



**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 - Web : www.cedre.fr

Lettre Technique Mer- Littoral n°46

2017-2

Sommaire

• Accidents	2
Déversement majeur d'huile de palme suite à collision de navires (<i>Global Apollon</i> , Chine).....	2
Pollution marine et littorale par pétrole brut (champ offshore Al-Khafji, Koweït).....	2
Collision et pollution marine par fioul de propulsion (<i>Sinica Graeca</i> , Malaisie).....	3
Déversements diffus par suite de l'ouragan <i>Harvey</i> (installations pétrolières diverses, USA).....	3
Pollution littorale au fioul lourd : naufrage du souteur <i>Agia Zoni II</i> (Golfe Saronique, Grèce).....	3
Déversement de micro plastiques par chute de conteneurs (<i>Susanna</i> , Afrique du Sud).....	5
Déversement de minerai de nickel suite à liquéfaction de cargaison (<i>Emerald Star</i> , Mer des Philippines).....	5
Fuite sur une conduite en offshore profond : dissipation naturelle (<i>LLOG Exploration</i> , USA)	6
Déversement de pétrole brut suite à incendie de barge citerne (<i>B255</i> , Port Aransas, USA).....	6
• Synthèse des pollutions accidentelles survenues dans le monde en 2017	7
Déversements d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses, toutes origines confondues (analyse Cedre)	7
• Volumes déversés.....	7
• Localisation des déversements	8
• Evènements à la source des déversements	9
• Cause des déversements.....	9
• Produits déversés	10
• Statistiques	11
Déversements d'hydrocarbures issus de navires citernes en 2017 : statistiques <i>ITOPF</i>	11
Bilan 2017 de l' <i>International Salvage Union</i>	12
• Préparation à l'intervention/stratégies (inter)nationales	12
Activités de préparation aux Pays-Bas : exercice de grande ampleur en milieu côtier peu profond ; renforcement de la réponse en matière de soins à la faune mazoutée	12
AESM : capacité de réponse antipollution en Mer Noire	14
OMI : guide de mise en œuvre d'opérations de brûlage contrôlé de nappes en mer	15
• Confinement	15
Barrage pour produits chimiques.....	15
Système de déploiement rapide pour barrage léger <i>T-Fence Boom HARBO</i>	15
Remorquage de barrages : petits navires de service <i>Seismic Workboats</i>	16
• Déchets marins	16
Macro-déchets en haute mer : phase de test du prototype <i>Ocean Cleanup</i>	16
• Récupération en mer	17
Confinement par fort courant : essais des <i>Speed Sweep (DESMI)</i> et <i>MOS 15 (Lamor/Egersund)</i>	17
Paravanes du Groupe <i>Egersund</i> : <i>Sea Foil 15</i> et <i>25</i>	18
• Absorbants	18
Absorbant hydrophobe <i>Möbius</i> à base de pneus recyclés	18
• Détection/suivi <i>in situ</i>	19
Journée de démonstration de drones aquatiques	19
Projet POLLUPROOF.....	19
Mesure acoustique de l'épaisseur de nappes et de fuites sous-marines par ROVs et gliders	20
• Brûlage <i>in situ</i>	21
Recherche de technologies pour la réduction des suies et des résidus imbrûlés.....	21
• Anciens accidents	22
Pollution de l' <i>Exxon Valdez</i> , 28 ans après : état des hydrocarbures résiduels et perspectives.....	22
• Epaves	23
Epaves potentiellement dangereuses : « isolement » par sédimentation de minéraux ?	23
• Impact environnemental	24
La pollution de <i>Deepwater Horizon</i> et le macrobenthos des marais littoraux de Louisiane	24
Pollution de <i>Deepwater Horizon</i> : impact du nettoyage littoral Vs. impact du pétrole ?	25
• Amendes et poursuites	26
<i>Prestige</i> , 15 ans après : montant des indemnités prononcé par le tribunal de la Corogne.....	26

• Accidents

Déversement majeur d'huile de palme suite à collision de navires (*Global Apollon*, Chine)

Le 3 août 2017, dans le sud du delta de la rivière des perles (Chine méridionale), une collision de cause non précisée se produit entre le porte-conteneurs *Kota Ganteng* et le chimiquier japonais *Global Apollon*, provoquant l'ouverture d'une brèche sur une citerne tribord (d'une capacité de 1 000 tonnes) de ce dernier, alors chargé d'environ 9 000 tonnes d'huile de palme (ou plus précisément de stéarine de palme). Le navire citerne est mis au mouillage à Guishan, dans l'archipel de Wanshan (province chinoise du Guangdong, frontalière de Hong-Kong), non sans avoir laissé fuir une partie substantielle du contenu de sa citerne fracturée, ce dont le Gouvernement de Hong Kong ne sera notifié par l'autorité chinoise que 2 jours après l'incident.

Le chiffre de 1 000 tonnes, soit l'intégralité de la citerne, est évoqué dans la presse (citant diverses sources : autorités, puis associations), mais nous n'avons pas connaissance de confirmation officielle de cette estimation. Quoiqu'il en soit, des arrivages d'huile de palme figée, sous forme d'amas de dimensions plus ou moins importantes (blocs, boulettes, etc., selon leur niveau de fragmentation et leur vieillissement), commencent à se produire massivement à partir du 6 août sur le littoral et les zones portuaires de plusieurs des (nombreuses) îles composant le territoire de Hong Kong.

Les autorités de la Province du Guangdong dépêchent 9 navires (de type non détaillé dans nos sources d'informations) pour réaliser des opérations de reconnaissances et de récupération de la pollution flottante dans les eaux littorales.

Il semble que la collecte sur l'eau de l'huile solidifiée ait été réalisée à l'aide de systèmes de filets (époussettes, etc.) tandis que, sur le littoral, les chantiers de nettoyage recourent essentiellement à du ramassage manuel effectué avec le soutien de bénévoles. Des moyens mécanisés sélectifs, en l'occurrence des cribleuses, auraient été déployés pour le nettoyage de plages de sable mais, sur l'eau comme sur le littoral, et notamment en zones portuaires, les informations relayées par la presse suggèrent des opérations compliquées, en termes de production de déchets solides, par la présence de macro-déchets en grandes quantités.

Selon les autorités chinoises, 205 tonnes d'amas d'huile de palme auraient été collectées à la date du 17 août, soit 20 % de la quantité supposée déversée¹.

L'*Environmental Protection Department* et le *Leisure and Cultural Services Department* de Hong Kong ont communiqué rapidement sur la non toxicité du produit déversé, et il semble que l'impact essentiel de cette pollution ait consisté en la fermeture d'un peu plus d'une douzaine de plages à vocation touristique, rouvertes au public 8 jours après l'accident. L'*Agriculture, fisheries and conservation Department* n'a pas fait état de dommages aux aquacultures ou à l'environnement, malgré les craintes formulées par certaines ONGs de déplétions en oxygène, en lien avec la dégradation de l'huile de palme².

Pollution marine et littorale par pétrole brut (champ offshore Al-Khafji, Koweït)

Le 10 août 2017, un évènement de type et de cause non précisés, survenu sur le champ pétrolier offshore Al-Khafji (large de Ras Al-Zour³, Koweït) opéré par *KJO (Khafji Joint Operations)*⁴, a causé un déversement de pétrole brut qui, selon les autorités koweïties *via* un communiqué de *KPC*, a nécessité la mise en œuvre d'opérations de confinement et de récupération en mer, sans toutefois en détailler les moyens ni le bilan à notre connaissance. Si l'hypothèse d'un lien avec une conduite sous-marine vieillissante a été avancée par des experts et relayée dans les médias nationaux, le gouvernement koweïti ne l'a pas officiellement confirmée.

¹ A titre comparatif, les opérations de lutte consécutives de l'accident de l'*Allegra* (Manche, 1997) avaient abouti à la récupération de 4 % du déversement d'huile de palme, du fait de la submersion des boulettes (formées en quelques heures de leur processus de vieillissement). Cf. *Bucas G., Le Floch S., & Guyomarch J., 2002. Vegetable oils Vs. heavy oils: similarities and differences in weathering at sea and recovery constraints. Two case studies: Allegra and Erika Spills. /Proceeding of the 3rd R&D Forum on High-density Oil Spill Response./ OMI, Brest, France, 5-7 March, 149-158.*

² Un risque à relativiser, néanmoins, dans un environnement probablement passablement dégradé, si l'on considère la pollution chronique notoire du delta de la rivière des perles.

³ Site choisi par la *Kuwait National Petroleum Co. (KNPC)* pour l'implantation (en cours) de ce qui est appelé à être la plus grande raffinerie de cet émirat, et du Proche-Orient en général.

⁴ Entreprise associant la *Kuwait Gulf Oil Company (KGOC)*, filiale de la société d'état *Kuwait Petroleum Corporation -KPC* et l'*Aramco Gulf Operations Company (AGOC)* saoudienne.



Dérive d'hydrocarbures en frange côtière et pollution du littoral au sud de Ras Al-Zour (source : Kuwait Environment Public Authority)

L'estimation de 35 000 barils déversés, soit 5 700 m³ environ, rapportée par la presse (citant divers experts sur site), n'a pas, non plus, été confirmée officiellement.

Divergence d'estimation, d'unité ou de point de vue, l'ONG *Skytruth* a, quant à elle, indiqué une estimation « d'au moins 34 590 gallons », soit environ 160 m³, d'après son analyse d'images satellitaires (*Sentinel-1* et *Sentinel-2* de l'Agence spatiale européenne) en date du 10 août, ceci en assignant à l'aire interprétée comme des nappes de brut une épaisseur « d'au moins 1 µm » (on remarquera que les photos et diverses [vidéos](#) issues d'observations aériennes à la même date témoignent de la présence de nappes de couleur vraie, supposant une épaisseur d'ordre de grandeur plus que micrométrique).

Quoiqu'il en soit, le déversement s'est avéré suffisamment conséquent pour avoir généré des arrivages sur le littoral de la région de Ras Al-Zour, y motivant des opérations de nettoyage et la sécurisation des prises d'eau d'une usine de désalinisation et d'une centrale électrique.

Quelques jours plus tard, une nouvelle nappe (d'un mille marin de longueur environ), interprétée comme un second évènement distinct, a été observée dans le même secteur, sans plus de détails sur son origine ni ses causes.

Collision et pollution marine par fioul de propulsion (*Sinica Graeca*, Malaisie)

Le 17 août, à 6 km au large de Pengerang (district de Kota Tinggi, état de Johor en Malaisie) une collision de cause non précisée, entre le chimiquier *Chemroad Mega* (30 000 TPL, Panama) et le vraquier *Sinica Graeca* (63 270 TPL, îles Marshall) a endommagé la structure de ce dernier, y ouvrant une brèche sur tribord laissant fuir en mer une quantité non précisée de fioul de propulsion, comme en attestent un certain nombre de photographies du *Marine Department* malais.

Celui-ci a coordonné la lutte en mer, et annoncé le déploiement de moyens non précisés mais permettant la mise en œuvre de « stratégies agréées » par les autorités de Malaisie, à savoir l'épandage de dispersants, d'une part, et le confinement et la récupération mécanique de nappes, d'autre part.



Écoulement de fioul de propulsion à partir du vraquier *Sinica Graeca* (source : Marine Department of Malaysia)



Bien que non précisée, la durée des opérations en mer aurait été de plusieurs jours. Suite à l'accident, dont la recherche des causes est l'objet d'une enquête diligentée par les autorités malaises (dont les conclusions ne nous sont pas connues), le Ministère des transports a demandé l'immobilisation des 2 navires impliqués, assortie d'une caution d'environ 1,16 million \$US.

Déversements diffus par suite de l'ouragan *Harvey* (installations pétrolières diverses, USA)

Fin août 2017, le passage de l'ouragan *Harvey* sur les états côtiers du Golfe du Mexique aux États-Unis a entre autres endommagé, à divers degrés, de nombreuses installations industrielles texanes notamment. Parmi celles-ci, des sites pétrochimiques ont été affectés, leur submersion puis le reflux des eaux entraînant plusieurs déversements d'hydrocarbures ou de produits chimiques à partir de stockages dans les eaux estuariennes du *Houston Ship Channel* en particulier. Sans plus de détails, la garde côtière (*USCG*) a indiqué avoir fait face, lors du retrait des eaux, à plus d'une douzaine de déversements totalisant environ 1 750 m³ d'hydrocarbures divers.

Pollution littorale au fioul lourd : naufrage du souteur *Agia Zoni II* (Golfe Saronique, Grèce)

Le 10 septembre, le pétrolier caboteur *Agia Zoni II* prenait de la gîte pour une raison non précisée, avant de sombrer par une profondeur de 20 m environ dans la zone de mouillage du port du Pirée (Grèce), où il était en attente de d'effectuer des opérations de soutage.

Le navire citerne contenait alors de l'ordre de 2 200 tonnes de fioul de propulsion (dont environ 2 000 d'IFO 380, et 200 tonnes d'IFO 180) et de 380 tonnes de gazole marin.

Une quantité non communiquée d'hydrocarbures a commencé à se déverser en mer au cours des jours suivants le naufrage, formant des nappes dérivantes qui ont rapidement occasionné des arrivages sur le littoral, essentiellement sur l'île de Salamine (4 km environ) et à proximité du Pirée et de ses confins septentrionaux (sur une vingtaine de km).

La réponse est prioritairement focalisée sur le confinement du déversement au plus près de sa source, *via* la pose de barrages flottants autour du navire, et à son arrêt *via* le colmatage, en plongée, des points d'écoulement (écouilles, événements, etc.).

La fuite est arrêtée 2 jours après le naufrage, ouvrant la voie aux opérations d'allègement des citernes et des soutes de l'*Agia Zoni II* (avec recours à des procédures de *hot tapping*), tandis que se poursuivent celles de récupération en mer. Ces opérations (sauvetage et récupération) ont impliqué des moyens et personnels de la garde côtière hellénique (HCG) et de sociétés spécialisées mandatées par le propriétaire du navire. Entre 1 600 et 2 000 m³ d'hydrocarbures ont été extraits du navire au terme des 20 jours environ d'opérations. Le bilan de la collecte sur l'eau, achevée à la fin septembre du fait de la raréfaction de quantités récupérables de polluant flottant, ne nous est pas connu. Le volume de fioul déversé dans les eaux côtières serait de l'ordre de 700 m³ selon les estimations du FIPOL⁵.

La récupération des nappes de fioul mer aurait mobilisé 5 navires spécialisés de l'HCG, et 6 d'OSROs privées mandatées (en particulier le grec EPE⁶). Trois jours après l'accident, les autorités grecques demandaient la mobilisation du pétrolier *Aktea*⁷ affrété par l'AESM⁸ et opérant en Mer Egée (doté, en plus de ses équipements de confinement/récupération, d'une capacité de stockage de 3 000 m³).

Quelques centaines d'intervenants ont été affectés au nettoyage des littoraux pollués, faisant appel à des techniques variées selon les secteurs (substrats, priorités...): ramassage manuel éventuellement aidé d'absorbants, rinçage et récupération des effluents, nettoyeurs à haute pression sur les surfaces dures, nettoyage de galets en bétonnières... Certains sites ont fait l'objet de retraits de sédiments pollués au sujet desquels les conseillers techniques du Fonds de 1992 ont préconisé une vigilance particulière afin de limiter, dans certaines municipalités, l'enlèvement excessif de sédiments et de débris (pollués et non pollués) au profit d'un rinçage *in situ*.



J+1 mois, Ile de Salamine : Rinçage en basse pression des accumulations de fioul sur roches littorales, et récupération par tête d'écémage oléophile (*Gche*) ; Chantier de nettoyage, en haute pression, d'encrochement avec récupération des effluents par absorbants (*Ctre*) ; Collecte manuelle d'amas submergés en avant-plage (prof. 1 m environ) (*Drte*) (Source : *Cedre*)

Les opérations sur le littoral ont notamment inclut la collecte d'amas coulés en avant-plages par de faibles profondeurs (jusqu'à 10-15 m environ), du fait du vieillissement du produit (charge en eau de mer par émulsification, et en sédiments). C'est suite à des interrogations des autorités grecques, quant aux modalités de traitement de ce pétrole enfoui/submergé, que celles-ci ont lancé un appel à expertise internationale le 29 septembre. Dans ce contexte, le REMPEC⁹ a proposé la mobilisation d'une *Mediterranean Assistance Unit*, constituée pour l'occasion de 2 experts, français (*Cedre*) et italien (*ISPRA*¹⁰). Le Centre de coordination de la réaction d'urgence (ERCC) de l'Union Européenne a quant à lui mobilisé un expert (également de l'*ISPRA*). Ces missions d'expertise de

⁵ Fonds internationaux d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures.

⁶ *Environmental Protection Engineering*, laquelle a notamment déployé en mer ses barges récupératrices *Aktaia*.

⁷ Auprès de la société grecque EPE, par ailleurs mandatée pour la lutte antipollution par le propriétaire de l'*Agia Zoni II*.

⁸ Agence européenne pour la sécurité maritime

⁹ Centre régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle.

¹⁰ *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale* ; soit l'Institut supérieur de protection et de recherche du Ministère italien de l'Environnement.

quelques jours se sont tenues en parallèle, environ 1 mois après le naufrage.

La récupération des amas coulés a nécessité des reconnaissances visuelles, en plongée et/ou par le biais de drones¹¹ (la limpidité de l'eau aidant, mais avec confirmation en plongée néanmoins), et récupération manuelle (en plongée également, ou à pieds pour les moins profondes).

Les derniers chantiers de nettoyage du littoral ont été clôturés en janvier 2018, après que des reconnaissances réalisées lors de tempêtes aient permis de vérifier l'absence d'arrivages liés à la remobilisation d'accumulations éventuellement toujours submergées.

Fin septembre, le propriétaire du navire s'est vu ordonner par les autorités grecques de faire procéder au retrait de l'épave. Celle-ci a été levée le 30 novembre, puis remorquée vers un chantier naval de l'île de Salamine, non sans générer des fuites d'hydrocarbures et nécessiter des opérations localisées de ramassage sur le littoral du Pirée.

Un Bureau de soumission des demandes d'indemnisation a été établi au Pirée par le FIPOL, pour examiner celles résultant des dommages causés par la pollution de l'*Agia Zoni II*. L'ampleur de cette dernière et des opérations de nettoyage ont conduit l'Administrateur à estimer le dépassement du fonds de limitation du propriétaire du navire, amenant le Fonds de 1992 à verser une indemnisation. Le FIPOL indiquait, en avril 2018, avoir reçu 82 demandes d'indemnisation d'un montant total de 65,6 M € et 175 000 US\$, et le paiement d'un total de 103 846 € au titre de quatre demandes (les autres étant en cours d'évaluation).

Déversement de micro plastiques par chute de conteneurs (*Susanna*, Afrique du Sud)

Le 10 octobre, au port de Durban (Afrique du Sud), 2 boîtes de 40 pieds, désarrimées conformément aux procédures en vigueur en attente de leur déchargement, chutent du porte-conteneurs *Susanna* durant une tempête¹². Chacun des conteneurs contient 990 sacs de 25 kg de granules de polyéthylène, soit un total de près de 50 tonnes. Avant qu'il ne soit possible de les récupérer, 24 heures plus tard, ils laissent échapper la majeure partie de leur cargaison dans l'eau. Le *Department of Environmental Affairs* d'Afrique du Sud indiquera ultérieurement la perte de 49 tonnes de billes. Des opérations de récupération de sacs intacts, dérivant submergés dans les eaux portuaires, sont réalisées par des plongeurs mandatés par le *Transport National Ports Authority (TNPA)* dès le lendemain de l'incident. Néanmoins, des millions de billes de micro plastique se répandent bientôt dans l'eau à partir de très nombreux sacs éventrés, et sont transportées sous l'influence des vents et des courants à l'extérieur du port.

L'armateur du *Susanna (Mediterranean Shipping Company, MSC)* annonce sa prise en charge des coûts des opérations de nettoyage, confiées à la société *Drizit Environmental* par l'Autorité sud-africaine de sécurité maritime (*Samsa*). MSC s'adjoint en sus les services de *Resolve Marine Group* pour mener à bien les reconnaissances du littoral (à partir de bateaux ; en plongée ; pédestres...) et la collecte des arrivages de granules *via* des moyens d'aspiration à vide, ou de criblage semi-mécanisés (cribleuses) ou manuels (tamis).

Des opérations répétées, au gré de la dérive en mer des plastiques sous l'action des vents et des courants, et s'inscrivant dans la durée puisqu'au 25 février 2018 -soit plus de 4 mois après le déversement, des chantiers de ramassage étaient toujours en cours selon MSC, mobilisant des centaines d'intervenants/jour et cumulant, à cette date, quelque 250 000 heures d'opérations pour environ 1 000 kilomètres de littoral, souvent traité par criblage manuel des plages sableuses. A ce stade, 12,5 tonnes de billes sont récupérées sur le littoral.

A noter que diverses sources de presse se sont faites le relais de critiques des autorités portuaires, auxquelles aurait été reproché d'avoir tardé à annoncer l'ampleur du déversement, d'une part, et commis des erreurs techniques potentiellement aggravantes, d'autre part (notamment *via* le stockage, sans protection, du conteneur fuyard déposé sur le quai après son repêchage).

Déversement de minerai de nickel suite à liquéfaction de cargaison (*Emerald Star*, Mer des Philippines)

Le 13 octobre, le vraquier Hongkongais *Emerald Star*, en route entre l'Indonésie et la Chine, sombra en mer à environ 280 km à l'est des côtes septentrionales des Philippines, un naufrage

¹¹ Reconnaissances par drones réalisées par une société spécialisée locale.

¹² Laquelle a causé l'abordage du *Susanna* par un navire tiers.

attribué à un phénomène de liquéfaction de sa cargaison de minerai de nickel, modification suspectée d'avoir entraîné la perte de stabilité, puis la gîte et enfin la perte du navire.

Si 3 navires présents dans la région ont pu sauver 15 des membres d'équipage, 11 autres ont été portés disparus, selon la Garde côtière japonaise qui a reçu l'appel de détresse du vracier.

Un accident qui vient illustrer la classification du minerai de nickel en tant que cargaison à risque élevé, selon le Code maritime international des cargaisons solides en vrac (*MSBC*)¹³, car très sensible à la liquéfaction en cas d'humidité excessive, pouvant compromettre à tout moment la stabilité du navire.

Le transport du minerai de nickel de l'Indonésie vers la Chine est connu pour être particulièrement risqué : de fait, de tels phénomènes de liquéfaction sont considérés comme la cause d'au moins 4 accidents de navires et de la perte de 66 marins entre octobre 2010 et décembre 2011. En 2013, la perte du *Trans Summer* au large des côtes de Hong Kong, avec ses 57 000 tonnes de minerai de nickel chargés en Indonésie, a également été attribuée à cette cause. Une interdiction d'exporter du minerai de nickel et de bauxite d'Indonésie, imposée en 2014, a contribué à atténuer la survenance de ces événements. C'est suite à l'assouplissement de cette interdiction, en début 2017, que l'association *INTERCARGO* a publié une déclaration à l'adresse de ses membres, les avertissant des risques associés au chargement de stocks réintégrant le marché et présentant éventuellement un taux d'humidité trop élevé.

Fuite sur une conduite en offshore profond : dissipation naturelle (*LLOG Exploration, USA*)

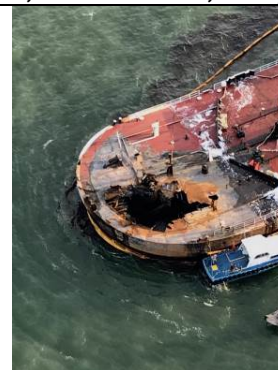
Le 13 octobre, à environ 60 km des côtes de Louisiane (USA), une fracture sur une conduite interne associée à un puits offshore opéré par la compagnie *LLOG Exploration* en milieu profond (sur le *Mississippi Canyon Block 209*) causait une fuite estimée à environ 2 500 tonnes d'un pétrole brut, par plus de 1 300 m de fond. Suite à sa détection, et à l'arrêt de l'activité de l'installation pour stopper la fuite, les opérations ont porté sur la localisation et la réparation de la brèche au moyen de véhicules sous-marins téléguidés (ROVs).

Selon l'*USCG*, qui évalue l'opportunité d'actions de réponse conjointement avec *LLOG Exploration* et les agences fédérales concernées (*BSEE* et *NOAA*)¹⁴, seules des irisations ont été visibles en surface lors des vols de reconnaissance, traduisant l'absence de remontées de quantités significatives de brut. Ces dernières se sont dissipées naturellement dans la masse d'eau du fait notamment du faible diamètre de la brèche et d'une pression de sortie élevée (> 3 000 psi)¹⁵, et de la profondeur de la fuite. A noter cependant la mobilisation, en *stand-by*, de navires de sociétés spécialisées (*Clean Gulf Associates* et *Marine Spill Response Corporation*), et la sollicitation de la *NOAA* pour modéliser la trajectoire d'éventuelles remontées

Déversement de pétrole brut suite à incendie de barge citerne (*B255, Port Aransas, USA*)

Le 20 octobre, 2 citernes ébréchées durant l'incendie, de cause non précisée, d'une barge citerne (*Bouchard B255*), en remorque et chargée au total de 21 800 m³ de brut, ont laissé fuir environ 320 m³ de pétrole dans le Golfe du Mexique, à 5 km environ de Port Aransas (Texas, Etats-Unis).

Faisant 2 victimes¹⁶, le sinistre a été suivi d'opérations prioritaires anti-incendie, avant la mise en œuvre de l'allègement des citernes, en parallèle d'actions de lutte antipollution coordonnées par l'*USCG* (au sein d'un *Unified Command* incluant le *Texas General Land Office* et le transporteur de produits pétroliers, notamment) incluant reconnaissances aériennes, pose de barrages, et protection préventive de sites littoraux sensibles (chenaux de navigation).



Fuite de brut à partir des citernes endommagées à la proue de la barge B255
(Source : *USCG*)

¹³ Et « une des plus dangereuses au monde » selon l'*International Association of Dry Cargo Shipowners* (*INTERCARGO*), qui représente les intérêts des propriétaires et exploitants de navires à cargaison sèche.

¹⁴ *Bureau of Safety and Environmental Enforcement* et *National Oceanic and Atmospheric Administration*

¹⁵ Soit plus de 20 700 kPa.

¹⁶ 1 membre d'équipage décédé lors de l'accident, 1 autre porté disparu au terme des opérations de recherche et de sauvetage.



Activité de ramassage des arrivages de brut sur plages sableuses (Mustang Island and North Padre Island) (source : Maritime Executive)

Deux jours après l'accident, des arrivages épars ont affecté les plages de sable de Mustang Island et North Padre Island.

Leur nettoyage manuel -par un nombre important d'intervenants (jusqu'à 120)- a abouti à la collecte de près de 40 m³ de déchets solides. Une quantité importante, au vu de l'appareillement faible intensité des arrivages.

• Synthèse des pollutions accidentelles survenues dans le monde en 2017

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2017 répertoriés par le Cedre, ayant entraîné un déversement estimé supérieur à une quantité de l'ordre d'environ 10 tonnes, d'une part, et suffisamment renseignés, d'autre part. Pour un certain nombre d'évènements cependant, les volumes déversés, bien qu'excédant manifestement la dizaine de tonnes à la lecture des informations disponibles, ne sont pas connus ou n'ont pas été précisés dans nos sources d'informations. Ces lacunes et imprécisions limitent indubitablement la précision de l'interprétation des résultats présentée ci-après.

Déversements d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses, toutes origines confondues (analyse Cedre)

• Volumes déversés

En 2017, le Cedre a recensé 33 évènements ayant entraîné des déversements de polluants supérieurs ou équivalents à 10 m³ environ, d'une part, et suffisamment renseignés pour faire l'objet d'une exploitation statistique, d'autre part. Ils se sont produits en mer pour plus de la moitié des cas (fréquence d'environ 58 %), puis en eaux littorales et portuaires (fréquences d'environ 18 % et 15 %, respectivement, des cas). Un peu moins de 10 % sont survenus dans des estuaires (fig. 1).

Le nombre d'évènements recensés en 2017, légèrement supérieur à la valeur médiane calculée sur les 13 années précédente (29 incidents annuels pour la période 2004-2016), est conforme à la médiane calculée pour les années 2010. La quantité cumulée d'hydrocarbures et autres substances dangereuses déversée, de l'ordre de 15 400 tonnes, est en revanche nettement inférieure à la médiane estimée selon la même approche sur les 13 années antérieures (de l'ordre de 30 600 tonnes) (fig. 3). L'année 2017 a été ponctuée de déversements distribués autour d'une valeur médiane de l'ordre de 78 tonnes (calcul sur la base des volumes précisés), soit une valeur relativement peu élevée, concourant à inscrire ce bilan dans une tendance à la diminution de l'ampleur des pollutions accidentelles, *grosso modo* constatée au cours de cette décennie¹⁷ (fig. 3).

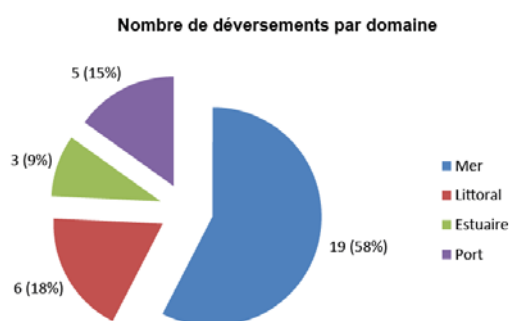


Figure 1

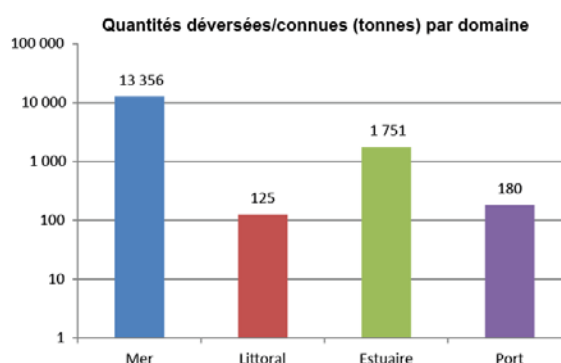


Figure 2

¹⁷ Une interprétation à pondérer du fait du manque, ou de l'imprécision, de données sur les quantités déversées, lequel induit inmanquablement une certaine sous-estimation des bilans annuels.

Les quantités déversées en 2017 l'ont été très majoritairement en mer (fig. 2), en lien essentiellement avec : la perte d'une cargaison d'oxyde de magnésium en Manche (Cf. LTML n°45) ; la fracture, en octobre, d'une conduite sous-marine offshore aux Etats-Unis (Cf. supra) ; et la perte en mer d'un pétrolier, dans le Golfe d'Aden, au mois de juin¹⁸.

Pour le reste, les quantités déversées en eaux estuariennes sont largement à mettre en relation avec la submersion d'installations pétrolières bordant le Houston Ship Channel, lors du passage de l'ouragan Harvey sur l'état du Texas à la fin août (Cf. supra).

Les eaux portuaires et littorales ont été relativement moins concernées par les volumes déversés recensés en 2017 (volumes dont on rappellera, cependant et comme pour les années précédentes, qu'ils sont probablement sous-estimés du fait d'informations disponibles parfois imprécises).

Pollutions accidentelles significatives (≥ 10 tonnes approx.) en eaux marines, portuaires ou littorales dans le monde
Quantités annuelles (tonnes) et nombre d'événements recensés par le Cedre entre 2004 et 2017

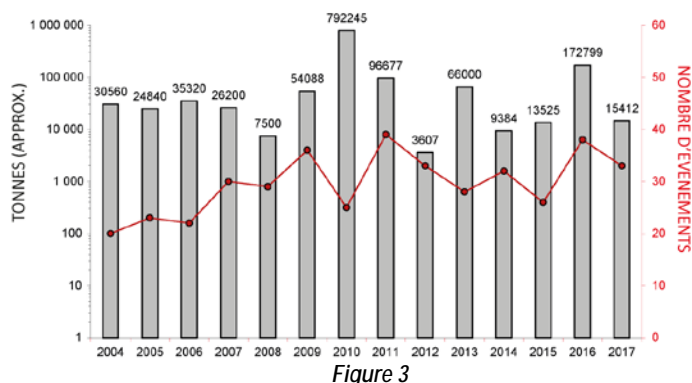
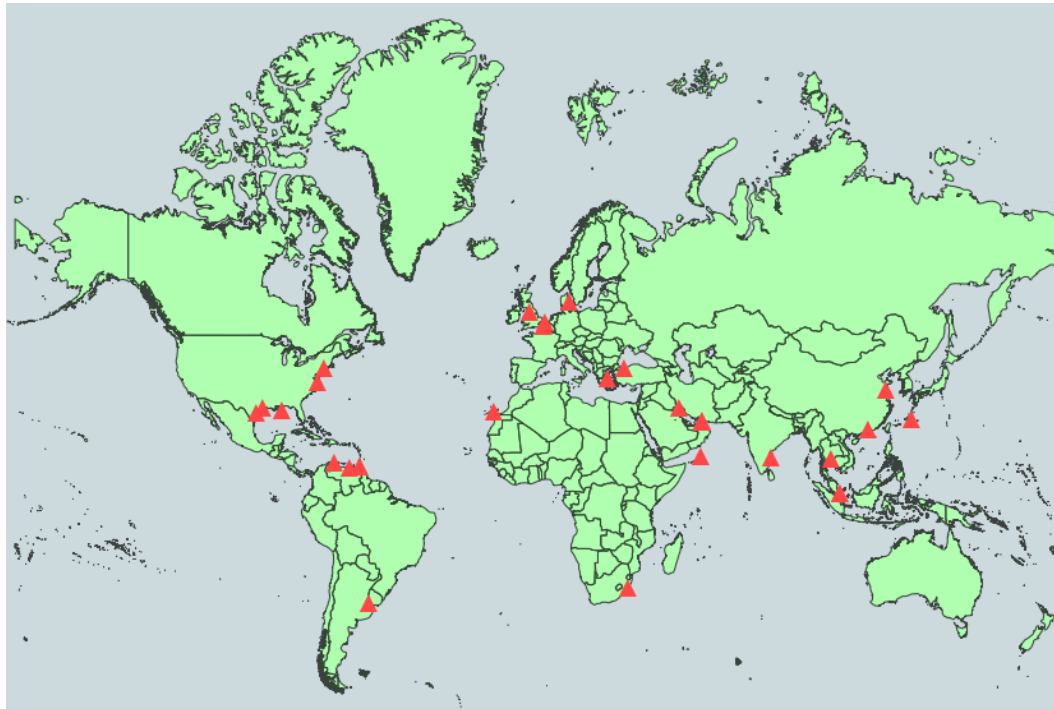


Figure 3

• Localisation des déversements



¹⁸ Victime d'un incendie, le *Rama 2* (1989 ; 99 mètres ; pavillon Panama) a sombré (pour une raison non précisée dans nos sources d'informations) à environ 390 km au large du Yémen, par des conditions météo dégradées (force 8 ; creux de 5 m.), avec une cargaison de l'ordre de 5 500 tonnes de diesel. Nous ne disposons pas d'informations sur d'éventuelles actions de lutte antipollution en mer.

Figure 4. Localisation des principaux déversements accidentels d'hydrocarbures et de substances dangereuses survenus en mer et sur le littoral en 2017 (recensement Cedre).

• Evènements à la source des déversements

Les évènements de déversements identifiés en 2017 sont en majorité (environ 60 % au total) associés à des **brèches ou ruptures** sur diverses structures :

- En termes de fréquence, environ un tiers de ces évènements résulte de **collisions entre navires** (fig. 5), lesquelles ont contribué à hauteur de 40 % environ au volume total déversé en 2017 (fig. 6). Les données identifiées, en termes d'ampleur des déversements, font ressortir les accidents, en janvier, du porte-conteneurs *APL Denver* et du pétrolier *Dawn Kanchipuram*, en Malaisie et en Inde, respectivement (Cf. LTML n°45) ;
- Les déversements résultant de **pertes de navires**, ayant sombré en mer avec leur cargaison, présentent une fréquence similaire mais une contribution bien plus élevée au volume déversé en 2017 (environ 65 % ; fig. 6). On rappellera à ce chapitre les accidents du vraquier *Fluvius Tamar*, ayant sombré en Manche avec ses 3 800 tonnes environ d'oxyde de magnésium, du pétrolier *Rama 2* qui au mois de juin a sombré en mer d'Oman avec sa cargaison, et de l'*Agia Zoni II* en Mer Egée (Cf. supra) ;
- Les pollutions associées à des **ruptures de structures/déstructurations** apparaissent à des occurrences moindres (12 % ; fig. 5), avec une contribution au volume déversé d'environ 2 600 tonnes (soit 20 % environ du bilan annuel) majoritairement liée à une fracture apparue sur une conduite associée à un puits offshore au large de la Louisiane (Etats-Unis) (Cf. supra).

Les types d'évènements à l'origine des déversements ne sont pas décrits (**non précisé ou non déterminé**) dans 15 % des cas recensés en 2017 (fig. 5) ; cette catégorie représente un peu plus de 10 % du volume déversé sur l'année (fig. 6). Quelques cas (12 %) entrent dans la catégorie des **pollutions orphelines**, dont la cause (accidentelle ou autre) n'est pas clairement établie. Il s'agit en particulier des épisodes d'arrivages significatifs sur le littoral de Fujairah (Émirats Arabes Unis), qui se sont répétés au printemps 2017, suspectés d'être issus de pétroliers et suffisamment importants pour avoir motivé la mise en œuvre de chantiers de nettoyage.

Les informations identifiées, ne permettent pas, à ce jour, de distinguer d'autres types d'évènements particulièrement fréquents ou fortement contributeurs au bilan de l'année 2017 (fig. 5 et 6).

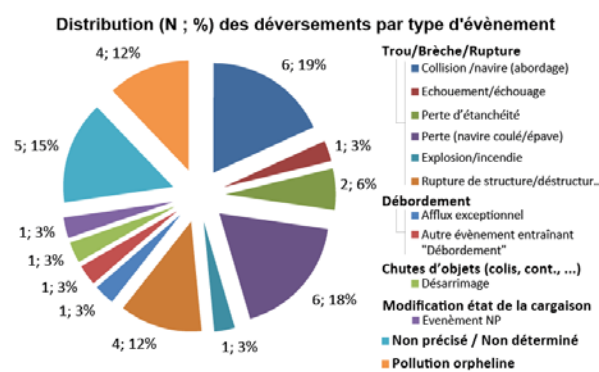


Figure 5

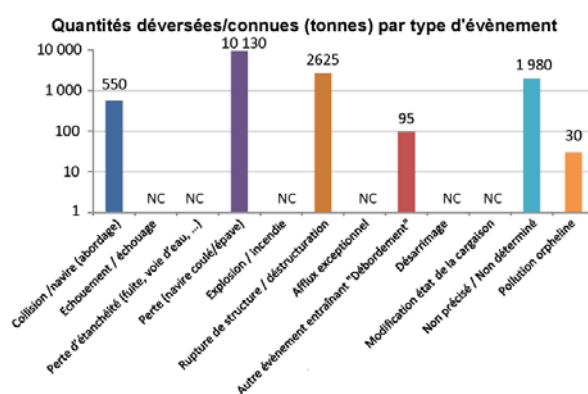


Figure 6

• Cause des déversements

La distribution des causes montre que celles-ci sont **indéterminées ou non précisées** dans nos sources d'information pour la majorité (70 % environ) des cas recensés (fig. 7). En termes de volume, ces derniers représentent environ près de 50 % des quantités déversées en 2017 (fig. 8), avec de fortes contributions par exemple associées au naufrage du vraquier *Fluvius Tamar* (et sa

cargaison d'oxyde de magnésium)¹⁹, ou encore au déversement de brut consécutif de la rupture d'une conduite au sein d'une installation offshore au large des Etats-Unis (Cf. supra).

A titre indicatif, parmi les cas dont les causes sont mentionnées dans nos sources d'information, on notera en 2017 une prévalence plus marquée des **causes naturelles**, en lien avec le passage de l'ouragan Harvey aux Etats-Unis à la fin août notamment, qui a entraîné des submersions de sites pétrochimiques sur le littoral du Texas et explique en grande partie la contribution estimée au bilan annuel (fig. 8). Malgré un seul cas recensé, les **incendies et explosions** affichent un volume relativement élevé, s'agissant du sinistre ayant causé la perte en mer d'un pétrolier – qui a sombré au large des côtes yéménites, dans le Golfe d'Aden, avec à son bord plus de 5 000 tonnes d'hydrocarbures.

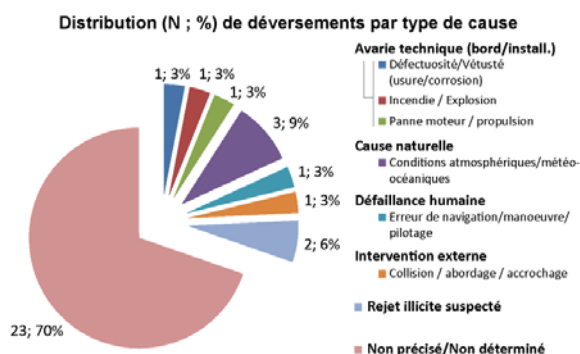


Figure 7

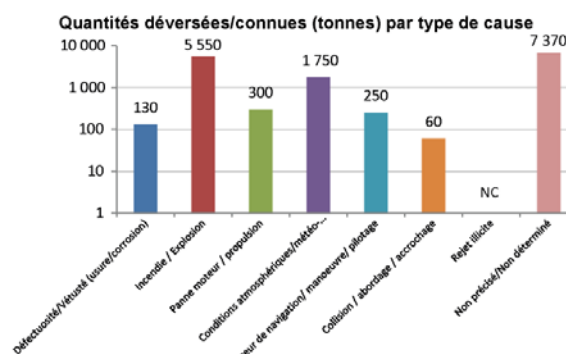


Figure 8

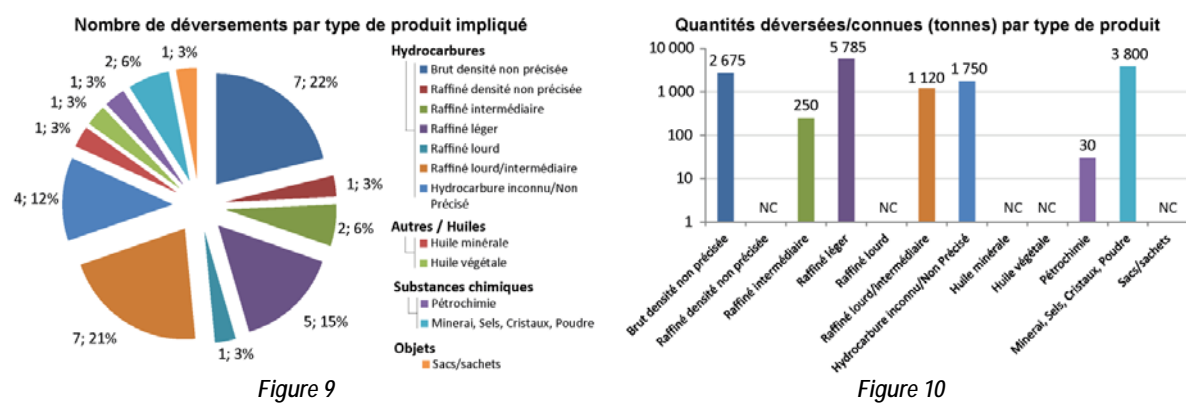
• Produits déversés

Les pollutions significatives de 2017 ont dans leur grande majorité (plus de 80 % des événements) impliqué des hydrocarbures (fig. 9), en particulier des produits raffinés (environ 50 % des cas), devant les pétroles bruts (environ 20 % des cas) et, enfin, les hydrocarbures non précisés (environ 12 % des cas).

Parmi les produits raffinés, on distinguera la prévalence (21 % des cas) des produits **lourds/intermédiaires** de grades IFO non précisés, devant les **raffinés légers** (15 % des événements, impliquant le plus souvent du gazole). Les déversements impliquant des **raffinés intermédiaires**, d'une part, et **lourds**, d'autre part, ont été recensés à hauteur de 6 % et 3 % respectivement des cas (fig. 9).

De façon analogue, les hydrocarbures dominent largement au sein du cumul des volumes recensés en 2017, dont ils représentent approximativement les $\frac{3}{4}$ avec, en premiers contributeurs, les produits raffinés (environ 45 % du bilan), puis les pétroles bruts (environ 17 % du volume total) et, enfin, les hydrocarbures non précisés (environ 11 % du volume total) (fig. 10). On notera que la contribution des produits raffinés est largement (à 80 %) attribuable aux **produits légers**, le reste correspondant pour une large part (16 %) aux produits **lourds/intermédiaires** de grades IFO non précisés.

¹⁹ Cf. LTML n°45.



Il faut noter la sous-estimation, dans le bilan présenté, de la catégorie **huile végétale**. En effet, si des sources de presse ont rapporté un déversement de près de 1 000 tonnes d'huile de palme suite à l'accident du *Global Apollon* (Cf. supra), nous n'avons pas à ce jour recueilli suffisamment d'éléments nous incitant à confirmer ce chiffre.

Avec 3 cas identifiés, les déversements significatifs de substances chimiques ont été peu fréquents, s'agissant de 2 déversements correspondant, respectivement : à la catégorie **Minéral, sels, cristaux, poudres** (dont la contribution relativement élevée au bilan déversé est essentiellement à assigner à la perte en mer d'une cargaison d'oxyde de magnésium suite au naufrage d'un vraquier ;Cf. LTML n°45) ; et à la catégorie **Pétrochimie** (fig. 9).

• Statistiques

Déversements d'hydrocarbures issus de navires citernes en 2017 : statistiques ITOPF

Dans la lignée des années précédentes, l'analyse de l'*International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF)* concernant les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers à partir de navires en 2017 confirme la tendance, observée depuis les années 70, à la baisse du nombre de pollutions majeures.

Sur l'année 2017, l'*ITOPF* a inventorié 2 événements de grande ampleur (*large spill*, selon sa terminologie, qualifiant les déversements de plus de 700 tonnes)²⁰, en conformité avec la moyenne annuelle observée par l'organisme depuis 2010 et, surtout, la tendance à la diminution constatée depuis les années 1970 (décennie qui affichait 25 « large spills »/an en moyenne). A noter que ces 2 incidents constituent le gros des 7 000 tonnes déversées à partir de navires pétroliers en 2017 estimées par l'*ITOPF*, qui rapporte en outre 4 pollutions de la catégorie 7-700 tonnes (*medium spills*) dans l'année.

Pour en savoir plus :
<http://www.itopf.com>

²⁰ S'agissant *a priori* du naufrage du *Rama 2* dans le Golfe d'Aden, et de l'*Agia Zoni II* en Mer Egée.

Bilan 2017 de l'*International Salvage Union*

Les membres de l'*International Salvage Union (ISU)* ont rapporté 252 opérations de sauvetage en 2017, concernant des navires représentant une cargaison cumulée de 3 405 477 tonnes de substances potentiellement polluantes, soit une augmentation significative par rapport à l'année précédente. Un aspect important en matière d'évitement de déversements accidentels potentiellement imminents dans le milieu marin, que souligne l'*ISU* tout en indiquant l'influence du nombre croissant d'interventions sur les cargaisons en vrac. Celles-ci comprennent des polluants divers (nitrate d'ammonium, charbon, ferraille, céréales, soja, ciment, etc.), aux côtés de substances n'entrant pas dans cette catégorie mais représentant un tonnage substantiel (845 976 tonnes de vrac sec - principalement des minerais). Les chiffres de 2017 enregistrent également une augmentation significative du nombre de conteneurs impliqués dans ces interventions (de 21 244 EVP en 2016 à 45 655 EVP en 2017), en lien avec la taille des porte-conteneurs.

En termes d'hydrocarbures de soute, l'augmentation des interventions en 2017 a conduit au retrait de 135 995 tonnes, un bilan également en hausse, donc, par rapport aux 89 492 tonnes comptabilisées en 2016.

Selon l'*ISU*, les résultats de son enquête annuelle, qui par ailleurs fournit des résultats intéressants en matière de tendances (au moins depuis 2014, quand a été revue sa méthodologie statistique), montrent comment les services de ses membres contribuent à prévenir significativement la survenance de déversements accidentels, potentiellement impactants, dans l'environnement marin.

Pour en savoir plus :

<http://www.marine-salvage.com/media-information/our-latest-news/international-salvage-union-members-operations-in-2017/>



Source : <http://www.marine-salvage.com>

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

Activités de préparation aux Pays-Bas : exercice de grande ampleur en milieu côtier peu profond ; renforcement de la réponse en matière de soins à la faune souillée

En septembre 2017, l'agence publique néerlandaise *Rijkswaterstaat*, autorité responsable de la préparation et de l'intervention, a organisé le plus grand exercice de réponse à un déversement d'hydrocarbures en mer des Wadden. L'objectif en était de tester le plan de lutte récemment adopté pour cette zone particulière, de sédiments peu profonds et présentant une sensibilité écologique lui valant des statuts de protection particuliers²¹. A ce titre, le plan d'urgence résulte d'une collaboration élargie entre autorités compétentes et parties gestionnaires, notamment, de ces zones protégées : municipalités, ONGs et associations de protection de la nature, etc.

Le principal risque identifié étant celui d'un déversement par navire en Mer du Nord, la stratégie consiste à intervenir dans les parties les plus profondes de la Mer de Wadden, pour prévenir l'atteinte des zones exondables où les faibles profondeurs ne permettent guère le déploiement de navires spécialisés.

Basé sur un déversement de 3 000 tonnes d'IFO 180, le scénario prévoyait la mobilisation, au large, de l'*Arca* (navire spécialisé néerlandais) et, dans la partie profonde de la mer des Wadden, de divers navires antipollution à tirant d'eau plus faible. On retiendra de cet exercice les recherches de mise en œuvre de moyens spécifiques pour l'intervention dans les secteurs les moins profonds, en particulier d'un véhicule amphibie ([wadcrawler](#), du constructeur *Bouwmeester B.V.*) ici utilisé avec un récupérateur FORU (Cf. LTML 45) de petite dimension pour la récupération de produit

²¹ Les 2/3 de la Mer des Wadden sont classés au Patrimoine mondial de l'Unesco, dont la gestion est assurée conjointement par l'Allemagne, le Danemark et les Pays-Bas, et sont également une aire de conservation au niveau néerlandais.

flottants²², et dont l'utilisation comme plateforme de pompage d'accumulations déposées sur l'estran a aussi été envisagée, sinon appliquée faute d'un découvrément suffisant de l'estran en raison des conditions météorologiques au moment de l'exercice.



Gauche: Exercice d'intégration de bénévoles pour le nettoyage manuel en Mer de Wadden; Droite: Utilisation de la plateforme amphibie Wadcrawler avec récupérateur FORU (Source : Rijkswaterstaat)

Globalement, l'intervention sur ce type d'environnement tidal, peu profond, s'avère un défi qui, dans le plan néerlandais et dans cet exercice, a inclus le déploiement de bénévoles pour procéder à des opérations de nettoyage manuel et l'édification de dispositifs de protection en avant de sites sensibles (andains de sables).

Un volet spécifique de mise en œuvre d'opérations de secours à la faune a également été intégré dans cet exercice. A ce sujet, fin 2017, la fondation *Sea Alarm* s'est vue confier par *Rijkswaterstaat* le pilotage d'un programme visant à optimiser la préparation nationale concernant les soins à la faune mazoutée. Courant sur 5 années, soit jusqu'à fin 2022, ce projet s'appuie sur les recommandations de l'Industrie en la matière, en l'occurrence les documents publiés par l'IEPCA (Cf. infra), d'une part, et les résultats du projet européen *EUROWA (European Oiled Wildlife Response Assistance Module)* cofinancé par l'UE dans le cadre de l'Instrument Financier pour la Protection Civile et également coordonné par *Sea Alarm*²³, d'autre part. Rappelons que ce projet mené entre 2015 et 2016 visait à développer un « module » international, comprenant une équipe d'experts en soins à la faune, un stock de matériel rapidement mobilisable par les pays membres en cas d'accident, ainsi qu'une procédure opérationnelle standard (SOP), et des modules de formation. Le tout a vocation à être intégré dans des exercices.

Il s'agit donc pour le *Rijkswaterstaat* de décliner et d'inscrire dans un cadre national les préconisations internationales actuelles en termes de réponse à la faune mazoutée, à divers niveaux de la préparation : planification d'urgence, formations, exercices... La motivation en est largement attribuable à l'importance fonctionnelle des habitats côtiers du Pays Bas (Mer de Wadden par exemple et notamment) pour les populations aviaires littorales, abondantes.

Pour en savoir plus :

<https://www.sea-alarm.org>

sur le projet EUROWA : <http://www.oiledwildlife.eu/eurowa>

Nouveaux documents de synthèse IPIECA/IOGP : faune souillée ; maintenance des stocks de produits dispersants

En décembre 2017, l'IEPCA a publié un nouveau document consacré aux principes relatifs au soin et à la réhabilitation de la faune souillée par des hydrocarbures. Intitulé "*Key principles for the protection, care and rehabilitation of oiled wildlife*", il a été élaboré dans le cadre du projet *GOWRS (Global Oiled Wildlife Response System)*, sous la coordination de la fondation néerlandaise *Sea Alarm* contractée à cet effet dans le cadre de l'*OSR-JIP (Oil Spill Response-Joint Industry Project)* financé par l'*IOGP (International Association of Oil & Gas Producers)*.

Il s'adresse aux gestionnaires de crise et aux divers intervenants potentiellement impliqués dans cette thématique, dont les divers aspects sont exposés dans leur principes et assortis de recommandations. Ils incluent notamment : l'hygiène et la sécurité des intervenants ; les contextes de manipulation des animaux (ex : triage, euthanasie, etc.) ; les aspects logistiques (construction/aménagement des installations) et organisationnels ; la chaîne d'actions nécessaires (reconnaitances ; mesures de protection –effarouchement, capture/collecte ; premiers soins ; suivi des animaux ; relâchage, ...).

²² A noter que la question, corollaire à la récupération, des modalités techniques de confinement de nappes dans de telles zones, peu profondes et agitées du fait des courants et des vents mérite d'être posée.

²³ Et développé en collaboration avec le *Wildlife Rescue Centre Oostende (WRCO)*, la *Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA)*, WWF Finlande, *Pro-Bird*, le Fonds Estonien pour la Nature, et le Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire (CVFSE).

Pour mémoire, on indiquera que ce document vient compléter le volume « [Wildlife response preparedness](#) », révisé fin 2014, de la série des « guides de bonne pratiques » (*Good Practice Guidance Series*) de l'IECA portant sur la préparation/planification de la réponse en matière de soins à la faune mazoutée.

Par ailleurs, l'IECA a publié un document qui vient compléter les recommandations de l'IOGP quant à l'application de dispersants chimiques en [surface](#) et en [subsurface](#) (objets de guides de la série *Good Practice Guidance* actualisés en 2015 et 2016), plus particulièrement consacré à la problématique de la constitution et de la maintenance de stocks de produits, ainsi qu'à leur transport et à leur contrôle (« *Dispersant storage, maintenance, transport and testing* »).

Cette synthèse a été motivée par le double constat de stocks de dispersants plus importants depuis ces dernières années, en lien avec une intégration accrue de cette stratégie dans les options de lutte (application sur des éruptions sous-marines, par exemple, à la suite des leçons de l'accident de *Deepwater Horizon*), d'une part, et d'une tendance globale à la baisse de fréquence des déversements majeurs, d'autre part. En résulte une probabilité également accrue que des stocks de dispersants soient inutilisés pendant de longues périodes, d'où la nécessité de mettre en place des procédures en favorisant la conservation et le contrôle de l'efficacité.

Le document aborde divers aspects en ce sens, incluant : les types de matériaux et les conditions de stockage optimaux pour prolonger la durée d'utilisabilité des dispersants ; le développement de procédures de contrôle d'efficacité (et, si nécessaire, d'élimination des produits hors spécifications) ; des éléments de compréhension du Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH) des Nations Unies tel qu'il s'applique aux dispersants...

Pour en savoir plus :

<http://www.ipieca.org/resources/awareness-briefing/key-principles-for-the-protection-care-and-rehabilitation-of-oiled-wildlife/>
<http://www.ipieca.org/resources/awareness-briefing/dispersant-storage-maintenance-transport-and-testing/>

AESM : capacité de réponse antipollution en Mer Noire

L'agence européenne pour la sécurité maritime (AESM) a renforcé sa capacité de lutte en mer dans la région de la mer Noire *via* l'affrètement puis l'entrée en service en 2017 d'un nouveau navire d'intervention, le pétrolier souteur *Galaxy Eco*, auprès de la société bulgare *Cosmos Shipping*.

Le *Galaxy Eco*, basé au port de Varna, présente une capacité de stockage de près de 3 000 m³ de déchets liquides, et a été équipé pour être en mesure d'opérer sur des produits pétroliers de point d'éclair inférieur à 60°C. Il présente par ailleurs un système *Miros* de détection de nappes flottantes, des équipements de confinement et de récupération en haute mer : bras rigides *Lamor LSS15* (avec modules de récupération interchangeables à brosse ou à déversoir), 2 sections de 250 m de barrage de haute mer (*Lamor HDB 2000*) et un récupérateur à déversoir à fort débit (*Lamor LWS 1300*).



Le pétrolier souteur *Galaxy Eco* (90 m) (Source : AESM)

Concernant cette région des confins de l'Europe, du Caucase et de l'Anatolie, notons également que l'AESM a lancé, dans le cadre d'un projet d'assistance technique financé par l'Instrument européen de voisinage (IEV), une enquête auprès de l'Ukraine, l'Azerbaïdjan, la Géorgie et la Turquie, pour identifier d'éventuels besoins spécifiques en matière de sécurité maritime, de surveillance du trafic, et de protection de l'environnement marin. A ce jour, l'AESM a identifié une manifestation d'intérêt pour ses outils [RuleCheck](#) et [MaKCs](#) et les services du réseau *CleanSeaNet*.

Pour en savoir plus :

<http://www.emsa.europa.eu/opr-documents/item/3076-galaxy-eco.html>

OMI : guide de mise en œuvre d'opérations de brûlage contrôlé de nappes en mer

L'Organisation Maritime Internationale (OMI) a publié un nouveau titre, intitulé « *In Situ Burning Guidelines* », contenant des éléments informatifs sur le principe, et des recommandations quant à l'application, du brûlage *in situ* (i) en environnement offshore, ici entendu comme distant d'au moins 5 kilomètres des côtes, et (ii) en eaux englacées.

A signaler également la publication par l'organisme international de la version 2018 du « *Manual on oil pollution Section II - Contingency planning* », guide ayant pour but d'aider, le cas échéant, les autorités nationales ou entités privées désireuses d'établir ou de réviser leurs plans d'urgence.

Pour en savoir plus :

<http://www.imo.org/en/Publications/Pages/CurrentPublications.aspx>



● Confinement

Barrage pour produits chimiques

Le fabricant danois DESMI a développé récemment un barrage flottant dénommé *ChemBoom*, conçu pour une utilisation sur produits chimiques.

Il s'agit d'un barrage plat permanent, dont la barrière de 60 cm de hauteur est constituée d'un fluoroélastomère résistant à divers produits chimiques, le caoutchouc fluorocarbène *Viton*[®] de la société *DuPont/Chemours Company*, d'une part, et d'une fibre synthétique MPD-I²⁴, en l'occurrence de *Nomex*[®] (marque déposée du même fabricant), présentant une faible combustibilité et améliorant la résistance à la traction du barrage, d'autre part.

La flottabilité de la barrière est assurée par des flotteurs en inox, dont sont aussi constitués les lests et les connecteurs des sections du *ChemBoom* (disponibles en longueur de 10 ou 25 m).

Selon *DESMI*, le *ChemBoom* présente une bonne résistance chimique : aux huiles minérales et huiles végétales ; à une large gamme d'acides inorganiques (à l'exception de solutions concentrées de certains d'entre eux) ; aux solutions d'hypochlorite de sodium ou de calcium, par exemple. Son application semble n'être toutefois pas recommandée sur les amides, cétones, aldéhydes, et est annoncée comme variablement adaptée sur certains autres produits (ex : alcools, phénols, glycols).

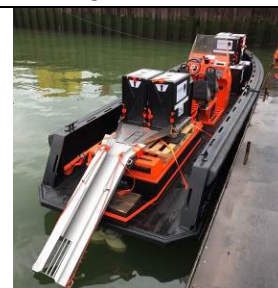


Vue d'une section du DESMI ChemBoom
(Source : DESMI)

Système de déploiement rapide pour barrage léger *T-Fence Boom HARBO*

Le constructeur néerlandais de navires de services *Tideman Boats*, spécialisé dans les navires à coque en polyéthylène haute densité (PEHD), a développé un modèle d'intervention baptisé *OSRC (oil spill response craft)*, en partenariat avec la société *HEBO Maritiemservice*.

Il est plus particulièrement destiné au déploiement, *a priori* plutôt en eaux abritées (portuaires, notamment), de barrages flottants jetables de type *T-Fence Boom*, de la société israélienne *HARBO Technologies*. Cette dernière avait en effet indiqué, suite au développement et aux essais de son concept de barrage²⁵, travailler au développement des moyens de son déploiement rapide (Cf. LTML n°44).



Prototype de l'OSRC (construction *Tideman Boats*) avec lanceur de barrage jetable *HARBO* (Source : <http://www.harbo-technologies.com>)

²⁴ poly(m-phénylèneisophthalamide)

²⁵ Pour mémoire, il s'agit d'un matériel léger, consommable, prévu pour un pré-positionnement au niveau de sites à risque (installations pétrolières, ports...) dont la vocation n'est pas de se substituer aux barrages « classiques » mais de proposer un moyen de primo-intervention d'urgence, comblant le délai nécessaire à la mobilisation et au déploiement de moyens plus lourds.



Vue d'une « cartouche » contenant 25 m de barrage léger T-Fence HARBO (Source : Cedre)

De fait, *HARBO* a présenté son produit, désormais mis sur le marché, à l'occasion du salon d'exposition d'*Interspill 2018* (Londres, 13-15 mars 2018).

Il s'agit d'un dispositif lanceur prévue pour des cartouches (dim. = 40 x 75 x 65 cm), contenant chacune 25 m de barrage léger (tirant d'eau 20 cm et tirant d'air de 12 cm), lequel est déployé de manière analogue, selon des propos du constructeur, au principe de déploiement de radeaux de survie gonflable. Le dispositif lanceur, amovible, est de taille relativement réduite (1 x 1,3 x 0,2 m).

Pour en savoir plus :

<http://www.harbo-technologies.com/product/>
<http://www.harbo-technologies.com/wp-content/uploads/2018/03/HARBO-spec.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=dy6g6sOrugs&feature=youtu.be>

Remorquage de barrages : petits navires de service *Seismic Workboats*

Un bateau d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures a été développé par la société portugaise *Seismic Workboats* (SWB) basée à Peniche, fruit d'une collaboration entre des ingénieurs portugais, anglais, américains et norvégiens. Fin 2017, le modèle a été testé et validé par l'Autorité maritime nationale de Portimão, suite à son implication dans un exercice de réponse à un déversement accidentel d'hydrocarbures dans le milieu marin. Y aurait en particulier été appréciée la stabilité du navire et sa capacité de traction à vitesse faible (du fait d'une hélice à pas variable).

Pour en savoir plus :

<http://www.swb.pt/>



Navire *Seismic Workboats* pour déploiement de barrages flottants (Source : SWB)

• Déchets marins

Macro-déchets en haute mer : phase de test du prototype *Ocean Cleanup*

En fin d'été 2017, la fondation néerlandaise *The Ocean Cleanup* a testé, en Mer du Nord, un premier segment de son nouveau prototype de barrage visant à la récupération en mer de macro-déchets, avant de nouveaux essais de déploiement du système réalisés au printemps 2018 en Californie (USA).

Après l'échec du concept antérieur de sections de barrages gonflables de haute mer (DESMI, en l'occurrence) ancrées sur le fond, l'ONG a opté pour un système flottant librement, et constitué d'une structure plus rigide : des tubes en polyéthylène haute densité (PEHD) équipés d'une jupe destinée à retenir et concentrer les objets flottants. Les tests de 2017 ont visé à comparer l'efficacité de divers systèmes d'attache entre le flotteur et la jupe (d'un tirant d'eau croissant progressivement depuis les extrémités distales du dispositif pour atteindre 3 m à son maximum).

En mai 2018, un essai de remorquage d'une section de 120 mètres du système a été réalisé dans le Pacifique, durant 2 semaines à environ 100 km au large de la baie de San Francisco, s'agissant d'analyser *in situ* le comportement et la durabilité du flotteur et de la jupe, dans différentes configurations (vitesse de remorquage, positionnement aux vagues et aux courants...) dans l'optique de l'assemblage (semble-t-il prochain) d'un premier système de récupération (longueur : 600 m) voué à être mis en œuvre dans les accumulations de déchets flottants du Pacifique nord.



Vue du flotteur du prototype : tubes en PEHD (Source : *Ocean Cleanup*)

Selon *Ocean Cleanup*, le prototype a présenté un comportement (flottaison et flottabilité) et une résistance satisfaisants dans les conditions météo océaniques rencontrées, confortant les espoirs des concepteurs issus des tests en Mer du Nord, et des résultats obtenus sur maquette ou d'après des modèles numériques. Un développement à suivre bientôt, la construction d'un dispositif complet, de 480 m, étant en cours pour un déploiement prévu en été 2018 dans l'aire dite du « vortex de déchets du Pacifique nord », l'idée étant de l'y mouiller dans une configuration en U à une ancre flottante anti-dérive (profonde).



Vue de la jupe (3 m de tirant d'eau)
(Source : *Ocean Cleanup*)

Pour en savoir plus :

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

• Récupération en mer

Confinement en fleuves et estuaires fort courant : essais des *Speed Sweep (DESMI)* et *MOS 15 (Lamor/Egersund)*

En 2017, le Cedre a évalué, dans l'estuaire de la Loire, les performances *in situ* de matériels de confinement et de récupération conçus pour les zones à fort courant, à la demande de ses partenaires publics (Direction des affaires maritimes et Cerema²⁶) et industriels (Total). Ces évaluations ont bénéficié du soutien logistique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN), du groupe *Sea Invest*, de la Subdivision des phares et balises de Saint-Nazaire, du FOST²⁷ de Total, et de la mise à disposition d'équipements et d'experts par les sociétés *DESMI*, *Lamor* et *Egersund*.

Dans la lignée des essais d'équipements *NOFI* en 2013 et en 2015 (*Current Buster 4* et *Current Buster 2*, respectivement) il s'agissait, en 2017, de tester diverses modalités de déploiement des barrages récupérateurs *Speed Sweep (DESMI)*²⁸ et *MOS 15 (Lamor/Egersund Group)*²⁹ : en mode dynamique (chalutage derrière 2 navires, ou 1 navire en association avec un paravane) d'une part, et en mode statique (ancrage sur point fixe à quai et ouverture par paravane ; retournement à la renverse de la marée) d'autre part.

Les tests ont permis d'apprécier, dans ces différentes configurations, la manœuvrabilité et l'efficacité des barrages pour la collecte d'un polluant flottant (simulé par des oranges et du popcorn) par des vitesses de courant dépassant 3 nœuds. Des enseignements en ont également été tirés, en matière de moyens annexes nécessaires à la mise en œuvre des dispositifs (manutention, remorquage, etc.). Le site d'essai, caractérisé par de forts courants et une renverse de marée brutale, a aussi permis d'appliquer à ces équipements, en mode statique, la procédure de repositionnement rapide (lors de la renverse) définie lors des essais de 2013.



Atténuation du courant de surface par filets en kevlar successifs au sein du *Speed Sweep* (Source : Cedre)



Vue des boudins déflecteurs concentrant la pollution vers le tunnel et la poche de confinement du *MOS 15* (Source : Cedre)



Positionnement du *Speed Sweep* en configuration statique, en association avec le *Ro-Kite* (Source : Cedre)

Les deux équipements ont donné de bons résultats en termes d'atténuation des courants dans la

²⁶ Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

²⁷ *Fast Oil Spill Team*

²⁸ Cf. LTML n°41

²⁹ Cf. LTML n°36

poche de collecte, permettant le confinement du polluant simulé jusqu'à des courants d'environ 3 nœuds en entrée de dispositifs, avec une efficacité commençant à s'altérer au-delà durant ces séries de tests. En mode de déploiement *via* un seul navire, les paravanes utilisés ont permis une bonne ouverture des dispositifs, par courants de l'ordre de 0,7 nœud (*DESMI Ro-Kite 1500*) à 1 nœud (*Egersund Sea Foil 15*; Cf. infra), à noter cependant que la forte traction du modèle proposé par *DESMI* nécessite un dimensionnement adapté des moyens nautiques (puissance).

Les essais en mode statique ont également permis de valider la faisabilité technique du pompage en continu depuis le quai (hauteur maximum testée de l'ordre de 5 mètre), et d'identifier la nécessité, pour certains des équipements, de moyens annexes (de levage par exemple) pour les manœuvres de retournement à l'échelle de marée.

En conclusion, si ces barrages récupérateurs repoussent bel et bien les limites d'efficacité des barrages traditionnels, de l'ordre de 0,7 nœuds en courant frontal, à environ 3 nœuds (fréquemment atteints en fleuves ou en estuaires), leur mise en œuvre requiert à l'évidence (i) l'anticipation d'un dimensionnement adapté des moyens nautiques (ex : ouverture des barrages, taille des paravanes...) et (ii) une maîtrise technique certaine, soulignant l'importance d'une formation et d'exercices réguliers à l'attention des opérateurs qui souhaiteraient s'en doter.

Paravanes du Groupe Egersund : Sea Foil 15 et 25

La firme norvégienne *Egersund Group* commercialise dorénavant son propre paravane, dispositif écarteur pour l'ouverture de barrages chalutés par un seul navire. Présentant une structure en forme d'aile verticale surmontée d'un flotteur, et dénommé *Seafoil*, il se décline en 2 tailles : les *Seafoil 15* (hauteur : 1,70 m) et *Seafoil 25* (hauteur : 2,20 m) respectivement conçus pour une utilisation couplée avec les barrages récupérateurs *MOS 15* et *25*.³⁰

Selon nos échanges avec le fabricant, un modèle *MOS River* et son paravane (*River Paravane*), destinés à être opérés par faibles hauteurs d'eau, seraient en cours de développement.

Pour en savoir plus :

<http://www.egersundgroup.no/oilspill/paravane>

<http://www.egersundgroup.no/oilspill/mos-sweeper->



Paravanes Seafoil 15 (à gauche) et Seafoil 25 (à droite)
(source Egersund Group)

● Absorbants

Absorbant hydrophobe Möbius à base de pneus recyclés

La société ukrainienne *Möbius Group LLC* propose un produit absorbant en vrac, consistant en granules, de couleur noire, d'un mélange de cellulose et de noir de carbone -ce dernier étant issu du recyclage de pneumatiques usagés. Un traitement chimique de ce matériau vise à lui conférer des propriétés hydrophobes, tandis que sa faible densité en fait un produit flottant.

Il présente un pouvoir absorbant de 4 fois son poids, et une bonne hydrophobie (capacité de rétention d'eau/capacité de rétention de pétrole inférieure à 0,25) selon les résultats de tests effectués selon la norme AFNOR NFT90-360.

Le fabricant propose son produit en vrac, ou conditionné en chaussettes (*Möbius sorbent boom*) constituées d'un filet en polymère (3 m de long, 13cm de diamètre).

Pour en savoir plus :

<http://mobius-sorbents.com/>



Absorbant en granulats de cellulose et noir de carbone traités, conditionnés en filet/chaussette (Source : Möbius)

³⁰ A noter que, pour l'écartement des bras du *MOS 50*, le plus grand modèle de barrage proposé par *Egersund Group*, le paravane associé est l'*Ocean Boomvane* du suédois ORC.

- **Détection/suivi *in situ***

Journée de démonstration de drones aquatiques

Organisée par le Pôle Mer Bretagne (PMB), une journée de démonstration de drones aquatiques s'est tenue sur le site de l'école navale de Lanvéoc Poulmic (29), fin septembre 2017. Un total de 120 personnes réunissant industriels, militaires, universitaires et associations a participé à une matinée de conférences, suivie de démonstrations de drones en mer et d'exposition de matériel.

Après l'accueil par le commandant de la base, le PMB a présenté quelques projets en cours sur la thématique des drones, et une première table ronde s'est focalisée sur la sécurité, la responsabilité et les perspectives réglementaires en matière d'usage de drones aquatiques. Alors que la réglementation pour l'utilisation de drones aériens est bien en place, ce n'est pas le cas pour le milieu marin. Un flou juridique persiste sur l'utilisation des drones aquatiques et sur la responsabilité des dommages qu'ils peuvent occasionner en cas, par exemple, de collision avec une embarcation. Ce problème fait l'objet de nombreuses réunions, notamment à l'OMI qui doit faire face à un essor très important de ce secteur et l'apparition sur le marché de drones, allant de la maquette de quelques centimètres aux projets de porte-conteneurs autonomes à propulsion électrique (dont des développements sont prévus [par exemple en Norvège](#)).

Au cours d'une seconde table ronde intitulée « accès au marché par les services », les sociétés françaises [Texys Marine](#) et [Kopadia](#) ont présenté leurs services, avant de débattre sur l'état du marché actuel et son évolution dans les prochaines années. En comparaison d'un ROV dont la location est de l'ordre de 100 k€/journée, les drones aquatiques offrent des solutions de mesures aquatiques nettement plus accessibles financièrement et techniquement. Leur essor semble donc certain et le marché prometteur, sauf durcissement de la législation.

La journée de démonstration s'est focalisée sur les drones, sans s'attarder sur les capteurs existants ou en cours de développement.



Démonstrations d'un drone de surface et de deux drones sous-marins (source : [TexysMarine](#))

La société [Kopadia](#), prestataire de services, propose des solutions de mise en œuvre d'armadas de drones sous-marin afin de cartographier des fonds marins, ou encore de surveiller des installations offshore dans le secteur pétrolier, parapétroliers, éolien offshore. La société [Texys Marine](#) fabrique elle-même ses drones de surface équipés de capteurs - principalement océanographiques. Les démonstrations faites au cours de la journée ont permis de montrer la facilité de mise en œuvre (faible poids) et de guidage que ce soit par télécommande « classique » ou *via* la définition d'un tracé sur une application cartographique de type [Googlemap](#).

En termes d'utilisation dans le domaine de l'antipollution, ces drones aquatiques sont des équipements qui pourraient intégrer l'arsenal des outils déployables dans le cadre des pollutions accidentelles. Equipés de capteurs adéquats, ils pourraient être utilisés pour lever le doute sur la présence de polluants gazeux ou dissous, à proximité, par exemple, de chimiquiers en difficulté ou encore d'épaves. Leur utilisation à des fins de détection de nappes d'hydrocarbures submergés est également une voie d'utilisation des drones sous-marins.

Enfin, cette journée a également été l'occasion de découvrir la [Sea Test Base](#), une plateforme dédiée aux tests de drones aquatiques localisée dans la rade de Brest. Le site dispose d'une embarcation de 12 m, d'un ROV, d'un atelier et d'un accès au domaine maritime pour la réalisation d'expérimentations sur différents types de drones et validation de capteurs en conditions réelles.

Projet POLLUPROOF

Le projet de recherche ANR POLLUPROOF (PROOF of POLLution), débuté en 2014 et dont l'objectif était d'améliorer le recueil de preuve de pollution par substances liquides nocives (annexe II de la convention MARPOL) déversées en mer par des moyens de télédétection aéroportés optique et radar, s'est clôturé fin 2017. Les acteurs impliqués (l'ONERA³¹, le Cedre, les

³¹ Office national d'études et de recherches aérospatiales

Douanes Françaises, AGENIUM, AvDEF³², le CEPPOL³³ et RDDC³⁴) ont évalué les performances de plusieurs capteurs pour détecter et caractériser 6 substances liquides nocives sélectionnées sur la base d'un travail expérimental en 2 étapes : l'étalonnage de capteurs optiques en bassin, et l'évaluation de capteurs optiques et radars aéroportés en conditions réelles en mer.

Dans le domaine optique, l'approche repose sur une comparaison des luminances spectrales obtenues lors de mesures en mer avec les signatures des polluants obtenues lors d'une calibration en bassin (base de données de référence). Certains polluants très évaporants (ex : heptane, méthanol) n'ont pas été observés ; les nappes d'autres substances, comme le xylène et l'huile de colza, ont pu être détectées. L'identification des produits détectés est réalisée par une méthode de corrélation spectrale.

Dans le domaine micro-ondes, les travaux réalisés en mer sur l'imagerie radar (SAR et SLAR) ont permis d'identifier diverses substances liquides : 2 produits sur 6 détectés par radar SLAR, et 3 sur 6 détectés en radar SAR. Au-delà de ces travaux constituant le cœur de la problématique POLLUPROOF, il a été exploré dans quelle mesure l'imagerie radar peut apporter des informations pour caractériser et quantifier des polluants en surface. Ainsi, 2 méthodologies basées sur l'exploitation de données radar acquises en polarisation double (images HH et VV) ont permis de démontrer l'intérêt de l'imagerie radar aéroportée ou satellitaire pour :

- mesurer, de façon relative, la quantité de polluant présent au sein d'une nappe ;
- caractériser le comportement d'un polluant sur la surface de mer (distinction entre un film en surface et un mélange dans la colonne d'eau).

Les résultats obtenus ouvrent la voie à des moyens d'investigations novateurs adaptés aux pollutions par substances liquides nocives en mer difficilement atteignables avec les moyens actuels.

Pour en savoir plus :

<http://w3.onera.fr/polluproof/>

Mesure acoustique de l'épaisseur de nappes et de fuites sous-marines par ROVs et gliders

Dans le cadre de son programme OSRR (*Oil Spill Response Research*), le BSEE (*Bureau of Safety and Environmental Enforcement*) avait financé, en 2015, le développement d'un prototype de véhicule sous-marin télé-opéré (ROV) embarquant des capteurs acoustiques peu coûteux, capables de mesurer, par en-dessous, l'épaisseur de nappes d'hydrocarbures (entre 500 µm et plus de 3 cm) (Cf. LTML n°41)³⁵. Dans ce contexte, *Applied Research Associates (ARA)* et le *Virginia Institute of Marine Science (VIMS)* avaient conçu un ROV équipé de 4 transducteurs acoustiques (et de 2 caméras vidéo et d'1 thermomètre) permettant, au final, de détecter par le dessous et de cartographier des épaisseurs d'hydrocarbures.

Evoluant le long de rails fixés en fond de bassins d'essais, ce prototype avait été livré à l'*OHMSETT* dans la perspective de développements plus avant en matière d'estimation des volumes d'hydrocarbures émis à partir d'une source sous-marine : il s'agissait en particulier d'intégrer (i) les résultats de travaux précédents du *VIMS*³⁶, lequel avait également évalué l'apport de ces méthodes acoustiques à la mesure des tailles de gouttelettes au niveau de fuites profondes et (ii) la technique de rétrodiffusion acoustique pour la mesure de taille de bulles de gaz.

C'est ainsi qu'un nouveau projet financé par le BSEE, et dont les conclusions ont été publiées en 2017, a évalué la faisabilité de transférer les capteurs acoustiques *ad hoc* vers des plateformes évoluant (à la différence du prototype existant) librement dans la masse d'eau, pour permettre le déploiement *in situ* de la technologie à la source de jets sous-marins de pétrole, d'une part, et sous les nappes de surface, d'autre part.

³² Aviation Defense Service

³³ Centre d'expertises pratiques de lutte antipollution

³⁴ Recherche et développement pour la défense Canada

³⁵ Et aussi : Panetta, P., McElhone, D., Carr, L., & Winfield, K. (2015). [Acoustic Tool to Measure Oil Slick Thickness at Ohmsett](#). Bureau of Safety and Environmental Enforcement. Sterling, VA. Final Report for U.S. Department of the Interior & Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE), Herndon, VA. Project #1028. 55 pp.

³⁶ Menés dans le cadre d'un [projet antérieur du BSEE](#), en 2014, visant à développer des outils de mesure de l'efficacité de la dispersion sous-marine

Celui-ci a, à nouveau, été confié à ARA et au VIMS.

Au cours du projet, 2 types d'engins ont été évalués dans les bassins de l'*OHMSETT* : un appareil télé-opéré (ROV) *SeaBotix LBV150*, et un appareil autonome (glider) *Teledyne Slocum*.



Gauche : ROV en cours de mesure de tailles de bulles de méthane et de gouttelettes de brut ; Droite : *Glider* en cours de mesure d'épaisseur de nappe flottante de pétrole brut
(Source : ARA / VIMS)

Le premier s'est montré capable de mesurer efficacement à la fois l'épaisseur des nappes de surface et la distribution de taille des bulles de gaz et de gouttelettes de pétrole ; le second a été utilisé pour la mesure d'épaisseur des nappes de surface, où il s'est avéré efficace en présence ou en absence de vagues. Cela étant, des limitations sont apparues en lien avec le montage des transducteurs acoustiques sur le châssis du ROV comme du *glider*, et de leur nécessaire câblage aux dispositifs de traitement informatique des données collectées, entraînant une altération de la mobilité et de la stabilité des engins. Celles-ci ont surtout concerné le ROV, bien que de manière variable selon les missions. L'impact des capteurs et câbles nécessaires aux mesures d'épaisseur a pu être contrebalancé par un ballastage et un montage revu des capteurs, permettant à l'engin de rester contrôlable et pilotable (dans certaines limites de courants et de vagues). En revanche, les transducteurs et récepteurs -relativement volumineux et lourds- requis pour la mesure de la taille des bulles et des gouttelettes d'huile ont très significativement affecté la dynamique du véhicule testé. Un déploiement en milieu naturel nécessiterait à cet égard un ROV de plus grande dimension.

Ces résultats³⁷ restent cependant prometteurs, en démontrant le potentiel de la rétrodiffusion acoustique pour mesurer la distribution de taille de bulles de gaz, et l'intégrabilité de la technologie à l'ensemble de capteurs acoustiques ainsi porté par une seule plate-forme mobile.

Pour en savoir plus :

Panetta P.D., Argo T., Du H., Gong D., Ferris L.N. & Kidwell J., 2017. [Development of acoustic methods to measure oil droplet size and slick thickness on ROV and AUV platforms](#). Final Report for U.S. Department of the Interior & Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE), Sterling, VA. Project # 1065. 80 pp.

• Brûlage *in situ*

Recherche de technologies pour la réduction des suies et des résidus imbrûlés

Une équipe de chercheurs du *Worcester Polytechnic Institute (WPI)* spécialisés en ingénierie de la sécurité incendie a, dans le cadre d'un projet financé par le *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)*, développé et testé une nouvelle technologie de brûlage *in situ (ISB)* dans l'installation d'essais [Joint Maritime Test Facility \(JMTF\)](#) de Little Sand Island (Baie de Mobile, Alabama, et opérée par le Centre de Recherche & développement de l'*US Coast Guard -USCG RDC-* et le *Naval Research Laboratory -NRL*)³⁸.

Après une phase de développement et d'évaluation à l'échelle du laboratoire, le projet a abouti au développement d'un prototype, nommé *Flame Refluxer*[®], concept incluant un système de retour de chaleur dont l'objectif attendu est d'améliorer l'efficacité de la combustion et de réduire ainsi les émissions atmosphériques (panaches de suies, notamment) résultant des opérations d'*ISB*.

³⁷ Qui ont valu au 'Niveau de maturité technologique' (*Technology readiness level*, ou TRL) de ce concept d'être élevé au niveau 6.

³⁸ Y sont notamment réalisées, depuis les années 1990 (avec une interruption entre 2005 et 2015, suite aux dégâts causés par l'ouragan *Katrina*), des évaluations de l'efficacité des barrages anti-feu grâce à la mise en place d'un bassin peu profond dédié à la mise en œuvre d'opérations d'*ISB* expérimentales.

Incidentement, le prototype s'est également avéré présenter un potentiel de rétention des résidus imbrûlés susceptibles de couler dans l'eau.

Selon les descriptions du WPI, le *Flame Refluxer*[®] est composé de 48 bobines métalliques reliées à une sorte de plaque circulaire de près d'1,50 m de diamètre, elle-même constituée d'une couche de laine de cuivre disposée entre 2 maillages de cuivre. L'ensemble est conçu pour être placée sur le pétrole préalablement concentré lors des opérations de chalutage de nappes.

Dans les conditions expérimentales au JMTF, la couche de pétrole brut était maintenue à une épaisseur d'environ 1 cm pendant la durée des brûlages (entre 10 et 20 minutes).

Au cours des essais réalisés en 2017, un certain nombre de paramètres ont été mesurés, dont les températures au-dessus du feu, les émissions produites (dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, particules...), etc., et la plaque de laine de cuivre a été pesée avant et après chaque brûlage.

Les résultats obtenus ont mené à la conclusion que, une fois l'ignition réalisée, les serpentins métalliques et la structure en cuivre retransmettent la chaleur produite par le feu vers l'huile flottante, augmentant la vitesse (quantité brûlée par minute 4 à 5 fois plus importante que sans *Flame Refluxer*[®]) et l'efficacité de la combustion. Il en résulte une réduction sensible des émissions atmosphériques de suies (visible à l'œil nu d'après le WPI), mais aussi des résidus semi-solides imbrûlés, lesquels sont retenus par la laine de cuivre.



Le prototype du Flame Refluxer[®] testé dans les installations du JMTF de Little Sand Island (Source : WPI)



Gauche : Installation du prototype par les ingénieurs du WPI dans le bassin du JMTF (noter l'utilisation d'un barrage anti feu American Fireboom d'Elastec) ; Centre : Vue des panaches de suie (relativement peu denses, d'aspect grisâtre) générés par l'ISB avec Flame Refluxer ; Droite : vue du prototype en fin de brûlage de nappe ; (Source : WPI)

Dans l'attente de la publication d'un rapport présentant les résultats détaillés de ce projet, les chercheurs du WPI ont indiqué que cette technologie est d'une conception laissant envisager la possibilité de produire ce type de matériel dans des tailles plus grandes, pour un coût relativement réduit... et pour des applications autres, notamment la destruction de déchets dangereux.

Pour en savoir plus :

<https://www.wpi.edu/news/wpi-bureau-safety-and-environmental-enforcement-and-us-coast-guard-successfully-test-novel-oil>

● Anciens accidents

Pollution de l'Exxon Valdez, 28 ans après : état des hydrocarbures résiduels et perspectives.

De nombreuses études scientifiques ont été publiées³⁹, qui montrent la persistance, plus de 20 ans après l'accident du pétrolier *Exxon Valdez* (1989, Golfe d'Alaska), d'hydrocarbures résiduels sous la surface des sédiments du littoral, géologiquement complexe, caractérisant l'aire affectée par la pollution. Pour mémoire, ces constats concernent des poches localisées où tous les hydrocarbures n'avaient pu être récupérés et ont persisté, au-delà des premières années post-accident, sous

³⁹ Cf., par exemple :

BOEHM P.D., NEFF J.M., and PAGE D.S., 2007. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in the waters of Prince William Sound after the Exxon Valdez oil spill: 1989-2005. *Marine Pollution Bulletin* 54 (3): 339-367.

SHORT, J. W., G. V. IRVINE, D. H. MANN, J. M. MASELKO, J. J. PELLA, M. R. LINDEBERG, J. R. PAYNE, W. B. DRISKELL, and S. D. RICE, 2007. Slightly weathered Exxon Valdez oil persists in Gulf of Alaska beach sediments after 16 years. *Environ. Sci. Technol.* 41:1245-1250.

forme d'émulsion pâteuse dans des conditions pénalisant leur biodégradation rapide par les bactéries.

Soutenue par le conseil des mandataires du suivi des conséquences de l'accident de l'*Exxon Valdez* (*Exxon Valdez Spill Trustee Council*, ou *EVOSTC*), une synthèse sur le sujet a été réalisée par le consultant *Research Planning*. Publiée récemment, elle fournit une revue de la littérature scientifique disponible quant aux déterminants physiques et géomorphologiques de la persistance du pétrole dans les sédiments intertidaux de la baie du Prince William.

L'article synthétise également les diverses approches modélisatrices déployées à ce jour dans le but d'évaluer l'étendue spatiale et les quantités d'hydrocarbures résiduels, en affinant les conclusions *via* la prise en compte de données supplémentaires.

Sur la base du corpus de connaissances accumulées, il permet, 28 ans après le déversement, de consolider les constats suivants :

- En 1989, environ 17 750 tonnes de pétrole se sont échouées sur les littoraux touchés, une quantité dont il est admis que seulement 2% y subsistaient 3,5 ans plus tard ;
- Ces 2 % consistent en résidus de 5 à 20 cm d'épaisseur, piégés sous 10 à 20 cm de substrat propres, essentiellement dans des sédiments hétérogènes composés de sables fins et de cailloutis. Ces derniers ont souvent surmontés d'une couche de roches anguleuses formant une « armature », typique de la surface des estrans impactés (*armored beach*) et qui protègent de l'hydrodynamisme les couches sub-superficielles, également marquées par une faible circulation d'eau interstitielle et une porosité limitée. Autant de facteurs y favorisant la persistance des résidus, en lien direct avec l'intensité de la souillure initiale ;
- La pollution résiduelle des estrans s'inscrirait actuellement sur une aire totale de 30 hectares, pour un linéaire d'un peu plus de 10 km. Elle représenterait environ 227 tonnes, soit 0,6 % du total déversé.

Enfin, la compilation des résultats d'analyse du brut de l'*Exxon Valdez* conclut à sa faible biodisponibilité et à un état de vieillissement tel que son taux de dégradation, extrêmement faible, en laisse présager la rémanence pour encore plusieurs décennies.

Dans le même numéro de la revue *Deep Sea Research*, des scientifiques de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* et du *National Marine Fisheries Service (NMFS)*, ont publié un article exposant les résultats d'échantillonnages réalisés au cours de l'été 2015 sur des sites préalablement suivis et identifiés comme recelant du pétrole résiduel. Ce dernier était toujours présent dans 8 des 9 sites investigués, de surcroît sans que des changements notables y soient intervenus au cours de la période 2001-2015, qualitativement (degré de vieillissement, distribution spatiale) ou quantitativement. Globalement, cette nouvelle étude vient conforter les conclusions tirées de la synthèse évoquée plus haut, soulignant *via* ses nouvelles données comment la biodégradation du pétrole séquestré dans les sédiments est rendue négligeable par les conditions y siégeant (protection de l'action physique du milieu ; niveaux d'oxygénation défavorable à la biodégradation, etc.).

Pour en savoir plus :

Nixon Z. & Michel J., 2018. A Review of distribution and quantity of lingering subsurface oil from the *Exxon Valdez* Oil Spill. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 147, pp 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.07.009>

Lindeberg M.R., Maselko J., Heintz R.A., Fugate C.J., & Holland L., 2018. Conditions of persistent oil on beaches in Prince William Sound 26 years after the *Exxon Valdez* spill. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 147, pp 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.07.011>

• Epaves

Epaves potentiellement dangereuses : « isolement » par sédimentation de minéraux ?

Une nouvelle méthode de gestion des épaves de navires citernes potentiellement polluantes a fait l'objet d'une publication, dont les auteurs regroupent des experts espagnols (de l'Institut des sciences de la mer⁴⁰, du Centre de recherche énergétique, environnementale et technologique⁴¹ et

⁴⁰ Instituto de Ciencias del Mar

⁴¹ Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

de services du Ministère de l'Économie et des Finances⁴²), et américains (*Pennsylvania State University*). Cette méthode consiste, via l'ensevelissement de l'épave à « neutraliser » sous des couches de minéraux, à « isoler » celle-ci, source de fuites potentielles, de l'environnement marin.

L'article présente les résultats d'une étude qui en plusieurs volets, a trait à la granulométrie, aux propriétés de sédimentation, et à la modélisation du comportement de dépôts de minéraux (pente, consolidation/tassement, etc).

En bref, moyennant la prise en compte des conditions environnementales locales (ex : profondeur, stratification des masses d'eau, profils verticaux de vitesse des courants...) les auteurs suggèrent, d'après les résultats de leurs travaux, qu'une couche de sépiolite (une argile) de 2,5 m d'épaisseur suffirait à recouvrir une épave immergée pour constituer une barrière efficace à la remontée d'hydrocarbures (ou d'autres fluides de densité inférieure à celle de l'eau de mer).

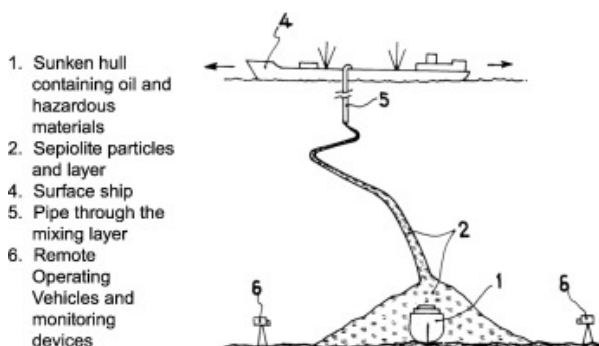


Schéma de principe du recouvrement d'une épave potentiellement polluante par une « dune » de sépiolite (Source : García-Olivares et al., 2017)

En appuyant leurs calculs sur le fait que les courants et le forçage hydrodynamique sont généralement amoindris dans les couches profondes des fonds marins, qu'ils estiment de 3 ordres de grandeur inférieurs aux valeurs nécessaires à l'érosion de grains de sépiolite de 6 mm de diamètre, les auteurs estiment à une centaine d'année la pérennité de tels dépôts de minéraux.

Ce concept est ici suggéré comme une alternative à l'extraction des fluides polluants d'épaves en milieu marin, souvent lourde logistiquement, coûteuse, et parfois difficile à réaliser de manière complète.

Pour en savoir plus:

García-Olivares A., Agüero A., Haupt B.J., Marcos M.J., Villar M.V. & dePablos J.L., 2017. [A system of containment to prevent oil spills from sunken tankers](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.152). *Science of The Total Environment*, 593–594, 242-252. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.152>

● Impact environnemental

La pollution de *Deepwater Horizon* et le macrobenthos des marais littoraux de Louisiane

Un article scientifique édité par la revue *Marine Ecology Progress Series* a récemment présenté les résultats d'une méta-analyse des données cumulées sur plus de 5 ans, publiées comme non publiées, relatives à l'étude des populations de littorines *Littoraria irrorata* au sein des linéaires de marais de Louisiane affectés, du moins en frange (15 m au plus large), par la pollution issue de l'accident de la plateforme *Deepwater Horizon* en avril 2010.

Par rapport aux données échantillonnées sur des sites-contrôles, les auteurs de ce suivi concluent à une diminution significative, 5 ans après l'évènement et au sein des aires les plus affectées, des densités des populations, d'une part, et de la taille des individus adultes, d'autre part. Des résultats suggérant une restauration localement toujours incomplète de cette espèce représentative de cet habitat littoral.

Initialement réduites de 73 % en franges les plus souillées en 2010 (bande de 6 m de large au plus), les densités des populations de littorines ont témoigné d'un processus de restauration significatif jusqu'en 2013, plafonnant ensuite en-deçà des niveaux des sites contrôle et de ceux ayant présenté de faibles niveaux de souillure en 2010, entièrement rétablis dès 2012 (bande entre 6 et 15 m de la bordure du marais).

Sur les sites les plus pollués, la hauteur moyenne des coquilles a connu un fléchissement en 2011, un retour à la normale en 2012, et un déclin par la suite (2012-2015). En comparaison, aucun effet sur la taille n'a été observé dans les secteurs peu ou pas pollués. Ces différences dans la

⁴² MINECO

distribution de classe de taille des populations sont attribuées par les auteurs à une altération à relativement long terme du recrutement de ce mollusque⁴³ sur les sites les plus pollués en 2010.

En conclusion, l'étude suggère une restauration des populations de macrogastéropodes de marais littoraux qui nécessiterait plusieurs années localement, c'est-à-dire dans les secteurs les plus affectés en 2010. Résultant probablement d'une conjugaison de paramètres (ex : présence de polluant résiduel, délais de reconstitution du couvert végétal⁴⁴, caractéristiques du cycle biologique de l'espèce en question...), ces constats viennent rappeler la sensibilité de ces habitats, et l'enjeu sous-jacent à la mise en œuvre de mesures pour leur nettoyage, voire leur protection, en cas d'accident. Sur un plan scientifique, ils soulignent également l'intérêt, de suivis à long terme en pareils habitats pour l'élargissement des connaissances quant aux effets potentiels des déversements accidentels.

Pour en savoir plus :

Zengel S., Weaver J., Pennings S.C., Silliman B., Deis D.R., Montague C.L., Rutherford, N., Nixon Z., & Zimmerman A.R., 2017. [Five years of Deepwater Horizon oil spill effects on marsh periwinkles *Littoraria irrorata*](#). *Marine Ecology Progress Series*, 576:135-144.

Pollution de *Deepwater Horizon* : impact du nettoyage littoral Vs. impact du pétrole ?

Le déversement accidentel issu de l'accident de la plateforme *Deepwater Horizon* (DWH), en 2010 dans le Golfe du Mexique au large des états du sud des Etats-Unis, a été caractérisé sur le littoral par des arrivages de pétrole brut qui ont rapidement été enfouis, du fait des conditions hydrologiques et de la dynamique sédimentaire locales. Cette situation a donné lieu à des épisodes de remobilisation des boulettes enfouies de pétrole brut résiduel vieilli, pendant quelques années dans certaines localités. En outre, les critères d'arrêt de nettoyage fixés pour de nombreuses plages de sable, du fait de sensibilités diverses (économique, environnementales), ont résulté en la mise en œuvre d'opérations de collecte répétées, et parfois agressives⁴⁵, sur des dizaines de km de littoral en Louisiane, Alabama et Floride, dans des sites touristiques notamment.

C'est dans ce contexte de traitement éventuellement intensif et renouvelé que des experts de l'Université de Caroline du Nord, de l'agence fédérale *United States Fish and Wildlife Service* et d'un bureau de consultance privé (*Research Planning*), ont publié un article proposant une méthode de catégorisation de l'impact de la réponse ('*response injury*') sur l'environnement benthique de plages sableuses. Celle-ci vise à fournir, en plus de leur évaluation dans le cas de l'accident de *DWH*, un cadre d'évaluation des impacts potentiels sur la faune benthique, en fonction de l'agressivité et de la fréquence d'application des techniques de nettoyage mises en œuvre sur ce type de milieux (depuis le nettoyage manuel ponctuel jusqu'aux traitements mécaniques lourds), et en considérant les principaux types de perturbations associées (piétinement, circulation d'engins, extraction/perturbation physique du sédiment, enlèvement de la laisse de mer, etc.).

Ce travail s'est basé sur les archives disponibles quant aux opérations menées suite à la pollution de *DWH*, mais aussi sur les données de la littérature en matière (i) de types de perturbations engendrées par les techniques de nettoyage des plages de sable, et (ii) des communautés benthiques représentatives de l'environnement considéré.

On en retiendra comment cette évaluation semi-quantitative (application d'un niveau d'impact de la réponse -*response injury score*- aux secteurs de chantiers) a permis de souligner l'intensité et la durée des niveaux de perturbation du milieu sédimentaire sur les sites récréatifs/touristiques, excédant ceux rapportés dans la littérature pour des substrats de nature comparable. Des résultats qui poussent les auteurs à suggérer la consolidation, via des études appropriées, des connaissances sur les impacts potentiels et la restauration des populations benthiques des plages sableuses, afin de vérifier la perception communément acceptée selon laquelle celles-ci sont relativement peu sensibles (car se restaurant rapidement) aux perturbations ponctuelles.

Pour en savoir plus :

Michel J., Fegley S.R., Dahlin J.A. & Wood C., 2017. [Oil spill response-related injuries on sand beaches: when shoreline treatment extends the impacts beyond the oil](#). *Marine Ecology Progress Series* 576, 203-218.

⁴³ Selon un processus (installation ou survie des classes d'âge de recrues), et donc une modalité de l'influence exercée par la pollution, qui reste à élucider.

⁴⁴ *Littoraria irrorata* est en effet une espèce brouteuse dont le régime alimentaire inclut pour une large part la microfonge se développant sur les feuilles des phanérogames –spartines notamment dans les marais ici considérés.

⁴⁵ Par exemple d'excavation, de hersage, de criblage (parfois par des unités de grande taille nécessitant une lourde logistique), etc.

- **Amendes et poursuites**

Prestige, 15 ans après : montant des indemnités prononcé par le tribunal de la Corogne

En novembre 2017, le tribunal de la Corogne (Espagne) a annoncé avoir fixé à 1,573 milliards d'euros le montant de l'indemnisation que l'Etat espagnol doit recevoir des responsables de la marée noire causée par le naufrage du *Prestige* en 2002, quinze ans plus tôt donc. Ce jugement prévoit également le versement de 61 millions d'euros à l'Etat français, lequel avait estimé à 109 millions d'euros les dommages induits par la pollution aux victimes françaises.

Par ailleurs, un total de 272 parties civiles ont été retenues (dont de nombreuses collectivités de Galice) parmi lesquelles on citera, côté français, les 17 communes landaises qui avaient engagé en commun des procédures judiciaires devant les autorités espagnoles, et qui se sont vu accorder 460 000 €, ainsi que les communes basques de Saint-Jean-de-Luz et de Bidart qui percevront, respectivement, 131 000 € et 63 000 €.

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 ».