficacité à l'issue de cette expérimentation.



Taux de dégradation ( $t+90$  jours) des *n*-alcanes pour les conditions expérimentales testées à l'aide du « banc littoral » (BA : agent de bioaugmentation / BS : agent de biostimulation) (Source : Cedre)

En conclusion, ce protocole d'évaluation de l'efficacité d'agents de biorémédiation, exploitant le « banc littoral » du Cedre, a abouti à la mesure de différences significatives des performances des produits testés dans des enceintes simulant des conditions « ouvertes ». Cette première approche pourrait être complétée de tests visant à comparer les résultats obtenus en milieu ouvert, d'une part, et en réacteurs clos, d'autre part, afin de préciser l'importance de cette modalité pour la définition d'un nouveau protocole. Selon ces résultats, l'intégration d'un suivi de la flore bactérienne pourra être envisagée, afin de renforcer les conclusions des tests intégrant des agents combinant un apport de nutriments et de souches bactériennes.

### **BSEE (Etats-Unis) : évaluation d'outils numériques pour l'amélioration des moyens de confinement en forts courants**

Depuis quelques années, l'amélioration de l'efficacité du confinement par barrages flottants, en milieu dynamique, a fait l'objet de divers projets de recherche et développements de nouveaux équipements.

Par forts courants, les forçages hydrodynamiques limitent les performances des barrages en affectant le comportement. Schématiquement, un barrage doit être suffisamment flexible pour épouser les déformations de la surface de l'eau (houles, déferlement, etc.), tout en restant suffisamment rigide pour retenir autant d'huiles flottantes que possible par des vitesses significatives. La limite d'efficacité communément identifiée est, de fait, de l'ordre de 0,7 nœuds<sup>31</sup>, parfois légèrement plus selon les configurations et les modèles -sachant aussi que divers fabricants de matériels ont développé et mis sur le marché dans la dernière décennie des concepts visant à hausser cette limite.

Aux Etats-Unis, le *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)*<sup>32</sup> a récemment financé un programme de R&D visant à développer des concepts de barrages permettant de repousser les limites opérationnelles actuelles. Il avait aussi pour but d'examiner l'apport de logiciels de type CFD<sup>33</sup> (permettant la simulation numérique de l'écoulement de fluides complexes sous diverses

<sup>31</sup> Sur ce sujet, Cf. le Guide opérationnel du Cedre de 2012 sur « Les barrages antipollution manufacturés »

<sup>32</sup> Agence fédérale dont la mission inclut d'évaluer et d'encourager l'émergence de technologies susceptibles de minimiser les risques environnementaux liés à l'activité pétrolière offshore.

<sup>33</sup> Computational Fluid Dynamics (ou Dynamique des fluides computationnelle)

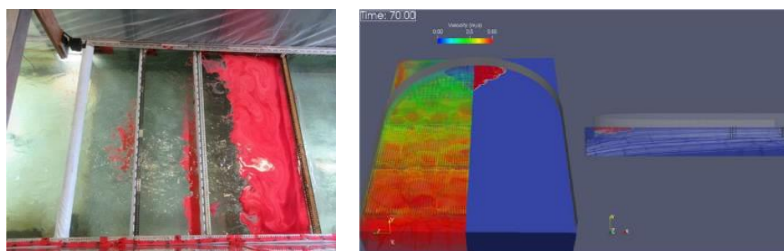
contraintes<sup>34</sup>) dans la conception de prototypes en aidant à en modéliser les performances (via des essais complémentaires à méso-échelle en conditions contrôlées).

Selon BSEE, cette approche, mise en œuvre en collaboration avec le consultant *SL Ross* et le *Conseil national de recherches du Canada (CNRC)*, a été motivée du fait de son originalité, dans un contexte où le nombre d'installations de tests à échelle réelle dans le monde est très limité, et où les investissements inhérents à ce type d'essais (coûts de fabrication/modification de prototypes, d'exploitation des installations, etc.) sont des freins probablement significatifs aux développements en la matière.

Un rapport final du projet (terminé fin 2019), intitulé *Research and Development of Oil Containment Boom Designs*, a été mis en ligne sur le site institutionnel de BSEE. Il présente :

- une synthèse bibliographique des connaissances concernant : les limites opérationnelles des barrages ; les relativement récents modèles commercialisés par divers fabricants ces dernières années (tels que les concepts *Speed-Sweep* de *DESMI*, ou *Current Buster* de *NOFI*<sup>35</sup>) ; les travaux publiés portant sur des simulations numériques de l'efficacité des barrages par forts courants ;
- les résultats de séries de simulations, en 2-D et en 3-D, et de modélisations des performances de 4 concepts de barrages, dans une configuration de remorquage en U, en termes de confinement de divers types de pétroles (légers, moyens, lourds). Les concepts évalués ont été inspirés et modifiés à partir de 3 modèles de haute mer commercialisés (1 « classique » *DESMI 2200*, et 2 spécifiquement pensés pour les forts courants : *DESMI Speed Sweep 2200* et *NOFI Current Buster 6*), et d'un prototype déjà existant proposant un système de rampes intermédiaires –sortes de plans inclinés submergés- entre l'ouverture et l'apex du barrage<sup>36</sup>.

En bref, les outils numériques CFD et les expériences à méso-échelle se seraient avérés une méthode utile (et d'un coût acceptable) pour, selon les types de barrages évalués, affiner la compréhension des interactions pétrole/eau et leurs conséquences sur l'efficacité du confinement, et identifier des modifications potentielles pour en améliorer les performances.



Essais à méso-échelle pour la modélisation numérique 2D d'un concept de barrage à rampes intermédiaires (*gauche*) ; Modélisation de l'influence de séries d'écrans verticaux ou horizontaux sur le ralentissement de la vitesse des courants de surface dans la poche de confinement dans une configuration en U (*droite*) (Source : BSEE)

Sous réserve de confirmations, nécessaires et impliquant des tests à échelle réelle et des évaluations *in situ*, les résultats obtenus à l'issue de ce projet suggèrent, selon le BSEE, la possibilité de développer des concepts repoussant les limites d'efficacité à des vitesses de 3 nœuds.

Pour en savoir plus :

<https://www.bsee.gov/research-record/investigation-of-design-enhancements-to-current-boom-technologies>

<sup>34</sup> Ex : réactions chimiques, turbulence, transfert de chaleurs, etc.

<sup>35</sup> Par ailleurs traités, ainsi que d'autres, dans plusieurs articles parus dans des *Lettres Techniques Mer & Littoral* antérieures.

<sup>36</sup> Concept développé il y a une vingtaine d'années aux Etats-Unis, et ayant fait l'objet d'une publication suite à des tests dans les bassins de l'Ohmsett en 2000. Les essais avaient alors conclu à une perte d'efficacité intervenant à partir de 1,89 nœuds. Cf. **Wong, K-F.V., Barin, E., Lane, J. (2002).** [Field experiments at the Ohmsett facility for a newly designed boom system.](#) *Spill Science & Technology Bulletin*, 7 (5–6), pp. 223–228.

- **Impacts**

**Lignes directrices pour l'évaluation de l'exposition et des impacts des déversements d'hydrocarbures sur les mammifères marins**

En août 2015, les scientifiques de la NOAA avaient organisé un atelier pour discuter et dresser le bilan des méthodes et protocoles d'études existants en matière de suivi des impacts potentiels de déversements accidentels d'hydrocarbures sur les mammifères marins.

En a résulté la publication, en 2020, d'un document-guide (*Guidelines for Assessing Exposure and Impacts of Oil Spills on Marine Mammals*) basé sur les conclusions de cet atelier, et intégrant de récents retours d'expérience sur cas concrets aux Etats-Unis notamment concernant les contraintes pesant, en temps de crise, sur la mise en œuvre de ce type d'évaluations.

Visant à traiter les espèces relevant de la compétence de la NOAA, le document décrit les principales autorités statutaires, et les responsabilités de l'Agence, concernant le suivi de mammifères marins en cas de déversements, dans le cadre de la procédure NRDA en particulier.

Si les recommandations d'une partie du document sont, d'une certaine manière, limitées à ce cadre nord-américain, on retiendra la présence d'éléments de synthèse plus génériques, concernant les principales voies d'exposition et risques potentiels posés par les hydrocarbures vis-à-vis de la composante biologique concernée (pinnipèdes et cétacés, dans le cas présent), et les méthodes et approches envisageables pour tenter d'en évaluer l'éventuel impact.

Ce tour d'horizon des approches possibles, en fonction des aires concernées (environnement littoral, côtier, à *offshore*), inclut leurs avantages et limitations/inconvénients respectifs (ex : nécessité de disponibilité de données de référence, logistique associée, délais de mise en œuvre ou d'obtention de résultats...), selon que leur mise en œuvre vise à estimer l'exposition aux produits pétroliers ou les dommages potentiels.

Ce document est moins un recueil de procédures opérationnelles standardisées, tant l'adaptation au cas par cas reste de mise en la matière, qu'une source récente d'informations quant aux méthodes actuelles, et éventuellement valorisables dans une optique de la préparation à la réponse scientifique –i.e. suivi environnemental) en cas de pollution par hydrocarbure.

**Pour en savoir plus:**

<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/document/guidelines-assessing-exposure-and-impacts-oil-spills-marine-mammals>

*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 ».*