



**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°53  
2021-1

Sommaire

• <b>Accidents</b> .....	<b>2</b>
Déversement de cendres de charbon en milieu littoral (barge <i>Bridgeport</i> , Floride).....	2
Pollution côtière par granulés plastiques industriels, suite à l'incendie d'un porte-conteneurs ( <i>X-Press Pearl</i> , Sri Lanka).....	3
Imprécisions autour d'un déversement de bitume en mer Jaune ( <i>A Symphony</i> , Chine).....	7
FIPOI : éligibilité d'une demande d'indemnisation de pollution littorale sans responsable établi (déversement de pétrole brut, bassin Levantin) .....	8
• <b>Anciens accidents</b> .....	<b>8</b>
Produits lourds Vs. condensats : analyse rétrospective du comportement et du devenir de la pollution du <i>Sanchi</i> .....	8
• <b>Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales</b> .....	<b>10</b>
Déclaration des conteneurs perdus en mer : évolutions de la convention SOLAS et liens avec MARPOL .....	10
• <b>Initiatives de l'industrie</b> .....	<b>11</b>
Pollution par matériaux plastiques : groupe de travail dédié ( <i>UK and Ireland Spill Association</i> ) .....	11
• <b>Détection</b> .....	<b>12</b>
Détection d'hydrocarbures enfouis : Evaluations de la technologie PTR-MS.....	12
• <b>Dérive de nappes</b> .....	<b>13</b>
Balise ARGOS/GPS <i>MARGET-II</i> (CLS).....	13
• <b>Déchets/débris flottants</b> .....	<b>14</b>
Collecte de macrodéchets en eaux portuaires : pompe flottante DPOL .....	14
Dispositif léger, entre barrage manufacturé et barrage à façon : <i>Elastec Bottle Boom</i> .....	14
• <b>Récupération en mer</b> .....	<b>15</b>
Récupérateurs <i>FORU</i> : modèles de débits moyens à faibles .....	15
• <b>Nettoyage du littoral</b> .....	<b>16</b>
Application ou non des produits de lavage : de l'aide à la décision et à la sélection des produits .....	16
• <b>Dispersion</b> .....	<b>17</b>
Epannage de dispersants chimiques par avion-cargo d'opportunité : système <i>Convert 400</i> .....	17
• <b>Recherche</b> .....	<b>18</b>
Efficacité de la récupération mécanique : analyse de l'expérience.....	18

- **Accidents**

### **Déversement de cendres de charbon en milieu littoral (barge *Bridgeport*, Floride)**

Le 16 mai, un déversement d'environ 5 000 tonnes de cendres de charbon (*coal ash*) s'est produit dans les eaux littorales du nord-est de la Floride (Etats-Unis), à 2 km environ au sud de l'embouchure du fleuve St. Johns. Celui-ci a impliqué une barge poussée à cargaison sèche (*Bridgeport*, de 130 m), en route de Guayama (Porto Rico) vers Jacksonville, chargée de 12 000 tonnes de sous-produits de combustion du charbon (ces derniers, transformés et transportés en vrac -de type flocons, sont parfois valorisés comme matériau dans la réalisation d'ouvrages de voirie ou de matériaux de construction).

Deux mois plus tôt, après sa collision contre une jetée près de l'embouchure du St. Johns, le 22 mars, la barge prise en remorque s'était échouée accidentellement sur des fonds de 9 m.

L'embarcation, fortement ensouillée dans des substrats littoraux sableux et exposés, a ensuite progressivement développé une gîte importante.

Le transfert de la cargaison à bord d'un chaland à clapet avait pu être partiellement réalisé (4 000 tonnes) courant avril, en préparation de la remise à flot de la barge –impossible avec sa pleine charge. Mais, avant que ces opérations -supervisées par la Garde côtière (*USCG*) au sein d'un commandement unifié (*UC*<sup>1</sup>)- aient pu être achevées, la dégradation des conditions météo-océaniques a causé le déplacement et le renversement de la barge par des fonds de 6 mètres, répandant ainsi alentours une large part de la cargaison restante.

*Si l'Agence fédérale de protection de l'environnement (US EPA) ne considère pas la substance comme un déchet dangereux (s'agissant majoritairement d'une matière minérale inerte : silica, calcium...), elle a néanmoins indiqué qu'elle contenait des contaminants, en particulier des métaux lourds (mercure, cadmium, arsenic...) qui « peuvent polluer les cours d'eau, les eaux souterraines, l'eau potable et l'air » sans une gestion appropriée. L'expression d'inquiétudes locales quant à l'effet potentiel de ces teneurs en micropolluants a conduit le propriétaire de la barge à mandater une société privée afin d'estimer le risque d'impact environnemental.*

Dans ce contexte, le *Florida Department of Environmental Protection (DEP)* a demandé l'analyse d'échantillons d'eau et de substrats, ainsi qu'une évaluation du potentiel de recouvrement des communautés benthiques par les cendres de charbon. La barge a été renflouée et évacuée avec sa cargaison résiduelle le 20 juin, suite à quoi l'évaluation environnementale a conclu à la détectabilité de concentrations en métaux dans la zone de l'accident, mais à des teneurs inférieures aux seuils de risques, d'une part, et à celles mesurées dans des sites contrôles, d'autre part.

On notera que l'assignation des parties responsables semble avoir été problématique pour les autorités de l'Etat de Floride (*DEP*), entre le propriétaire de la barge, son affréteur, la société de remorquage, les propriétaires de la cargaison, etc. Cette dernière provenait de la centrale électrique d'une société américaine (*AES Corporation*) opérant à Porto Rico. Or, le gouvernement portoricain ayant interdit le dépôt de cendres de charbons sur son territoire<sup>2</sup>, c'est à partir de 2020 que le fournisseur d'énergie avait entrepris d'expédier ces matériaux vers le port de Jacksonville, le plus souvent pour enfouissement en décharge dans l'Etat de Géorgie.

<sup>1</sup> Comprenant des représentants de la société de remorquage de la barge (*Dann Ocean Towing*), et des autorités de l'Etat (*Florida Department of Environmental Protection*, -*DEP*, et *Florida Fish and Wildlife Conservation Commission* -*FWC*).

<sup>2</sup> De même que la République Dominicaine, ou l'industriel a aussi, durant un temps, évacué ses sous-produits.

## Pollution côtière par granulés plastiques industriels, suite à l'incendie d'un porte-conteneurs (*X-Press Pearl*, Sri Lanka)

Le 20 mai, un incendie se déclarait à bord du porte-conteneurs *X-Press Pearl* (de 2 756 EVP ; mis en service 3 mois plus tôt), alors au mouillage au large du port de Colombo (Sri Lanka) où il attendait l'autorisation d'accéder. Il était alors chargé de plus de 1 480 conteneurs, dont 81 de marchandises dangereuses selon le code *IMDG*, et renfermait en soutes près de 300 tonnes de fioul lourd et une cinquantaine de tonnes de gazole marin.

Les enquêtes préliminaires suggéreront que l'incendie aurait pu résulter d'une réaction chimique de la cargaison, en particulier d'un écoulement d'acide nitrique à bord (survenu vers le 11 mai, soit avant même l'entrée dans les eaux territoriales)<sup>3</sup>.

Dès le début de la crise, et tandis que les opérations de lutte anti-incendie sont mises en œuvre par l'Autorité portuaire et la garde-côtière sri lankaise (*SLCG*), le gouvernement du Sri Lanka exige de l'armateur qu'il prenne les mesures nécessaires à prévenir et minimiser tout risque d'atteinte à l'environnement. Celui-ci sollicite l'expertise technique de l'*ITOPF*, et mandate *OSRL* et la société *SMIT Salvage* pour soutenir les opérations de lutte, et examiner les options de sauvetage du *X-Press Pearl* et de sa cargaison.



Incendie à bord du *X-Press Pearl* (25/05/2021. Source : Sri Lanka Ports Authority)



De gauche à droite : Violence de l'incendie (26/05/21) ; structure fortement dégradée à t+10jours (30/05/2021) ; Naufrage du *X-Press Pearl* peu après l'initiation de son remorquage vers la haute-mer (02/06/2021) (Source : Sri Lanka Air Force).

Mais le 2 juin, après 13 jours de lutte anti-incendie, et quelques heures seulement après l'initiation de son remorquage, le navire, ravagé par le sinistre et envahi par les eaux d'extinction, sombrait à 11 km de la côte occidentale du Sri Lanka pour reposer, partiellement immergé, sur des fonds d'environ 20 m. Considérées intactes, les soutes n'apparaissent pas avoir, à ce stade, libéré de nappes significatives d'hydrocarbures. Cependant, d'importants panaches noirâtres, mélange de divers résidus de combustion, d'eaux d'extinction et éventuellement de carburant plus ou moins brûlé, sont nettement observables dans l'eau au moment de la submersion de la structure.



Pose préventive de barrages flottants à l'entrée de la lagune de Negombo (source : [www.defence.lk](http://www.defence.lk))

Dès le 29 mai, la *SLCG* prend des mesures préventives, stationnant des moyens nautiques (2 patrouilleurs rapides, et les navires spécialisés *Samudraraksha* et *Samaraksha*) au port de Colombo, déployant des barrages flottants en front de sites sensibles (ex : entrée de la lagune de Negombo), et effectuant des reconnaissances littorales.

<sup>3</sup> Selon la société singapourienne *X-Press Feeders*, propriétaire du porte-conteneurs, cette fuite n'avait pas pu être traitée de manière satisfaisante, faute de disponibilité de l'expertise et des moyens techniques nécessaire lors des étapes précédentes aux ports d'Hamad (Qatar) puis d'Hazira (Inde).

S'il ne sera pas rapporté d'arrivage significatif de fioul sur les plages, des quantités de débris ont en revanche commencé à s'y échouer, dès le 27 mai, et notamment des granulés de plastique industriels (GPIs) qui, intacts ou sous forme d'amas plus ou moins brûlés/fondus<sup>4</sup>, ont touché rapidement plus de 80 km de côte, un linéaire qui s'étendra à quelques 300 km. Accompagnant cette extension, les GPIs se mélangent avec les sédiments, en résultat de la forte exposition des sites. Des milliers d'intervenants de l'armée sri lankaise ont été mobilisés pour en entreprendre le ramassage en urgence.



*Arrivages massifs de granulés plastiques (27/05/2021) sur plages exposées (Source : Sri Lanka Navy)*



*Ramassage manuel en urgence des accumulations de GPIs, échouées sous forme de vrac plus ou moins brûlé (gauche), voire d'agglomérats solidifiés de sacs de granulés fondus (droite) (27/05/2021 ; source : Sri Lanka Navy)*

Début-juin, les autorités sri-lankaises sollicitent l'assistance internationale des Nations Unies, lesquelles missionnent sur place (du 16 au 30 juin), une *Joint UNEP/OCHA Environment Unit* (JEU). Intégrant des experts de l'*ISPRA* et du *Cedre* (mobilisés *via* la *DG ECHO/ERCC*<sup>5</sup>), celle-ci est chargée d'apporter des conseils techniques en soutien à la réponse, travaillant en lien étroit avec l'Agence sri-lankaise de protection de l'environnement marin (*MEPA*).

Le bilan des types et quantités de cargaison respectivement brûlés, déversés, ou toujours contenus dans les boîtes tombées du navire, est difficilement évaluable. Selon l'analyse du manifeste, le *National Poisons Information Centre* indiquait que la cargaison incluait près de 200 marchandises différentes, dont de l'acide nitrique, de l'éthanol, de l'urée, de la soude caustique, etc., et 422 conteneurs de polymères divers<sup>6</sup>, dont environ 350 de poly-époxydes, 45<sup>7</sup> de granulés de polyéthylènes (haute, moyenne et basse densités), et de presque une trentaine renfermant des matières premières utilisées pour la fabrication de sacs et autres emballages plastiques (polypropylène, par exemple).



*02/06/2021 : Optimisation de la sélectivité par tamisage in situ des GPIs collectés (source : Sri Lanka navy)*

<sup>4</sup> Et formant, refroidis, des arrivages sous forme de blocs de dimensions imposantes, pouvant dépasser la centaine de kgs.

<sup>5</sup> Centre de coordination de la réaction d'urgence (ERCC) du mécanisme protection civile de l'UE.

<sup>6</sup> Dont 60 % arrimés en pontée.

<sup>7</sup> Soit, en toute hypothèse, de l'ordre de plus d'un millier de tonnes de granulés, potentiellement brûlés et/ou déversés.



30/05/2021 : Découpe sur place/enlèvement de conteneurs échoués (source : Sri Lanka Navy)

Reposant sur des techniques mécaniques et manuelles, les opérations de ramassage grossier des GPIs, plus ou moins sélectives en fonction des densités des accumulations, ont mené à la collecte d'importants volumes de sédiments.

Vers la mi-juin, le Ministère de l'Environnement sri-lankais annonçait la récupération d'une grande partie des arrivages de GPIs, ainsi que d'un grand nombre de conteneurs en échouage -dont plus de 50 renfermant chacun 60 tonnes de débris environ).

Le stockage primaire des déchets collectés était réalisé en sacs, posés en hauts de plage avant leur évacuation, en conteneurs dédiés, vers un hangar loué par les autorités –dans l'attente d'un nouveau tri des matériaux (sédiments, granulés brûlés et non brûlés, autres).



Sarakkuwa, 19/06/2021. Pollution secondaire à partir des sacs déposés en haut de plage (**gauche**) et sur les accès en arrière-chantiers (**droite**) (Source : Cedre)

Outre la problématique de traiter des volumes conséquents de débris, en partie du fait d'une sélectivité parfois perfectible du ramassage, il semble que les modalités de gestion des déchets n'aient pas été sans générer une certaine pollution secondaire en arrière plages, et sur les voies empruntées pour l'évacuation des stockages primaires.

Au-delà de la phase de ramassage grossier des arrivages, celle de la collecte plus fine des GPIs s'est poursuivie à long terme et, à notre connaissance, n'était toujours pas achevée à l'été 2022 selon l'ITOPF.

La dissémination progressive des granulés à la surface des plages, ainsi que leur enfouissement dans les sédiments, a nécessité la mise en œuvre de techniques aussi sélectives que possible.



26/06/2021 : Evolution de la sélectivité de la collecte sur le littoral de Matara. Contenu de sacs, numérotés chronologiquement, et stockés dans les locaux du MEPA (Marine Environment Protection Authority) : **Droite** : sac n°50 après ramassage de larges accumulations (presque 100% de granulés de LDPE) ; **Gauche** : sac n°275, après ramassage de GPIs plus sporadiques (rempli à 80% environ de sable) (Source : Cedre)



**Droite** : granulés (LPDE) intacts, en mélange avec les sables grossiers en subsurface de plages battues (Walliwala, Matara district, 26/06/2021) ; **Gauche** : présence sporadique de GPIs et de résidus plastiques brûlés profondément enfouis (ici 50 cm approx.) sous la surface de plages exposée (Sarakkuwa, Gampaha district, 19/06/2021) (Source : Cedre)

Les techniques de nettoyage ont impliqué, en particulier :

- un ramassage au moyen :
  - o d'outils manuels légers, de type raclettes/balais et pelles à poussière, pour la concentration et la collecte en surface des substrats ;
  - o de cribleuses mécaniques de différentes tailles (type *Beach Tech 2000*, *Beach Tech Sweep*) ;
  - o de dispositifs d'aspiration portables, pour traiter les accumulations les plus denses ;

- l'application de techniques de séparation *in situ* des granules et des sédiments :
  - o à l'aide de tamis ou de cribles rotatifs (trommels, à entraînement manuel ou mécanique, selon la taille/capacité des modèles) et/ou ;
  - o par tri gravitaire (flottation des GPIs en bassines).



Plage de Sarakkuwa,  $t_{+1}$  mois environ : Concentration et collecte sélective de dépôts plus ou moins intenses de GPIs, à l'aide de balais (**gauche** –source : ITOPF ; **centre** –source : Cedre) ou de pelles à poussière (**droite** -source : Cedre)



Plage de Sarakkuwa,  $t_{+1}$  mois environ : Criblage manuel sur tamis (**gauche**) ; Séparation gravitaire par flottation et tamisage en eau des GPIs, en bassines (**centre**) ou en bacs (**droite**) (source : Cedre)



Installation d'un prototype de machine de nettoyage des sables, en vue de tests ultérieurs (Sarakkuwa, 24/06/2021) (source : Cedre)

Devant l'ampleur de la tâche à accomplir, à savoir l'extraction efficace et sélective de concentrations de granules de plus en plus « diluées » au sein des sédiments, un inventeur local a proposé les services d'un prototype de machine visant à améliorer le rendement de la collecte.

Semble-t-il fondée sur un principe de tri gravitaire en eau douce, cette « Blue Machine » était annoncée par son concepteur comme permettant de séparer 6 types de déchets (depuis de gros agglomérats de plastique brûlé, jusqu'aux éléments plus fins comme les GPIs, en passant par les macrodéchets). Elle aurait été testée sur l'un des sites les plus affectés (Sarakkuwa) entre août et septembre 2021.

Pour des raisons non développées dans nos sources d'information, l'évaluation du dispositif n'a manifestement pas convaincu les autorités ou les experts impliqués dans les opérations d'en systématiser la mise en œuvre.



Vue de l'épave du X-Press Pearl après son naufrage (**gauche**) ; Projection d'équipes d'experts à bord (**droite**) (source : Sri Lanka Ports Authority)

Dans le même temps qu'était menée la réponse littorale, des observations aériennes en mer ont

attesté de fuites ponctuelles<sup>8</sup>, visibles en surface, de fluides brunâtres à partir de l'épave durant les premières semaines de juin.

Leur composition exacte n'a pas été clairement rapportée, tandis qu'aucune certitude quant à l'intégrité des soutes n'était établie à ce stade.

Cependant, les observations de la société de sauvetage mandatée par l'armateur, ainsi que de la marine sri-lankaise et des garde-côtes indiens, en veille sur zone, ont conclu qu'il ne s'agissait pas d'un déversement significatif de fioul (ultérieurement, les experts techniques de l'assureur indiqueront que la plupart des hydrocarbures ont été brûlés).

Retardé par la saison de mousson, le retrait des débris par la société *Resolve Marine* a pu démarrer en novembre 2021 suite à des repérages, par sondeur, des conteneurs et autres débris présents sur les fonds. Ces opérations, assorties d'un dispositif de veille permanente en cas de pollution, sont le préalable à l'enlèvement de l'épave, confié par l'armateur à la société *Shanghai Salvage Company*. La récupération des conteneurs a été achevée en mars 2022.

En février 2023, la *MEPA* indiquait s'attendre au retrait de la partie arrière de l'épave du *X-Press Pearl* pour la fin du mois, concluant la 2<sup>ème</sup> phase des opérations, de découpe de la structure en deux sections qui, débutée en novembre 2022, ont abouti au levage de la partie arrière en janvier 2023<sup>9</sup>.



Janvier 2023 : évacuation de la section arrière sur le transporteur de charges lourdes Fan Zhou 10 (**droite**) (Source : *MEPA*)

Pour en savoir plus :

[https://eecentre.org/wp-content/uploads/2022/02/X-Press\\_Sri-Lanka\\_UNEP\\_27.07.2021\\_s.pdf](https://eecentre.org/wp-content/uploads/2022/02/X-Press_Sri-Lanka_UNEP_27.07.2021_s.pdf)

### Imprécisions autour d'un déversement de bitume en mer Jaune (*A Symphony*, Chine)

Le 27 avril, à environ 70 km au sud-ouest du Port de Qingdao (Chine), l'abordage du Suezmax *A Symphony* par le vraquier *Sea Justice* a causé un déversement en mer de bitume, écoulé à partir d'une citerne endommagée du pétrolier.

L'accident, aussitôt signalé aux autorités locales, s'est produit dans des conditions de visibilité réduite (inférieure à 200 m). Selon une première analyse de l'Administration de la sécurité maritime du Shandong, cet accident serait lié à une défaillance humaine, et aurait causé la fuite d'un volume de polluant évalué à environ 480 m<sup>3</sup>.

Après établissement d'un périmètre d'exclusion de navigation dans un rayon de 10 milles marins autour du pétrolier, chargé de 150 000 tonnes de bitume, des mesures de lutte antipollution en mer auraient été

<sup>8</sup> D'un débit faible, estimée à une cinquantaine de litres par jour selon *ITOPF*.

<sup>9</sup> Expédiée à Singapour pour démantèlement et recyclage

rapidement mises en œuvre -non sans difficultés selon l'armateur du pétrolier, en raison de la visibilité médiocre sur zone et, en lien, de la fermeture temporaire du port.

Deux jours après le déversement, suite à des opérations de lutte non détaillées, les autorités chinoises ont indiqué que la pollution « était maîtrisée », d'une part, et que la stabilité du contenu des citernes indiquait l'absence de fuites supplémentaires, d'autre part. Le lendemain, l'exploitant du navire était autorisé à procéder à l'allègement du reste de la cargaison. Cette dernière, selon son propriétaire, consistait en un mélange de bitumes : un produit lourd, de viscosité et de densité relative élevées, et nécessitant un transport par navire spécialisé, notamment doté de capacités de chauffage et d'un port en lourd. Sachant que de tels navires atteignent rarement 10 000 t, tonnage largement inférieur à celui d'un *Suezmax*, des interrogations sur la nature de l'hydrocarbure déversé ont été émises par des experts locaux, de même que sur son comportement dans le milieu –notamment au sujet de risques de coulage vers les fonds. Aucune mention d'arrivages littoraux ne figure dans les sources d'information identifiées, pas plus que d'une éventuelle submersion du bitume ou de précision quant au bilan des actions en mer.

#### **FIPOL : éligibilité d'une demande d'indemnisation de pollution littorale sans responsable établi (déversement de pétrole brut, bassin Levantin)**

A partir du 16 février 2021 et durant 1 mois environ, des arrivages disséminés d'hydrocarbures ont souillé, de façon discontinue et à divers degrés, un important linéaire du littoral israélien. Non identifiée ou reconnue par un tiers, la source de cette pollution serait attribuable, selon les autorités israéliennes, à un rejet en mer survenu en début de mois, en lien supposé avec une opération illégale de transfert de brut entre navires citernes.

Sous la supervision du Ministère de la Protection de l'environnement (MPE), le nettoyage des littoraux affectés a nécessité la réalisation de nombreux chantiers de collecte, largement manuelle, des boulettes de pétrole disséminées au sein d'un linéaire de 170 km environ (soit 40 % du littoral national). Ces opérations, réitérées durant toute la période d'arrivages, ont impliqué la mobilisation cumulée de milliers d'intervenants, militaires, d'une part, et bénévoles, d'autre part.

Avec l'avancement de la dépollution, la réouverture progressive des plages a été possible à partir du 7 mars avant la levée, 10 jours plus tard, de l'état d'urgence environnementale par le MPE.

Ce dernier indiquait à ce stade un bilan de collecte de 600 tonnes d'hydrocarbures, sur un total échoué à la côte estimé à environ 1 000 tonnes, et la poursuite d'opérations de nettoyage final.

En juillet, la demande d'indemnisation des dommages causés, déposée par Israël auprès du Comité exécutif du Fonds de 1992, a été considérée éligible dans le cadre de la CLC 1992 et de la Convention de 1992 portant création du Fonds. Le Comité a en effet considéré que les résultats d'analyses d'échantillons de l'hydrocarbure -identifié comme étant du pétrole brut- permettaient d'exclure toute source autre qu'un navire.

## ● Anciens accidents

#### **Produits lourds Vs. condensats : analyse rétrospective du comportement et du devenir de la pollution du *Sanchi***

En janvier 2018 au large de Shanghai, l'abordage accidentel du pétrolier *Sanchi* par un céréalier en avait entraîné l'incendie, le navire-citerne dérivant ainsi en Mer de Chine Orientale avant de couler par 115 m de fond en ZEE japonaise, au terme de 8 jours d'opérations de lutte contre un incendie inextinguible. Provoquant la perte en mer de la part non brûlée des hydrocarbures présents à bord lors de la collision, dans les citernes (environ 111 400 tonnes de condensats) et dans les soutes (2 000 tonnes de fioul de propulsion environ), ce naufrage donna lieu au plus important déversement connu à ce jour de condensats par accident de pétrolier (Cf. LTML n°47).

Une collaboration entre des scientifiques des Agences nationales chinoises, de prévision de l'environnement marin (NMEFC) et de l'étude satellitaire des océans (NSOAS)<sup>10</sup>, d'une part, et du Sintef (Norvège), d'autre part, a plus récemment visé à comprendre le comportement et le devenir à terme de cette pollution dans un environnement marin marqué par l'un des plus grands courants mondiaux : le Kuroshio.

L'étude a consisté en une exploitation du modèle numérique 3 D *OSCAR* (Sintef) de distribution et de vieillissement de pétroles déversés en mer<sup>11</sup>, appuyée d'une analyse de l'ensemble des observations satellitaires menées suite à l'accident et d'une validation comparée des données de forçages issues de divers modèles de prévisions météo océaniques. Les données de vent utilisées en entrée du modèle *OSCAR* étaient issues du système mondial de prévision (*GFS*) des centres nationaux de prévision environnementale (*NCEP* - de la *NOAA*), d'une part, et du Centre européen *ECMWF*, d'autre part. Les données de courant provenaient, quant à elles, du Système Chinois de Prévision Océanographique Opérationnelle Mondiale (*CGOFS 2*, basé sur le modèle de prévisions *NEMO*<sup>12</sup> et exécuté au *NMEFC*) et, à des fins de comparaison, du modèle de prévision *HYCOM*. Les forçages de vents et de courants fournis par ces modèles ont fait l'objet, au préalable, de validations via leur comparaison avec les mesures *in situ* disponibles et correspondantes aux zones et à la période concernées.

L'analyse croisée des observations satellitaires et des propriétés physico-chimiques des hydrocarbures perdus en mer (condensats -légers, et fiouls de soute -lourds)<sup>13</sup>, détaillée par les auteurs, a conduit ces derniers à identifier le scénario d'un déversement en mer de l'ordre, plausiblement, de 700 tonnes de condensats et d'environ 900 tonnes de fioul de propulsion. Enfin, une confrontation entre les résultats de modélisations à rebours du devenir et du comportement des hydrocarbures, d'une part, et les observations *in situ* (ex : évolution des nappes en mer, occurrence et localisation des premiers arrivages, etc.), d'autre part, ont permis de tenir compte des incertitudes concernant les quantités de pétroles, les données de forçage météo-océaniques, et divers paramètres du modèle.

Les résultats de l'étude ont confirmé que la circulation du Kuroshio avait constitué la principale force à l'œuvre dans la distribution du polluant à grande échelle, traduite par un transport très rapide vers les côtes méridionales du Japon, à travers la mer de Chine orientale. Les vents, influençant essentiellement l'eau de surface, n'auraient exercé qu'un rôle secondaire dans l'extension des hydrocarbures, du fait de leurs comportements respectifs :

- s'agissant d'un polluant persistant, il a été calculé que la moitié du volume de **fioul de propulsion** déversé demeurerait, à  $t_{+45 \text{ jours}}$ , submergée dans la masse d'eau, avec des prévisions d'arrivages littoraux d'environ 3% de ce volume dans les confins nord de l'archipel de Ryūkyū (en cohérence avec les observations de terrain sur plusieurs îles du secteur ; Cf. LTML n°47) ;
- en plus des très forts taux d'évaporation (88 %) des **condensats**, le bilan massique calculé lors de cette approche rétrospective a souligné une persistance limitée des fractions résiduelles (i.e. non évaporées) du produit qui, dispersées ou dissoutes, se seraient distribuées dans les premières dizaines de m sous la surface –diminuant d'autant les risques d'arrivages flottants sur les littoraux.

Outre ces conclusions, les auteurs distinguent également la pollution du *Sanchi* des précédents déversements majeurs d'hydrocarbures survenus en eaux côtières chinoises, en ce sens que l'emprise du Kurushio a, en

<sup>10</sup> National Marine Environmental Forecasting Center et National Satellite Ocean Application Service, tous deux dépendants du Ministère chinois des ressources naturelles (MNR).

<sup>11</sup> Pour rappel, voir aussi : Reed M. & Rye H., 1995. A three-dimensional oil and chemical spill model for environmental impact assessment., *International Oil Spill Conference Proceedings 1995* (1): 61–66. <https://doi.org/10.7901/2169-3358-1995-1-61> ; Reed M., Daling P., Brakstad O.G., Singaas I., Faksness L.-G., Hetland B., & Ekrol N., 2000. *OSCAR2000*. A multi-component 3-dimensional oil spill contingency and response model. In: *Proceedings of the 23rd Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar*, 1077 pages.

<sup>12</sup> *Nucleus for European Modelling of the Ocean*, développé par un consortium d'instituts de recherche européens (<https://www.nemo-ocean.eu/>)

<sup>13</sup> Afin de tenir compte de l'action des processus de vieillissement (évaporation, émulsification, etc.) respectifs de ces produits.

l'occurrence, contribué à maintenir son extension dans les limites de la sous-région maritime locale (mer de Chine orientale).

**Pour en savoir plus :**

**Pan Q., Yu H., Daling P.S., Zhang Y., Reed M., Wang Z., Li Y., Wang X., Wu L., Zhang Z., Yu H., Zou Y., 2020.** Fate and behaviour of *Sanchi* oil spill transported by the Kuroshio during January–February 2018. *Marine Pollution Bulletin* **152**, 110917. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110917>

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

### Déclaration des conteneurs perdus en mer : évolutions de la convention SOLAS et liens avec MARPOL

Le Comité de la sécurité maritime (MSC) de l'Organisation maritime internationale (OMI) a, en 2021, engagé une démarche visant à renforcer les exigences en matière de déclaration des pertes de conteneurs en mer, ainsi que les mesures propres à prévenir et limiter ces événements.

La focalisation particulière des réflexions sur ce thème est intervenue lors de la réunion de mai 2021 du MSC, et a abouti, suite à la 8<sup>ème</sup> réunion de son Sous-comité du transport des cargaisons et des conteneurs (CCC8, septembre 2022), à convenir d'un projet de nouvelles obligations déclaratives des pertes de conteneurs en mer. Faisant le lien avec les dangers pour la navigation et la sécurité en mer, en particulier pour les petites embarcations (plaisance, navires de pêche, etc.), le CCC8 a ainsi introduit une série d'amendements relatifs à la fois à la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS), d'une part, et pour la prévention des pollutions par navires (MARPOL), d'autre part.

A partir de données fournies par l'industrie du *shipping* et des analystes en la matière, le MSC a en effet procédé à une évaluation de la croissance du transport maritime par conteneurs, et des volumes de conteneurs perdus en mer :

- Avec une flotte mondiale actuelle<sup>14</sup> de 6 500 à 7 000 porte-conteneurs environ, cumulant une capacité cumulée d'environ 26 millions d'EVPs<sup>15</sup>, des données consolidées récentes (2008-2019) fournies à l'OMI par le *World Shipping Council* (WSC) indiquaient un transport maritime annuel ayant atteint plus de 226 millions de conteneurs en 2019, et la perte moyenne de 1 380 conteneurs par an entre 2008 et 2019 ;
- sur les 2 années suivantes, le représentant de l'industrie du transport maritime rapportait, en plus d'une augmentation de la taille des navires, des pertes déclarées plus que doublées, de 3 100 conteneurs par an entre 2020 et 2021 (en lien avec une série d'événements d'ampleur et fortement médiatisés<sup>16</sup>).

C'est à partir de ce constat, dont a été déduit l'accroissement des risques en la matière, que des projets d'amendements au chapitre V de la Convention SOLAS seront soumis à l'approbation du MSC 107 au printemps 2023, en vue de leur adoption lors de la séance suivante (MSC 108, prévu à l'automne 2023) :

- Ils consistent en de nouveaux paragraphes appuyant les exigences liées au signalement d'un danger (chapitre V, règle 31), notamment l'obligation d'une notification (i) sans délai et (ii) aussi détaillée que possible de l'événement, aux navires à proximité, à l'État côtier le plus proche, ainsi qu'à l'État du pavillon –ce dernier étant à son tour tenu de le rapporter immédiatement à l'OMI.
- En outre, le contenu de ces notifications est l'objet d'autres amendements au chapitre V, requérant, autant et aussi précisément que possible, des informations sur la position, le nombre de conteneurs perdus, etc. ;

<sup>14</sup> Voir par exemple <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>

<sup>15</sup> Equivalent Vingt Pieds

<sup>16</sup> Entre autres exemples, citons ceux du *One Apus*, (perte de plus de 1 800 conteneurs en novembre 2020), du *Maersk Essen* (perte de plus de 750 conteneurs en janvier 2021), du *Maersk Eindhoven* (perte de plus de 250 conteneurs en février 2021).

- Des amendements spécifiques de la Convention SOLAS prévoient aussi l'obligation de déclaration de toute matière dangereuse présente dans les conteneurs en question. Pertinentes dans le cadre des actions de l'OMI en matière de lutte contre les pollutions marines, la précision de ces clauses spécifiques est de façon connexe à l'origine de projets d'amendement à l'article V du Protocole I de MARPOL (définissant les procédures de notification et d'envoi de rapports, en cas d'événements pouvant entraîner le déversement de substances dangereuses en mer).

Le Sous-comité vise une entrée en vigueur de ces projets d'amendements au 1<sup>er</sup> janvier 2026. Dans cette perspective, le Secrétariat de l'OMI a indiqué son intention qu'un module spécifique sur cette thématique de pertes de conteneurs soit développé et intégré à son [Système mondial intégré de renseignements maritimes \(GISIS\)](#)<sup>17</sup>.

## ● Initiatives de l'industrie

### **Pollution par matériaux plastiques : groupe de travail dédié (*UK and Ireland Spill Association*)**

La structure britannique *UK and Ireland Spill Association*, regroupant divers fournisseurs privés de moyens et/ou de services antipollution, a récemment constitué un groupe de travail dédié à la pollution plastique (*Plastic Pollution Working Group, PPWG*), suite à la sollicitation de plus en plus fréquente de ses membres en matière de traitement de petits arrivages de plastiques, dont en particulier ceux -fortement médiatisés dernièrement- de granulés plastiques industriels (GPIs). Diverses organisations expertes<sup>18</sup> ont été conviées à partager leurs réflexions et expériences avec ce *PPWG*, lequel s'est fixé plusieurs objectifs dont on retiendra notamment l'identification : d'équipements efficaces pour la collecte des macro- et microplastiques sur le littoral ; de méthodes d'évaluation des impacts environnementaux éventuellement associés aux opérations de récupération ; de critères d'arrêt de nettoyage acceptables ; d'outils de compréhension (voire de prédiction) de la distribution des GPIs dans le milieu côtier.

L'actualité de ces enjeux, lesquels ne sont pas sans analogies avec la réponse aux pollutions littorales par hydrocarbures, a conduit l'*IPIECA* à solliciter le *PPWG* pour contribuer à l'élaboration d'un « guide de bonnes pratiques », que l'association internationale de l'industrie pétrolière envisagerait de publier en 2023. Ayant établi des collaborations avec des structures publiques du Royaume-Uni (*Université de Southampton, Environment Agency, Cefas*), l'*UK and Ireland Spill Association* projette par ailleurs de valoriser les travaux du *PPWG*, toujours en cours, pour produire un guide pratique disponible en ligne.

Enfin, l'*UK and Ireland Spill Association* a annoncé sa collaboration avec l'Université de Southampton, visant à concevoir un prototype d'engin mécanique pour la collecte des GPIs (projet au sujet duquel le Cedre a été approché, dans l'éventualité de tests futurs dans ses installations, notamment sa plage expérimentale). A suivre, donc, les développements du *PPWG* faisant par ailleurs l'objet de webinaires régulièrement mis en ligne *via* le site de l'organisme britannique.

**Pour en savoir plus :**

<https://ukeirespill.org/plastic-pollution-working-group/>

Sur cette thématique et concernant le Cedre, rappelons que celui-ci a, dans le cadre du projet européen *CleanAtlantic*, réalisé un [inventaire des techniques de nettoyage utilisées sur le littoral français](#), principalement orienté sur la récupération des macrodéchets, et rédigé un [guide de bonnes pratiques](#) associé.

<sup>17</sup> Outil en ligne permettant l'accès aux informations et données fournies au secrétariat de l'OMI par les administrations maritimes, ses États membres et les autorités portuaires, conformément aux instruments, réglementations et directives de l'OMI. Ces informations sont aujourd'hui déclinées en [26 modules thématiques](#) au sein du système GISIS.

<sup>18</sup> Dont notamment *OSRL* et *l'topf*

Plus récemment, il a initié une étude sur les pollutions par GPIs, qui a abouti à la rédaction d'un [document informatif](#) proposant une synthèse des connaissances en la matière, dressant un premier état des connaissances sur leur comportement et leur devenir dans les milieux aquatiques ; celle-ci identifie également les techniques de nettoyages déjà testées lors d'accidents passés (lien). Ce travail sur les GPIs se poursuivra, par la réalisation d'une étude expérimentale du comportement des GPI dans l'environnement littoral, prévoyant des essais d'équipements de récupération dans ses installations.

**Pour en savoir plus :**

[http://www.cleanatlantic.eu/wp-content/uploads/2022/06/CA\\_WP7.4\\_Survey\\_report\\_final.pdf](http://www.cleanatlantic.eu/wp-content/uploads/2022/06/CA_WP7.4_Survey_report_final.pdf)

<http://www.cleanatlantic.eu/wp-content/uploads/2022/03/WP7.4-Operational-guide-for-the-clean-up-of-marine-litter-on-the-coastline.pdf>

<https://www.cedre.fr/Menu-secondaire/A-la-une/Informations-cles-sur-les-Granules-Plastiques-industriels>

- **Détection**

### **Détection d'hydrocarbures enfouis : Evaluations de la technologie PTR-MS**

La détection d'arrivages d'hydrocarbures en enfouissement, ou en mélange, dans les sédiments est une problématique récurrente de la réponse antipollution sur le littoral. Ce processus d'enfouissement, variable selon les propriétés du pétrole et les facteurs environnementaux (hydrodynamisme et dynamique sédimentaire, granulométrie/perméabilité des substrats, etc.) survient relativement régulièrement et, le cas échéant, nécessite des opérations de sondages -par moyens mécaniques ou manuels, afin de caractériser les aires à traiter. Dans le cas de pollutions majeures, et/ ou disséminées sur de vastes étendues, ces reconnaissances « sous la surface » peuvent représenter un effort coûteux, en temps et en personnels, conduisant en outre à différer les opérations de collecte du polluant. C'est dans ce contexte que l'application de techniques et équipements permettant la télédétection de tels hydrocarbures enfouis est pressentie comme une voie d'optimisation d'éventuels délais de mise en œuvre de la dépollution sur des plages littorales. En partenariat avec un consultant spécialisé en R&D appliquée à la réponse aux pollutions accidentelles d'hydrocarbures, et à une rapide évaluation préliminaire, le Cedre avait identifié il y a quelques années un intérêt potentiel de la technique dite de PTR-MS (*Proton Transfer Reaction Mass Spectrometer*)<sup>19</sup> pour la détection d'arrivages en sub-surface.

C'est plus récemment que celle-ci a fait l'objet d'évaluations plus avancées, menées sur la plage expérimentale du Cedre avec le soutien de *Retia* (filiale de *TotalEnergies*) et la participation de la société *Merl Consulting* et de l'Université de Rennes.

<sup>19</sup> La détection en PTR-MS a ceci de particulier que l'ionisation est réalisée par transfert de proton, n'engendrant qu'un minimum de fragmentation des composés à caractériser. A la différence de la GC/MS, elle permet notamment de mesurer des COVs en temps réel dans l'atmosphère (sans étape de piégeage sur un matériau) et sans recours à des bouteilles de gaz vecteur (typiquement l'hélium ou d'hydrogène). Cf. [Mitchell J.B.A., Le Garrec J.-L., Le Floch S., & Jezequel R., 2015. PTR-MS Mass Spectrometer Detection of Buried Oil, Proceedings of the Thirty-Eighth AMOP Technical Seminar, Environment Canada, Ottawa, ON, pp. 8-15.](#)

Ces tests ont été effectués à l'aide d'un détecteur disponible sur le marché, le [Ionicon PTR QMS 300](#), dont les résultats ont été analysés sur 4 types d'hydrocarbures présentant différentes teneurs en COV : un brut léger étêté, un gazole (B0), un brut moyen et un fioul lourd à très basse teneur en soufre.

Des barquettes d'aluminium (Lxlxh=30x24x4 cm) remplies de sédiments contaminés, à hauteur de 10 000 ppm d'hydrocarbures, ont ainsi été enfouies dans la plage artificielle à différentes profondeurs (max=70 cm), et les réponses du détecteur ont été examinées en termes de localisation (profondeur, extension) et d'identification des types d'hydrocarbures.



*Enfouissement d'échantillons de sables contaminés (source : Cedre)*

La caractérisation préalable de la pollution chronique (i.e. « bruit de fond ») de la plage expérimentale a conduit à cibler 16 COVs communs aux divers pétroles utilisés, dont les pics de détection ont permis d'en signer la présence, et l'analyse de leurs abondances relatives de distinguer les 4 types d'hydrocarbures.

Une série de tests menés sur des produits portés à divers degrés de vieillissement (i.e. d'évaporation) montrent, logiquement, une atténuation des écarts entre l'intensité des pics de COVs détectés et les niveaux du « bruit de fond ». Si la détection d'hydrocarbures éventuellement échoués au terme d'une longue durée de dérive et de vieillissement en mer peut ainsi s'avérer moins nette en cas réel, la contamination chronique du site expérimental est ici -du fait des diverses activités du Cedre- bien plus élevée que celle attendue dans un environnement naturel. Évaluée à 50 cm de profondeur, la localisation du pétrole enfoui s'est avérée très satisfaisante dans le contexte de ces expérimentations ; les résultats suggèrent néanmoins la possibilité que des phénomènes de diffusion latérale des composés légers sous la surface (lors de mouvements sédimentaires en conditions naturelles, par exemple), puissent en atténuer la précision –point qui serait à évaluer.

Au bilan, ces tests viennent confirmer le potentiel d'une application à la détection d'arrivages enfouis de la technologie PTR-MS, laquelle est à ce jour principalement utilisée dans les domaines de la recherche médicale, de l'environnement, de l'industrie alimentaire. Son déploiement dans un contexte opérationnel nécessiterait néanmoins quelques adaptations, notamment : de réduction des dimensions de l'appareil ; de modification du dispositif de prélèvement (nécessitant en l'état des délais de purge entre chaque échantillonnage) ; de traitement des résultats (ex : identification rapide des ions les plus adaptés à l'analyse des hydrocarbures, selon le contexte ; calculs/interprétation synthétique des données en temps réel) ; et éventuellement d'un couplage à un système de positionnement GPS.

## • Dérive de nappes

### **Balise ARGOS/GPS MARGET-II (CLS)**

La société CLS (Collecte Localisation Satellites) a récemment mis sur le marché une nouvelle version de sa balise *MAR-GE/T*, conçue pour le suivi de la dérive de nappes d'hydrocarbures en mer (voire de plastiques et d'accumulations de sargasses, selon le constructeur).

La *MARGET-II* reprend le format compact (24x16 cm) et la résistance mécanique<sup>20</sup>, tout en présentant diverses améliorations, notamment en termes de fréquence de transmission des localisations GPS (jusqu'à 96 positions par jour), laquelle transmission bénéficie dorénavant, en plus du système de collecte de données *Argos*, de la constellation de nano-satellites Kinéis (projet *CLS*, en développement et visant l'objectif de 25 nano-satellites lancés à la fin 2024).

<sup>20</sup> (Permettant son largage depuis une altitude allant jusqu'à 30 m, à partir d'un hélicoptère par exemple)

L'autonomie médiane de la bouée est également augmentée, d'approximativement 365 jours d'opérations (entre 130 à 600 jours selon les réglages), de même que son niveau de protection contre l'humidité (IP de 68, contre 67 précédemment).

Autre nouveauté : la possibilité pour l'opérateur d'interroger les données et de modifier les réglages de la balise par Bluetooth, à courte distance donc mais sans nécessiter de manipulations ou de connexion filaire.

Pour en savoir plus :

<https://www.cls-telemetry.com/argos-solutions/argos-products/tracker-beacons/mar-ge-t/#downloads>



## • Déchets/débris flottants

### Collecte de macrodéchets en eaux portuaires : pompe flottante DPOL

Le chantier naval Francqueville (Bouches-du-Rhône), spécialisé dans la construction de bateaux et semi-rigides en aluminium, a conçu un récupérateur individuel visant à la collecte des déchets flottants, essentiellement en milieu portuaire, et dont le développement a bénéficié d'un soutien du Fonds européen de développement régional (Feder).

Distribué par la société Ekkopol, sous l'appellation DPOL, il s'agit d'une pompe flottante d'encombrement relativement réduit (Lxlxh = 110x83x59 cm) permettant son positionnement dans des endroits d'accès difficile (ex : sous des pontons, entre des navires, etc.).

Composé d'un carter en aluminium équipé de 2 flotteurs latéraux (défenses en PVC), le récupérateur est équipé d'une pompe (alimentation électrique 220-240V, sous 2 A) aspirant un flux d'eau (jusqu'à un débit de 26 m<sup>3</sup>/h) vers son ouverture puis, en arrière de celle-ci, à travers un sac collecteur amovible en PEHD (fibre d'un vide de maille de 1,2mm x 1,2mm).



Vue du DPOL (source : Ekkopol)

La simplicité de conception et de mise en œuvre du système, lequel fonctionne en mode statique et de manière autonome, ne requiert que peu de besoins en termes de maintenance/manutention (s'agissant essentiellement de vidanger le filet collecteur une fois celui-ci rempli) et, donc, d'opérateur.

Pour en savoir plus :

<https://www.ekkopol.com/dpol-2/>

### Dispositif léger, entre barrage manufacturé et barrage à façon : *Elastec Bottle Boom*

La firme américaine *Elastec* commercialise, avec le *Bottle Boom*, un petit barrage flottant permanent, dont le champ d'application est clairement le confinement de petites pollutions flottantes en eaux calmes (notamment portuaires : formes de radoub, marina, exutoires, etc., mais aussi les petits cours d'eau).

Il s'agit d'un équipement léger, se présentant sous forme d'un manchon en PVC dont le remplissage par des petites bouteilles en plastique vient assurer la flottaison de l'ensemble. D'une hauteur totale de 18 cm (la jupe n'excédant pas 5-6 cm), pour une longueur de 3 ou 4,50 m). A des fins de confinement d'appoint/temporaire, de petites quantités de macrodéchets principalement, ce *Bottle Boom* est voulu comme un matériel de déploiement/repli rapide, réutilisable, et ne nécessitant ni expertise ni moyen accessoire spécifique (fermeture par colliers de serrage, arrimage au moyen des œillets).



Vues du petit barrage Bottle Boom (source : Elastec)

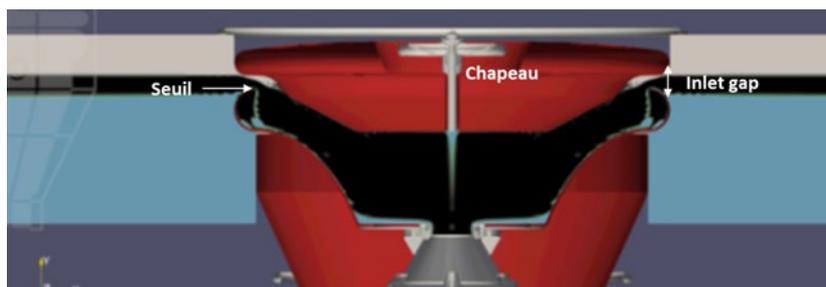
Pour en savoir plus :

<https://www.elastec.com/products/floating-boom-barriers/bottle-boom/>

## ● Récupération en mer

### Récupérateurs FORU : modèles de débits moyens à faibles

Depuis quelques années maintenant, le constructeur néerlandais *Foru Solution BV* a développé et commercialise le récupérateur individuel de haute mer *FORU (Floating Oil Recovery Unit)*, à fort débit et dont la conception (l'engin se présente, *grosso modo*, sous la forme d'une bouée conique faisant office de déversoir) vise à en permettre l'opérabilité en condition de mer agitée, du fait notamment d'une grande robustesse et d'une bonne stabilité et sélectivité (souvent dégradée par forte agitation concernant les récupérateurs à déversoir)<sup>21</sup>.



**Gauche** : vue générale du récupérateur à déversoir FORU ; **Droite** : coupe transversale du FORU, en figurant : (i) le seuil, périphérique et protégé des entrées d'eau excessives par un « couvercle » (faisant aussi office de flotteur) ; le déversoir à ouverture/débit ajustable (via réglage de l'écartement entre le seuil et le couvercle). Noter que le centre de gravité, fourni par la pompe logée en position basale, assure le maintien de l'engin en position immergée (Source : Foru Solution BV).

La première déclinaison du modèle, conçue pour des opérations en haute mer (le *FORU-340*, à débit nominal fort, de 340 m<sup>3</sup>/h max.), a été complétée du *FORU-70*. Il s'agit d'un modèle analogue, plus petit (de 1,1 m de hauteur pour un tirant d'eau de 0,7 m, contre 1,4 m et 1,1 m, respectivement, pour le *FORU-340*), d'un débit moyen (70 m<sup>3</sup>/h) et pensé pour les eaux côtières peu profondes. Il en reprend le même principe de mise à l'eau, et le même mode de fonctionnement, en l'occurrence d'un seuil d'ouverture ajustable, circulaire (courant en périphérie du dispositif) et sans obstruction sur 360°, afin d'optimiser le flux entrant d'écumage.

Comme pour la version 340, les hydrocarbures s'écoulent par gravité vers le fond du collecteur, équipé d'une pompe de refoulement centrifuge à vis de type *MSP* (fabrication/adaptation *MariFlex*), et d'un groupe de puissance hydraulique à motorisation diesel –également du fabricant (*HPU-14*, soit 14 kW, au lieu du *HPU-93* apparié au *FORU-340*).

<sup>21</sup> Cf. LTML n°45

A la demande de plusieurs de ses partenaires (Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture, *via* le Pôle National d'Expertise POLMAR/Terre ; Union Française des Industries Pétrolières et TotalEnergies), le Cedre a mené des tests (selon la norme AFNOR NF T 71-500) du *FORU-70* dans ses bassins expérimentaux, dans le cadre de son programme permanent d'évaluation des matériels et techniques de lutte en mer et sur le littoral.

La manutention et mise à l'eau de l'engin, *via* une sangle et un point de levage central, au sommet du récupérateur, se sont avérées relativement aisées, et le *FORU* a montré d'assez bonnes performances de collecte sur les hydrocarbures légers et lourds testés, quelle que soit l'épaisseur de la nappe. Des limites du *FORU-70* ont en revanche été constatées dans les conditions d'essai sur du fioul lourd fortement émulsionné et visqueux (63% d'eau ;  $\approx 20\ 000$  cSt), à la fois en termes d'attraction de la nappe dans le déversoir, mais aussi de capacités de la pompe équipant le récupérateur (pression de refoulement insuffisante à empêcher une perte de charge et, simultanément, tendance à émulsionner le fioul récupéré – d'autant plus visqueux). Sur le premier point, il faut noter que les essais ont, conformément à l'AFNOR, été menés en eaux calmes, sans courant, soit un contexte différent de l'application prévue du *FORU* (ex : en fond de poche de confinement, après opérations de chalutage dynamique notamment).



Mise à l'eau du *FORU-70* dans la zone de test (bassin expérimental du Cedre) ; série de tests sur fioul lourd (source : Cedre)

Sans remettre en cause la praticité de déploiement ou les performances du *FORU*, ces évaluations ont confirmé l'intérêt du concept, et suggéré quelques axes d'amélioration en vue d'une meilleure efficacité sur des produits hautement visqueux (ex : adoption d'une pompe volumétrique).

Plus récemment, le *FORU-20*, plus compact encore (hauteur de 58 cm ; tirant d'eau de 50 cm), de capacité plus faible (20 m<sup>3</sup>/h) mais de conception identique, est venu compléter la gamme en visant une application en eaux portuaires ou estuariennes, etc.

Signalons enfin que la société *Foru Solution BV* a été rachetée, en 2022, par *Hytrans Systems BV* (fabricant spécialisé dans les équipements hydrauliques de pompage/transfert de gros volume d'eau) afin d'élargir son offre aux acteurs portuaires et de l'industrie pétrochimique, notamment, en matière de dispositifs de sécurité (moyens de lutte anti-incendie, anti-inondations, etc.).

Pour en savoir plus :

<http://foru-solution.nl/>

## • Nettoyage du littoral

### Application ou non des produits de lavage : de l'aide à la décision et à la sélection des produits

Dans le cadre de l'Initiative de recherche multipartenaire (*IRMP*, financée par le gouvernement Canadien), plus particulièrement de son axe thématique consacré au traitement de déversements d'hydrocarbures par application de produits, un projet a été mené visant à préciser les connaissances en matière d'efficacité des agents de lavage pour le nettoyage de littoraux souillés (*Shoreline washing agents*, ou *SWAs*). Dans le contexte du Canada, plus notamment de ses littoraux septentrionaux reculés où la capacité de mise en œuvre d'opérations de collecte des arrivages peut être limitée par des accès difficiles, un climat rigoureux, etc., l'utilisation de *SWAs* suscite un intérêt en tant qu'outil facilitant l'atténuation naturelle (biodégradation) ou le retrait (actions de nettoyage) de la pollution.

Une publication récente présente ainsi les conclusions d'une étude *IRMP* consacrée aux agents de nettoyage littoral, dont on rappellera qu'ils sont envisagés pour favoriser le décollement (et non la dispersion) de pétrole échoué pour en favoriser la collecte.

D'une utilisation somme toute relativement peu développée en cas réels, les agents de lavage sur le littoral sont généralement soumis à agrément par des organismes compétents ; au-delà de ces agréments, la prise de décision quant à leur éventuelle mise en œuvre, ce aussi efficacement que possible, reste un point déterminant, sous-entendant de vérifier la pertinence l'applicabilité des SWAs et de sélectionner le plus approprié<sup>22</sup>. Dans cette perspective, le travail en question propose une démarche d'évaluation de l'option, puis de sélection des produits, fondée sur les outils suivants :

1) un arbre décisionnel pour statuer sur la mise en œuvre (ou non) d'agents de lavage, lequel prend en compte les types, quantités et la distribution potentielle des hydrocarbures échoués, les caractéristiques de l'environnement littoral à considérer, ainsi que les objectifs de nettoyage fixés ;

2) en cas de décision de mise en œuvre, un modèle hybride (relevant du champ des Méthodes d'Aide à la Décision Multicritère, MCDA), outil analytique développé pour aider au choix du produit le mieux approprié au contexte. Il s'agit d'une méthode consistant (i) à définir les principaux critères des SWAs (ici : la toxicité, l'efficacité, la dispersion minimale, l'existence de tests/validations, et le coût des produits), (ii) à en calculer les poids combinés (processus AHP de hiérarchie analytique, et intégration des poids d'entropie), avant (iii) d'organiser des « préférences » (i.e. des solutions efficaces) qui, générées par un algorithme de type *Prométhée*, sont ainsi soumises au choix des décideurs.

Selon ses auteurs, il s'agit de la première étude proposant une aide à la décision en matière de produits de lavage selon une approche scientifique (comprendre « objectivée ») et originale ; ils en présentent par ailleurs, en appui à leur démonstration, un exemple d'application théorique (fondée sur les caractéristiques et le contexte environnemental de l'accident du *Sea Empress*).

**Pour en savoir plus :**

**Bi H., An C., Owens E., Lee K., Chen Z., Mulligan C., Taylor E., & Boufadel M., 2021.** A framework for the evaluation and selection of shoreline surface washing agents in oil spill response. *Journal of Environmental Management*, Volume 287, 112346. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112346>

## ● Dispersion

### **Épandage de dispersants chimiques par avion-cargo d'opportunité : système *Convert 400***

Il y a quelques années, la firme britannique de services et d'ingénierie aéronautique *RVL Group* avait développé, en partenariat avec la société américaine *Waypoint Aeronautical*, et dans le cadre d'un projet de la *Maritime and Coastguard Agency (MCA)*, un système amovible d'épandage de dispersants chimiques prévu pour équiper de façon totalement réversible le *Boeing 737-400* (avion de ligne le plus vendu au monde) dans sa version dédiée au transport de fret. Le bénéfice recherché était de s'affranchir du besoin, pour des états ou des structures privées, de disposer d'aéronefs spécifiquement dédiés à la réponse antipollution, ainsi que des coûts associés (ex : maintenance, stockage, personnels).

Depuis sa mise au point et l'obtention d'autorisations délivrées par l'Administration aéronautique américaine (*FAA*, réglementant l'aviation civile aux États-Unis), d'une part, et par l'Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (*AESA*), d'autre part, qui en certifient la conformité avec les exigences réglementaires actuelles en matière de liquides inflammables, le dispositif d'épandage a été testé et adopté par la *Maritime Coastguard Agency (UK MCA)*, pour le compte de qui il est opéré par *RVL Group* au Royaume-Uni.

La licence d'exportation et d'exploitation pour fabriquer, commercialiser et vendre le *Convert 400* a été attribuée, courant 2021, à la compagnie britannique *Agile Spray Response Ltd* (partenaire de *RVL Group*), qui

<sup>22</sup> Peu d'outils applicables à un large éventail de contextes environnementaux et scénarios sont en effet disponibles, bien qu'il existe, en Amérique du Nord, des plans d'urgence régionaux développés spécifiquement pour de grandes régions fédérales (aux États-Unis dans la [région Nord-Ouest](#), ou -pour les eaux intérieures- [celle des Grands Lacs](#), par exemple), présentant quelques critères et exigences minimales, ou des arbres décisionnels relatifs à l'utilisation des SWAs.

fournit l'équipement sous la dénomination d'*Agile Convert Spray System (ACSS)*, de même qu'un service formation et de mise en place.

Le système d'épandage, composé de 10 modules palettisés, est chargeable sur un 737-400 cargo vide *via* une procédure standard (*roll-on/roll-off*) et peut être installé en 3 heures environ. Ces 10 palettes portent respectivement 1 système de commande du système, 7 conteneurs de dispersant (capacité cumulée de près de 16 m<sup>3</sup>), 1 module de pompage et 1 autre pour le circuit de distribution du produit vers les buses. L'ensemble est compatible avec un emport et l'épandage des principaux dispersants actuellement agréés selon les pays (dont le *Dasic Slickgone NS*, le *Finasol OSR 51* et le *Superdispersant-25*, validés en France).

Pour en savoir plus :

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

## ● Recherche

### Effacité de la récupération mécanique : analyse de l'expérience

Les conclusions d'une évaluation du rendement de la récupération mécanique en mer, en cas de déversement accidentel majeur d'hydrocarbures, ont fait l'objet d'une récente publication qui présente, en l'occurrence, les résultats d'une analyse rétrospective d'éléments d'informations relatifs à divers cas concrets de pollutions. L'objectif annoncé de ce travail<sup>23</sup> était essentiellement d'apprécier la validité de la règle empirique, communément acceptée, selon laquelle les opérations de récupération en mer permettent, en général, de retirer de l'environnement entre 10 et 30 % des hydrocarbures déversés.

Les auteurs de cette analyse décrivent un certain nombre de difficultés couramment rencontrées en termes de données-source, notamment de quantification des taux de pétrole récupéré en mer. Lorsque de tels chiffres sont disponibles, ils sont souvent inexacts en raison de biais méthodologiques, voire d'incohérences, dans le calcul des volumes totaux déversés et/ou des volumes collectés en mer. En l'absence, par exemple, de protocoles standard -ou d'orientations- en matière de prise en compte des divers fluides collectés (ex : discrimination peu claires des volumes, respectivement, de pétrole pur, d'émulsions ; non mesure des teneurs en eau dans ces dernières, etc.), les informations disponibles sont d'une faible précision et fiabilité dans bien des cas. Autre exemple, les taux de collecte sont, souvent, exprimés comme le rapport entre les volumes collectés et le volume déversé, sans prise en compte des processus d'évaporation, de dispersion naturelle, de submersion, etc., du pétrole en mer : à défaut, donc, de rapporter les quantités récupérées aux quantités « récupérables », ce biais peut amener à sous-évaluer l'efficacité de la stratégie.

Dans le cadre de ce travail, 12 exemples de déversements en mer, survenus entre 1979 et 2009 et suite auxquels la stratégie a été considérée comme faisable, et de fait appliquée, ont été retenus car présentant les caractéristiques suivantes : (i) survenance à au moins 10 km du littoral ; (ii) disponibilité d'estimations quantitatives<sup>24</sup> quant aux volumes déversés, d'une part, et collectés mécaniquement, d'autre part.

Décrivant leur méthode d'analyse, les auteurs concluent que le potentiel de récupération mécanique d'un déversement majeur au large (et où la logistique et les conditions environnementales ont mené à considérer l'option comme faisable) se situerait à environ 6 % du volume total déversé, et à 15 % du volume « récupérable », sans tendance particulière au cours de la période couverte ni en fonction de la distance aux côtes<sup>25</sup>. Ils soulignent également quelques-uns des principaux facteurs limitants vis-à-vis de la récupération

<sup>23</sup> (financé par *ExxonMobil Upstream Research Company*)

<sup>24</sup> Provenant d'études publiées, ou de bases de données existantes.

<sup>25</sup> On notera, en complément, une évaluation supplémentaire où les auteurs ont intégré à leur analyse 18 cas de déversements pour lesquels la récupération mécanique avait été initialement envisagée (voire tentée) avant qu'il y soit renoncé en raison de contraintes diverses jugées

mécanique en environnement *offshore* (état de mer, comportement du pétrole, logistique disponible, etc.). A cet égard, il nous paraît important d'observer que ceux-ci, au moins pour certains d'entre eux, sont également susceptibles de pénaliser, à des niveaux divers, d'autres options de lutte (dispersion, brûlage, etc.).

Sur le même sujet, en suite d'un appel d'offres émis par le *Centre norvégien de préparation à la réponse aux déversements d'hydrocarbures en mer* dans le cadre d'un programme public de R&D, celui-ci avait, en 2021 également, financé une étude analogue en termes de démarche et d'objectif. Les scénarios pris en compte par les auteurs<sup>26</sup> sont, ici, moins nombreux (9 cas, survenus entre 2002 et 2011), et surtout plus hétéroclites en termes de source (ex : *blowouts*, navires ...) et de type (ex : continu, ponctuel) de déversement, de distance à la côte (ex : haute mer, littoral) et de contextes hydroclimatiques (subarctique à tropical).

Les mêmes faiblesses qu'évoqué précédemment, inhérentes à l'exploitation rétrospective de données imparfaites (fiabilité des bilans de collecte calculés, disponibilité de données détaillées, etc.), sont exposées par les auteurs qui, en revanche, suggèrent le retrait possible de 4 à 75 % du volume déversé, et de 10 à 80 % du volume « récupérable », *via* la récupération mécanique. Ces conclusions contrastent avec celles -plus sévères- de l'étude américaine.

Plutôt que de les opposer, ces analyses peuvent être perçues comme complémentaires :

- dans le cas de déversements accidentels relativement proches des côtes (cas de figure intégrés dans le travail norvégien), la mise en œuvre de la récupération sur l'eau peut, de fait, s'avérer plus rapide et d'un rendement plus efficace qu'en haute mer (scénario exclusivement considéré dans l'analyse américaine). La stratégie y reste donc une option présentant un potentiel très significatif de minimisation de l'atteinte des littoraux ;
- concernant la haute mer, où la collecte mécanique du pétrole est plus contrainte (facteurs environnementaux, logistique, délais d'intervention, etc.), ces études pointent cependant des arguments questionnant l'acceptation, d'emblée, de la « règle empirique » de rendement de la récupération en mer (retrait d'entre 10 et 30 % du pétrole déversé). Moins qu'une dévaluation de la stratégie, ces analyses de cas historiques fournissent des informations factuelles pour l'anticipation des résultats à attendre des opérations au large et, surtout, des risques et efforts à prévoir en conséquence (ex : suivi de nappes ; probabilité d'une réponse à terre).

**Pour en savoir plus :**

**Etkin D. S. & Nedwed T., 2021.** Effectiveness of mechanical recovery for large offshore oil spills. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 163, 111848. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111848>

**DNV, 2021.** [Experience with efficiency in mechanical recovery in oil spill response](#) - Documentation of effectiveness in oil spill response. Report n° 2021-0786, Rev. 01, for Norwegian Governmental Forum for Cooperation on R&D concerning Oil Spill Response by The Norwegian Centre for Oil Spill Preparedness and Marine Environment. 97 p.

*En l'absence de tests réalisés ou suivis par lui, le Cedre ne peut garantir les qualités et performances des moyens de lutte mentionnées 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 ».*

par trop défavorables (ex : sécurité des intervenants, logistique, conditions météo, type d'huile). Logiquement, cette approche, quelque peu « à charge », a conduit à abaisser le potentiel estimé (à 2% du total déversé, et à 6 % du total « récupérable »).

<sup>26</sup> Du Sintef et de Det Norske Veritas (DNV)