



**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 n°56

2022-2

Contenu

• Principaux déversements accidentels	3
MER & LITTORAL	3
Déversement de gazole dans une crique littorale (<i>M/V Arabian</i> , Great Exuma, Bahamas)	3
Acte de sauvegarde : échouement volontaire et minimisation du risque de pollution (<i>OS 35</i> , Gibraltar)	3
Pollution estuarienne suite au naufrage d'un pétrolier caboteur (<i>Sagor Nandini-2</i> , Bangladesh).....	5
EAUX INTERIEURES	5
Déversement de <i>dilbit</i> suite à une rupture de pipeline (<i>Keystone Pipeline System</i> , Kansas)	5
• Synthèse sur les déversements accidentels d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses survenus dans le monde en 2022	8
MER & LITTORAL	8
Volumes déversés	8
Localisation des déversements	9
Evènements à la source des déversements	10
Cause des déversements.....	10
Produits déversés.....	11
EAUX INTERIEURES	11
Sources des déversements.....	12
Types de produits déversés.....	13
Evènements.....	14
Causes	15
• Statistiques	15
Réseau national de surveillance des macrodéchets sur le littoral	15
Philippines : analyse de séries de données de déversements accidentels d'hydrocarbures.....	17
Point de vue du Rempec sur les pollution en mer Méditerranée: tendances et perspectives	17
• Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales	18
Réponse littorale et systèmes d'aéronefs sans équipage : manuel technique (<i>NOAA</i>)	18
Cedre : guide « Intervention en récifs coralliens »	19
• Initiatives de l'industrie pétrolière	19
Évaluation et compensation des dommages socio-économiques par pollution pétrolière	19
• Détection	20
Détection <i>in situ</i> d'hydrocarbures enfouis : évaluations de détecteurs GC/MS au Cedre.....	20
• Déchets/débris flottants	21
MER & LITTORAL	21
Etude des microplastiques flottants : outil d'échantillonnage passif <i>SB BUOY</i>	21
PLANS D'EAU SEMI-ABRITES.....	21
Dispositifs fixes de poubelles flottantes : estimation des performances	21
• HNS	22
Evaluation du risque des déversements de produits évaporants et gazeux : projet MANIFESTS et suites..	22

Nouvelles énergies de propulsions : évaluation du risque d'impact d'un déversement d'ammoniac en eaux marines	24
• Confinement	25
Déploiement de barrages : paravanes Vikoma pour eaux intérieures ou pleine mer	25
• Recherche	26
Fiouls à faibles teneurs en soufre : incidences potentielles sur la collecte sur l'eau et le nettoyage littoral (projet <i>IMAROS</i>)	26
• Impacts	27
Plages sableuses et pollution de 2019 au Brésil : quels impacts sur l'écosystème benthique ?	27

- **Principaux déversements accidentels**

MER & LITTORAL

Déversement de gazole dans une crique littorale (M/V *Arabian*, Great Exuma, Bahamas)

Le 19 juillet 2022, dans l'archipel des Exumas (Bahamas), la défaillance d'une conduite sur le petit navire de fret M/V *Arabian* contracté par la société *Sun Oil* (distributeur bahaméen indépendant de carburants et de lubrifiants) a causé un déversement de plus de 130 m³ de gazole dans les eaux littorales d'une petite crique proche de George Town (île de Great Exuma). L'accident s'est produit durant une livraison de carburant vers un stockage de la compagnie *Bahamas Power & Light (BPL)*, et a été suivi de premières actions d'urgence par l'équipage, notamment de pose d'absorbants près du point de fuite.

Sous l'action des vents, le gazole a été poussé en fond de la crique, laquelle a immédiatement été « fermée » par un barrage flottant afin de prévenir l'extension ultérieure du polluant. Supervisées par le *Department of Environmental Planning and Protection (DEPP)*, les opérations de récupération sur l'eau ont été menées au moyen d'équipements de pompage mis à disposition par *BPL* et, en complément, d'absorbants divers (boudins, feuilles, tapis...).

Deux jours après l'incident, le *DEPP* indiquait le retrait de 80 % du gazole déversé, sans extension constatée aux criques adjacentes.



19/07/2022 : Déversement de gazole poussé par les vents dans une crique de Great Exuma, confinée par barrages flottants (source : Ministry of Public Works & Utilities)

S'il a favorisé la collecte du polluant flottant dans l'anse, en l'y confinant naturellement, l'hydrodynamisme local a en revanche causé le mélange d'une partie du gazole dans les sables du haut d'estran. Confirmée par des sondages, cette diffusion dans les substrats a poussé le *DEPP* à demander le retrait localisé des sédiments pollués (pour traitement *ex-situ* ou, à défaut, mise en décharge en site autorisé), et à prolonger l'interdiction d'accès au site durant 3 semaines, en attente de l'achèvement du nettoyage fin et d'évaluations des teneurs en gazole dans le sable.

En l'absence de récif corallien ou d'herbier, le confinement du produit léger (à teneur élevée en composés toxiques, à défaut d'être persistant), n'a pas généré d'impact environnemental visible dans la crique selon le *DEPP*.

Acte de sauvegarde : échouement volontaire et minimisation du risque de pollution (OS 35, Gibraltar)

Le 29 juillet 2002, le vraquier *OS 35* (178 m, 35 362 TPL, battant pavillon de Tuvalu) quitte le port de Gibraltar avant d'entrer en collision avec le méthanier *Adam LNG*, naviguant à lège, dans la baie de Gibraltar. La structure du vraquier, lequel transporte des barres d'acier et emporte en soutes environ 235 m³ de fioul lourd à basse teneur en soufre (LSFO) et 290 m³ de gazole¹, est endommagée et victime d'une voie d'eau. L'Autorité Portuaire de Gibraltar (*GPA*) fait remorquer l'*OS 35* dans l'Est de la baie de Catalan pour l'y échouer, dès le lendemain, et ainsi prévenir un naufrage et une crise de plus grande ampleur. Dès ces stades précoces, plusieurs moyens de lutte en mer et de surveillance aérienne sont placés en alerte.

¹ Soit, respectivement, environ 220 et 255 tonnes.



31/08/2022 : L'OS 35, échoué dans Catalan Bay
(Source : Gibraltar Port Authority)

Le navire est remorqué vers des fonds meubles, où il repose partiellement submergé, à 700 mètres de la côte environ par une hauteur d'eau de 15-20 m.

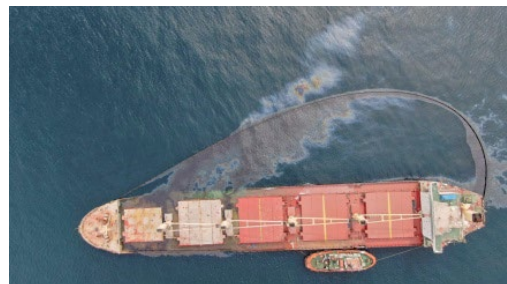
Une inspection en plongée conclue à sa fracture significative (10mx4m) sur tribord : peu après l'évacuation des membres d'équipages, il se brisera en 2 parties le 31 août. Suite à l'échouement, le GPA décide d'une zone d'exclusion de 200 m autour de l'épave, et des contacts sont établis avec le port espagnol d'Algésiras en vue de coordonner les ressources régionales (dont les moyens spécialisés de *Salvamento Marítimo*) en cas de pollution.

La priorité porte, à ce stade, sur les options de sécurisation et de sauvetage du navire, incluant le pompage des carburants² : à cet égard, l'opérateur (*Old Stone Management Ltd*) et le P&I du navire mandatent la compagnie *Resolve Marine Services* ; en parallèle, l'OSRL est sollicité par les autorités britanniques en vue d'une assistance et de conseil techniques en cas de déversement d'hydrocarbures de niveau 2 ou 3 dans les eaux de Gibraltar. Les plans opérationnels prévoient d'amarrer une barge de soutage le long de l'OS 35 pour commencer la vidange des soutes à fioul et autres fluides potentiellement polluants, dont la durée nécessaire est estimée à une cinquantaine d'heures de pompage *a priori* (i.e. conditions météo le permettant). Aucune fuite significative n'est observée à ce stade -les vannes à carburant ont été isolées avant la rupture, et un linéaire d'environ 400 m de barrage flottant est maintenu de manière préventive autour de l'épave, qui fait l'objet d'une surveillance permanente et d'expertises supplémentaires menées à bord.

Lors de la rupture de la coque, les 2 sections ne sont pas complètement désolidarisées, mais à risque de le devenir : la GPA et le *Gibraltar Contingency Council* (GCC) classent la crise en « incident majeur » (MAJAX), permettant la mobilisation de toutes les ressources disponibles : tous les navires de service et moyens (barrages flottants, notamment) du Port sont placés en *standby* ; 2 navires se tiennent prêts pour d'éventuelles opérations de confinement et de récupération en mer ; des barrages supplémentaires sont déployés le long de littoraux pressentis comme à risque en cas de déversement. C'est suite à cette rupture que des fuites de lubrifiants ont été constatées : relativement confinées à l'intérieur des barrages flottants, elles donnent lieu à des tentatives de collecte par écrémeurs opérés à partir d'une barge drague.

Dans les jours suivants, la situation évolue relativement peu en termes de pollution.

Le 1^{er} septembre néanmoins, les reconnaissances aériennes de *Salvamento Marítimo*, complétées de la surveillance par drones, permettent de détecter des fuites de LSFO, dont une partie s'échappe hors de la zone de confinement³. Des opérations de chalutage de barrages, remorqués en J par les moyens nautiques du GPA et de *Salvamento Marítimo* (navire spécialisé *Luz de Mar*), sont lancées. Le 5 septembre, le Gouvernement de Gibraltar indiquera un bilan de collecte sur l'eau de 21 m³ de fioul de propulsion au sein de la zone de confinement (i.e. autour de l'OS 35), et approximativement 4 m³ au niveau des traînées dérivantes en mer.



01/09/2022 : Vue aérienne de l'OS 35 et des fuites de carburant, partiellement confinées par barrages flottants (Source : Gibraltar Port Authority)

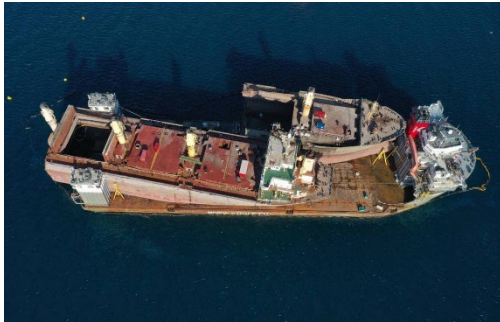
Bien avancées dès le 2 septembre (réalisées à 80%), les opérations d'allègement des soutes sont finalisées le 6 septembre. Selon les chiffres communiqués au Gouvernement de Gibraltar par la société de sauvetage, respectivement 124 et 310 m³ de fioul et de gazole -volumes incluant une part d'eau de mer- ont été extraits

² A noter qu'une fuite de fluide hydraulique, à partir d'une grue de pontée, motive la pose d'un barrage flottant et de boudins absorbants autour du navire.

³ L'origine de la fuite est rapidement identifiée par les experts projetés à bord de l'épave ; il s'agit de 2 événements de soutes, obturés mais dont l'étanchéité a été compromise lors de la rupture de la structure. Ils seront rapidement colmatés par des plongeurs.

de l'épave. S'ouvre, à partir de cette date, la phase de traitement de l'épave en vue de son retrait. Si la proue est ensouillée, la partie arrière, bien qu'inondée, demeure mobile sous l'action des courants : elle est volontairement coulée pour la stabiliser, en perspective des quelque 6 mois de travaux annoncés par *Resolve Marine*.

Les moyens de la société *Koole Contractors*, le remorqueur/poseur d'ancres *Koole 42* et la barge *H-283*, rejoindront Gibraltar début janvier 2023, en provenance du Suriname, pour initier les travaux de retrait des grues de pontée et de dégager les panneaux de cales.



Les 2 sections de la structure de l'OS 35, relevées à bord du semi-submersible *Fjord* (Source : *Koole contractors*)

L'enlèvement de la cargaison sera mené à l'arrivée de moyens supplémentaires (remorqueur *Koole 31* et barge *K10030*), équipés des équipements nécessaires au levage des 33 632 tonnes de barres d'acier.

En avril 2023, le gouvernement de Gibraltar a signalé que des déplacements de l'épave, en suite de conditions météorologiques, avaient causé quelques fuites d'un volume -mineur- de carburant (assignées aux contenu résiduel, impompable, des conduites entre les soutes et la salle des machines). Si des reconnaissances littorales ont été initiées à cette occasion, elles n'ont, à notre connaissance, conduit à aucun constat d'arrivages significatifs.

Les deux sections de l'OS 35 ont été renflouées à la fin juin 2023, avant leur évacuation le 3 juillet, à bord du navire semi-submersible *Fjord*, à destination du site de démantèlement final (Amsterdam, Pays-Bas), marquant la fin d'une crise qui n'aura, au final et au regard des informations disponibles, engendré que le déversement d'un volume modéré (de l'ordre de la centaine de m³ probablement) d'hydrocarbures dans l'environnement marin.

Pollution estuarienne suite au naufrage d'un pétrolier caboteur (*Sagor Nandini-2*, Bangladesh)

Le 25 décembre 2022 au Bangladesh, dans l'estuaire du fleuve Meghna -soit l'un des bras principaux du delta du Gange, le pétrolier caboteur *Sagor Nandini-2* est abordé par un navire non précisé, alors qu'il fait route vers un dépôt pétrolier proche de la municipalité de Chandpur par conditions d'épais brouillard. Endommagé sous sa ligne de flottaison, selon la garde-côtière bangladaise (BCG), le navire citerne sombre bientôt dans le fleuve avec sa cargaison de fioul léger, d'un volume d'environ 1 300 m³. Ce dernier commence à s'écouler des citernes, donnant lieu à une pollution s'étalant rapidement à la surface des eaux estuariennes. Des actions de lutte, non détaillées dans nos sources d'information, auraient été entreprises avec la mobilisation de riverains. Elles auraient abouti, le lendemain, à la collecte de 200 m³ de déchets liquides selon la BCG. Le propriétaire de la cargaison *Padma Oil Company* a quant à lui mobilisé 2 navires afin de procéder au sauvetage de l'épave, notamment d'en alléger les citernes dont il apparaîtra que la quasi-totalité du contenu s'est déversée dans le milieu.

EAUX INTERIEURES

Déversement de *dilbit* suite à une rupture de pipeline (*Keystone Pipeline System*, Kansas)

Le 7 décembre 2022, une baisse de pression était détectée sur l'oléoduc *Keystone*, près de Washington (Kansas, Etats-Unis). L'anomalie, rapidement assignée par l'exploitant (compagnie canadienne *TC Energy*) à une rupture de la ligne, est survenue à proximité du franchissement d'un cours d'eau. *TC Energy* a estimé qu'un volume de *dilbit*⁴ de plus de 2 200 m³ s'était alors déversé sur les sols alentours, puis répandu dans la rivière Mill Creek.

⁴ (rappel : pétrole lourd issu de l'exploitation de sables bitumineux, et transporté dilué)

Après avoir isolé et dépressurisé la section fuyarde, l'industriel a immédiatement mobilisé de l'ordre de 300 intervenants pour mener les actions de réparation de la ligne, ainsi que de reconnaissance et de nettoyage de la pollution, sous coordination de l'*Unified Command* (regroupant les autorités fédérales et de l'état, dont l'*US EPA* et le *Kansas Department of Health and Environment -KDHE*, et les représentants de la partie responsable). Aucun risque sanitaire (ex : atteinte de sources d'eau potable) et/ou pour les intervenants (ex : qualité de l'air) n'a été détecté.



8/12/2022 : Point d'entrée du dilbit dans le cours d'eau Mill Creek (gauche) ; premières mesures de confinement et de récupération sur l'eau : barrage flottant et écréteur à tambours oléophile (Centre) ; Edification d'un talus filtrant busé (écoulement de l'eau en sous-verse ; Droite) (Source : US EPA)

En priorité, pour limiter l'extension du pétrole dans le cours d'eau, des rideaux successifs de barrages flottants sont disposés et, en raison de fortes pluies, 2 remblais busés sont édifiés pour permettre l'écoulement libre de l'eau. Ce dispositif a permis de confiner la pollution dans les 6 km aval de la rupture. Des opérations de pompage de la pollution flottante ont été menées au sein de ce linéaire, *via* des camions à vide et de têtes d'écrémage notamment, les déchets liquides étant traités au fur et à mesure *via* des dispositifs de décantation installés sur des aires aménagées à cet effet. Cinq jours après l'incident, *TC Energy Corp* affichait un bilan provisoire d'environ 345 m³ d'un mélange eau-hydrocarbure récupérés sur l'eau, et 70 m³ directement dans la conduite.



13/12/2022 : collecte sur l'eau par écréteurs divers (seuils et brosses linéaires ; gauche) ; 17/12/2022 : mobilisation d'équipements à seuils (hors d'eau), à brosses linéaires, et à tambours (sur l'eau) (droite) (Source : US EPA)

Selon l'exploitant, l'établissement des températures hivernales, et l'englacement partiel des eaux, ont pénalisé l'efficacité des premiers types de récupérateurs mobilisés (s'agissant ex : seuils par ailleurs colmatés du fait d'un « figeage » du bitume), ce qui a conduit à en changer pour améliorer le débit de collecte par les hydrocureuses.

Sans plus de détails communiqués à cet égard, les photographies disponibles montrent l'adoption de têtes oléophiles diverses, à tambours rotatifs ou à brosses linéaires.

A t+8jours, la section de cours d'eau restant à traiter était d'environ 2,5 km, significativement polluée par des accumulations de produit lourd, parfois très épaisses (plusieurs cm) et visqueuses ; ces dernières seront localement collectées au moyen de pelles chenillées.



18/12/2022 : Ecrémage/pompage par températures négatives (gauche). 26/12/2022 : Collecte mécanique d'accumulations épaisses de dilbit (droite) (Source : US EPA)

La réponse s'est poursuivie pour aboutir à un bilan de récupération de fluides pollués atteignant environ 1 200 m³ le 19 décembre, selon l'industriel. En parallèle, des techniques d'aération du cours d'eau étaient

prises en œuvre, et des opérations de raclage superficiel de terres souillées ont été menées, sans migration constatée du polluant en profondeur, selon le KDHE. Le ramassage grossier, notamment de la pollution flottante, s'est achevé à la fin janvier 2023, ouvrant la voie à la phase de nettoyage fin, plus axée sur les berges et les substrats.

Dans le courant du mois, l'US EPA validait le plan d'action présenté par TC Energy définissant les objectifs fixés, incluant le retrait de la végétation contaminée et la décontamination des sols et des sédiments de la rivière.

Dès le début de crise, des interrogations quant au coulage potentiel d'une partie du *dilbit*, avaient été émises par des experts sur place : dans ce contexte, une dérivation du ruisseau a été réalisée, entre l'amont du point de rejet et l'aval du dernier barrage busé, précédant l'assèchement, dans la section isolée, du linéaire le plus pollué (environ 3,5 km) pour y évaluer la pollution des fonds et les modalités de traitement appropriées (collecte manuelle, curage, rinçage, etc.).



05/01/2023 : dérivation de Mill Creek (pompage en amont du site de l'accident, et rejet en aval) (Source : US EPA)

Les techniques employées dans la section asséchée, divisée en segments opérationnels d'une trentaine de m de long, ont compris :

- Des évaluations du niveau de contamination des sédiments par sondages/prélèvements directs, et de la distribution de la pollution par la passe de dispositifs 'sentinelles' absorbants (type écheveaux) sur le fond du ruisseau ;
- Un rinçage des berges en basse pression, avec confinement et récupération des effluents dans le lit du cours d'eau ;
- Le retrait des débris et végétaux pollués -manuellement dans les endroits sensibles à l'intervention ;
- Le curage des poches importantes de pollution au moyen d'engins chenillés.



02/03/2023 : Travaux de reconnaissances d'extension et de nettoyage de la pollution sur les berges et dans le lit de la section asséchée du ruisseau Mill Creek (Gauche, centre) ; 03/2023 : vue de la lagune de traitement des eaux pompées de la section polluée de Mill Creek (droite) (Source : US EPA)

A noter que l'eau pompée a été décantée en une lagune temporaire (2 ha ; capacité de 70 000 m³) aménagée à proximité des chantiers, traitée (ex : filtration sur charbon actifs), puis analysée avant d'être déchargée dans Mill Creek à l'aval de la zone impactée (le tout sous le contrôle de KDHE, qui a confirmé la diminution significative des teneurs en hydrocarbures au fur et à mesure des opérations).

Troisième déversement de plusieurs milliers de barils de *dilbit* à partir du système *Keystone* sur les 5 dernières années, cet accident n'a, selon l'US EPA, affecté aucun puits d'eau potable, ni ne s'est étendu à d'autres cours d'eau.

A la fin du premier trimestre 2023, TC Energy estimait avoir collecté la majeure partie du déversement, envisageant quelques mois de travail de nettoyage fin encore. La remise en eau progressive de la section asséchée a eu lieu en juin 2023, accompagnée d'un contrôle d'éventuels relargages de polluant (indiquant des secteurs nécessitant un nettoyage plus approfondi) : aucune irisation ou trace de pétrole significative n'a été observée, et la réponse s'est achevée à la mi-octobre 2023 avec le retrait des derniers dispositifs préventifs laissés en place sur le cours d'eau (barrages, talus filtrants, etc.).

La cause de l'incident a fait l'objet d'une analyse/enquête, dont les premières conclusions pointeront vers un stress mécanique/flexion exercé sur la conduite au niveau d'un point de fragilité (possiblement un défaut de soudure).

Pour en savoir plus :

https://response.epa.gov/site/site_profile.aspx?site_id=15891

• Synthèse sur les déversements accidentels d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses survenus dans le monde en 2022

MER & LITTORAL

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2022 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 de ces événements cependant, les volumes déversés, bien qu'excédant manifestement la dizaine de tonnes à la lecture des informations disponibles, ne sont pas connus/communiqués ou n'ont pas été précisés dans nos sources d'informations. Ces lacunes et imprécisions limitent indubitablement l'interprétation des résultats présentée ci-après.

Volumes déversés

En 2022, le Cedre a recensé 21 cas accidentels ayant entraîné des déversements de polluants supérieurs ou équivalents à 10 m³ environ, et suffisamment renseignés pour faire l'objet d'une exploitation statistique. Plus d'un tiers d'entre eux se sont produits en mer (près de 40 % des cas), et un peu moins de 30 % en eaux estuariennes. Les déversements en zones portuaires représentent environ un quart des cas retenus dans cet inventaire annuel, et ceux survenus en eaux littorales 10 % environ (fig. 1).

Ce nombre d'évènements significatifs recensés en 2022 est l'un des plus faibles enregistrés -selon la même approche- depuis 2004. Inférieur aux valeurs médianes estimées sur les périodes 2010-2015 et 2016-2021 (de 30 et 28 cas retenus par an, respectivement), ce résultat semble conforter la tendance esquissée, depuis 5 à 6 ans, à la baisse du nombre de pollutions significatives portées annuellement à notre connaissance.

Selon les informations identifiées, le cumul estimé des quantités d'hydrocarbures et autres substances dangereuses déversées est de l'ordre de 3 500 tonnes en 2022 (fig. 3). Ce chiffre est bien inférieur aux médianes annuelles calculées sur les périodes 2010-2015 (plus de 39 000 t./an) et 2016-2021 (13 000 t./an environ). Si les lacunes et incertitudes quant aux données communiquées dans les diverses sources d'information conduisent inévitablement à une sous-estimation de ce bilan annuel, l'année 2022 apparaît relativement conforme à l'hypothèse d'une diminution, *grosso modo* visible au long de la dernière décennie, des volumes totaux déversés annuellement en suite d'accidents en eaux marines à littorales.

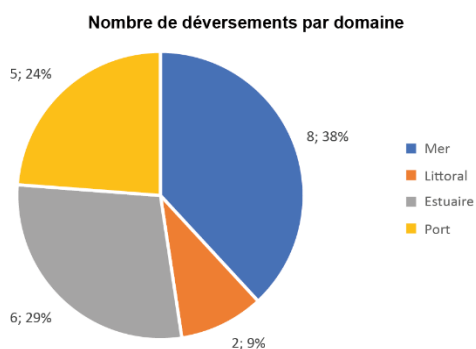


Figure 1

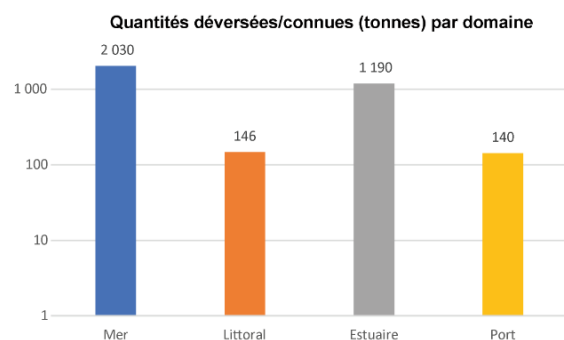


Figure 2

Enfin, sur la base des informations disponibles, l'analyse des quantités déversées à l'occasion des divers événements suggère que ces derniers se distribuent autour d'une médiane estimée à environ 25 tonnes/événement.

Avec les réserves de rigueur, ce résultat suggère, outre une fréquence en baisse, l'ampleur globalement modérée des déversements ayant *a priori* excédé 10 m³ et portés à notre connaissance en 2022.

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 2022

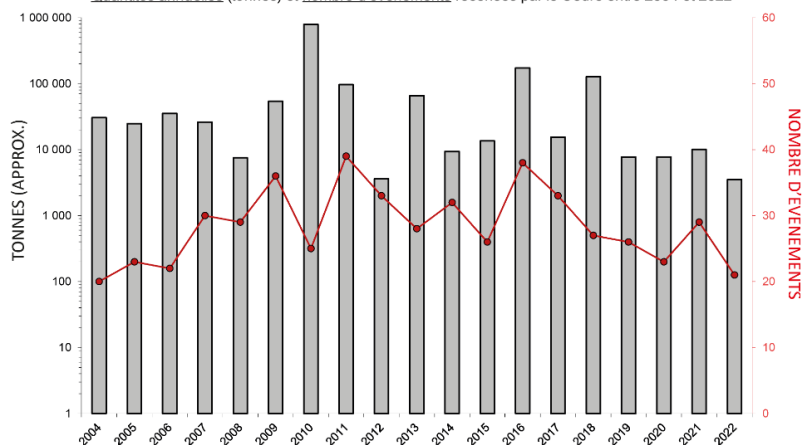


Figure 3

Globalement en effet, moins d'un tiers des cas inventoriés en 2022 semblent avoir impliqué des déversements supérieurs à 100 m³.

La quantité totale déversée en eaux marines, en 2022, apparaît supérieure à celle estimée en eaux estuariennes ; les bilans cumulés déversés en eaux littorales et en zones portuaires se sont avérés d'un ordre de grandeur largement moindre (fig. 2) :

- en eaux marines, le bilan estimé à plus de 2 000 m³ de polluants déversés (soit 58 % du bilan total), correspond aux volumes cumulés d'un peu moins d'une dizaine d'accidents, de faible ampleur (<100 m³) à l'exception de deux cas principaux -s'étant agi de la rupture de conduite survenue sur une bouée de déchargement du terminal de la raffinerie de La Pampilla (Pérou), et de la fuite d'une ligne de transfert sous-marine sur un poste de chargement *offshore* à environ 20 km des côtes de la province thaïlandaise de Rayong (tous 2 survenus en janvier 2022 ; Cf. LTn°55) ;
- en eaux estuariennes, les quelques cas recensés en 2022 ont été d'ampleurs mineures (quelques dizaines de m³ au plus), et le seul accident marquant porté à notre connaissance est celui du déversement, au mois décembre 2022, de la cargaison d'un petit pétrolier suite à son naufrage dans le fleuve Meghna (Bangladesh ; Cf. supra).

Les informations relatives aux événements inventoriés, relativement peu nombreux, survenus en eaux littorales ou portuaires suggèrent que ceux-ci n'ont pour la plupart pas généré de déversements ayant atteint la centaine de tonnes, à l'exception semble-t-il d'une pollution signalée en juillet à proximité de George Town (Bahamas), durant une opération déchargement de carburant au terminal d'un fournisseur d'énergie bahaméen (Cf. supra).

Localisation des déversements



Figure 4. Localisation des principaux déversements accidentels (> 10 t.) d'hydrocarbures et de substances dangereuses survenus en mer et sur le littoral en 2022 (recensement Cedre).

Evènements à la source des déversements

Les déversements identifiés en 2022 ont en grande majorité (plus de 60 %) résulté de **trous, brèches ou ruptures** survenus sur diverses structures ; ils ont également contribué à l'essentiel (environ 95 %) de la quantité totale de produits déversés sur l'année (fig. 5 et 6). Au sein de cette catégorie :

- plus du tiers des évènements ont consisté en **pertes d'étanchéité** -de conduites, citernes, etc. - au sein de structures. En 2022, leur contribution totale aux quantités déversées dans le milieu marin s'est avérée modérée, en lien avec des volumes déversés limités (médiane d'environ 80 m³) ;
- environ 30 % ont consisté en **ruptures/déstructurations** d'éléments divers. Les quantités déversées assignées à ces évènements sont insuffisamment détaillées dans nos sources d'informations pour apprécier fidèlement leur contribution au bilan global des déversements de 2022. En l'état, et bien que sous-estimée, celle-ci représente un peu plus de la moitié du volume annuel. S'y distingue en particulier le déversement accidentel d'ampleur (d'un peu moins de 2 000 m³ de brut) consécutif de la rupture d'une ligne de transfert au terminal de la raffinerie de La Pampilla, au Pérou, en janvier 2022.

Un peu moins de 20 % des déversements accidentels de volumes supérieurs à la dizaine de m³ portés à notre connaissance en 2022 relèvent de cas de **non fermeture**, une fréquence identique à celle des évènements de type **non précisé/non déterminé** (fig. 5). En très grande majorité associés à des déversements de quelques dizaines de m³ au plus, les contributions respectives de ces évènements au bilan annuel se sont avérées faibles (< 3 %).

Distribution (N ; %) des déversements par type d'évènement

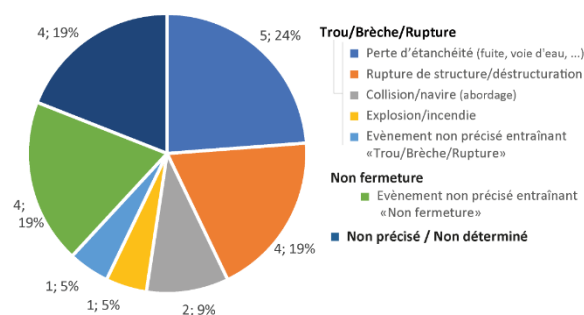


Figure 5

Quantités déversées/connues (tonnes) par type d'évènement

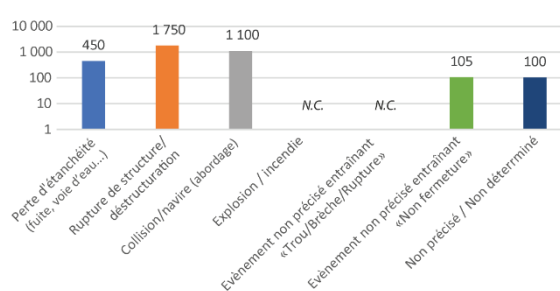


Figure 6

Cause des déversements

La distribution des causes montre que celles-ci sont **indéterminées ou non précisées** dans nos sources d'information dans 30 % environ des cas recensés (fig. 7). En termes de volume cumulé, ces cas représentent une part négligeable (environ 3 %) du bilan quantitatif estimé en 2022 (fig. 8), bien que sous-estimée du fait du manque de chiffres précis pour une moitié d'entre eux. Sur la base des informations disponibles, ils ont généralement impliqué des déversements inférieurs à 100 m³.

Un peu plus de 40 % des évènements recensés en 2022 ont été causés par diverses **avaries techniques**, en majorité **non précisées**. Avec un total cumulé de plus de 2 200 tonnes, cette cause est celle ayant le plus contribué (à hauteur d'environ 65 %) au bilan global de l'année (fig. 8). A ce chapitre, la rupture de conduite sur une bouée de déchargement au sein du terminal d'une raffinerie péruvienne (Cf. LT n°55) est l'évènement le plus significatif porté à notre connaissance en 2022.

Dans la présente analyse, les **interventions externes** apparaissent responsables de la survenance d'un peu moins de 25 % des évènements significatifs (fig. 7) de l'année. Il s'est agi le plus souvent d'actes de **malveillance/vol/dégradation** et, dans une moindre mesure, d'actes de **sabotage/terrorisme/piraterie/guerre** ou encore de **collisions/abordages/accrochages**. Leurs contributions respectives au cumul des quantités déversées en 2022 sont difficiles à évaluer, du fait d'un manque de données quant aux volumes impliqués (fig. 8). Par exemple, l'endommagement d'un stockage d'huile de tournesol sur un site industriel ukrainien a été suivi d'un déversement dans l'estuaire du Boug suite auquel les autorités auraient indiqué, selon diverses sources de presse, la collecte de 676 m³ à la surface de l'eau.

Peu fréquemment recensée parmi les causes des incidents significatifs survenus en 2022, la catégorie des causes naturelles (**conditions atmosphériques/météo-océanique**) a principalement contribué au bilan annuel via un déversement d'ampleur, de l'ordre du millier de tonnes, s'agissant d'un accident de pétrolier caboteur survenu dans des conditions d'épais brouillard dans l'estuaire du fleuve Meghna (Bangladesh).

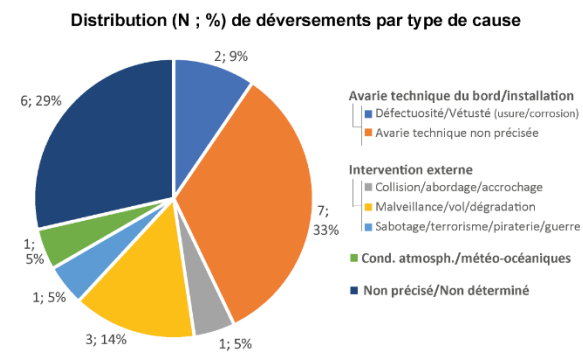


Figure 7

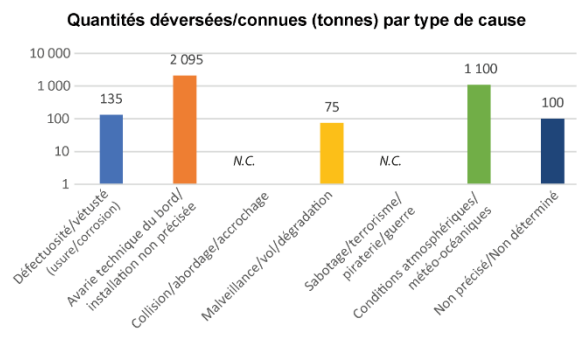


Figure 8

Produits déversés

En termes de fréquence, les pollutions significatives de 2022 inventoriées ont le plus souvent impliqué des **hydrocarbures** (environ 70 % des cas de l'année), lesquels constituent l'essentiel (avec plus de 90 %) de l'estimation du cumul des quantités déversées sur l'année (fig. 9 et 10) :

- Ces déversements ont le plus souvent impliqué des produits pétroliers **bruts** (plus de 50 % des cas impliquant des hydrocarbures) -le plus souvent de **densité non précisée**, produits responsables à eux seuls de près de 60 % du total cumulé estimé en 2022 (fig. 9) ;
- En comparaison, les déversements accidentels de produits **raffinés**, très majoritairement **légers**, ont été relevés à une fréquence d'environ un tiers des déversements d'hydrocarbures (fig. 9). Leur contribution au bilan déversé, avoisinant 35 %, est également significative (fig.10).

Représentant près de 15 % des évènements, la contribution des déversements de la catégorie **autres**, s'agissant en l'espèce d'**huiles minérales**, d'une part, et d'**huiles végétales**, d'autre part n'est pas interprétable du fait de l'imprécision liées aux informations disponibles. Le reste des cas ont impliqué diverses **substances chimiques** et **matières minérales**, dont il n'est pas possible, en raison de l'imprécision des données disponibles, d'apprécier les parts respectives au sein du bilan annuel.

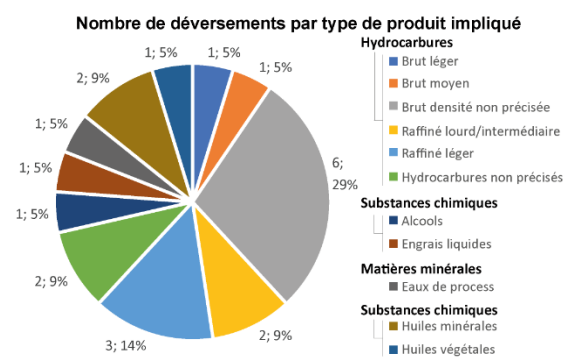


Figure 9

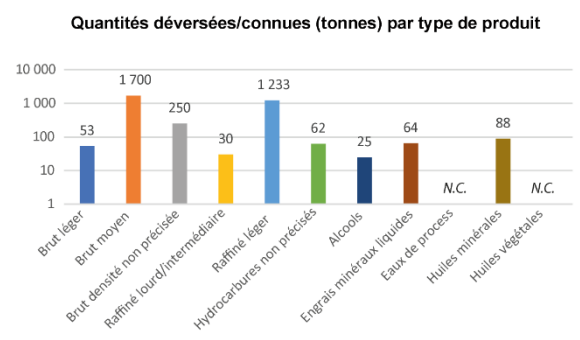


Figure 10

EAUX INTERIEURES

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2022 portés à connaissance du 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 de ces évènements, les volumes déversés ne sont pas connus ou n'ont pas été communiqués de façon détaillée dans les sources d'informations identifiées -bien qu'excédant manifestement la dizaine de tonnes. Ces lacunes et imprécisions pénalisent indubitablement la précision de l'interprétation des

résultats présentée ci-après. On notera qu'en 2022 à nouveau, les déversements accidentels de substances diverses identifiés en eaux intérieures ont, en large majorité (> 60%, en l'occurrence) impliqué des volumes inférieurs à la dizaine de m³.

Sources des déversements

En 2022, une quinzaine d'accidents seulement, ayant causé des pollutions significatives (≥ 10 t. selon nos sources) en eaux intérieures, a été portée à notre connaissance. C'est un nombre très largement inférieur aux médianes annuelles estimées sur l'intégralité de la période 2004-2021 ($n_{med}=34$), d'une part, comme sur celles antérieures à 2010 ($n_{med}=43$), puis sur 2010-2015 et 2016-2021 ($n_{med}=37$ et 27, respectivement). Ce chiffre conforte l'hypothèse d'une tendance à la diminution du nombre d'accidents significatifs identifiés annuellement en eaux intérieures, selon une démarche analogue -à défaut d'être exhaustive, *grosso modo* esquissée au long de la dernière décennie (fig. 1).

Ce nombre peu élevé d'évènements identifiés en 2022 a, de plus, correspondu à une quantité cumulée de produits déversés inférieure à la médiane estimée sur les 5 années précédentes (environ 7 200 t./an entre 2016 et 2021), en dépit d'une estimation supérieure à celle de 2021 (fig. 1).

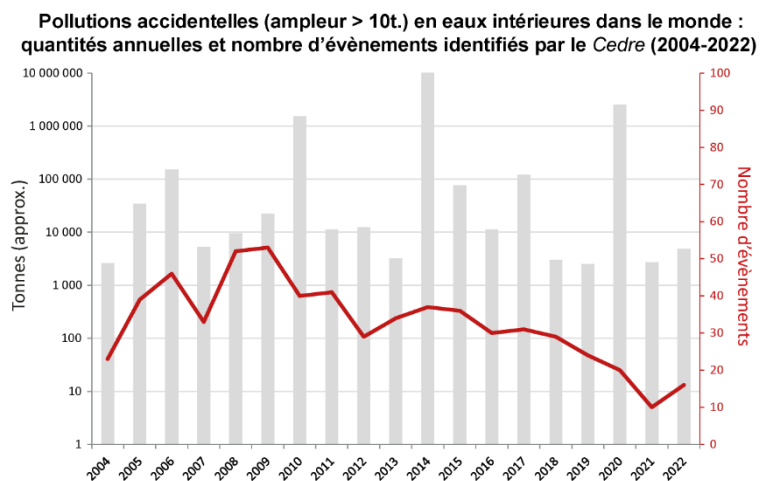


Figure 1

En recul par rapport aux cumuls annuels médians exprimés sur les périodes précédentes, cette relativement faible estimation (de l'ordre de 5 000 t.) reflète l'ampleur globalement très peu élevée des pollutions recensées en 2022 (trait observé, du reste, depuis 2018⁵).

Celle-ci est en effet distribuée autour d'une valeur médiane de 20 tonnes environ, soulignant la modestie des déversements identifiés sur l'année, considérés dans leur ensemble.

En 2022 les **pipelines** se sont avérés être les plus fréquentes sources des pollutions significatives portées à notre connaissance en eaux intérieures, avec une occurrence estimée à environ 30 % des évènements (fig. 2). Viennent ensuite les **installations terrestres** de divers types (près de 20 %), s'étant agi -à fréquences égales en 2022- d'**installations agricoles**, de **petites à moyennes entreprises**, et de **terminaux de transports**.

Les **navires à cargaison liquide** apparaissent impliqués dans un peu moins de 15 % des cas significatifs ici retenus, à même hauteur que les **installations industrielles** (fig. 2). Leurs contributions respectives au cumul déversé sur l'année sont négligeables, les quelques cas en question n'ayant, selon les données disponibles, généré que des déversements de faible ampleur (à peine supérieurs à la dizaine de m³).

⁵ (N.B. : le bilan plus élevé de 2020 s'explique par la contribution d'un déversement majeur, singulier et qui ne doit pas occulter la faible ampleur des déversements de cette année ; Cf. LTEI n°30)

En termes de contribution au bilan annuel déversé, celle des **pipelines** est de loin la principale (> 90%) mise en lumière dans cette analyse. Les accidents en lien ont en effet entraîné, en 2022, des déversements d'une ampleur généralement significative (valeur médiane > 600 tonnes). Deux cas se sont avérés plus notables, s'agissant d'un déversement d'environ 1 000 m³ suite à la rupture d'un pipeline en Equateur en janvier (Cf. LT n°55), et à la fuite d'une conduite de plus de 2 000 m³ de bitume dilué dans un cours d'eau de l'état du Kansas (Etats-Unis) en décembre (Cf. supra).

En regard des pipelines, les parts du bilan annuel respectivement imputables aux autres sources recensées (notamment les **installations terrestres** de type PME/grandes surfaces, les navires à **cargaison liquide**, et les **installations industrielles**) sont négligeables, du fait de l'ampleur, généralement modeste, rapportée en lien avec la plupart de ces accidents. Il faut noter, par ailleurs, que le manque d'informations précises à cet égard ne permet pas d'apprécier plus avant les contributions de ces sources diverses et autres que les pipelines.

Fréquence des déversements accidentels par type de source en 2022

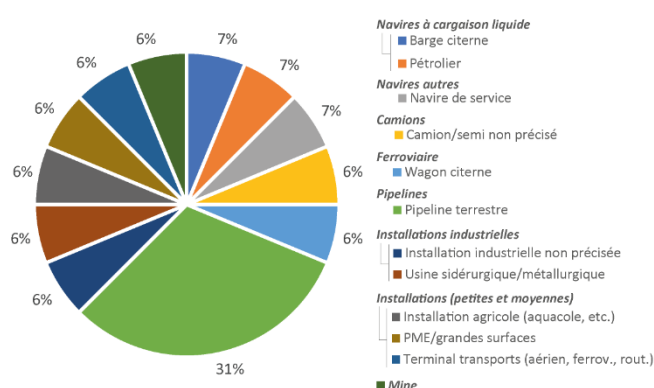


Figure 2

Quantités connues (tonnes) cumulées par type de source en 2022

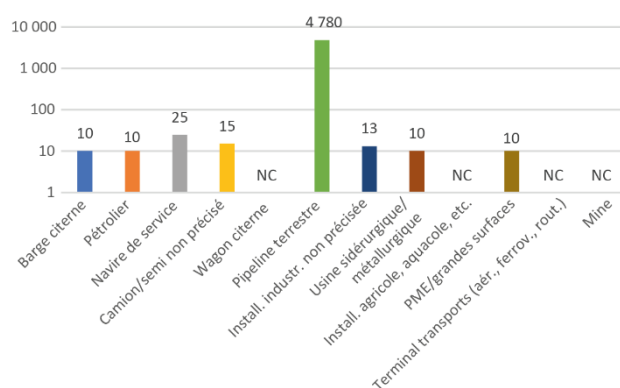


Figure 3

Types de produits déversés

Les plus fortes fréquence et contribution au bilan identifiées s'avèrent être, comme pour les années précédentes, celles des **hydrocarbures**. Ces derniers, dans leur ensemble, ont été impliqués dans plus des 2/3 des événements accidentels identifiés (fig. 4) ; ils représentent en outre la quasi-intégralité (>90 %) de la quantité cumulée de polluants déversés estimée en 2022 (fig. 5). Au sein de cette catégorie, la fréquence de déversement est équivalente (environ 45 %) concernant les pétroles **bruts**, d'une part, et les produits **raffinés**, d'autre part.

En termes de quantité déversée, les produits **bruts** représentent l'une des 2 catégories les plus contributrices (> 50 %) au bilan cumulé sur 2022 (fig. 5), en lien avec des fuites (de pipelines essentiellement) ayant impliqué plusieurs centaines de m³. A l'inverse, les quelques déversements de **raffinés** n'ont que très peu contribué au volume global en raison de leurs faibles ampleurs (médiane de l'ordre de la dizaine de m³).

Enfin, bien que peu fréquemment impliquée en 2022, la catégorie des **dérivés pétroliers** est, avec les bruts, l'autre principale contributrice au bilan annuel. Ceci s'explique ici largement par le seul

Fréquence des déversements accidentels par type de polluant en 2022

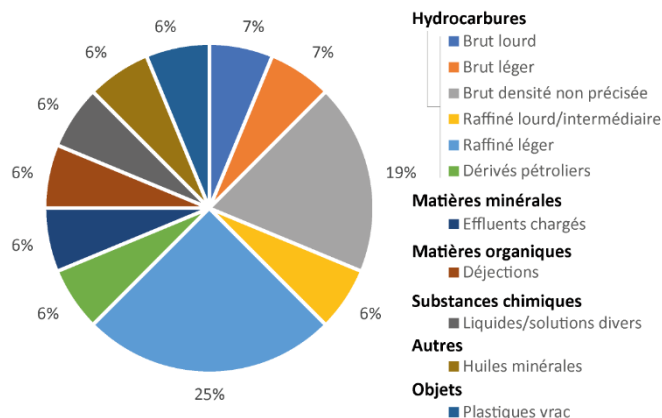


Figure 4

déversement de bitume dilué qui, à partir du pipeline *Keystone*, a excédé le millier de m³ (Cf. supra).

Peu fréquemment rapportés dans nos sources d'informations en 2022, les déversements significatifs d'autres types de contaminants sont insuffisamment décrits en termes de quantités de produits impliquées : de fait, ici très sous-estimées, leurs parts respectives dans le bilan annuel déversé ne peuvent pas être appréciées.

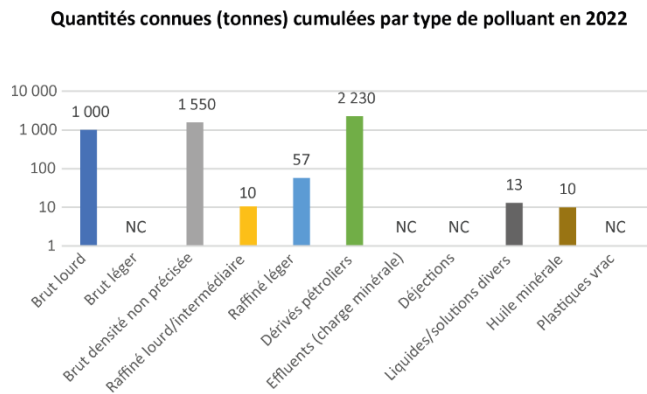


Figure 5

Evènements

Les évènements rapportés en 2022 ont majoritairement (50 % des cas) relevé de **trous, brèches ou ruptures** survenus sur diverses structures (Fig. 6). Ces évènements sont en outre ceux qui ont le plus largement contribué (à hauteur d'environ 90%) au volume déversé cumulé sur l'année (Fig. 7) :

- Au sein de cette catégorie, la moitié des cas a consisté en **ruptures de structures** diverses (25 % du total) -s'étant le plus souvent agi, en 2022, de pipelines. En termes de volumes, ces évènements ont contribué à raison d'environ 2 100 tonnes au bilan annuel estimé, dont ils sont par conséquent parmi les principaux contributeurs (≈45 %) (fig. 7). Ayant induit des déversements totalisant plus de 2 200 tonnes, essentiellement imputables à la fuite détectée sur l'oléoduc *Keystone* en décembre (Cf. supra), les **pertes d'étanchéité** ont contribué à même hauteur au bilan estimé sur l'année (*i.e.* 45 %), ce en dépit d'une moindre fréquence (12% des cas de cette catégorie) ;
- Survenus dans 13 % des cas, les **renversements** (de wagons ou de camions citernes) ont été associés à des déversements d'ampleur faible ou non détaillée : leur contribution au bilan global de 2022 est négligeable, bien que sans doute sous-estimée dans l'analyse.

A noter, en 2022, la fréquence d'évènements de type **non précisé** dans nos sources d'informations de 33 % (fig. 6). Ils apparaissent relativement peu contributeurs (≈10%) au bilan estimé (fig. 7).

Les volumes déversés correspondants n'ont en effet généralement pas excédé quelques dizaines de m³, à l'exception d'un incident non détaillé, ayant causé un déversement de près de 400 t. de brut dans des cours d'eau dans la région de Loreto (Pérou), à partir d'une conduite liée à un puits.

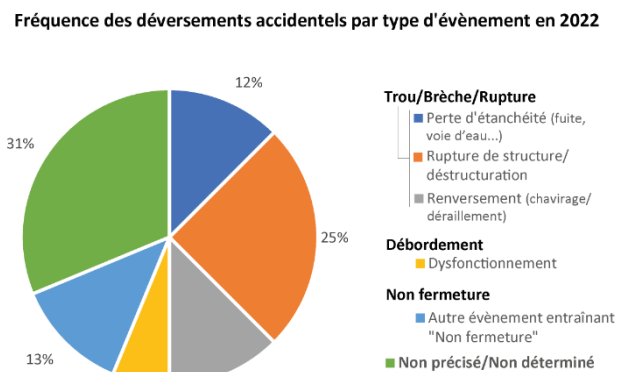


Figure 6

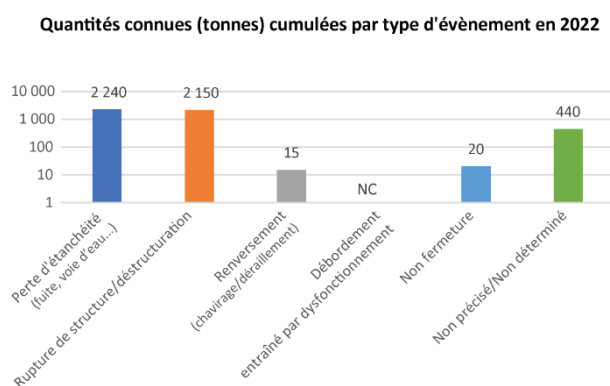


Figure 7

Causes

L'analyse de la distribution de fréquence des causes montre que ces dernières nous sont **inconnues ou non précisées** pour environ 25 % des cas recensés en 2022 (fig. 8). La contribution estimée des cas de cette catégorie au bilan annuel des quantités déversées est cependant négligeable (fig. 9), s'étant ici agi d'incidents de faible ampleur (ordre de grandeur de la dizaine de 10 m³ généralement).

Parmi les catégories de causes identifiées, celle des **avaries techniques d'installations** est, avec une prévalence de près de 33 %, l'une des plus fréquemment associée aux accidents identifiés (fig.8) :

- Ces cas ont d'abord relevé de **défaillances d'installations**, dont la contribution au bilan annuel, conséquente (totalisant plus de 2000 t., soit environ 45 % du volume cumulé sur l'année ; Fig. 9) est largement liée à l'importante fuite à partir du pipeline *Keystone* (décembre, Etats-Unis) causée a priori par un défaut de soudure l'ayant rendu vulnérable à un stress mécanique ;
- Les autres types identifiés d'avaries auraient relevé, en 2022, de **défauts ou carences de maintenance** de divers éléments d'installations, et d'**incendies ou explosions**, et ce à fréquence sensiblement équivalente ; le manque de chiffres détaillés quant aux volumes de produits déversés ne permet cependant pas d'en évaluer les contributions respectives au bilan annuel ;
- Dans le reste des cas, les avaries techniques étaient **non précisées** plus avant dans nos sources d'informations ; leur contribution au bilan annuel est cependant conséquente (totalisant plus de 620 t., soit environ 13 % du volume cumulé sur l'année ; Fig. 9). Cette dernière est majoritairement attribuable à une avarie non précisée ayant causé la rupture d'un pipeline et la pollution subséquente de la rivière Cahioka (Illinois, Etats-Unis) par des centaines de m³ de brut soufré (Cf. LT n°55).

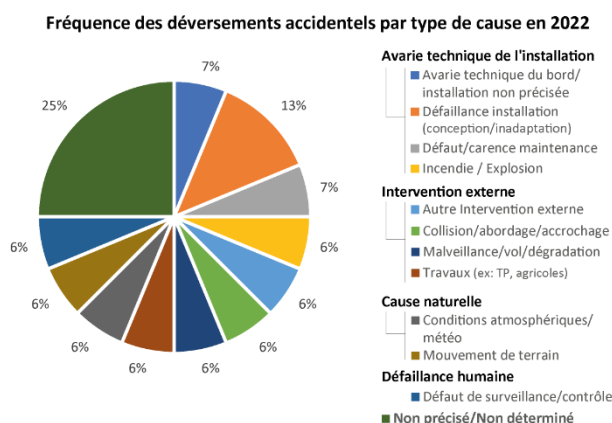


Figure 8

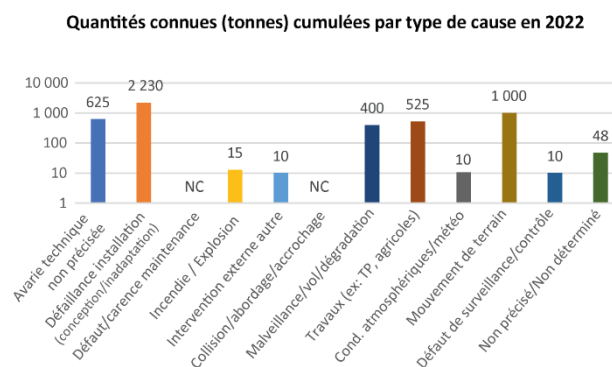


Figure 9

Environ 1/4 des événements ont été annoncés comme causés par des **interventions externes** diverses, *via* des **actes de malveillance, vols ou dégradations** (cas, notamment, d'une fuite de brut significative survenue à partir d'un pipeline opéré par *Petroperu*, en septembre ; Cf. supra), des **collisions, abordages ou accrochages** de structures, ou encore des **travaux** (ex : percement accidentel, par un engin de faucardage, d'un pipeline *Mid-Valley* aux Etats-Unis en juin 2022 ; Cf. LT n°55). Ces accidents causés par des interventions externes ont contribué à hauteur de près de 20 % à la quantité de produits déversés cumulée sur 2022.

Statistiques

Réseau national de surveillance des macrodéchets sur le littoral

Dans le contexte international de lutte contre les déchets marins, les conventions de mers régionales -telles que la Convention de Barcelone (Méditerranée), la Convention OSPAR (Atlantique nord-est) ou encore la Convention de Carthagène (Caraïbes)- fournissent des cadres de coopération entre les pays afin de lutter contre les déchets sur les plages. Elles facilitent notamment les échanges entre les parties prenantes, les plans d'actions et les initiatives conjointes pour atténuer l'impact des déchets sur l'environnement marin. Afin de

suivre les actions de réduction des déchets, d'évaluer l'atteinte des objectifs fixés dans le cadre de ces conventions, et d'informer les décideurs sur les sources, la distribution et la composition de la pollution, les pays contractants ont initié des programmes nationaux de surveillance des déchets sur le littoral.

En France, le Cedre est mandaté par la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) du Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT) pour assurer la mise en œuvre du programme de surveillance des déchets sur le littoral. Celui-ci est structuré en un réseau d'opérateurs locaux contractés et formés par le Cedre pour l'application de protocoles harmonisés à l'échelle internationale. Ceux-ci, de statuts divers (ex : autorités locales, réserves naturelles, parcs marins, associations, ...), visent un même objectif de préservation de l'environnement en tenant compte de leur connaissance des spécificités (géographiques, socio-économiques) locales. Les données issues de ce Réseau national de surveillance des macrodéchets sur le littoral (RNS-MD-L) peuvent être comparées et exploitées à plusieurs niveaux : international pour les évaluations de l'état du milieu des mers régionales⁶ ; national pour le suivi des plans d'actions et la mise en œuvre de la DCSMM⁷ ; régional à local pour soutenir les collectivités dans la mise en œuvre et le suivi de leurs plans de gestion.

En 2022, le RNS-MD-L totalisait 59 sites de surveillance, répartis sur l'ensemble du littoral métropolitain et suivis par 38 opérateurs.

Le protocole de surveillance adopté dans ce cadre est harmonisé à l'échelle européenne, et avec ceux des Conventions OSPAR et de Barcelone. Pour chaque site, il consiste à prélever 4 fois par an, sur une même bande de 100 m de long et sur toute la largeur de l'estran, tous les déchets supérieurs à 5 mm visibles. Ces derniers sont ensuite triés, identifiés et comptés selon une typologie de référence.

En 2022, 215 suivis ont été réalisés pour un total de 108 862 déchets prélevés et analysés (hors fragments non identifiés inférieurs à 2,5 cm).



À l'échelle du RNS-MD-L, l'abondance médiane était de 209 déchets/100 m, au sein desquels :

- les plastiques sont toujours majoritaires, en représentant 83% ;
- les plastiques à usage unique et les déchets issus de la pêche et l'aquaculture constituent, respectivement, 18% et 17% des déchets collectés ;
- les fragments non-identifiés de plastique correspondent à la fréquence la plus élevée. Estimée à 32 % dans le bilan de collecte, elle traduit le potentiel de persistance et de dissémination de la pollution par plastiques dans l'environnement littoral, de façon cryptique au gré de leur altération en éléments de petites dimensions. Sur ce point d'ailleurs, et afin de caractériser plus avant la pollution par les fragments de petite taille, le Cedre a entrepris de développer, sur la base d'un protocole spécifique, un programme de surveillance des microplastiques sur le littoral.

Enfin, afin de caractériser les apports fluviaux et proposer une méthodologie de surveillance des déchets dans les cours d'eau, le Cedre a poursuivi en 2022 le développement d'un programme de surveillance dédié aux macrodéchets issus des bassins hydrographiques.

Pour en savoir plus :

Rapport Cedre R.23.34.C. Réseau national de surveillance des macrodéchets sur le littoral : rapport de campagnes 2022.

<https://dcsmm.milieu marin france.fr/>

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

<https://www.unep.org/unepmap/fr/who-we-are/barcelona-convention-and-protocols>

⁶ (Conventions OSPAR et de Barcelone)

⁷ Directive-cadre « Stratégie pour le milieu marin » de l'Union européenne

Philippines : analyse de séries de données de déversements accidentels d'hydrocarbures

Des équipes de recherche de l'Université de Cebu ont récemment publié les résultats d'une étude visant à évaluer les tendances, sur 22 années (2000-2021), en termes de survenance de pollutions marines par hydrocarbures aux Philippines⁸.

Ce travail a été fondé sur l'analyse de la fréquence, du volume, des sources, des causes, et des principaux types d'environnements (ex : rivières, ruisseaux, baies, mers) associés aux déversements identifiés dans la période d'étude. Ces données proviennent diversement de la Garde côtière philippine, du Conseil national de gestion des risques (*National Disaster Risk Reduction Management Council*) ou encore de sources de presse. La diversité des types de pétroles (raffinés, bruts, etc.) et de structures sources (pipelines, navires, chantiers navals, raffineries, etc.) a été prise en compte, pour une sélection de cas d'ampleur très variable (parfois mineurs, avec des pollutions de moins de 1 m³). A ce chapitre, les auteurs soulignent clairement que les données exploitées ne sont pas exemptes d'imprécisions, voire lacunaires, et que les estimations produites au cours de leur travail doivent être considérées d'emblée comme des sous-estimations⁹.

Les fréquences des pollutions (classifiées en 3 catégories : mineures, moyennes et majeures)¹⁰ survenues aux Philippines de 2000 à 2021 ont été estimées et cartographiées (dans un SIG) sur la base des informations disponibles. L'évolution temporelle des fréquences et des volumes des déversements a été ainsi approchée par région du territoire philippin. Les types de sources et les causes des déversements ont été regroupées selon des classes définies par la Garde côtière philippine), et agrégées sur la période étudiée afin d'en estimer, globalement, les prévalences respectives.

En dépit des limites inhérentes à la quantité et à la qualité des données, l'approche mise en œuvre a permis d'identifier un certain nombre de sources principales des pollutions¹¹, ainsi que de tendances temporelles (ex : baisses de fréquence des déversements accidentels coïncidant avec des périodes de réduction des activités portuaires, telles qu'en 2008-2009, ou plus tard lors de la pandémie de COVID 19) ou spatiales (notamment une plus forte prévalence d'accidents dans les zones à fort trafic maritime).

D'autres résultats, plus ou moins distincts et robustes, sont discutés par les auteurs de ce travail. On en retiendra que ces derniers estiment que ce type d'exploitation, à défaut de nécessairement reposer sur des informations de qualité satisfaisante, peut apporter des éléments utiles aux autorités en charge de définir, ici pour les diverses régions littorales philippines, des stratégies de prévention adaptées aux risques locaux. Au-delà de son contexte géographique, cette publication plaide en faveur d'une mise en place de dispositifs de rapportage systématique de données sur les déversements accidentels d'hydrocarbures, en soutien à la mise en place de politiques publique de prévention et de réponse antipollution.

Pour en savoir plus:

Alea C., Ruiz C.I., Yap J.B., Molina E.F., Saballa A.J., Ñuneza J.S. & Bacharo K.B., 2022. *An investigation of aquatic oil spills in the Philippines from 2000 to 2021*. Marine Pollution Bulletin **185**. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114241>

Point de vue du Rempec sur les pollution en mer Méditerranée: tendances et perspectives

Le Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC) a récemment édité un document intitulé « Tendances et perspectives concernant la pollution marine », avec le soutien des Parties contractantes à la Convention de Barcelone et du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Il propose un état des

⁸ Les accidents majeurs survenus entre 1975 et 1997 avaient fait l'objet d'un travail analogue antérieur, communiqué aux Philippines en 1998 (Cf. **Talorete, 1998.** [A survey of marine and aquatic oil spills in the Philippines from 1975-1997](#). Marine Pollution: proceedings of a Symposium, IAEA)

⁹ Une limite classiquement rencontrée dans ce type d'analyses rétrospectives, presque toujours en l'absence de système établi (ex : locaux, nationaux, régionaux, etc.) pour le rapportage de données (qui plus est standardisées). A cet égard, mentionnons les réserves d'interprétation analogues émises dans le cadre de nos propres analyses (Cf. supra).

¹⁰ Respectivement, ici : <1 m³, comprise entre 1-10 m³, et >10 m³

¹¹ Les navires en l'occurrence, devant les pipelines, diverses installations industrielles littorales, les raffineries et terminaux pétroliers, et les centrales énergétiques.

lieux des pollutions dans la mer Méditerranée, en fonction des sources et activités humaines (trafic maritime, exploitation pétrolière offshore, etc., accidentelles ou opérationnelles) ou, plus exactement, des pressions puisque sont à la fois considérées les substances dangereuses (pétroles, produits chimiques), les déchets marins, la pollution atmosphérique, mais aussi les espèces dites invasives ou encore le bruit sous-marin.

Concernant les pollutions pétrolière et chimique, la nette tendance à la baisse de fréquence des déversements accidentels majeurs, observée au long des dernières décennies est rappelée (confirmation d'un constat par ailleurs mondial). Attribuant cette raréfaction à l'effet préventif permis par les évolutions du cadre réglementaire international, les auteurs anticipent en revanche un maintien -voire une hausse- de fréquence des incidents et des pollutions de faible ampleur, en raison de l'intensité toujours croissante du trafic maritime. Globalement néanmoins, il est estimé que ce sont les rejets opérationnels des navires qui sont dorénavant la source principale (et chronique) de pollution par hydrocarbures dans la région : le REMPEC estime leur survenance annuelle entre 1 500 et 2 000, essentiellement au niveau des principales routes maritimes.

Concernant les déchets marins rejetés en Méditerranée à partir de navires, l'étude souligne le manque actuel d'estimation chiffrée, en dépit de données suggérant des corrélations entre la distribution des déchets marins et les principales routes maritimes, d'une part, et les secteurs d'activités de pêche, d'autre part.

Un certain nombre de manques et de recommandations destinées à y pallier sont indiquées dans le document, par exemple concernant le besoin de disposer de plus de données pour mieux évaluer les tendances des pollutions et leurs impacts sur l'environnement méditerranéen (par exemple via le renforcement de la surveillance et du signalement des incidents -y compris de petite ampleur, ou la mise en œuvre d'études écologiques post-accidentelles, etc.), ou encore de renforcer une capacité d'intervention adaptée à des scénarios de déversements par grands porte-conteneurs ou par navires de croisière (par exemple en améliorant les moyens de remorquage en mer).

Pour en savoir plus :

<https://www.rempec.org/en/news-media/rempec-news/study-trends-and-outlook-of-marine-pollution>

- **Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales**

Réponse littorale et systèmes d'aéronefs sans équipage : manuel technique (NOAA)

Le programme *Uncrewed Aircraft Systems* du Bureau de recherche océanique et atmosphérique (OAR) de l'Agence fédérale américaine NOAA, a récemment confié au consultant *Research Planning Inc.* -spécialisé en réponse antipollution sur le littoral- la réalisation d'un document technique sur l'utilisation des Systèmes d'aéronefs sans équipage (UAS) dans le cadre de l'intervention. Le déploiement de ce type d'engins, équipés de moyens d'observation divers, est en effet depuis quelques années considéré par la NOAA comme un soutien potentiel aux opérations de reconnaissances de sites pollués, notamment reculés et/ou d'accès difficile pour les intervenants.

Le document technique (qui vient par ailleurs compléter le guide de reconnaissances littorales de la NOAA), expose de manière synthétique les divers volets à considérer en cas de recours aux UAS, incluant la gestion des risques liés à leur mise en œuvre, les procédures de vol (conformité avec la réglementation locale en matière d'aviation, autorisations, déploiement/repli, etc.), l'expertise et moyens annexes nécessaires (pilotes, etc.), les requis techniques des engins (autonomie, connectivité, signalisation...). Il suggère également de manière concise (aide-mémoire, *checklist*...) les paramètres de vol (altitude, vitesse, angles/modes de prises de vue) à privilégier selon les tâches à réaliser. Ces dernières sont, dans ce guide, potentiellement au nombre de 4 : évaluation grossière de l'extension d'une pollution ; reconnaissances de sites ; évaluation du rendu des opérations de nettoyage et ; suivis au sortir des chantiers.

Pour en savoir plus :

https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/sUAS_Spill_Response_Job_Aid_v1.1_508.pdf

Cedre : guide « Intervention en récifs coralliens »

Le transport du pétrole par voie maritime emprunte des routes le long desquelles sont distribués nombre de récifs coralliens importants. Les impacts potentiels de déversements accidentels d'hydrocarbures sur ces écosystèmes sensibles sont divers : à court ou long terme, directs ou indirects, etc. Dans l'urgence, leur anticipation est un exercice aussi difficile que nécessaire, pour orienter, selon les spécificités locales et le contexte du déversement en cours, les décisions relatives à la réponse post-accidentelle.

Dans ce contexte, le Cedre a récemment édité un guide proposant des éléments de connaissance à considérer quand il est question de lutter contre une pollution par hydrocarbures en environnement de récifs coralliens tropicaux.

Il s'appuie principalement sur une revue bibliographique, et sur l'expérience du Cedre en matière d'intervention en milieux tropicaux¹². Il présente un certain nombre de traits afférents à l'écologie, à la sensibilité et à l'exposition des récifs coralliens ainsi que, en regard, au comportement et devenir potentiels d'hydrocarbures déversés dans le milieu marin : autant d'éléments dont la prise en compte peut utilement soutenir les réflexions quant à l'intervention, voire la décision de non intervention et, le cas échéant, aux stratégies et méthodes de lutte envisageables en fonction de différents scénarios de pollution (ex : type de polluant, lieu du déversement), ici présentés.



Barrage flottants déployés en lagons
(Source : Cedre)

Pour en savoir plus :

<https://wwz.cedre.fr/Ressources/Publications/Guides-operationnels/Recifs-coralliens>

● Initiatives de l'industrie pétrolière

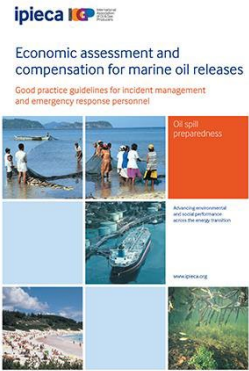
Évaluation et compensation des dommages socio-économiques par pollution pétrolière

L'IEPCA et l'IOGP (Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz) ont récemment réédité, dans une version révisée, le volume de sa série de guides de bonnes pratiques (*Good practice guides*) à usage des membres de l'Industrie intitulé « Évaluation et compensation des dommages socio-économiques issus de pollutions marines par déversements d'hydrocarbures » (*Economic assessment and compensation for marine oil releases*).

Comme l'édition de 2016, le document fournit en premier lieu un rappel des divers types de dommages sociaux-économiques potentiellement issus d'une atteinte environnementale liée à une pollution pétrolière ; les secteurs de la pêche et du tourisme y sont en particulier évoqués, ainsi d'autres activités impliquant l'usage plus ou moins direct/matériel de l'environnement littoral (ex : prises d'eau d'aquariums, de sites industriels, etc ; marais salants, trafic portuaire...).

En second lieu sont inventoriés et décrits les types de dispositifs de fonds existants en matière de compensation des divers dommages potentiels : ils sont ici déclinés selon leurs cadres respectifs d'application (ex : législations nationales, régionales, etc. ; conventions internationales) et les types de sources de pollution (navires à cargaison liquide, navires autres) dont ils relèvent.

¹² On mentionnera à cet égard, et en complément, le guide opérationnel Cedre « Intervention en mangroves ».



ipieca ICP

Economic assessment and compensation for marine oil releases
Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel

Oil spill preparedness

Advancing environmental performance within the energy transition

www.ipieca.org

Enfin, le guide présente, dans leurs grandes lignes, les principes et méthodes de calcul acceptés dans le cadre de ces divers mécanismes afin de quantifier les divers types de dommages potentiellement engendrés, ainsi que les procédures de soumission de demandes d'indemnisation relatives¹³.

A vocation pédagogique, ce guide permet une vue d'ensemble des divers mécanismes, de leurs contextes, cadres et périmètres, et une introduction vers les ressources et documents institutionnels, accessibles ailleurs (Fonds du FIPOL, législations nationales américaine, canadienne, chinoise...) pour plus de détails.

Pour en savoir plus :
<https://www.ipieca.org/resources/good-practice/economic-assessment-and-compensation-for-marine-oil-releases/>

● Détection

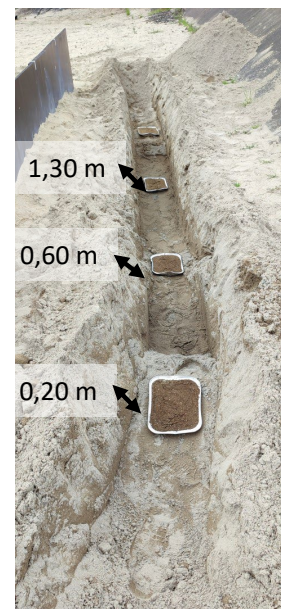
Détection *in situ* d'hydrocarbures enfouis : évaluations de détecteurs GC/MS au Cedre

Dans la continuité d'actions précédentes en matière de détection d'arrivages d'hydrocarbures enfouis ou en mélange dans les sédiments (Cf. LTML n°53), le Cedre a conduit une étude de l'applicabilité d'équipements portatifs utilisant la chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (GC-MS), technologie habituellement utilisée en laboratoire et dont il s'est ici agi de tester les performances sur le terrain. Ce projet a consisté à i) dresser une liste aussi exhaustive que possible des équipements d'analyse par GC-MS portatifs actuellement disponibles sur le marché et ii) sélectionner 1 ou plusieurs équipements afin de réaliser des tests de performance sur la plage artificielle du Cedre ainsi que, selon les premiers résultats, sur site industriel. Les critères retenus pour la sélection des outils ont porté sur les dimensions de l'équipement, sa portabilité, l'existence d'un SAV et de pièces détachées en catalogue, la complexité de l'interface utilisateur et le coût de l'équipement.

Sur la plage artificielle, la pollution enfouie a été simulée en disposant un mélange sédiment/hydrocarbure à 3 profondeurs (20, 60 et 130 cm). Deux types d'hydrocarbures (un pétrole brut léger et un fioul lourd), caractérisés par des concentrations différentes en composés volatils, ont été utilisés. Trois des dispositifs GC-MS portables identifiés comme disponibles sur le marché ont été retenus : le *Torion T9* de *Perkin Elmer*, le *Hapsite CDT* d'*Inficon* et le *Griffin G510* de *Teledyne FLIR*.

À l'issue des tests, 2 des modèles testés ont suggéré l'intérêt potentiel de la technologie GC-MS pour le type de mission fixée : après une étape de prélèvement des vapeurs sur des matériaux absorbants (fibre SPME, phase Tenax), ils ont permis d'obtenir en moins de 10 minutes un tracé chromatographique des composés allant du C6 au C14. En revanche, si la localisation d'une pollution enfouie à partir des COV détectés à la surface du sol s'est avérée possible pour du pétrole léger, elle s'est avérée plus problématique pour le fioul lourd.

Une seconde phase s'est déroulée dans l'enceinte d'une installation industrielle dont les sols présentent une contamination historique par hydrocarbures. Sur site, 9 points ont été sélectionnés à partir de relevés en hydrocarbures totaux (HCT) réalisés préalablement. Au terme des tests de terrain, les 2 équipements ont permis la détection des hydrocarbures sur l'ensemble des points, avec des tracés très proches pour chaque point.



Mise en place de barquettes contenant un sable pollué par hydrocarbures, à différentes profondeurs sur la plage artificielle du Cedre (Source : Cedre)

¹³ Comprenant également les demandes d'indemnisation pour les coûts d'intervention.

Il faut cependant noter que, bien que possible selon les fabricants, la quantification des hydrocarbures enfouis ne s'est pas révélée fiable lors de la présente évaluation et nécessitera des examens supplémentaires.

En conclusion, les résultats encourageants obtenus au moyen de 2 des équipements ici retenus indiquent le potentiel d'analyseurs GC-MS pour répondre à la problématique de détection in situ d'hydrocarbures enfouis. Un travail de développement reste, cela dit, nécessaire pour définir les conditions d'utilisation (confinement des vapeurs, volume de gaz à prélever, nature du matériau absorbant) et de retraitement du signal (développement de méthode d'analyse) les plus adaptées à la recherche d'hydrocarbures. Moyennant ce développement, et bien que le présent travail ait moins visé à évaluer les équipements *sensu stricto* que la technologie sur laquelle ils reposent, notons enfin que le *Hapsite*, du fait de son interface intuitive, pourrait être utilisé par un personnel non scientifique. Le *Torion T9* serait à ce stade plus à considérer comme une extension du laboratoire pouvant être déployé sans risque sur le terrain par un personnel plus averti.

● Déchets/débris flottants

MER & LITTORAL

Etude des microplastiques flottants : outil d'échantillonnage passif SB BUOY

La société espagnole *Seabots* a récemment développé un dispositif, dénommé *SB BUOY*, spécifiquement conçu pour la collecte passive de microplastiques flottants.

Il s'agit *grosso modo* d'une petite bouée filtrante, munie d'un dégrilleur et d'un sac de filtration/stockage des particules en question.

Développé à l'origine afin de contribuer à un projet d'analyse semi-quantitative et qualitative de la pollution des eaux littorales catalanes par les microplastiques, le prototype aurait pour la première fois été testé en 2020 *via* la mise à l'eau d'une centaine d'unités le long des côtes : il s'agissait, dans ce contexte, de disposer d'un moyen d'échantillonnage des particules flottantes de taille comprise entre 0,5 et 4 mm.



Vue de plusieurs SB BUOYS en attente de mise à l'eau (source : Seabots)



Relevage du piège flottant pour vidange du filet de collecte (source : Seabots)

Le *SB BUOY* fonctionne simplement à la manière d'un piège flottant dont la forme permet, une fois celui-ci arrimé à une bouée ou via un mouillage en propre, le positionnement face au courant : le dégrilleur dont est pourvu l'« avaloir » repousse les gros éléments (et la macrofaune) tandis que les microplastiques sont stockés dans la poche filtrante.

D'une manutention simple et ne nécessitant *a priori* qu'une maintenance minimale, l'outil semble avoir démontré son utilité dans l'analyse des particularités des microplastiques (ex : forme, aspect, tailles, abondances relatives, etc.) entre différents secteurs de la côte catalane, dans la perspective de fournir, à termes, des éléments utiles aux politiques publiques en matière de prévention de ce type de pollution.

Pour en savoir plus

<https://www.gpaseabots.com/technology>

PLANS D'EAU SEMI-ABRITES

Dispositifs fixes de poubelles flottantes : estimation des performances

Une équipe de chercheurs des Universités de Plymouth (GB) et de Oulu (Finlande) a récemment publié les résultats d'un travail conjoint d'évaluation des performances du *Seabin*, soit d'un dispositif de collecte de déchets plastiques conçu pour les plans d'eau abrités. Il s'agit d'un système fixe de type poubelle flottante,

destiné à être arrimé à un ponton flottant, équipé d'un seuil dont l'ajustement à la surface de l'eau est contrôlé par une pompe submersible (Cf. LTEI n°27).

Dans un contexte où la stratégie de piégeage en continu de déchets au niveau des zones de rejet potentiel dans le milieu marin (estuaires, ports, etc.) est reconnue comme étant l'une des plus pertinentes pour réduire la pollution par plastiques, ce type de poubelles flottantes a été installé ces dernières années dans divers ports (par exemple dans le cadre d'un projet finlandais, à Uunisaari, Helsinki, etc.) pour évaluation. C'est devant le constat d'une certaine rareté, malgré tout, des données de performances relatives à ce type de dispositif que ce travail a été mené, dans le cadre du projet [Preventing Plastic Pollution](#) (2019-2023) cofinancé par le FEDER et soutenu par le programme européen *Interreg « France (Channel Manche) England »*.

Les tests ont été menés au port de Plaisance de Plymouth (l'un des partenaires du projet), site d'implantation où quatre descripteurs de performances ont été définis et quantifiés :

- la sélectivité de l'appareil (gamme de types et de tailles des déchets captés), décrivant en quelque sorte sa cohérence avec l'objectif de collecte de l'ensemble des plastiques flottants ;
- l'évolution du taux de piégeage des déchets au cours du temps, ici évaluée à intervalles réguliers sur des périodes de 3 jours (en raison de colmatage par divers solides flottants ou de *fouling*, par exemple, ou en fonction du remplissage du dispositif). On pourra objecter que cette mesure est, également, dépendante des apports de plastique durant ces intervalles de temps et ne reflètent, par conséquent, pas nécessairement un changement de la capacité du dispositif ;
- l'influence potentielle des conditions météo-océaniques sur les performances de ce type de piège ;
- la comparaison, sur de mêmes périodes de temps, entre la quantité et la qualité des déchets collectés, *via* ce mode « continu/automatique » sur 31 jours d'une part, et *via* des opérations ponctuelles et de courtes durées de collecte manuelle (consistant chacune en 1 trait de 5 minutes, d'un simple filet à plancton de 26 cm de diamètre le long des quais du port) d'autre part.

Globalement, on retiendra que les données mesurées ont conduit les auteurs à juger le taux de capture des déchets par le *Seabin* (moyenné à 58 déchets/jour, équivalent poids estimé à 6g/jour) largement inférieur à celui de courtes opérations de nettoyage manuel par filet de surface (plus de 120 en 5 minutes ; équivalent-pds estimé à 20g). Si la gamme de déchets collectés par le *Seabin* correspond bien, en revanche, à celle effectivement présente dans les eaux du site d'étude, un autre désavantage potentiel avancé par les auteurs est le piégeage de quelques spécimens -morts ou vivants, la question reste toutefois ouverte- de faune aquatique (juvéniles de poissons, crabes verts, etc.).

La conclusion de l'article, et les données qu'il présente, sont intéressantes en cela qu'elles relativisent -sans le nier- le bénéfice potentiel de ce type de poubelles à seuil fixes. Aussi, elles soulignent comment le recours à des technologies séduisantes *a priori* (ex : nettoyage continu, automatique) ne permet pas de faire l'économie de changements en termes de production et de rejet de plastiques dans l'environnement, ni ne doit se substituer nécessairement à des mesures moins « sophistiquées » mais plus efficaces. Enfin, certaines observations, formulées de façon annexe, illustrent l'effort de maintenance nécessaire pour garantir le fonctionnement attendu de ces dispositifs (exemple, notamment, du colmatage du filtre en fond de dispositif, altérant le fonctionnement de la pompe submersible -et donc de l'effet de seuil).

Pour en savoir plus

F.N.F. Parker-Jurd, N.S. Smith, L. Gibson, S. Nuojua, R.C. Thompson, 2022. [Evaluating the performance of the 'Seabin' – A fixed point mechanical litter removal device for sheltered waters](#). Marine Pollution Bulletin, **184**, 114199. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114199>

● HNS

Evaluation du risque des déversements de produits évaporants et gazeux : projet MANIFESTS et suites

Les substances nocives potentiellement dangereuses (SNPDs, ou HNS) volatiles et gazeuses sont particulièrement problématiques pour les autorités en charge de la réponse anti-pollution : en cas de

déversement accidentel en mer, elles peuvent en effet entraîner la formation de panaches de gaz toxiques, inflammables voire explosifs, souvent non visibles, avec extension potentiellement rapide sur de vastes zones. En pareille situation, la prise de décision en vue de l'intervention s'avère d'autant plus délicate que les données relatives aux produits et à leurs devenir sont relativement peu accessibles et/ou s'avèrent insuffisantes pour évaluer de façon satisfaisante les risques encourus par l'équipage, les primo-intervenants ou encore la population côtière.

Dans ce contexte, c'est afin de compléter et d'améliorer la diffusion des connaissances en la matière que s'est inscrit le projet européen MANIFESTS (*MANaging risks and Impacts From Evaporating and gaseous Substances To population Safety*), co-financé par le mécanisme de protection civile de l'UE (DG-ECHO). Coordonné par le Cedre, le projet MANIFESTS a réuni pendant 2 ans (2021-2023) 9 instituts et administrations de 6 pays dotés d'expertises fortes et complémentaires dans le domaine de la pollution marine. Il a bénéficié aussi du soutien de plusieurs autorités maritimes nationales -principaux bénéficiaires attendus du projet- réunies au sein d'un Conseil consultatif.

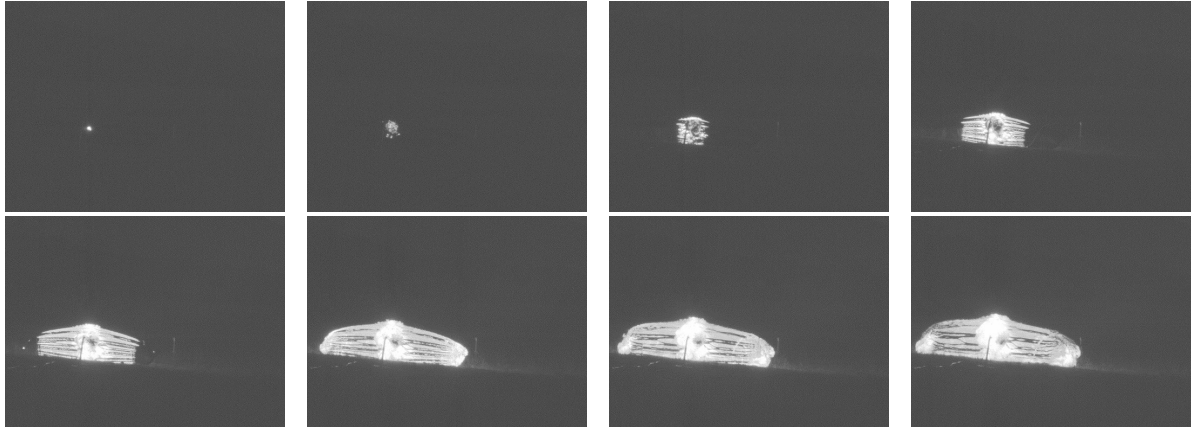
MANIFESTS avait pour ambition de contribuer à renforcer la capacité de réponse des autorités en charge de la lutte, à travers le développement d'outils d'aide à la décision et la formulation d'orientations opérationnelles adaptées aux déversements en mer de produits évaporants ou gazeux :

- L'un des volets visait à faciliter l'accès aux connaissances et aux bases de données pertinentes pour les planificateurs et les acteurs de l'intervention, en l'occurrence *via* l'établissement d'une plate-forme *Open Source* dédiée accessible en ligne ;
- Un autre volet prévoyait la réalisation d'expérimentations qui, *via* la production de données originales -venant compléter ou préciser celles déjà existantes, visait à mieux comprendre les processus d'évaporation et, partant, à mieux cerner les enjeux et conséquences associées à un incendie ou à l'explosion de HNS.

En parallèle, des méthodes et outils d'aide à la décision en matière d'évaluation et de gestion des risques ont été développés. Celles-ci comprennent notamment des modèles de conséquences (trajectoire de la nappe et dispersion du nuage de gaz associé, incendie et explosion). Ces outils de réponse ont été testés au travers d'exercices sur table et au cours d'un essai en mer à grande échelle en Atlantique. L'ensemble des résultats et des outils développés sont disponibles sur le site <https://manifests-project.eu/> et sur le livrable [Layperson's report](#).

Notamment, les essais expérimentaux menés par le Cedre dans ses installations ont été focalisés sur :

- le processus d'évaporation d'un HNS déversé à la surface de l'eau, étudié à l'aide d'une soufflerie développée dans le cadre du projet. Ce nouvel outil a permis de caractériser l'impact de la vitesse du vent sur la cinétique d'évaporation de produits chimiques. Pour chaque test, la vitesse du vent, la température de l'air et du liquide s'évaporant ainsi que la perte de masse du produit chimique ont été mesurées en continu. Les résultats obtenus ont permis de calibrer le modèle d'évaporation développé dans le cadre du projet ;
- le flux de chaleur radiatif, soit le rayonnement émis par les flammes (entraînant les risques de brûlures), dont l'évolution à différentes distances d'un feu (ici, de 10 types d'huiles végétales) de 80 cm de diamètre a été mesurée. Les résultats obtenus ont montré comment les prédictions des modèles existants à cet égard sous-estimaient significativement les valeurs expérimentales ;
- les explosions, avec des mesures qui ont permis de déterminer les surpressions d'air (augmentation soudaine de la pression ambiante, à l'origine des risques pour les personnes, les structures et les bâtiments) résultant de l'explosion d'un mélange de propane et d'oxygène. Les données expérimentales ont démontré une excellente concordance avec les modèles théoriques. Ces tests ont souligné la nécessité d'établir des marges de sécurité pour protéger les services d'intervention et les populations vulnérables.



Exemple de séquence d'images obtenues avec une caméra à grande vitesse (ici, de T_0 à $T_{+215\text{msec}}$; fréquence de prise de vue = $308 \mu\text{s}$) pour l'explosion d'un nuage de vapeur (propane – oxygène) de $3,8 \text{ m}^3$.

En outre, le Cedre et le CEPOL (Marine nationale), avec la participation de la garde côtière belge et la douane française, ont effectué un essai en mer pour tester de nouveaux capteurs de détection de nappes de HNS et des nuages de gaz associés. Celui-ci comprenait l'évaluation des caméras infrarouges multispectrales SIMAGAZ et SIGIS 2 de l'ONERA et de la protection civile belge. Les modèles de dérive de nappe en surface ont été comparés en suivant en temps réel le déplacement d'une nappe d'huile végétale à l'aide de bouées dérivantes et par observation aérienne. Le traitement des images infrarouges de déversements de produits chimiques a de plus permis de valider le modèle d'évaporation.

Les développements inclus dans l'outil d'aide à la décision MANIFESTS ont compris :

- des mises à jour de la [base de données HNS](#) et de la [base de données en ligne MARINER-MANIFESTS](#) ;
- l'élaboration d'un [kit pour la préparation d'exercices antipollution](#), d'un outil de formation de type [jeu sérieux](#) et d'un système de partage d'information en cas de crise ([COP TOOL](#)) ;
- le développement de [modèles de prédiction](#) (Feu, explosion, objet ou personne à la dérive, nappe de HNS et nuage de gaz à la dérive)

En 2024 et 2025, les travaux sur la thématique se poursuivront, avec notamment le lancement de la suite du projet : MANIFESTS *Genius* (*From Gases and Evaporators risk assessment towards an Integrated management of sea and land pollution*), également co-financé par la DG-ECHO. Le projet se focalisera sur les HNS évaporant et gazeux, y compris les nouvelles énergies de propulsion telles que l'ammoniac, le GNL et le méthanol. Une attention particulière sera également accordée à la diffusion des connaissances à l'international ainsi qu'à la formation des agences de protection civiles, des parties prenantes des accords régionaux (BONN, HELCOM, REMPEC), etc., à l'utilisation des outils d'aide à la décision développés dans les projets EU, via l'organisation d'ateliers pratiques.

Pour en savoir plus :

<https://manifests-project.eu/>

Nouvelles énergies de propulsions : évaluation du risque d'impact d'un déversement d'ammoniac en eaux marines

Une étude a été publiée à la fin 2022, conjointement par Lloyd's Register, l'ONG *Environmental Defence Fund* (EDF), et la société de conseil en ingénierie *Ricardo PLC*, visant à apprécier le risque d'impacts environnementaux sur l'environnement marin de déversements accidentels d'ammoniac, dans le contexte actuel où ce produit est l'objet de considérations en tant que carburant en alternative aux hydrocarbures pour les navires marchands.

En l'absence de données issues de cas concrets en la matière, l'approche adoptée a largement reposé sur l'utilisation de modèles numériques visant à évaluer les effets potentiels causés sous diverses hypothèses en termes de types d'environnement (au nombre de 8 : rivières, estuaires, zones humides, eaux côtières, récifs coralliens, mangroves, régions polaires et eaux profondes) et de composantes biologiques (en l'occurrence les bactéries, le plancton, les végétaux macrophytes, les invertébrés marins, les poissons, et la faune supérieure

-oiseaux, reptiles et mammifères), et selon divers scénarios de déversements (ex : accident de soutage, collisions entre navires...) et de conditions ambiantes (ex : température, humidité, rayonnement solaire...). Dans l'ensemble, les résultats de ces modélisations indiqueraient une sensibilité plus élevée des écosystèmes saumâtres, et/ou d'autant que la température est élevée (ex : estuaires, mangroves, zones humides, particulièrement en régions tropicales), conduisant -par exemple- à des recommandations en termes de préparation à la lutte prioritaires dans les régions où ce type de conditions coïncide avec un trafic maritime intensif (ex : Détroit de Malacca).

A noter que les auteurs ont également confronté leurs estimations aux connaissances existantes, plus nombreuses, quant à la sensibilité des habitats et espèces aux hydrocarbures pétroliers. Globalement, et probablement en partie du fait d'une persistance et d'une extension dans l'environnement inférieures, par rapport à des fiouls lourds (ou même des gazoles), un déversement d'ammoniac pourrait entraîner des impacts, respectivement : moindres chez les invertébrés et les oiseaux marins ; plus élevés chez les poissons ; comparables sur les diverses autres composantes ici retenues.

Ce travail se veut comme une approche originale, préliminaire, du risque environnemental potentiel lié à l'utilisation de l'ammoniac comme carburant, utile à identifier des recherches plus approfondies dans le contexte d'émergence d'énergies de propulsion alternatives aux ressources fossiles.

Pour en savoir plus :

<https://www.edf.org/media/environmental-defense-fund-ir-and-ricardo-launch-report-examining-ecological-impact-ammonia>

● Confinement

Déploiement de barrages : paravanes Vikoma pour eaux intérieures ou pleine mer

La fabricant britannique *Vikoma* propose désormais, dans sa gamme d'équipements accessoires, en l'occurrence d'aide au déploiement de barrages flottants par un seul navire, son propre modèle de paravane.



Vikoma Paravane Mini : mise à l'eau manuelle (Source : Vikoma)

Celui-ci est décliné en 2 modèles : *Paravane Mini* et *Paravane Midi-Maxi*.

Le premier, consistant en un panneau unique de faible tirant d'eau, est plutôt adapté à la mise en œuvre de barrages petits à légers (haut. tot. max. : 0,75 m), en rivières à débit modéré ou en eaux abritées -quoiqu'il en soit par des courants relatifs (*i.e.* en mode fixe ou dynamique) inférieurs à 5 nœuds. Le panneau déflecteur, composé d'aillettes verticales de construction aluminium, est surmonté de deux éléments de flottaison. Ne nécessitant pas de moyens de levage, c'est aussi le modèle recommandé par le constructeur pour être apparié à son barrage récupérateur *Fasflo Mini*

Le second est un modèle de plus grande dimension, par conséquent plus lourd et dont la mise à l'eau nécessite un bras de charge. Il est basé sur le même concept (aillettes verticales aluminium), mais modulaire. Le panneau déflecteur est séparable en 2 moitiés, selon les besoins de l'utilisateur, pour une conversion en modes : *Maxi* (avec les 2 moitiés de panneaux) pour le déploiement en mer de barrages moyens à lourds (haut. tot. max. : 1,50 m) ; *Midi* pour le déploiement, en mer ou en cours d'eau à fort débit, de barrages légers à moyens (haut. tot. max. : 0,75 m).



Vikoma Paravane Midi-Maxi (ici associé à un barrage récupérateur *Fasflo Maxi*) amarré à un point de tire sur barge (source : Vikoma)

Pour en savoir plus :

<https://www.vikoma.com/Oil-Spill-Solutions/Ancillary/Paravane>

• Recherche

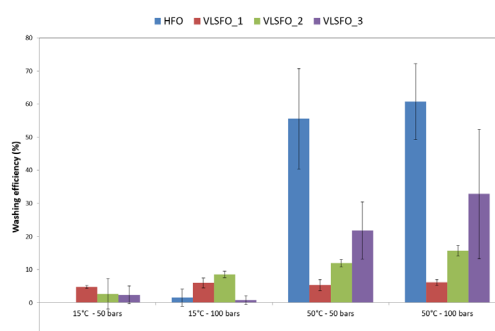
Fiouls à faibles teneurs en soufre : incidences potentielles sur la collecte sur l'eau et le nettoyage littoral (projet IMAROS)

Le premier volet du projet IMAROS (*Improving response capacities and understanding the environmental impacts of new generation low sulphur MARine fuel Oil Spills*), financé par la DG-ECHO sur 2 ans (2020-2022) et réunissant 6 partenaires européens, visait à améliorer les capacités d'intervention et à mieux connaître les impacts environnementaux des déversements d'hydrocarbures à faible teneur en soufre.

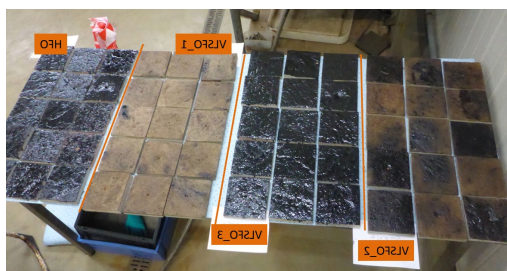
Dans le cadre du projet, le potentiel de nettoyage de ces fiouls sur des substrats durs littoraux a été étudié au Cedre. Des plaques de granite ont été enduites de 3 VLSFOs (*Very Low Sulphur Fuel Oils*, à teneur en soufre <0.5%) et 1 fioul lourd classique frais (HFO) et placées, après séchage, dans un banc de lavage. Ce dernier, muni d'un nettoyeur haute pression dont les couples température/pression, contrôlés, sont reproductibles d'un test à l'autre. Deux conditions de températures (15 et 50°C) et de pressions (50 et 100 bars) ont été appliquées, et les résultats obtenus comparés, pour chaque produit. A noter que le test, où un seul passage de jet selon des paramètres « calibrés » est effectué, vise à apprécier les récalcitrances respectives des divers polluants, et non à simuler une opération de nettoyage du littoral.

L'eau chaude (50°C) a permis le lavage plus efficace des plaques pour le HFO (60%) et, bien que dans une moindre mesure, pour l'un des VLSFO (VLSFO 3, avec un retrait de 20 à 30% de la quantité de polluant). Etudié dans le canal d'essai du Cedre, le comportement de ce VLSFO (point d'écoulement de 13°C ; viscosité à 15°C de 4 400 mPa.s), s'est avéré proche de celui d'un fioul « classique ».

Les 2 autres VLSFOs se sont en revanche avérés plus récalcitrants (efficacité de nettoyage faible, de 5 et 15%), ce dans toutes les conditions d'application fixées. Les efficacités médiocres sur les VLSFO 1 et 2 ont coïncidé avec le constat d'une « pénétration », ou imprégnation, du produit dans les plaques de granite, limitant manifestement l'action érosive du jet¹⁴. Ces 2 produits se caractérisaient, néanmoins, par des propriétés physico-chimiques très dissimilaires : l'un étant bien plus fluide qu'un HFO « classique » (avec une viscosité de 540 mPa.s à 15°C) et affichant un point d'écoulement de 15°C ; l'autre présentant une viscosité de 17 000 mPa.s à 15°C et un point d'écoulement élevé (27°C, le rendant quasi-solide à température ambiante).



Tests d'efficacité de lavage (%) des polluants (VLSFOs 1, 2 et 3, et un fioul lourd : HFO) selon les paramètres de lavage (température de 15°C ou 50°C et pression de 50 ou 100 bars) (source : Cedre)



Aspect des plaques 6 jours après application des fiouls, et avant lavage en pression (source : Cedre)

Le déterminisme de ce phénomène de pénétration n'a pas été identifié dans le cadre de ces tests.

Quoiqu'il en soit, cette « imprégnation » a été observée pour ces deux mêmes polluants sur des roches de natures différentes (marbres, cailloux de types divers prélevés *in situ*), et pourrait donc survenir en milieu naturel selon le VLSFO déversé et la nature des roches.

De nouveaux essais vont être réalisés en 2025 dans le cadre du projet IMAROS 2, suite du projet IMAROS.

Par ailleurs, le Cedre a mené une évaluation du potentiel de collecte sur l'eau de 2 VLSFOs, en l'occurrence les VLSFOs 2 (à point de fusion élevé) et 3 (de caractéristiques physico-chimiques proches de celles d'un HFO classique), à travers une série de tests des performances de 2 écrémeurs oléophiles (l'un à tambour, l'autre à brosses linéaires ; antérieurement testés au Cedre), selon la norme en la matière (AFNOR NF T 71-500) et mis en œuvre suivant les préconisations techniques (pompes et groupes de puissance associés) des fabricants.

¹⁴ A noter, aussi, que la partie en imprégnation a résisté à une opération d'extraction des polluants au solvant.

Chaque combinaison de test (*VLSFO 2/3 x frais/vieilli x écremeur à tambour/à brosses*) a été menée en eaux calmes, dans les bassins du Cedre par des températures atmosphériques quotidiennement comprises entre 7 et 12°C.

En termes de performances (sélectivité, débit), il n'a pas été observé de différences significatives entre les 2 types d'écremeurs sur les VLSFOs testés : elles ont varié de façon comparable selon le niveau de vieillissement des produits, avec des débits de collecte globalement faibles (compris entre 2 à 3,5 m³/heure) et une sélectivité moyenne à bonne (près de 60% à 95% environ). Pour chacun des écremeurs a été constatée une limitation en termes de capacité des pompes à refouler les hydrocarbures -par ailleurs récupérés plutôt efficacement par les têtes oléophiles. Cette problématique, pas infrequente pour les pétroles visqueux en général, a ici été palliée *via* la connexion d'un dispositif d'injection annulaire.

Il a été constaté, pour le type présentant un point de fusion élevé (ici le *VLSFO 2*), que la quasi-solidification du produit (vieilli ou frais) à température ambiante entraînait invariablement une « cassure » de la nappe au niveau de son point de contact avec l'élément oléophile -tambour rotatif ou brosses linéaires.

Dans ce cas, l'effet de 'traction' exercé sur les épaisseurs flottantes de fioul étant rompu, la création d'un courant s'est avérée nécessaire pour pousser le polluant vers l'écremeur a été nécessaire.

En cas réel, cela laisse supposer un lien étroit entre le potentiel de collecte et le mode d'utilisation de l'écremeur : soit en statique en ayant la possibilité de créer un tel courant, soit en dynamique (en fond de barrages, notamment).



Fragmentation de la nappe de VLSFO 2, visqueux à quasi-solide, avec formation d'une surface d'eau libre en front de brosse linéaire (source : Cedre)

Ces observations, à des températures relativement douces, rejoignent celles faites par la NCA (*Norwegian Coastal Administration*) lors de ses propres essais, menés en 2016-17 sur des LSFOs divers, en eaux plus froides dans ses installations de Horten¹⁵.

Pour en savoir plus :

Projet IMAROS : https://www.kystverket.no/en/preparedness-and-emergency-response-against-acute-pollution/research-and-development/imaros_eng/

Projet IMAROS 2 : <https://civil-protection-knowledge-network.europa.eu/projects/imaros-2>

● Impacts

Plages sableuses et pollution de 2019 au Brésil : quels impacts sur l'écosystème benthique ?

D'août à décembre 2019, près de 3 000 km de linéaire côtier du nord-est brésilien avaient été soumis à des arrivages répétés d'un hydrocarbure visqueux dont l'origine et la cause n'ont, à l'heure actuelle, toujours pas été identifiées (Cf. LTML n°50). Il se serait agi d'un pétrole brut lourd ayant, sous forme fragmentée et émulsionnée, dérivé le long de la côte en subsurface, limitant considérablement sa détection durant cette période d'échouages. En l'espace de ces quelques mois, cette pollution orpheline a atteint, de façon discontinue, plus de 55 aires marines protégées, et plus largement divers types d'écosystèmes littoraux dont des herbiers, des mangroves, des estuaires, des récifs coralliens ou encore des plages sableuses. Elle a, depuis, souvent été présentée, de façon plus ou moins fondée, comme l'une des plus importantes pollutions survenues ces dernières années sur le littoral Brésilien.

¹⁵ La NCA avait alors identifié une nette pénalisation de l'efficacité des divers types de récupérateurs oléophiles dont elle est équipée (disques, brosses, cordes), en raison d'un même phénomène de fragmentation d'hydrocarbures solidifiés dans les conditions de ces essais.

Une étude publiée en 2022 par un écologue de l'Université Fédérale de Sergipe (Brésil) a visé à étudier l'impact potentiel de cette pollution sur les communautés d'invertébrés macrobenthiques des plages sableuses, exposées aux houles, de la côte affectée.

La macrofaune benthique de 4 sites distincts de la côte de Sergipe a, dans ce contexte, été échantillonnée et analysée à divers intervalles de temps (15, 60 et 120 jours) après les arrivages qui s'y sont produits, en octobre 2019. Outre le fait qu'elles ont compté parmi les plus souillées en 2019, ces plages ont été sélectionnées en raison de la disponibilité, localement, de données benthiques antérieures à la pollution (2013 et 2014) que les auteurs ont exploité en tant que données de référence.

L'échantillonnage a consisté à prélever l'endofaune des 20 premiers centimètres de substrat, pour établir les descripteurs de base des peuplements, notamment la diversité spécifique et les abondances relatives. Divers paramètres sédimentaires et morphodynamiques des sites, relatifs à leur énergies et granulométries respectives, ont également été pris en compte dans les analyses statistiques pour en apprécier l'éventuelle influence dans les variations spatiales et/ou temporelles observées au niveau des populations.

Les résultats obtenus montrent une similarité des profils morphodynamiques entre les sites, sans divergence saisonnière significative, tandis que des fluctuations significatives, spatiales et temporelles, de la structure des communautés ont été observées, à la fois antérieurement et postérieurement à la pollution. Globalement, ces différences ont traduit une augmentation des abondances en 2019, par rapport à 2013 et 2014, dominées par 2 espèces (constituant près de 80 % de la macrofaune identifiée) : le polychète *Scolelepis* sp. en octobre 2019, puis le Bivalve *Donax gemmula* de décembre 2019 à février 2020.

Si *Scolelepis* sp. est le plus souvent considéré comme un taxon tolérant à l'excès de matière organique (dans ce cas potentiellement stimulées sur des sites pollués -jusqu'à un certain niveau- par hydrocarbures), voire comme opportuniste de second ordre, l'auteur indique des références ayant au contraire suggéré l'impact négatif des hydrocarbures sur cette même espèce ; dans le cas présent, le manque de données disponibles (en nombre et en temporalité) ne permet, quoiqu'il en soit, pas d'établir ici une relation significative entre l'augmentation de la densité de cette espèce et les arrivages d'hydrocarbures sur les plages sableuses. La prévalence de *D. gemmula* est, quant à elle, un phénomène décrit sur les sites d'études antérieurement à la pollution. Dans l'ensemble, les changements observés dans la macrofaune sont apparus plus attribuables des fluctuations naturelles (par exemple *via* des conditions favorables au recrutement des polychètes de mars à septembre 2019) qu'aux arrivages de pétrole.

Enfin, les caractéristiques de la pollution, sous forme de plaques vieilles/émulsionnées (*i.e.* peu biodisponibles), disséminées le long de la côte, conduisent l'auteur à conclure à leur faible impact sur la macrofaune (faible percolation du polluant dans les sédiments, ce qui en a par ailleurs facilité le retrait). L'article vient confirmer, s'il en était besoin, la relativement faible sensibilité du type de plages sableuses ici étudiées (larges estrans dissipatifs, soumis à un fort hydrodynamisme).

Pour en savoir plus :

Cruz da Rosa L., 2022. *Sandy beach macroinfauna response to the worst oil spill in Brazilian coast: No evidence of an acute impact.* Marine Pollution Bulletin, 180, 113753. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113753>



Localisation des sites d'étude (partie centrale de la côte de Sergipe, Nord-Est du Brésil) et aspect de la pollution, modérée et fragmentée, de 2019 (source : Cruz da Rosa, 2022)

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 ».