



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

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

Tél : (33) 02 98 33 10 10

Fax : (33) 02 98 44 91 38

Courriel : contact@cedre.fr

Web : www.cedre.fr

Lettre Technique Eaux Intérieures n°31

LTEI 2021

- **Principaux déversements survenus dans le monde 2**
 - Pollution par fuite de pipeline en milieu rural (*Bashneft*, République du Bachkortostan, Fédération de Russie) 2
 - Fuite de pipeline dans le Delta du Niger (ligne *Trans Niger Okordia-Rumekpe*, Nigéria) 2
 - Déversement important d'effluents organiques à partir d'un bassin (Walkerville, Etats-Unis) 2
 - Fuite de pipeline et pollution d'affluents de la Mer de Barents (*Lukoil*, République des Komis, Fédération de Russie) 3
 - Déversement modéré de condensats en milieu sensible (pipeline *Cox Oil LLC*, Cameron Parish, Etats-Unis) .. 3
 - Fuite de pipeline : impact d'un produit léger en environnement confiné (*Meraux Pipeline*, Chalmette, Etats-Unis) 4
- **Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2021 5**
 - Sources des déversements 5
 - Types de produits déversés 6
 - Evènements 7
 - Causes 8
- **Déchets/débris flottants 9**
 - Collecte de macrodéchets en eaux portuaires : pompe flottante *DPOL* 9
 - Dispositif léger, entre barrage manufacturé et barrage à façon : *Elastec Bottle Boom* 9
 - Déviation et collecte en rivières : dispositifs de piégeage en continu 9
- **Poursuites, amendes 12**
 - Règlement de 2 M US\$, en suite de la pollution de la rivière Yellowstone, à partir d'un pipeline sous-terrain (pipeline *Poplar*, Montana, 2015) 12
- **Préparation à la lutte 12**
 - Etablissement d'un centre d'expertise de la Garde côtière américaine à Sault Sainte Marie 12

- **Principaux déversements survenus dans le monde**

Pollution par fuite de pipeline en milieu rural (*Bashneft*, République du Bachkortostan, Fédération de Russie)

Le 1^{er} avril en Fédération de Russie, à proximité du village de Pavlovka (district de Bizhbulyaksky, République du Bachkortostan), l'entreprise *Bashneft* (filiale de *Rosneft*) signalait le déversement accidentel d'environ 300 m³ d'un mélange de pétrole brut et d'eaux chargées, à partir d'un oléoduc associé au champ pétrolier de Skhapovskoye. Cette annonce de l'opérateur est intervenue après que des riverains, et des agents du Ministère des Situations d'urgence (*EMERCOM*) de la Région (Oural), aient diffusé des photographies de la pollution.

Selon *EMERCOM*, l'avarie (de cause non précisée) a entraîné la souillure des cours d'eau et de 350 m² de sols enneigés au voisinage du point de fuite. A défaut d'être détaillée dans nos sources d'informations, la lutte anti-pollution menée par les intervenants de *Bashneft* aurait notamment impliqué des opérations de confinement sur l'eau, d'une part, et d'excavation des terres polluées, d'autre part.

Bashneft a fait savoir qu'aucun risque de contamination des réservoirs d'eau environnants n'était à signaler, et qu'entre 350 et 400 m³ de sols excavés avaient été retirés du site avant évacuation vers un centre de traitement du District d'Ishimbaysky.

Fuite de pipeline dans le Delta du Niger (ligne *Trans Niger Okordia-Rumekpe*, Nigéria)

Le 7 avril au Nigéria, une rupture sur l'oléoduc *Okordia-Rumekpe* (Ø=36 cm) exploité par la *Shell Petroleum Development Company (SPDC)* causait le déversement d'entre 30 et 40 m³ de pétrole brut, au sein d'une zone d'un peu moins de 1,5 hectares de palmeraie et d'étangs de la communauté d'Ikarama (État de Bayelsa).

L'accident a été suivi du processus, réglementaire au Nigéria, de reconnaissances et d'enquête conjointes (*JIV - Joint Investigative Visit*) regroupant des représentants de l'industriel, des entités publiques concernées (*NOSDRA*¹, Ministère de l'environnement, ...) et des communautés locales.

La rupture a été ultérieurement assignée à une défaillance technique d'équipement ; le *JIV* a par ailleurs estimé qu'environ la moitié du volume déversé dans l'environnement était confiné et récupérable grâce aux premières mesures d'urgence (non précisées) mises en œuvre sur le site par l'exploitant, et constatées au moment des inspections.

L'achèvement des chantiers de nettoyage des 15 à 20 m³ restants était annoncé pour la fin du mois d'avril. L'éventuel impact environnemental de cette pollution n'a pas, lui non plus, été détaillé dans nos sources d'informations.

Selon la *NOSDRA*, il se serait agi du premier des 3 déversements enregistrés par *SDPC* sur le mois, les 2 suivants (13 et 14 avril) s'étant produits dans l'État de Rivers, en suite d'actes de vandalisme ayant entraîné des fuites, respectivement, de 25 et 1,5 m³ de pétrole brut.

Déversement important d'effluents organiques à partir d'un bassin (Walkerville, Etats-Unis)

Le 20 avril au matin, des ouvriers d'une installation agricole de grande taille (370 ha), dans la municipalité de Walkerville (Michigan, Etats-Unis), découvraient l'effondrement d'une paroi en terre d'un bassin de stockage d'eaux usées. Ce dernier a, en conséquence, libéré son contenu d'effluents chargés en matières organiques dans un drain du comté d'Oceana, puis dans le cours d'eau Freeman Creek, lui-même débouchant dans un bras de la rivière Pere Marquette (affluent du Lac Michigan). L'exploitant (*Arbre Farms Inc.*) a estimé le volume déversé entre 680 et 910 m³.

L'entreprise avait transféré dans ce bassin temporaire -non autorisé à cet effet- des boues de process de transformation alimentaire : ces dernières étaient habituellement stockées dans une lagune dédiée, laquelle était alors en maintenance.

Alerté par l'exploitant, le Département de l'Environnement, des Grands Lacs et de l'Énergie (*EGLE*) de l'état du Michigan a notifié de l'accident les services de gestion des urgences des comtés avoisinants, et ceux de la police

¹ *National Oil Spill Detection and Response Agency*, Agence publique du Ministère fédéral de l'Environnement.

de l'État. L'entreprise a, quant à elle, mandaté des sociétés d'intervention pour la réalisation des chantiers de nettoyage des sols, du drain et des cours d'eau affectés. Ces travaux ont nécessité des opérations étendues sur plus de 3 semaines, notamment pour achever le traitement de secteurs boisés.

Si aucun risque pour la santé publique n'a été identifié, l'EGLE a indiqué la potentialité d'impacts sur la faune aquatique, lesquels ont été confirmés lors de reconnaissances visuelles menées par des intervenants du Département de l'Environnement et des Ressources Naturelles (DENR) du Michigan. Ces derniers ont rapporté des mortalités de poissons, ainsi que d'une partie de la faune invertébrée, imputables à la déplétion en oxygène dissout causée par l'augmentation, massive et soudaine, de la charge organique. Ces phénomènes n'auraient cependant pas été massifs, et se sont avérés localisés au niveau des cours d'eau les plus proches du point de fuite (drain et Freeman Creek), secteurs dans lesquels l'essentiel de la pollution s'est trouvé confiné.

Fuite de pipeline et pollution d'affluents de la Mer de Barents (Lukoil, République des Komis, Fédération de Russie)

Le 11 mai, à 130 km environ d'Oussinsk (République des Komis, Russie), une fuite d'hydrocarbures (de type non précisé) était identifiée, à partir d'un pipeline opéré par *Lukoil* et reliant la station de pompage du champ d'*Oshskoye* et la station de pompage n°5 du champ de *Kharyaginskoye* (Nénétsie, oblast d'Arkhangelsk).

La compagnie pétrolière a attribué la cause du déversement à une 'perte d'intégrité de la conduite', laquelle s'est fissurée, à moins de 300 m des berges de la rivière Kolva -affluent de l'Oussa puis du fleuve Petchora. Initialement annoncée à 20 tonnes (dont 7 polluant la rivière), l'ampleur de la fuite a été réestimée à 90-100 tonnes, *Lukoil* indiquant que de l'ordre d'une dizaine de tonnes aurait atteint la Kolva.

Après avoir rapporté l'incident aux bureaux régionaux des agences fédérales concernées (*Rosprirodnadzor*, *Rostekhnadzor*)², l'industriel a initié des opérations de nettoyage en annonçant la mobilisation d'environ 150 intervenants sur site le 13 mai (puis plus de 200 au cours des jours suivants). La récupération des accumulations de pétrole, sur et en bordure de berges, a eu lieu *via* des techniques manuelles à l'aide d'absorbants et/ou d'outils légers (ex : pelles ; écopés ; ...) ; les tentatives de maîtrise d'extension de la pollution ont, semble-t-il, impliqué le déploiement d'équipements divers (barrages flottants relativement légers ; sections de conduites rigides ; ...), en mode de protection ou de confinement. Les quelques photographies disponibles suggèrent cependant que l'étanchéité de ces configurations n'était pas optimale.

De surcroît, l'efficacité des dispositifs de confinement (objectif prioritaire en vue de préserver les affluents de la Mer de Barents) a été pénalisée par la présence (importante sur la Kolva en cette saison) de blocs de glace dérivants.

De fait, une partie des hydrocarbures a été observée jusqu'à la confluence avec l'Oussa, à hauteur de la municipalité d'Oussinsk -laquelle a, de fait, déclaré un état d'urgence local le 14 mai.

Des opérations de ramassage des dépôts sur berges et des amas flottant à proximité ont ainsi été menées en une demi-douzaine de sites de collecte distribués au sein du territoire de la République des Komis, selon *Lukoil*.

De l'ordre de 2 500 m de barrages et d'une trentaine de tonnes de produits absorbants -boudins, feuilles, tapis, etc., auraient été utilisés pour la collecte de la pollution.

Selon l'ONG *Petchora Rescue Committee*, du pétrole aurait été observé le 17 mai sur le Petchora à proximité de Oust-Tsilma –soit à environ 300 km en aval d'Oussinsk. L'association a ainsi questionné l'ampleur et la date de l'accident telles qu'indiquées par l'industriel. En août, le *Rosprirodnadzor* indiquait attendre les résultats d'analyses d'échantillons d'eau et de sols avant d'estimer le coût des dommages, possiblement (i) « à environ 700 millions de roubles sous hypothèse d'un déversement de 9 tonnes de pétrole dans le fleuve », ou (ii) jusqu'à « 1 milliard de roubles si un impact de l'Oussa et du Petchora » était établi.

Déversement modéré de condensats en milieu sensible (pipeline Cox Oil LLC, Cameron Parish, Etats-Unis)

² Agences fédérales en charge, respectivement, des Ressources naturelles (rattachée au Ministère des Ressources naturelles de la Fédération de Russie) et de la Sécurité nucléaire (dépendante directement du gouvernement central russe)

A la mi-août, un déversement de condensats s'est produit dans une aire marécageuse de la Paroisse de Cameron (Louisiane, Etats-Unis), à partir d'un pipeline opéré par l'entreprise *Cox Oil LLC*. Le volume impliqué, initialement inconnu, a été estimé par l'opérateur à un peu plus de 50 m³ de condensats et à près de 60 m³ de saumure (eau saline contenant du chlorure de sodium, ainsi que des quantités variables de bromure, d'iode et de sodium associés au pétrole du gisement).

La pollution a motivé la sollicitation, par la garde côtière (*USCG*), de l'expertise de la *NOAA* concernant le risque environnemental, d'une part, et le devenir du produit, d'autre part. Les résultats de modélisations ont indiqué le potentiel significatif d'évaporation de l'hydrocarbure, léger (densité API située entre 41 et 45) et peu persistant, processus naturel confirmé par les résultats des observations aériennes menées par l'*USCG* deux jours après la fuite. Des opérations (non détaillées) de ramassage d'une partie des hydrocarbures échoués ont néanmoins été réalisées dans les secteurs accessibles du marais affecté ; l'application d'une procédure complémentaire d'un brûlage *in situ* a aussi été jugée utile par l'*USCG*, dans l'objectif de réduire rapidement la pollution libre/mobile.

Fuite de pipeline : impact d'un produit léger en environnement confiné (*Meraux Pipeline, Chalmette, Etats-Unis*)

Le 27 décembre dans la Paroisse de St. Bernard (Nouvelle-Orléans, Louisiane), la rupture d'un pipeline (*Meraux Pipeline*) vieux de 42 ans et exploité par *Collins Pipeline Co.* (filiale de *PBF Energy*, opératrice de la raffinerie voisine de Chalmette) a causé le déversement de près de 1 200 m³ de gazole à faible taux de soufre (*ULSFD*) sur les sols d'un terrain privé, qui se sont écoulés dans 2 lacs d'excavation proches.

La réponse a été mise en œuvre sous la coordination du *Louisiana Oil Spill Coordinator's Office*, en lien avec les diverses agences louisianaises (*Department of Environmental Quality -LA-DEQ*, et *Department of Wildlife & Fisheries -LA-DWF*) et fédérales (*Pipeline & Hazardous Materials Safety Administration -PHMSA*, *US Fish & Wildlife -USFW*, ...) concernées, et les représentants du propriétaire foncier et de l'industriel.



Vue d'ensemble des étangs pollués : maîtrise de l'extension des nappes par barrages flottants doublés de boudins absorbants (source : *LDWF*)



Collecte des épaisseurs de gazole accumulées sur les rives par récupérateurs à tambours oléophiles (source : *LDEQ*)

Sous la supervision des autorités de l'Etat et du gouvernement fédéral, l'entreprise achevait, 15 jours plus tard, les opérations de collecte du pétrole flottant, en annonçant un bilan de récupération de plus de 1 100 m³ d'un mélange de fioul et d'eau.

Ces travaux, qui ont impliqué le déploiement de barrages flottants, de barges récupératrices et de têtes d'écumage individuelles, ont porté sur les épaisseurs « récupérables » de fioul : le piégeage de gazole résiduel, émulsionné, dans la végétation des berges a donné lieu à des irisations qui ont perduré au-delà de la fin de ce nettoyage du gros de la pollution libre.

Selon la *Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA)*, une inspection de la conduite effectuée plus d'1 an plus tôt en avait révélé la corrosion externe, plus ou moins prononcée (altération maximale de 75% de l'épaisseur de la paroi), ceci au sein d'un linéaire de 7 m incluant le point de rupture. Les travaux de réparation avaient été cependant reportés après qu'une 2^{ème} inspection ait conclu à une dégradation ne requérant pas, selon la réglementation fédérale, une réparation immédiate. *PBF Energy* a, de son côté, indiqué avoir : (i) réduit la pression à l'intérieur de la canalisation dès après la découverte du linéaire corrodé ; et (ii) déclaré aux autorités fédérales, 2 mois à peine avant l'accident, être en attente de l'approbation des travaux envisagés pour traiter la section corrodée³.

A noter que la typologie du déversement, soit un afflux relativement important d'un hydrocarbure à forte teneur en composés légers dans un milieu confiné, a généré d'importants impacts toxiques, traduits par des mortalités

³ Contexte dans lequel l'opérateur a en outre affirmé qu'il avait encore abaissé la pression dans le pipe, quelques semaines avant la fuite)

de poissons (plus de 2 000 individus) et d'autres taxons (une quarantaine de serpents, une trentaine d'oiseaux, notamment) ... Des impacts significatifs, donc, la végétation des rives et la faune associée conférant aux plans d'eaux affectés une certaine sensibilité, ce en dépit de leur origine artificielle. Environ 130 spécimens divers (70 alligators, une douzaine de tortues, 20 oiseaux et autant de serpents, ...) ont, en outre, été capturés pour réhabilitation dans un centre de soins établi et supervisé par la société spécialisée *Wildlife Response Services* (en concertation avec le *LDWF*).

• Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2021

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2021 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 événements, 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.

En 2021 à nouveau, les déversements accidentels de substances diverses identifiés, en eaux intérieures, ont en grande majorité (> 80%) impliqué des volumes inférieurs à la dizaine de m³. Sont donc retenus dans l'analyse ci-après les 10 % d'entre eux qui ont consisté en événements d'ampleur faible à modérée (comprise entre 10 et 100 m³), et les 8 % qui, selon nos sources d'informations, auraient dépassé la centaine de m³.

Sources des déversements

En 2021, seule une dizaine d'accidents 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 2004-2020 ($n_{med}=34$), d'une part, comme sur celles antérieures à 2010 ($n_{med}=40$), puis sur 2011-2015 et 2016-2020 ($n_{med}=36$ et 29, respectivement). Depuis 2016, le nombre d'accidents significatifs identifiés annuellement (selon une démarche analogue, à défaut d'être exhaustive) s'est avéré inférieur aux périodes antérieures, dessinant une tendance à leur diminution, plus particulièrement marquée sur les 5 dernières années (fig. 1).

En 2021, ce nombre peu élevé d'événements a correspondu à une quantité cumulée de produits déversés figurant parmi les plus faibles enregistrées depuis 2004 (fig. 1).

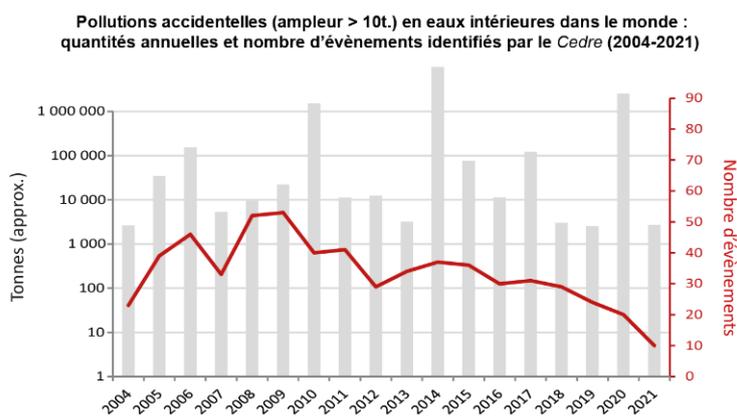


Figure 1

Largement inférieure aux cumuls annuels médians exprimés sur les périodes précédentes (d'environ 12 000 tonnes sur la période 2004-2020), celle-ci reflète également la faible ampleur de ces pollutions (trait observé, du reste, depuis 2018⁴).

Le cumul des quantités déversées en 2021, lorsque (et telles que) communiquées dans nos sources d'information est de l'ordre de 3 000 tonnes, soit une valeur quatre fois inférieure à la médiane exprimée sur la période 2004-2020.

⁴ (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)

L'ampleur de ces événements significatifs est distribuée autour d'une valeur médiane de 50 tonnes environ, traduisant la relative modestie des déversements identifiés sur l'année.

En 2021, les **pipelines** ont été les plus fréquentes sources de pollutions significatives d'eaux intérieures portées à notre connaissance, avec une occurrence estimée à environ 50 % des événements (fig. 2).

Viennent ensuite les **installations terrestres** de divers types, s'étant agi de déversements à partir d'installations agricoles ou agroalimentaires (30 %) et, dans une moindre mesure, de stockages de carburants au sein de terminaux routiers (10 %).

Les **camions citernes** apparaissent impliqués dans seulement 10 % des cas significatifs ici retenus. Si les informations qui y sont relatives font mention de volumes déversés manifestement supérieurs à 10 m³, l'absence de chiffres précis communiqués ne permet pas d'en estimer la contribution au cumul déversé sur l'année (celle-ci est probablement modeste néanmoins, les accidents de camions citernes causant le plus souvent des déversements dont l'ordre de grandeur reste celui de la dizaine de m³).

En termes de contribution au bilan annuel déversé, celle des **pipelines** apparaît la plus importante, en représentant un peu moins de 60 %. Celle-ci, en dehors d'accidents d'ampleur souvent limitée à quelques dizaines de m³ en 2021, est en grande partie le fruit de 2 événements plus notables : l'un a vu la pollution de lacs d'excavation jouxtant le fleuve Mississippi (décembre ; Louisiane) par plus de 1 000 m³ de gazole (Cf. supra) ; l'autre a consisté en une fuite de 300 m³ environ de pétrole brut, polluant les sols et un cours d'eau à proximité de la Commune de Pavlovka (avril ; République de Bachkirie, Fédération de Russie).

Le reste du bilan est en grande partie imputable (à hauteur de 40 % environ) aux événements en lien avec des **installations agricoles** ou agroalimentaires (fig. 3), et qui ont entraîné des déversements d'ampleur significative (médiane de 300 m³), dont le plus important ici porté à notre connaissance a fait suite à la pollution d'un petit cours d'eau de la municipalité de Walkerville (Michigan, Etats-Unis) par environ 760 m³ d'effluents organiques issus du *process* de transformation alimentaire.

Fréquence des déversements accidentels par type de source en 2021

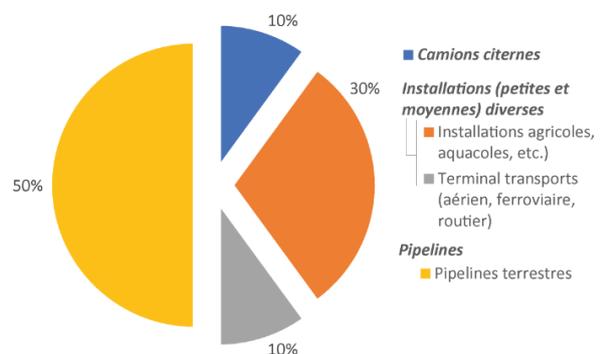


Figure 2

Quantités connues (tonnes) cumulées par type de source en 2021

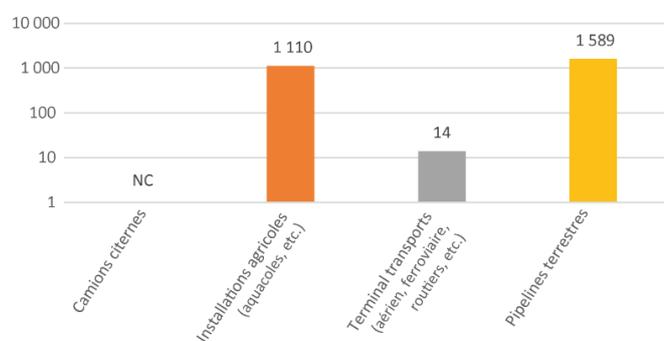


Figure 3

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 ont été impliqués dans environ 60 % des événements accidentels (fig. 4), et ont totalisé de l'ordre de 1 600 tonnes de produits pétroliers déversés en eaux intérieures (fig. 5), soit également 60 % du cumul annuel estimé en 2021.

Au sein de la catégorie des hydrocarbures, on retiendra la plus forte prévalence des déversements de produits pétroliers **raffinés légers** (environ 20 % des événements accidentels de l'année), catégorie de polluants ayant par ailleurs le plus contribué au volume global (près de 45 %).

Le type d'hydrocarbures déversés n'a pas été communiqué dans 20 % des événements identifiés, et la contribution de ces **hydrocarbures non précisés** à la quantité de polluants déversés sur l'année est de 10 % environ (fig. 5).

Les **pétroles bruts** et **condensats**, chacun rapportés dans seulement 10 % des cas de pollution ici identifiés, ne représentent que des faibles parts du bilan annuel (fig. 4), s'étant agi de fuites de volumes modérés (ordre de grandeur de la dizaine de m³) à partir de pipelines.

Impliqués dans environ 30 % des événements significatifs identifiés en eaux intérieures (fig. 4), les rejets accidentels de **matières organiques** représentent 40 % du bilan annuel (fig. 5), avec un total de plus de 1 000 tonnes (à raison de 760 t. d'**eaux de process** à partir d'installations agroalimentaires et de plus de 350 t. de déjections, en l'occurrence de **lisier** à partir d'installations agricoles).

Fréquence des déversements accidentels par type de polluant en 2021

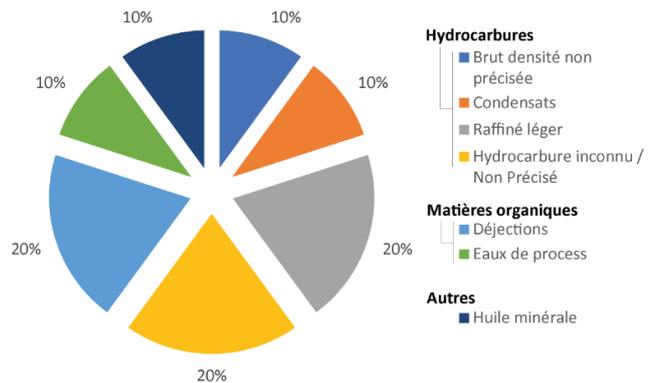


Figure 4

Quantités connues (tonnes) cumulées par type de polluant en 2021

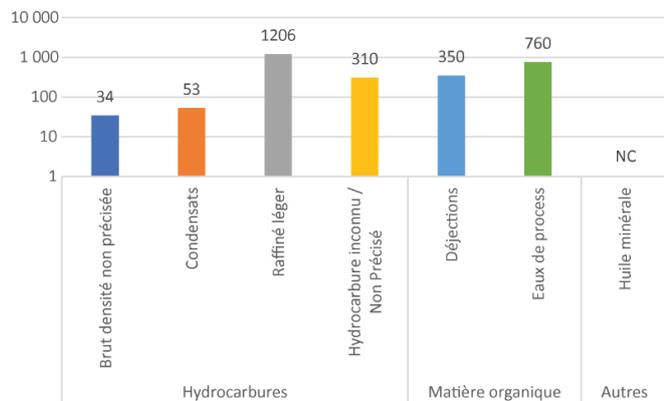


Figure 5

Evènements

Les évènements rapportés en 2021 ont en très large majorité (environ 80 % des cas) relevé de **trous, brèches ou ruptures** survenus sur diverses structures ; Fig. 6). Ce sont aussi les évènements, de loin, ayant le plus contribué (près de 90%) au volume déversé cumulé sur l'année (Fig. 7) :

- Les cas les plus fréquents au sein de cette catégorie ont consisté en **ruptures de structures** diverses (30 % du total), s'étant agi en 2021 de bassins ou de fosses, au sein d'installations terrestres, et de pipelines. En termes de volumes, ces évènements ont contribué à hauteur de 2 000 tonnes environ au bilan annuel estimé, dont ils ont été les principaux contributeurs (à plus de 70 %) (fig. 7) ;
- Moins fréquentes (20 % des évènements de l'année), les **pertes d'étanchéité** (en l'occurrence, de pipelines) ont été associées à des déversements de faible ampleur et n'ont que modestement contribué au bilan global en 2021 ;
- Les types de **trous, brèches ou ruptures** (ex : pertes d'étanchéité,

Fréquence des déversements accidentels par type d'évènement en 2021

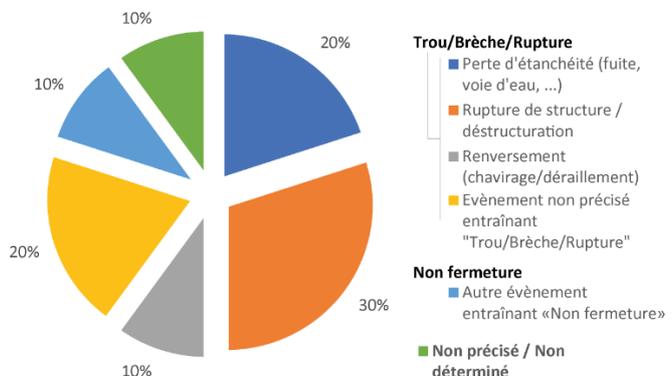


Figure 6

déstructurations, etc.) sont **non précisés** dans 20 % des cas -lesquels représentent environ 13 % du bilan estimé sur 2021 (fig. 7).

A noter, en 2021, la fréquence à hauteur de 10 % d'événements de type **non précisé** dans nos sources d'informations (fig. 6) ; selon les données disponibles, ils apparaissent peu contributeurs au bilan de l'année (fig. 7).

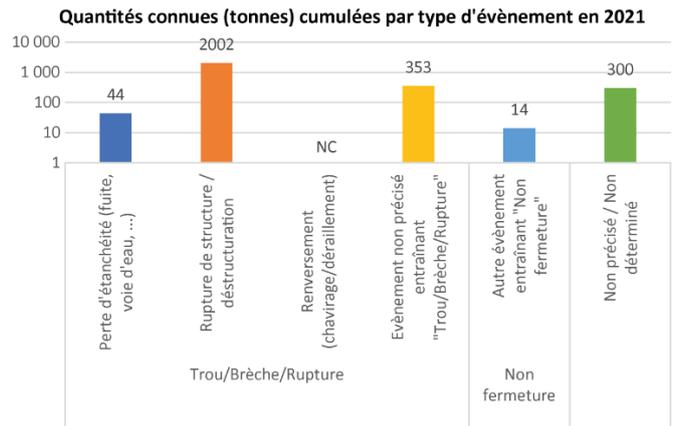


Figure 7

Causes

L'analyse de la distribution de fréquence des causes montre que ces dernières nous sont **inconnues ou non précisées** pour environ 30 % des cas recensés en 2021 (fig. 8). La contribution estimée de cette catégorie au bilan annuel des quantités déversées est relativement faible (d'environ 13 %), encore que probablement sous-évaluée du fait du manque de chiffres précis fournis dans quelques cas.

Parmi les catégories de causes identifiées, celle des **avaries techniques d'installations** est, avec une prévalence de 60 % environ, la plus fréquemment associée aux accidents identifiés (fig.8) :

- Dans la moitié des cas, ces avaries techniques sont **non précisées** plus avant ; leur contribution au bilan annuel est cependant conséquente (totalisant 1 100 t., soit environ 40 % du volume cumulé sur l'année ; Fig. 9). Elles ont en effet été la cause de ruptures de structures diverses (ici, de fosses ou de bassins dans des installations agricoles, et de pipelines) et, en suite, de déversements d'ampleur significative (valeur médiane de 300 t.) dans les eaux dulçaquicoles ;
- Pour moitié des cas, ces avaries ont été, en 2021, assignées à la **défectuosité/vétusté** de divers éléments de pipelines (ex : ligne, vanne, etc.). En dépit de l'ampleur le plus souvent modérée (une à quelques dizaines de m³) des déversements associés à cette catégorie en 2021, la part de ces derniers dans le bilan annuel est élevée (45 % environ ; Fig. 9), largement en lien avec la rupture d'une conduite vieillissante associée à une raffinerie de la proximité de la Nouvelle-Orléans (Etats-Unis ; Cf. supra).

Une part modeste des événements a été rapportée comme ayant été causée par des **interventions externes**, s'étant agi en l'occurrence d'**actes de malveillance, vol ou dégradation** (Fig. 8), et dont la contribution au bilan est difficilement appréciable, du fait des lacunes dans les données communiquées.

Fréquence des déversements accidentels par type de cause en 2021

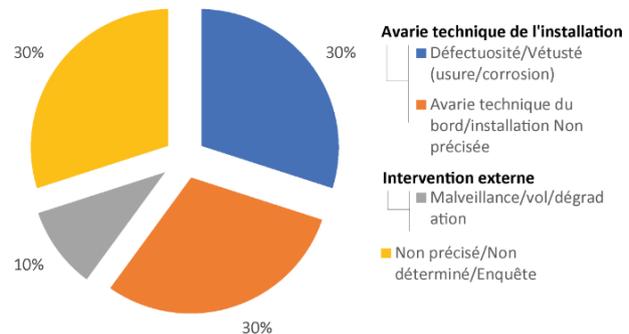


Figure 8

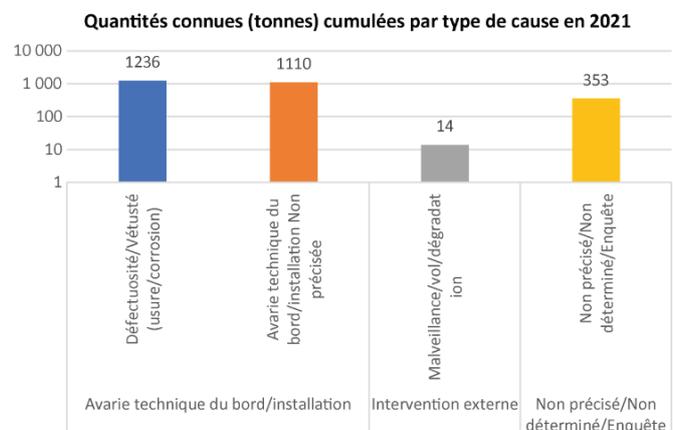


Figure 9

- **Déchets/débris flottants**

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

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

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

Composé d'un carter en aluminium équipé de 2 flotteurs latéraux (constituées de défenses en PVC), le récupérateur est équipé d'une pompe (alimentation électrique 220-240V, sous 2 A) aspirant un flux d'eau (jusqu'à un débit de 26 m³/h) vers son ouverture puis, en arrière de celle-ci, à travers un sac collecteur amovible en PEHD (constitué d'une fibre d'un vide de maille de 1,2mm x 1,2mm).



Vue du DPOL (source : Ekkopol)

Pour en savoir plus :

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

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

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

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



Vues du petit barrage Bottle Boom (source : Elastec)

Pour en savoir plus :

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

Déviation et collecte en rivières : dispositifs de piégeage en continu

Devant les difficultés à collecter les déchets plastiques en mer, et au vu des résultats d'études (de plus en plus nombreuses en la matière) qui en pointent l'origine très majoritairement terrestre (au moins 80 %), diverses initiatives ont été développées ces dernières années visant préférentiellement (et probablement plus efficacement) à piéger ces déchets en rivières, avant leur arrivée en mer.

Par exemple, si l'association *The Ocean Cleanup* continue de travailler sur le développement d'un système de collecte *offshore*, elle a également développé ses activités vers des dispositifs fixe de collecte de déchets flottants voués à être installés dans les grands estuaires mondiaux. En dépit de l'attention médiatique (et de

soutiens financiers significatifs de l'Industrie du transport maritime) portée aux projets de collecte au large, la minimisation de l'atteinte des océans par les plastiques paraît une approche tout aussi (voire plus) viable⁵.

En complément du projet *Interceptor* de *The Ocean Cleanup*, précédemment décrit (Cf. LTEI n°30), il nous paraît utile de mentionner quelques projets qui, conçus pour une même application et après maintenant quelques années de mise en œuvre, soulignent l'intérêt pressenti d'une collecte au moyen d'équipements fixes, autonomes, relativement simples et robustes, positionnés au niveau d'exutoires connus de déchets.

Le dispositif *Bubble Barrier* est né d'un projet de la société hollandaise *The Great Bubble Barrier*, de développement d'un dispositif de confinement fondé sur la création d'un 'rideau à bulles' ; la conception de l'équipement en question a été initiée vers 2017 (avec la société *Deltares*, spécialisée en ingénierie de l'eau), débouchant sur des prototypes qui, avec le soutien d'ONGs (ex : *Plastic Soup Foundation*) et, depuis 2019, celui de divers acteurs de l'eau hollandais -privés comme publics (collectivités locales, régionales et nationales), ont été testés à échelle réelle. Il s'agit d'un dispositif « classique », constitué d'une conduite d'air percée (ici en élastomère EPDM), lestée et renforcée par un filin acier, courant en travers du lit du cours d'eau (ou canal, etc.), en diagonale selon un angle adapté au site d'implantation.



Vue du rideau de bulles déviateur, en surface de l'eau, et du piège flottant (Source : *The Great Bubble Barrier*)

L'alimentation en air est fournie par un compresseur à motorisation électrique (insonorisé), de dimension variable selon les besoins, stocké en conteneur standard (8 ou 20 pieds).

Le flux de déchets flottants est dévié vers un panier flottant (aluminium) de collecte, arrimé à la rive pour vidange régulière.

En 2019, le Port d'Amsterdam par exemple avait souhaité s'équiper de ce dispositif, afin de compléter les actions ponctuelles de collecte qui y sont réalisées par 5 navires dédiés. L'avantage évident perçu en pareil contexte est celui d'une mise en œuvre en continu, d'une installation ne nécessitant pas d'infrastructures lourdes, et sans impact sur la circulation des navires. Également, il s'agissait d'évaluer la plus-value du système en termes de captation de microplastiques, non retenus par les barges récupératrices (à cet égard, *Plastic Soup Foundation* travaille à l'analyse des tailles des plus petits éléments retenus par la barrière à bulles). A titre indicatif, au mois de juillet 2023, le concepteur de *The Great Bubble Barrier* affichait un bilan de collecte cumulé de 3,5 tonnes de débris, depuis l'installation (courant 2019) de ce dispositif sur le point d'implantation choisi à Amsterdam. Il annonce également travailler à des développements aux Pays-Bas (ex : Harlingen, en 2024), à l'étranger (en Asie notamment), en plus de son implication dans le projet [MAELSTROM](#) financé par l'UE (2021-2024 ; consortium piloté par l'Italie et incluant des partenaires français -CNRS, portugais -CIIMAR, etc.), avec un site atelier dans l'estuaire de l'Ave (Vila do Conde, Portugal).

Pour en savoir plus : <https://thegreatbubblebarrier.com/technology/>

Le concept *Trash Wheel* est un dispositif fixe de récupération des déchets flottants développé la société américaine *Clearwater Mills* : il s'agit d'une plateforme flottante dont l'avant est arrimé à 2 pilotis sur lesquels sont connectées 2 sections de barrages permanents, assurant la déviation/concentration des déchets. Le retrait des débris accumulés est effectué *via* une bande convoyeuse, qui les transfère dans une benne montée sur barge.

⁵ A titre indicatif, le prototype offshore de *The Ocean Cleanup* (d'application prévue au niveau des « gyres » océaniques, sièges de concentration de déchets en mer) en est à sa 3^{ème} version, les précédentes ayant montré leurs limites et faiblesses lors de mises en œuvre *in situ*. Ce « *System 03* » consiste en 2 sections de barrage flottant, formant un linéaire 2.2 km de long, remorqué en U par 2 navires de haute mer évoluant à très faible vitesse (environ 1,5 nœuds) pour éviter la rupture du dispositif (surtout en charge). Le fond de ce dernier est équipé d'une poche amovible, remontée et vidée en pontée lorsque pleine, avant une nouvelle séance de chalutage. Ce type d'initiative, certes louable, a fait l'objet de questionnements, entre autres en termes de logistique, d'efficacité (ne permettant pas la collecte des débris fragmentés, de petite taille et qui forment une partie conséquente de ces « gyres » de plastiques océaniques), ou encore d'empreinte écologique (fioul de propulsion consommé par les 2 *supplies*, pour les traits de chalut et l'acheminement sur zone) -sachant que 5 « gyres » de la sorte sont connus (*The Ocean Cleanup* indiquant, par ailleurs, projeter le déploiement de 60 dispositifs pour traiter le seul gyre dit du *Pacifique Nord*).



L'un des quatre Trash Wheel en place dans le Port de Baltimore (source : www.mrtrashwheel.com)

Cette dernière peut être détachée, et remorquée vers des zones de débarquement à terre ou des sites de traitement des déchets).

L'engin a un faible coût énergétique, la bande convoyeuse étant entraînée par 2 roues à aube ou, alternativement, par un moteur électrique fonctionnant à l'énergie solaire. L'ensemble est coiffé d'un auvent, supportant les panneaux photovoltaïques et protégeant l'équipement et le contenu des bennes des intempéries.

Le premier dispositif a été installé en 2014 à l'embouchure de la Jones Fall à Baltimore, avant que d'autres exemplaires (le 4^{ème} a été installé en juillet 2021) aient été positionnés à divers endroits du port historique de Baltimore (*Inner Harbor*).

Le site du développeur présente un bilan actualisé de la masse de plastiques collectés par cette flotte de collecteurs (près de 2 400 tonnes à la fin 2023), ainsi qu'une [analyse quantitative des déchets](#). Actuellement installé à Baltimore (Maryland), des projets d'équipement d'autres sites sont en projet, aux Etats-Unis (Newport Beach, Californie) et au Panama.

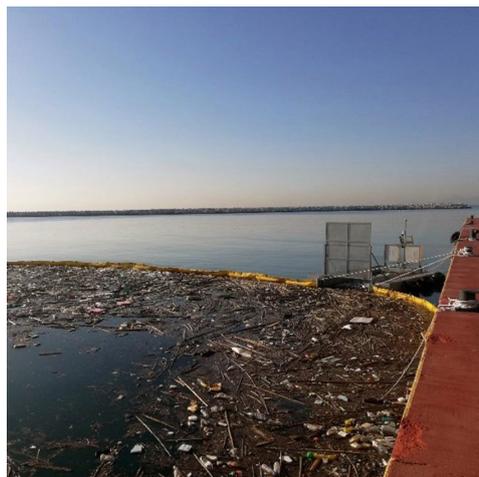
Pour en savoir plus : <https://www.mrtrashwheel.com/>

Le dispositif *CLEAN TRASH*⁶ appartient, lui aussi, à la « famille » des pièges flottants : composé de bras déviateurs (barrages permanents à flotteurs cylindriques) et d'un panier collecteur flottant (parois en acier galvanisé de vide de maille de 5 mm), il a été développé dans le cadre du projet *CLAIM* (2017-2022, financé par l'UE en tant que projet *H2020*), coordonné par le *Hellenic Centre for Marine Research*).

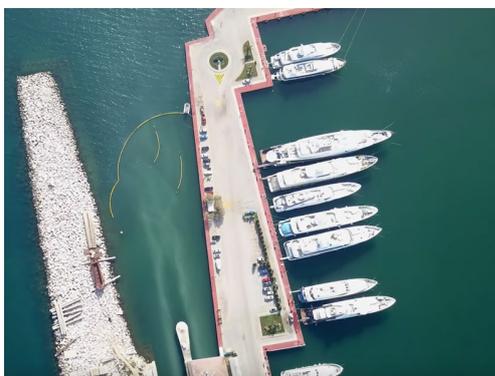
Le prototype a été fabriqué par *New Naval*, industriel partenaire du consortium, qui le commercialise désormais en déclinaisons adaptées au lieu d'implantation : marinas, chenaux, estuaires.

La « cage » de collecte présente 3 chambres/niveaux de stockage, dont la hauteur est ajustable (par système de télécommande) afin de permettre un stockage progressif des débris collectés hors de l'eau, en attente de la vidange du système (par levage, et transfert en bennes sur quai).

La capacité totale du piège est, dans sa version 'standard', d'environ 80 m³ (L x l x h = 5,8 m x 3,1 m x 4,6 m). Son remplissage et, plus généralement, son fonctionnement peuvent être vérifiés en temps réel, à distance, par le biais de caméras (complétées, selon les besoins, d'instruments autres : courantomètre, anémomètre, etc.).



Dispositif CLEAN TRASH (source : New Naval)



A noter également la présence de barrages déflecteurs optionnels pour, sur des sites connaissant d'importants flux de déchets, mieux canaliser ces derniers vers l'avaloir.

Les évaluations du prototype réalisées dans le cadre du projet *CLAIM* l'ont été sur le site-atelier de l'embouchure de la Céphise (Port du Pirée, Athènes). Elles comprenaient la mise en œuvre du système sur une période de 37 jours, durant laquelle près de 1,2 tonnes de déchets ont été collectés (525 kg lors d'une 1^{ère} vidange à 11 jours, puis 650 kg lors d'une 2^{ème} en fin d'essai). Dans les conditions du test, il a été estimé que la configuration du système (ne barrant pas intégralement l'exutoire canalisé)

⁶ Acronyme de *Claim's Litter Entrapping Autonomous Network Tactical Recovery Accumulation System Hellas*

Déploiement sur le site atelier du Pirée avait retenu environ 95 % des déchets ciblés (plus petite embouchure de la Céphise) dans le cadre du projet H2020 CLAIM (Source : New Naval) dimension >5 mm).

Pour en savoir plus :

<https://cordis.europa.eu/project/id/774586/fr>

[https://minds-env.eu/wp-content/uploads/2022/02/CLEAN TRASH Tri-Fold Brochure 2022 v12c.pdf](https://minds-env.eu/wp-content/uploads/2022/02/CLEAN_TRASH_Tri-Fold_Brochure_2022_v12c.pdf)

<https://www.oilspillresponse.gr/services/1/marine-litter-ocean-plastic>

• Poursuites, amendes

Règlement de 2 M US\$, en suite de la pollution de la rivière Yellowstone, à partir d'un pipeline sous-terrain (pipeline *Poplar*, Montana, 2015)

Fin 2021, la compagnie *Bridger Pipeline LLC* a accepté l'accord, proposé par les gouvernements des États-Unis et du Montana, lui imposant un versement de 2 M US\$ en indemnisation des dommages environnementaux causés par la pollution, le 17 janvier 2015, de la rivière Yellowstone (Cf. LTEI n°24) à une dizaine de km en amont de la municipalité de Glendive (Montana).

Le déversement avait été causé par l'ouverture d'une brèche sur une section enterrée du pipeline *Poplar* qui, passant sous le lit de la rivière, avait entraîné une fuite de 120 m³ de pétrole brut léger dans le milieu. Les opérations de lutte avaient alors été compliquées, et indubitablement limitées, par l'englacement du cours d'eau ; elles n'avaient abouti qu'à la récupération d'une dizaine de m³, moyennant des actions complexes de reconnaissances et de collecte (forages ; ouverture de « fentes déviatrices » à la surface de la glace, notamment) qui ne purent être maintenues au-delà de quelques jours pour des raisons de sécurité.

A travers cet accord, *Bridger Pipeline* s'est engagé à verser 1,7 M US\$ vers un fonds géré par l'État du Montana, dédié à des projets de restauration environnementale, assortis de 260 200 US\$ destinés à un fonds du ministère fédéral de l'Intérieur, au titre de compensation du préjudice écologique subit par l'environnement aquatique, les espèces pêchées, les habitats naturels et usages connexes.

• Préparation à la lutte

Etablissement d'un centre d'expertise de la Garde côtière américaine à Sault Sainte Marie

C'est en octobre 2021 qu'a été validé le choix d'implanter à Sault Ste. Marie (sud-est du lac Supérieur, dans l'État du Michigan) le nouvellement créé *U.S. Coast Guard National Center of Expertise (NCOE)* pour les Grands Lacs, autrement dit le *Great Lakes Oil Spill Center Of Expertise (GLCOE)*⁷.

Voulu comme un pôle d'expertise et de recherche dans le domaine de la réponse aux déversements d'hydrocarbures en milieux dulçaquicoles, tant sur le plan opérationnel qu'environnemental, cet établissement formalise un partenariat entre la Garde côtière américaine (*USCG*), l'Université *Lake Superior State* de Sault Ste. Marie, et le Laboratoire de recherche environnementale des Grands Lacs (*GLERL*) de la *NOAA*, lui-même établi à Ann Arbor (à quelques 500 km au sud) et qui en assure la supervision. Sont également représentés divers partenaires canadiens, dont la collaboration est prévue, la région en question comprenant près de 2 500 km de rives communes entre les 2 pays.

Parmi les principales missions assignées au *GLCOE*, qui a été inauguré en août 2022, on mentionnera :

- l'identification, sous l'égide du *Homeland Security Operational Analysis Center (HSOAC)* de l'*USCG*, des lacunes scientifiques et/ou technologiques majeures, tirées des expériences passées en matière de déversements en eau douce (dans les Grands Lacs ou autre), ainsi que la définition d'axes de R&D

⁷ (Centre dont la création avait été décidée en 2018 par le gouvernement fédéral, en suite d'un audit de l'*USCG* qui, en 2017, avait mené l'Agence fédérale à s'estimer insuffisamment préparée à un déversement de pétrole dans les Grands Lacs)

prioritaires -appuyée sur les connaissances actuelles des stratégies et techniques d'intervention en milieu marin ;

- l'élaboration de méthodologies d'intervention adaptées aux enjeux spécifiques posés par les déversements pétroliers en eaux douces, incluant des activités de développement de matériels, d'évaluation des performances de technologies, de test d'équipements, etc. ;
- la formation d'intervenants issus des agences concernées, aux niveaux fédéral, des états ou local, à la fois sur le plan organisationnel (structure de commandement) et technique.

Parmi les projets actuels, on notera celui (piloté par le *GLERL*) visant à évaluer l'applicabilité aux Grands Lacs du modèle des outils numérique *GNOME* de la *NOAA* (incluant *WebGnome*, *ADIOS*, etc.), notamment en étendant les données d'entrée à celles produites par son modèle amélioré *GLCFS* (*Great Lakes Coastal Forecasting Systems*) de prévisions météorologiques incluant les courants de surface (et diverses particularités telles que la structure thermique des masses d'eau, les vagues, la dynamique des glaces, ...).

Le *District 9* de l'*USCG*⁸ dirige quant à lui un programme d'acquisitions et de tests *in situ* d'engins autonomes, comprenant des drones aériens (UAS) et des véhicules sous-marin téléopérés (ROV) déjà utilisés par l'Agence fédérale pour diverses de ses missions -d'assistance aux navires en difficulté, (échouements, incendies, ...), de pollutions portuaires, de réponse aux évènements climatiques, etc.

L'*Office of Response and Restoration* (*OR&R*), département de la *NOAA* agissant en qualité de soutien scientifique à la réponse en cas de déversement, est également impliquée dans les activités du *GLCOE*, entre autres à travers des projets⁹ : de révision des atlas de sensibilité environnementale ; de déclinaison de son système d'information géographique [ERMA¹⁰ à la région des Grands Lacs](#) ; d'utilisation d'UAS et de ROVs pour l'évaluation environnementale (particulièrement en conditions adverses, telles que la présence de glaces). Il semble également que l'*OR&R* soit en charge de prédéfinir un certain nombre d'études d'opportunité d'intérêt prioritaire, afin d'optimiser les enseignements tirés de cas réels à venir, en matière d'évaluation environnementale et de mesures (stratégies, techniques, ...) de minimisation des impacts.

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 »

⁸ Responsable des opérations de la Garde côtière pour les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent, c'est-à-dire le long de la frontière avec le Canada.

⁹ (dont certains menés en partenariat avec le *Coastal Response Research Center* de l'Université du New Hampshire)

¹⁰ *Environmental Response Management Application*