



**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](mailto:contact@cedre.fr)

Web : [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)

**Lettre Technique Eaux Intérieures n°30**

**LTEI 2020**

• <b>Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde</b> .....	<b>2</b>
Erosion des sols et rupture d'oléoducs : pollution dans le bassin versant amazonien ( <i>Sistema Oleoducto Trans-Ecuatoriano</i> ).....	2
Effondrement d'un stockage et pollution au gazole en milieu subarctique reculé ( <i>Norilsko-Taymyrsky Energy Company</i> , Kraï de Krasnoïarsk, Russie) .....	2
Déversement d'eaux chargées en zone humide boréale (installation pétrolière <i>ARC Resources Ltd</i> , Alberta, Canada) .....	4
• <b>Déversements d'autres substances survenus dans le monde</b> .....	<b>5</b>
Chute accidentelle de GPIs dans un terminal portuaire (Fleuve Mississippi, Nouvelle Orléans).....	5
Rupture d'un bassin de rétention et déversement massif de résidus miniers en rivière ( <i>Yichun Luming Mining Co Ltd</i> , Chine).....	5
• <b>Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2020</b> .....	<b>6</b>
Sources des déversements.....	6
Types de produits déversés.....	8
Evènements.....	9
Causes .....	10
• <b>Absorbants</b> .....	<b>11</b>
Cedre : tests de 2 nouveaux absorbants flottants hydrophobes ( <i>Oilkontrol ; Maresorb Pad 2</i> ) .....	11
Mise à jour du guide opérationnel du Cedre sur l'utilisation des produits absorbants.....	11
• <b>Récupération</b> .....	<b>12</b>
Ecrémeur oléophile à bancs rotatifs modulaires <i>DBD 13-4 (DESMI)</i> .....	12
• <b>Détection de SNPDs</b> .....	<b>12</b>
Intervention sur substances et/ou contenants non identifiés : spectroscopie Raman et détecteur portable <i>Mira DS</i> .....	12
• <b>Déchets/débris flottants</b> .....	<b>13</b>
Initiatives de recensement des moyens de collecte des déchets plastiques.....	13
Equipements sur plans d'eau : systèmes automatisés <i>DESMI Rise</i> , de collecte et de transfert de déchets flottants.....	14
<i>Ocean Cleanup</i> : système <i>Interceptor</i> pour extension de la collecte de déchets aux grands estuaires .....	15
• <b>Initiatives nationales</b> .....	<b>16</b>
ATRAC : accord de coopération pour la prévention, la préparation à la réponse et la lutte contre les pollutions accidentelles des eaux intérieures (République de Serbie) .....	16
• <b>Préparation à la lutte</b> .....	<b>16</b>
Nouveau guide d'intervention chimique Cedre : les condensats .....	16
• <b>Recherche</b> .....	<b>17</b>
Cedre : étude du comportement des gazoles et biodiesels en cas de déversement accidentel .....	17
Intelligence artificielle et détection de pétroles flottants : système <i>SLED-W (SwRI, USA)</i> .....	18

- **Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde**

### **Erosion des sols et rupture d'oléoducs : pollution dans le bassin versant amazonien (*Sistema Oleducto Trans-Ecuatoriano*)**

Le 7 avril 2020 dans la région amazonienne de la Province d'Orellana (Equateur), un effondrement de berges causait la rupture de 2 pipelines du réseau *Sistema Oleducto Trans-Ecuatoriano* (SOTE), opéré par la compagnie d'état *Petroecuador*, et entraînait un déversement de pétrole brut dans la rivière Coca, affluent du fleuve Napo.

Dès le lendemain, le Ministère de l'Énergie déclarait avoir fait poser des barrages sur les cours d'eaux affectés, au niveau du point de rejet, d'une part, et en protection de sites riverains habités ainsi que de la source d'eau potable de la ville d'El Coca (ou Puerto Francisco de Orellana), d'autre part.

*Petroecuador* indiquait la contractualisation d'une société d'intervention spécialisée (*Corena*, filiale du groupe *Lamor* en Amérique Latine) et le déploiement d'équipes en plusieurs secteurs pour, en priorité, confiner le déversement (le Napo étant affluent de l'Amazone au Pérou).

La réponse, tout en tenant compte des enjeux et restrictions posés par la pandémie de COVID-19, a vu la pose de plus de 1 500 m de barrages dans la rivière Coca et l'établissement de nombreux chantiers nécessitant l'acheminement d'équipements de nettoyage, de stockage temporaire, etc.

La société mandatée a indiqué la mobilisation, sur les 3 premiers mois, de plus de 500 intervenants distribués en 43 chantiers (pour environ 52 km de berges nettoyées), impliquant l'établissement de plusieurs bases-vie desservies par de nombreux navires de servitude.

A défaut de communication officielle de la quantité déversée, le chiffre d'environ 2 500 m<sup>3</sup> a été relayé dans la presse vers le 20 avril, alors qu'étaient engagées des poursuites, par des organisations représentantes de la société civile, à la fois contre divers Ministères (Énergie et Ressources non renouvelables ; Environnement) et contre l'opérateur pétrolier.



*Bac de décantation/stockage temporaire d'eaux polluées sur berges (source : Lamor/Corena)*

L'hypothèse d'un lien entre la forte érosion des berges de la Coca et l'implantation d'un barrage hydroélectrique en amont a été avancée, comme cause éventuellement contributrice à la survenance de l'accident.

En juin 2020, *Petroecuador* aurait bénéficié de l'expertise d'agences publiques américaines, pour analyser ces processus d'érosion et contribuer à la conception d'alternatives pour protéger les pipelines.

### **Effondrement d'un stockage et pollution au gazole en milieu subarctique reculé (*Norilsk-Taimyrsky Energy Company, Kraï de Krasnoïarsk, Russie*)**

Le 29 mai, la déstructuration d'un bac d'hydrocarbures au sein de la centrale thermique *Norilsk-Taimyr Energy*, à proximité de la municipalité de Norilsk (Kraï de Krasnoïarsk, Sibérie), a entraîné le déversement d'environ 20 000 tonnes de gazole, dans un environnement de type toundra, dont les trois quart se sont rapidement écoulés dans les rivières Daldykan et Ambarnaya.

Initialement attribué à un affaissement de terrain causé par des températures anormalement élevées, favorisant la fonte du pergélisol, un rapport de l'agence fédérale russe *Rostekhnadzor* a ultérieurement pointé des défaillances de maintenance et de conception du stockage (de capacité portante insuffisante, notamment).

Si les personnels de la centrale ont tenté en urgence de



contenir les hydrocarbures, le signalement de l'accident aux Ministère des Situations d'urgence (*Emercom*) n'a eu lieu que le 31 mai. Un état d'urgence a été déclaré localement, et une commission d'enquête édiflée.

*Bac vieillissant, de stockage d'hydrocarbures, de l'installation industrielle NTEC, péninsule de Taïmyr. (Source : Rosprirodnadzor*

D'emblée, la maîtrise de l'extension de la pollution sur l'eau a été une considération prioritaire : la rivière Ambarnaya se jette en effet, à 20 km environ en aval du point de rejet, dans le lac Pyasino d'où la rivière Pyasina s'écoule vers la mer de Kara (océan Arctique).

Peu d'informations détaillées concernant la réponse antipollution ont été rapportées, mais les images de l'incident -très médiatisé- relayées dans la presse montrent que plusieurs rideaux de barrages flottants ont rapidement été disposés en travers des cours d'eau et, au moins en partie, en protection le long des berges -fortement végétalisées, avec des actions de pompage sur l'eau réalisées au niveau des rives accessibles.



*Chantier de déploiement/ancrage de barrages sur berges ; Dispositif de confinement et de protection des berges (barrages flottants, boudins absorbants) sur la rivière Ambarnaya (Source : DR/Russia Marine Rescue Service-Morspas)*



*Extension latérale de la pollution aux bras de rivière et zones humides végétalisées (source : Krasnoyarsk State)*

Selon l'agence fédérale de protection de l'environnement (*Rosprirodnadzor*), l'épaisseur de gazole accumulé au niveau des barrages atteignait jusqu'à 20 cm dans les premiers jours après le déversement, avec par ailleurs une pollution visible détectée jusqu'au Pyasino vers le 8 juin –suggérant l'efficacité relative du dispositif de confinement près du point de rejet dans le cours d'eau.

Le contexte reculé des sites touchés a, manifestement, pénalisé la mise en œuvre de la réponse : la rareté des infrastructures routières et la faible profondeur des rivières limitaient de fait l'accès par voie terrestre ou fluviale.

En outre, le manque d'expertise locale, particulièrement pour un cas d'une telle ampleur, a vite nécessité la mobilisation de renforts depuis d'autres régions. Dans les premiers jours de juin, des compagnies tierces du secteur de l'énergie ont mobilisé des moyens humains et logistiques en appui à ceux d'*Emercom*. Ainsi, le 4 juin, *Gazprom Neft* envoie en soutien une équipe de secours comptant plus de 70 intervenants, et des équipements spécialisés (notamment de confinement, de pompage/écrémage), des pelles mécaniques et autres engins de terrassement, ainsi que des abris et groupes d'énergie... Courant juin, ce sont plus de 500 intervenants, en grande partie d'*Emercom*, du Service fédéral de sauvetage maritime (*Morspas*) et des experts des compagnies pétrolières (*Gazprom Neft* et *Transneft*) qui sont sur place pour les opérations de nettoyage.

Si l'option d'un brûlage contrôlé *in situ* a été évoquée, cette voie fut rapidement écartée au profit d'une poursuite des opérations de confinement/récupération, incluant l'acheminement d'un grand nombre de stockages temporaires (bacs démontables) par avion, déployés et installés début juin le long des rivières et ruisseaux les plus touchés.

Les opérations ont abouti, le 16 juin, à la collecte de plus de 30 000 m<sup>3</sup> d'un mélange eau/hydrocarbures et à l'excavation de plus de 80 000 tonnes de terres souillées. La Russie a annoncé la fin de la collecte sur l'eau le 17 juin, tandis que le gouvernement régional fixait au 20 juin

la fin de l'état d'urgence.

Le propriétaire de la centrale, qui a estimé que plus de 90% du gazole déversé aurait été collecté, s'est vu demander un plan de suivi environnemental à long terme du pergélisol (présenté début juillet). Il a aussi été condamné, en février 2021, à une amende record de 146 milliards de roubles (environ 1.6 milliards €) au titre de « graves dommages environnementaux infligés à la nature dans la région de Taymyr »

**Déversement d'eaux chargées en zone humide boréale (installation pétrolière *ARC Resources Ltd*, Alberta, Canada)**

Fin octobre au Canada, une fuite était découverte sur une conduite d'eaux de production, dans un site pétrolier *ARC Resources Ltd.* de la proximité de Rainbow Lake (Province de l'Alberta, Canada). Stoppée le jour même, celle-ci a causé un déversement d'eaux chargées en hydrocarbures, dont le volume a été estimé par l'opérateur à 500 m<sup>3</sup>, dans la zone humide environnante (tourbière acide de type *Muskeg*).

L'*Alberta Energy Regulator* a immédiatement été notifié de l'incident par l'opérateur, lequel a mis en œuvre des actions d'urgence de pompage des eaux polluées, et de prévention d'atteinte de la faune (par édification de clôtures temporaires).

En dépit du volume déversé, relativement important (particulièrement au regard de la circulation d'eau, *a priori* faible, dans le milieu affecté), aucun impact environnemental significatif n'aurait été constaté selon l'industriel, qui a rappelé que la toxicité potentielle d'une eau de production dépendait étroitement de sa composition (ici non précisée) en matières minérales, métaux lourds, sels et gaz dissous, produits organiques (hydrocarbures notamment).

- **Déversements d'autres substances survenus dans le monde**

**Chute accidentelle de GPIs dans un terminal portuaire (Fleuve Mississippi, Nouvelle Orléans)**

Le 2 août au Port de La Nouvelle-Orléans (Louisiane, USA), le porte-conteneurs *CMA CGM Bianca* perdait son amarrage lors d'un orage violent, entraînant la chute dans le lit du Mississippi de 4 conteneurs de 40 pieds, dont 3 vides et 1 chargé de sacs de granulés de plastique industriels (GPIs) : le déchirement d'une partie d'entre eux a entraîné la libération d'un grand nombre de GPIs, et leur transport rapide à la faveur des courants.

La quantité de granulés tombée dans le fleuve n'est pas communiquée par la compagnie de transport maritime, ni connue des agences fédérales ou de l'Etat de Louisiane (ex : *US CG*, *LA DEQ*, etc.) ; postulant la présence de 990 sacs de 25 kg par conteneur, et sur la base d'un poids moyen de 0,033 g par granulé, la *Louisiana State University (LSU)* et le *National Parks Service* ont estimé la cargaison perdue à près de 750 millions de GPIs.

Quoiqu'il en soit, des accumulations importantes de granulés sur les rives du Mississippi ont été rapidement constatées, ponctuellement et particulièrement intenses au niveau des premiers méandres en aval (quartiers Gretna-Alger, Marigny-Bywater, Chalmette...), témoignant d'une extension des GPIs sur plus de 15 km, jusqu'aux confins –au moins- des Paroisses d'Orléans et de Saint-Bernard.

Selon des comptages réalisés sur les zones d'arrivages au sein de quadrats, par des personnels de la *LSU*, les densités de GPIs sur les substrats ont localement atteint de l'ordre de 49 500 unités par  $\text{dm}^2$ .

Irrécupérables au fond du fleuve par les autorités portuaires, on notera que les sacs et granulés n'ont pas, non plus, fait l'objet d'actions de nettoyage par les agences publiques : si l'*USCG* a indiqué enquêter sur la cause de l'incident, elle a en effet souligné n'avoir aucun mandat à agir en termes de collecte des GPIs, ne s'agissant pas de matières dangereuses au sens du *Clean Water Act*. Dans ce contexte l'Etat de Louisiane (*via* le DEQ, le Département de la faune et de la pêche ; ...) a lancé une réflexion avec les diverses autorités (Portuaires, fédérales –l'*USEPA*, notamment) quant aux suites opportunes et responsabilités en pareil cas de déversement, ne relevant ni de substances dangereuses, ni de soutes, ni de déchets.

**Rupture d'un bassin de rétention et déversement massif de résidus miniers en rivière (Yichun Luming Mining Co Ltd, Chine)**

Le 28 mars, une rupture de parois se produisait sur un bassin de rétention de résidus miniers, dans la Province de Heilongjiang (Chine). Probablement en lien avec une surcharge, l'accident a entraîné la pollution de la rivière Hulan, qui se jette dans la Songhua (elle-même affluent du fleuve Heilong/Amour). Peu précisée, la réponse a inclus des opérations de colmatage de la fuite (achevées le 31 mars selon l'agence de presse officielle Xinhua), et des tests de l'eau de la Hulan. Ces derniers ont révélé, selon le Ministère de l'écologie et de l'environnement du Heilongjiang, des teneurs en molybdène et en hydrocarbures respectivement 2,8 fois et 1,4 fois supérieures aux normes, ainsi qu'une demande chimique en oxygène 5,7 fois supérieure, à environ 110 km au sud-ouest du site minier de Yichun (ces écarts étant plus importants encore près du site du déversement). Le même Ministère a indiqué que 2,53 millions de  $\text{m}^3$  de déchets auraient été déversés.

Selon l'industriel, le molybdène en lui-même ne serait pas toxique, et a indiqué des risques plutôt liés aux hydrocarbures -utilisés en tant qu'agent collecteur de molybdène (en favorisant la flottation à partir du minerai). Les Ministères chinois de la Gestion des urgences et de l'Écologie et de l'Environnement ont annoncé leur intention de mener des enquêtes sur les risques liés aux bassins de rétention/stockage de résidus miniers.

## • Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2020

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2020 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.

Rappelons que, 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 2020 encore, la majorité des déversements accidentels de substances diverses en eaux intérieures ont impliqué des volumes inférieurs à la dizaine de m<sup>3</sup> ; pour le reste, un peu moins de 10 % des cas sont à considérer comme de faible ampleur (compris entre 10 et 100 m<sup>3</sup>) et à peine plus auraient été compris entre 100 et 1 000 m<sup>3</sup> selon nos sources d'information. Seuls quelques rares cas ont impliqué des volumes de l'ordre d'un à plusieurs milliers de m<sup>3</sup>.

### Sources des déversements

En 2020, une vingtaine d'accidents suivis de pollutions significatives ( $\geq 10$  t. selon nos sources) ont été identifiés en eaux intérieures. Il s'agit d'une valeur inférieure aux médianes annuelles estimées sur l'intégralité de la période 2004-2019 (35) comme sur les périodes 2004-2010 et 2011-2019 (40 et 31, respectivement). Pour la 5<sup>ème</sup> année consécutive, le nombre d'accidents significatifs portés à notre connaissance est globalement inférieur aux bilans des périodes antérieures. En l'état, l'analyse de ces recensements annuels, effectués de façon analogue à défaut d'être exhaustifs, suggère une tendance à la diminution du nombre de déversements significatifs (plus de 10 m<sup>3</sup> approximativement) rapportés dans nos sources d'informations, depuis le début des années 2010 environ.

Pollutions accidentelles (ampleur > 10t.) en eaux intérieures dans le monde : quantités annuelles et nombre d'événements identifiés par le Cedre (2004-2020)

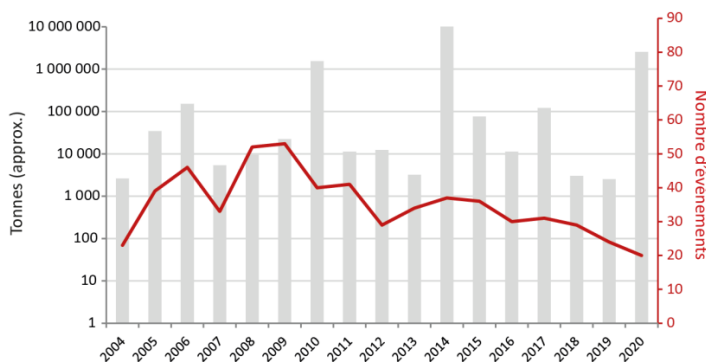


Figure 1

En 2020, ce nombre d'événements a correspondu à une quantité cumulée de produits déversée de l'ordre de plus de 2 530 000 tonnes (fig. 1). Il s'agit d'une estimation très nettement supérieure aux cumuls annuels médians exprimés sur les périodes précédentes (d'environ 12 000 tonnes sur 2004-2019). Comme en 2010 et 2014 -autres années affichant des bilans très élevés, cette valeur est essentiellement en relation avec un déversement majeur, en l'occurrence d'effluents miniers.

Cet événement retranché, la quantité totale estimée déversée en 2020 est de l'ordre de 20 000 tonnes, soit une valeur comparable à la médiane de la période 2004-2010, et environ 2 fois plus élevée que celle de la période 2011-2019. L'ampleur des événements significatifs recensés en 2020 est distribuée autour d'une médiane de 200 tonnes environ, soit une estimation plus élevée que pour les années précédentes (40 tonnes environ sur 2019, par exemple), expliquant au moins en partie un bilan relativement élevé en dépit d'un nombre d'événements identifiés relativement faible.



En 2020, les **installations (petites et moyennes) diverses** ont été les plus fréquentes des sources des pollutions significatives d'eaux intérieures portées à notre connaissance, avec une occurrence estimée à environ 25 % (fig. 2), s'agissant le plus souvent d'usines et, dans une moindre mesure, d'installations agricoles.

Viennent ensuite les diverses **installations industrielles terrestres** (ex : centrales énergétiques, usines chimiques, etc.), impliquées dans environ 20 % des événements.

La catégorie des **installations pétrolières terrestres** et celle des **pipelines** ont chacune été à l'origine d'environ 15 % des cas de déversements accidentels significatifs identifiés (fig. 2).

Les **camions/semi-remorques** (camions citernes, majoritairement) apparaissent impliqués dans 10 % des accidents recensés. Causant des déversements relativement limités –de l'ordre de la dizaine de m<sup>3</sup> voire moins) ils n'ont cependant que très faiblement contribué au cumul des quantités déversées estimées sur l'année (fig. 3).

Les fréquences d'implication des autres types de source dans les événements identifiés sont modestes (5 % approx. ; fig. 2). En termes de contribution au bilan annuel déversé, on distinguera cependant celle, écrasante, de la catégorie des **installations minières**, en lien avec un événement singulier qui a vu la pollution de la rivière Hulan (affluent du fleuve Songhua, dans le bassin versant de l'Amour) dans la Province chinoise du Heilongjiang en mars 2020, par quelque 2,5 millions de m<sup>3</sup> d'eaux toxiques contenues dans un bassin de rétention d'effluents.

Cet accident, d'ampleur exceptionnelle, mis à part :

- le reste du bilan est imputable à 80 % environ aux volumes déversés à partir d'**installations industrielles** (fig. 3), dont on soulignera celui du mois de mai 2020, survenu au sein de la centrale énergétique *Norilsko-Taymyrsky Energy Company* sise à Norilsk (Sibérie, Fédération de Russie) ;
- avec un total de près de 3 000 tonnes, les volumes déversés à partir de **pipelines** placent cette catégorie de structures comme deuxième contributrice (à hauteur de 15 %) au bilan de 2020, devant les **installations pétrolières** (5 % du reste du bilan seulement, du fait de pollutions des eaux intérieures d'ampleur variable –allant de dizaines à quelques centaines de tonnes) ;
- en dépit d'une occurrence relativement fréquente (dans environ 25 % des accidents recensés), les **installations (petites et moyennes) diverses** n'apparaissent que faiblement contributrices au bilan de l'année (fig. 3), partiellement en lien avec des volumes déversés relativement modérés -lorsqu'indiqués dans nos sources (médiane de l'ordre d'une centaine de m<sup>3</sup>) mais, plus probablement du fait de données lacunaires à cet égard et, donc, d'une

Fréquence des déversements accidentels par type de source en 2020

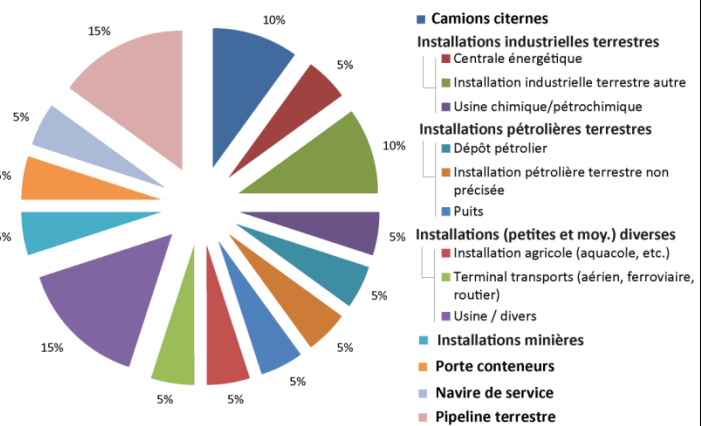


Figure 2

Quantités connues (tonnes) cumulées par type de source en 2020

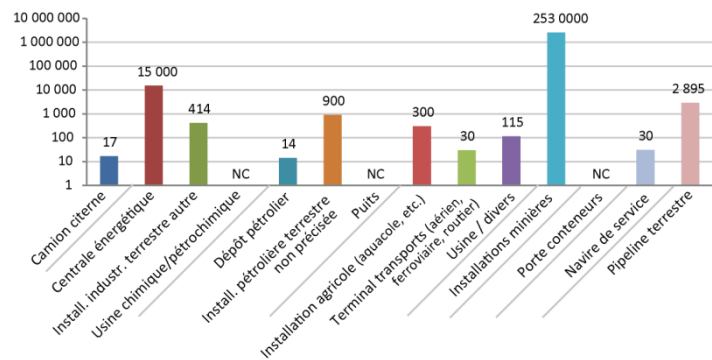


Figure 3

sous-estimation certaine.

### Types de produits déversés

En préambule, il faut noter que l'identification des catégories de produits principalement contributrices au volume annuel estimé s'avère pénalisée par la faible disponibilité d'informations détaillées quant aux quantités déversées, non communiquées et/ou estimées dans un certain nombre de cas d'accidents en eaux intérieures en 2020 encore.

Déjà évoqué plus haut, le déversement issu d'une installation minière (*Yichun Luming Mining Co Ltd*) du nord-est de la Chine, d'eaux polluées chargées en matières minérales, essentiellement, mais aussi de divers produits chimiques liés au processus d'extraction de minerais, fait de la catégorie des **matières minérales** la plus fortement contributrice au bilan cumulé de l'année (fig. 3).

Pour le reste, la plus forte contribution identifiée au bilan s'avère être, comme pour les années précédentes, celle des **hydrocarbures**. Ils ont été impliqués dans plus de la moitié (environ 55 %) des événements (fig. 4) et totalisent *a minima* près de 19 000 tonnes déversées de produits pétroliers (fig. 5), soit 95 % environ du bilan annuel (hors le déversement d'effluents minéraux en Chine).

Au sein de cette catégorie des hydrocarbures, on retiendra essentiellement :

- les produits pétroliers **raffinés**, impliqués dans environ 25 % des déversements accidentels de l'année (fig. 4). Il s'est plus souvent agi (20 %) de raffinés **légers** (produits blancs de type gazole, essence, kérosène, fioul domestique) que de raffinés **lourds à intermédiaires** (5 % des cas). Les premiers sont des contributeurs majoritaires (environ 75 %) au bilan cumulé sur l'année (hors pollution minière) ; les seconds en représentent une part très réduite (<1 %) ;
- les **pétroles bruts**, impliqués à une fréquence de 10 % au sein des déversements identifiés (fig. 4), avec des quantités déversées connues totalisant plus de 2 400 tonnes, soit un peu plus de 12 % du bilan (toujours hors déversement d'effluents miniers) (fig. 5) ;
- la part des **hydrocarbures non précisés**, associés à 15 % des cas de déversements accidentels (fig. 4), ont contribué à environ 7 % du bilan global (fig. 5).

Impliqués dans environ 20 % des événements significatifs identifiés en eaux intérieures (fig. 4), les rejets accidentels de **matières organiques** représentent 4 % du bilan annuel (fig. 5), avec un total de 700 tonnes (à raison de 400 de sous-produits organiques industriels, et de 300 d'alimentaire liquide) cela-dit sous-estimé du fait de données non disponibles dans la moitié des cas (ces derniers correspondant à des déversements d'eaux de *process*

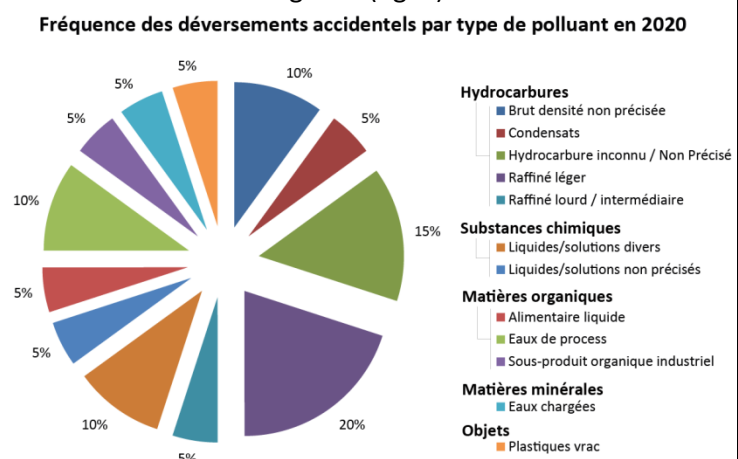
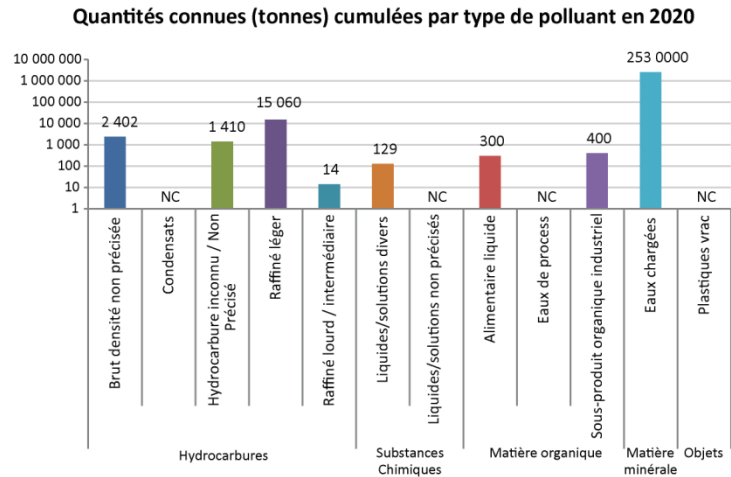


Figure 4



industriels agro-alimentaires).

Malheureusement peu rapportés, et souvent de manière lacunaire, les déversements de **substances chimiques** représentent une part difficilement appréciable, en 2020 encore, du bilan annuel des déversements significatifs survenus en eaux intérieures. A titre indicatif néanmoins, on mentionnera 2 déversements, survenus respectivement en août et en octobre aux Etats-Unis, et ayant chacun impliqué des produits chimiques liés à la fabrication/transformation de pâte à papier.



**Figure 5**

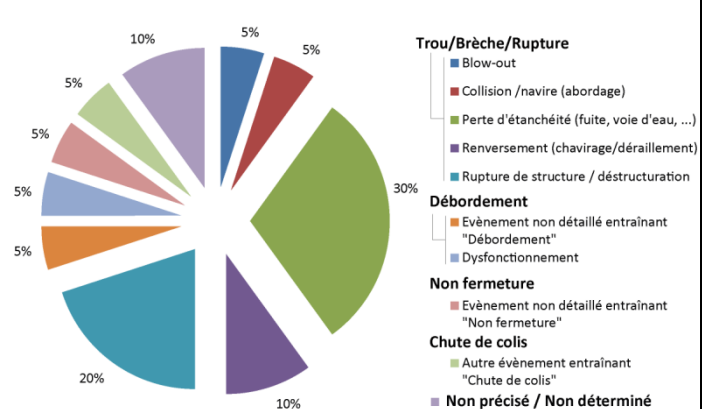
Notons enfin que la chute d'un conteneur chargé de sacs de granulés, en août 2020 à la Nouvelle-Orléans (Etats-Unis), lesquels se sont déchirés et ont libéré leur contenu dans le lit du Mississippi, a également été la source d'un déversement de vracs plastiques manifestement significatif à défaut, à notre connaissance, d'un chiffrage précis des quantités répandues.

## Evènements

Les évènements les plus fréquemment rapportés en 2020 ont relevé de **trous, brèches ou ruptures** sur diverses structures (environ 70 % du total ; Fig. 6) :

- Les évènements les plus fréquents au sein de cette catégorie (30 % du total) ont consisté en **pertes d'étanchéité** de structures diverses, s'étant agi le plus souvent, en 2020, de conduites internes au sein d'usines ou d'installations pétrolières, puis de pipelines. En termes de volumes, ces évènements ont contribué à hauteur de près de 1 600 tonnes au bilan estimé en 2020, une part bien moindre que celle des **ruptures de structures/déstructurations** (fig. 7).

**Fréquence des déversements accidentels par type d'évènement en 2020**



**Figure 6**

- Bien que moins fréquentes (20 % des cas), ces dernières sont en effet à l'origine de plus de 95 % du bilan, faisant de cette sous-catégorie d'évènements la principale contributrice aux quantités déversées.

En 2020, ces diverses **ruptures de structures/déstructurations** ont, de fait, généré des déversements majeurs en eaux intérieures, s'agissant notamment de la rupture de parois d'un bassin de rétention d'effluents miniers en Chine (mois de mars), de celle de 2 oléoducs terrestres en Equateur (avril), et de celle d'un stockage de gazole au sein d'une centrale énergétique en Sibérie (mois de mai) ;

- correspondant à des renversements de camions citernes, les cas de **renversements/chavirages/déraillements** (fréquence de 20 %) n'ont été associés, qu'à des déversements de faible ampleur. Leur contribution au bilan annuel (bien que sous-évaluée faute de chiffrages précis communiqués dans certains cas) est peu élevée (fig. 7).
- d'autres déversements significatifs ayant relevé de **trous, brèches ou ruptures** ont été identifiés en 2020 (ex : **collisions, blow-out**). Peu fréquents, leur contribution au bilan annuel est difficile à évaluer, faute de chiffres suffisamment détaillés quant aux volumes déversés (fig. 7) ;

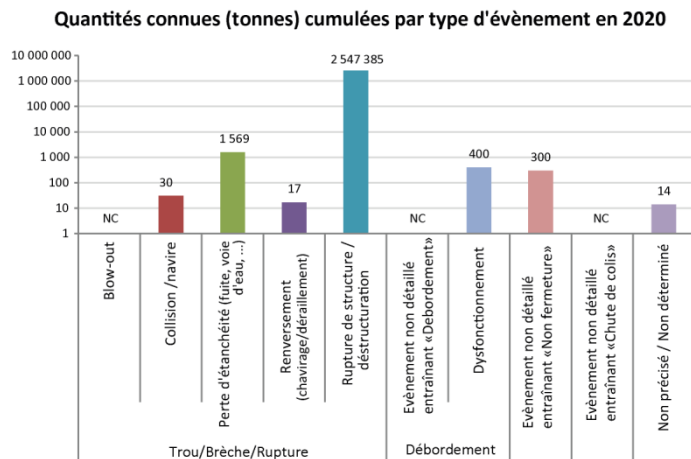


Figure 7

La fréquence des évènements ayant entraîné des **débordements** de stockages, rétentions, etc., est d'environ 10 % (fig. 6). Là encore, le manque de données suffisamment détaillées interdit, en 2020, l'estimation de leur contribution au bilan annuel (fig. 7).

Peu fréquemment reportés (fig 6), les cas de **non fermeture** sont représentés à hauteur d'environ 300 tonnes au sein du bilan de 2020, contribution mineure essentiellement en lien avec l'ouverture, inopinée, d'une vanne en pied d'un réservoir de mélange de liquides alimentaires, au sein d'une installation viticole en Californie. A noter en 2020 la fréquence, à hauteur de 10 %, d'évènements de type **non précisé** dans nos sources d'informations (fig. 6), qui apparaissent, selon les données communiquées, peu contributeurs au bilan de l'année (fig. 7).

### Causes

L'analyse de la distribution de fréquence des causes montre que ces dernières sont **inconnues ou non précisées** dans nos sources d'informations pour environ 25 % des cas recensés en 2020 (fig. 8). La contribution de cette catégorie au bilan annuel des quantités déversées est difficilement évaluable : en dehors d'indiquer des volumes de plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>, les informations communiquées ne fournissent pas d'estimations chiffrées s'il en est, dans plusieurs cas de déversements.

Parmi les catégories de causes identifiées, celle des **avaries techniques d'installations** apparaît nettement comme la plus fréquemment (50 %) assignée aux accidents identifiés sur l'année (fig.8) :

- ces avaries techniques sont **non précisées** plus avant dans la plupart (30 %) des cas. Ces derniers regroupent des déversements d'ampleur, plaçant cette catégorie au premier rang des causes contributrices au volume total déversé (fig. 9). Ces accidents incluent, parmi les plus notables :
  - o la rupture, en mars, de parois d'un bassin d'effluents miniers en Chine, avarie dont l'origine n'est pas clairement établie (ou communiquée) dans les sources d'informations identifiées ;
  - o la défaillance technique non détaillée d'un pipeline qui, résultant en l'ouverture d'une brèche, a causé la fuite de plus d'une centaine de m<sup>3</sup> de pétrole, en octobre, dans une rivière de Nénetsie (oblast d'Arkhangelsk, Fédération de Russie) ;
  - o l'avarie d'une conduite au sein d'une installation pétrolière de la région de Rainbow Lake (Canada), suivie d'une pollution des eaux, dans une zone humide, par plusieurs centaines de m<sup>3</sup> d'eaux chargées en hydrocarbures en octobre ; toujours en octobre et en Alberta, on notera la fuite d'environ 400 m<sup>3</sup> d'eaux chargées en hydrocarbures dans un affluent de la North Saskatchewan River, suite à une avarie technique également non détaillée ;

- lorsqu'elles sont précisées, ces avaries ont été mises en lien avec la **défectuosité/vétusté** d'éléments divers (fréquence de 10 %, s'agissant en l'occurrence le plus souvent de conduites internes au sein d'usines), devant les **dysfonctionnements** d'équipements ou les **défaillances d'installations industrielles**.

La fréquence des évènements provoqués par des **causes naturelles** diverses, d'une part, et des **défaillances humaines**, d'autre part, est d'environ 10 % pour chacune de ces catégories.

Leurs contributions respectives au bilan global déversé sont difficilement appréciables, du fait des lacunes dans les données communiquées. Par exemple, s'il est indiqué que le glissement de terrain à l'origine de la rupture de 2 pipelines *Petroecuador* (Equateur, avril 2020) a causé un déversement en rivière de pétrole brut estimé à plus de 2 000 tonnes, l'orage responsable, en août 2020, de la perte d'amarrage d'un porte-conteneurs mouillé au port de la Nouvelle Orléans a abouti à la chute d'une quantité significative mais non précisée de granulés plastiques dans le milieu aquatique.

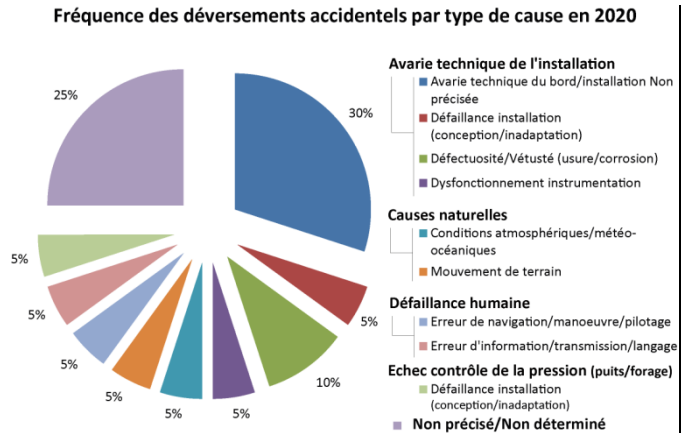


Figure 8

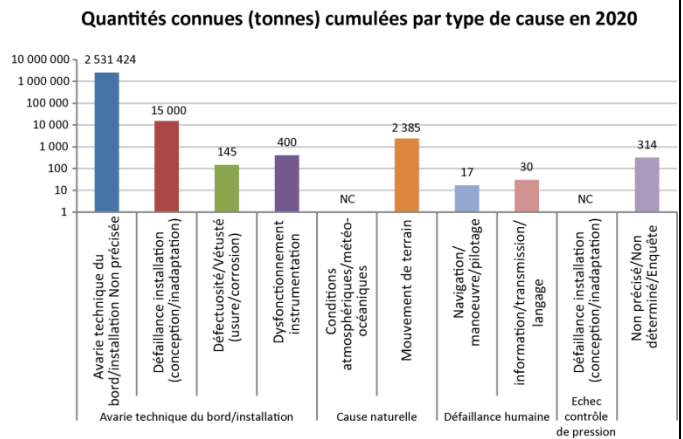


Figure 9

• **Absorbants**

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

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

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

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

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



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

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

Pour en savoir plus :

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

## • Récupération

### **Ecrémeur oléophile à bancs rotatifs modulaires DBD 13-4 (DESMI)**

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

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



*Ecremeur oléophile DESMI DBD 13-4 ici équipé de 4 bancs rotatifs à disques (Source : DESMI)*

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

Pour en savoir plus :

<https://www.desmi.com/media/lqfp5lnc/05-20 - dbd 13-4 skimmer.pdf>

## • Détection de SNPDs

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

La société *Metrohm*, spécialisée dans la fabrication d'instruments analytiques pour la chimie, commercialise une gamme de détecteurs portables de type *Mira (Metrohm Instant Raman Analyzer)* à spectroscopie Raman. Cette gamme inclut le *Mira DS (Défense et Sécurité)* dont les dimensions

réduites sont comparables à celles d'un détecteur à photoionisation (PID), classiquement utilisé par les premiers intervenants pour la détection voire l'identification de substances dangereuses.

Le Cedre a déjà eu l'occasion d'expérimenter la spectroscopie Raman dans le cadre du projet *REMANTAS* (<http://wwz.cedre.fr/Projets/2012/REMANTAS-2012-2016>). Ce principe de détection est qualifié d'actif car il nécessite d'émettre un rayonnement, de type laser, vers la substance à analyser pour récupérer et analyser l'empreinte spectrale de type Raman, laquelle peut permettre d'identifier spécifiquement une substance chimique à l'état liquide ou solide.

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

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

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

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

**Pour en savoir plus :**

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

## • Déchets/débris flottants

### Initiatives de recensement des moyens de collecte des déchets plastiques

Des chercheurs de la *Nicholas School of the Environment* et du *Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions* (instituts de l'Université privée *Duke*, Etats-Unis) ont créé une ressource en ligne proposant un inventaire de technologies et d'équipements, établis ou émergents, en matière de prévention et de lutte contre la pollution du milieu marin par les macro-déchets.

Conçu pour un public large -incluant potentiellement des entités publiques, associations, entreprises ou autres parties intéressées, cet inventaire repose sur une classification des dispositifs selon : leur mission (collecte sur l'eau, ou prévention des apports) ; la nature des déchets visés (macro-déchets et/ou microplastiques) ; et leur principe de fonctionnement (ex : filtration/criblage, systèmes de tapis/relevage de débris flottants, pièges, etc.).

<sup>1</sup> Jusqu'à 3 substances dans le cas d'un mélange.



Voulu comme un référentiel pour les chercheurs, décideurs en matière de politiques publiques, gestionnaires de sites, notamment<sup>2</sup>, les technologies et leurs contextes d'application (ports, estuaires, eaux littorales, etc.) y sont décrits de manière concise ; des liens renvoyant vers des sources d'information plus détaillées (publications, brochures techniques, etc.) sont également associés à ces descriptifs

Les auteurs du travail (également objet d'une publication dans la revue *Environment International*) indiquent leur intention de tenir à jour cet inventaire, lequel recense actuellement plus de 50 dispositifs dont il est constaté, par ailleurs, que l'essentiel est voué à la collecte de déchets, et dans une moindre mesure à la prévention de leur apport dans le milieu aquatique.

En complément, mentionnons également la publication de la *Shiley School of Engineering* (Université de Portland, Etats-Unis), parue dans *Marine Pollution Bulletin* et qui dresse de façon analogue un panorama des technologies disponibles ou en cours de développement, pour la collecte des déchets plastiques en eaux continentales. Cet inventaire identifie une quarantaine de concepts, dont une partie seulement « double » avec ceux identifiés dans l'étude citée plus haut.

**Pour en savoir plus :**

<https://nicholasinstitute.duke.edu/plastics-technology-inventory>

**Schmaltz E., Melvin E.C., Diana Z., Gunady E.F., Rittschof D., Somarelli J.A., Virdin J. & Dunphy-Daly M.M., 2020.** Plastic Pollution Solutions: Emerging Technologies to Prevent and Collect Marine Plastic Pollution. *Environment International*, Vol. **144**, 106067. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>

**Helinski O.K., Poor C.J. & Wolfand J.M., 2021.** Ridding our rivers of plastic: A framework for plastic pollution capture device selection. *Marine Pollution Bulletin*, **165**, 112095. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112095>

### **Equipements sur plans d'eau : systèmes automatisés *DESMI Rise*, de collecte et de transfert de déchets flottants**

Le fabricant danois *DESMI* a récemment ajouté à sa gamme d'équipements *EnviroCare*, de lutte contre les pollutions par macrodéchets, les unités de la série *Rise*, pour le retrait automatisé des déchets flottants en rivières, lacs, estuaires, etc.

Ces systèmes sont conçus pour dévier et concentrer les débris flottants, leur retrait du milieu étant assurée *via* un dispositif de récupération et de transfert à bandes transporteuses (constituées de grilles en acier inox). Déployés sur l'eau, montés sur des structures en aluminium de qualité marine munies de flotteurs cylindriques latéraux en PEHD, il s'agit de systèmes de fonctionnement automatisé dans le double objectif d'optimiser l'efficacité de la collecte (éventuellement en continu) et de minimiser les besoins en intervenants (et les risques liés aux opérations).

Ils sont déclinés en 2 versions :

- le *Rise A*, incluant 2 systèmes à bandes convoyeuses, disposés en série, chacun entraîné par un moteur de 0,5 kW. Le premier, récupérateur au sens propre, dont l'ouverture est équipée de connexions pour accueillir des barrages déviateurs collecte les déchets flottants et les achemine (en même temps que la grille convoyeuse, de 2 m de long, permet leur égouttement) vers le second. Ce dernier est dirigé à 90° par rapport au premier,



<sup>2</sup> Noter que les particuliers peuvent aussi y trouver un intérêt, puisque sont référencés des équipements à usage domestiques, tels que par exemple des modèles de filtres à micro-plastiques, disponibles sur le marché, pour équiper des machines à laver...



repreant et transférant ainsi les débris collectés vers un stockage temporaire sur berge.

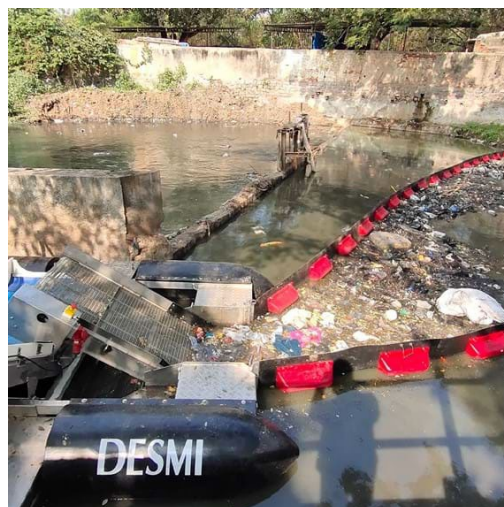
Le système a vocation à être installé à proximité de la rive, sachant que l'inclinaison à 35° du second tapis permettant le transport des déchets sur une hauteur de 3,5 m et une distance d'1,3 m environ ;

- le *Rise S*, qui ne comporte qu'un récupérateur (analogue au premier du système *Rise A*) conçu, quant à lui, pour fonctionner à plus grande distance des berges, en association avec des contenants (ex : bacs, sacs, etc.) disposés sur des barges ou pontons flottants, ou en connexion avec un tapis convoyeur en polypropylène (option dont le fabricant indique une capacité de transfert, vers des stockages sur berges, jusqu'à 9 m de distance).

Pour en savoir plus :

<https://www.desmi.com/segments/enviro-clean/enviro-care-clean-waterways/>

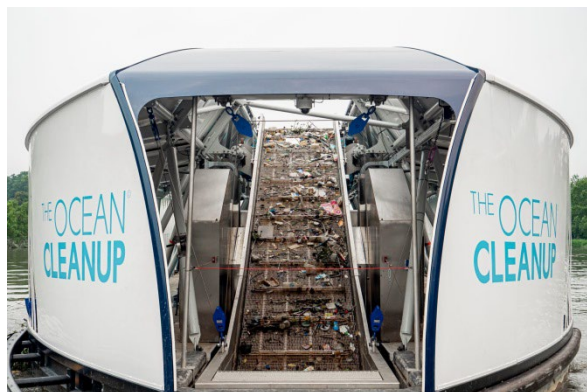
*Système Rise-A, équipé et installé en bord de berge (Source : DESMI)*



*Vue de la grille convoyeuse de la partie récupératrice (Source : DESMI)*

### **Ocean Cleanup : système *Interceptor* pour extension de la collecte de déchets aux grands estuaires**

L'association néerlandaise *The Ocean Cleanup* a récemment développé un dispositif de collecte des déchets flottants en rivières. Baptisé *Interceptor*, il a été conçu dans la perspective de limiter la pollution plastique au niveau d'embouchures de fleuves, rivières, de ports, etc., identifiés comme étant des exutoires importants, au niveau mondial, de macro-déchets en mer.



*Vue de la bande (grille) convoyeuse de déchets (Interceptor 002, installé à Kelang, Malaisie, sur la rivière du même nom (Source : theoceancleanup.com))*

Il s'agit *grosso modo* d'un engin statique -ancré sur le fond- de collecte autonome en continu. Sa coque, de forme catamaran, est munie en position frontale de barrages flottants déviateurs des déchets. Ces derniers sont ainsi acheminés et concentrés passivement, par le flux d'eau, sur une bande convoyeuse qui assure le relevage et le transfert dans des bennes (6 bennes de 50 m<sup>3</sup>) elles-mêmes embarquées sur le ponton amovible dont est équipé l'*Interceptor*. L'alimentation électrique du système est pourvue par des batteries solaires lithium-ion intégrées, permettant son fonctionnement 24/24 si nécessaire.

Un ordinateur de bord enregistre les données relatives aux performances du système (ainsi qu'à sa consommation en énergie, à la survenance d'éventuelles défaillances des divers éléments constitutifs, etc.), et transmet une alerte aux opérateurs locaux pour évacuation des déchets lorsque les bennes de collecte sont chargées.

Ses différentes configurations, adaptables selon le contexte (rivières, drains, canaux,...) n'impliquent a priori pas d'interférences avec le trafic fluvial ou les autres usages caractérisant les grands ports et estuaires, la compagnie



*Vue aérienne de l'Interceptor 003 installé en configuration déviatrice sur la Hậu Giang (Cần Thơ,*

ambitionne d'en promouvoir l'installation dans *Delta du Mékong, Vietnam* (Source : *theoceancleanup.com*) les principaux 'points chauds' à l'horizon 2025.

A ce jour, suite à des commandes par diverses entités publiques et privées, ce sont 10 dispositifs *Interceptor* qui sont en opération, installés en divers pays<sup>3</sup> à raison, chronologiquement, de 2 en Malaisie (Kelang), 1 en Indonésie (Jakarta) et, depuis 2022, 1 au Vietnam (Cần Thơ, dans le Delta du Mekong), 1 en République Dominicaine (Saint-Domingue), 1 en Californie (Culver City) et 4 en Jamaïque (Kingston). Selon *Ocean Cleanup*, un projet d'implantation, à Bangkok, d'une autre unité est à l'étude.

Pour en savoir plus :

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

- **Initiatives nationales**

**ATRAC : accord de coopération pour la prévention, la préparation à la réponse et la lutte contre les pollutions accidentelles des eaux intérieures (République de Serbie)**

Initialement voué au renforcement de la coopération régionale en matière de prévention et de réponse aux pollutions issues d'accidents maritimes dans la région Adriatique, l'*ATRAC (Adriatic Training and Research Centre for Accidental Marine Pollution Preparedness and Response)*, institut croate établi dans le contexte du projet HAZADR (financé par l'instrument d'aide de préadhésion, ou IAP<sup>4</sup>, de l'UE) a conclu en 2020 un accord de coopération avec *Srbijavode*, soit l'Agence publique serbe compétente en matière de gestion de l'eau.

C'est ainsi que l'*ATRAC* a vu s'étendre ses activités aux eaux intérieures, chargée de passer en revue les procédures d'intervention en cas de pollution accidentelle des eaux continentales de la République de Serbie, pour en préconiser des améliorations.

L'institut a également élaboré un plan de formation pour les intervenants, consolidant ainsi l'expertise et les coopérations internationales en matière de lutte antipollution dans une région comptant d'ores et déjà plusieurs Etats éligibles au mécanisme *IAP*, et candidats potentiels à l'entrée dans l'UE (ex : Albanie, Montenegro, Serbie, Macédoine du Nord...).

- **Préparation à la lutte**

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

<sup>3</sup> (voir leurs statuts et localisations respectives sur <https://theoceancleanup.com/dashboard/>)

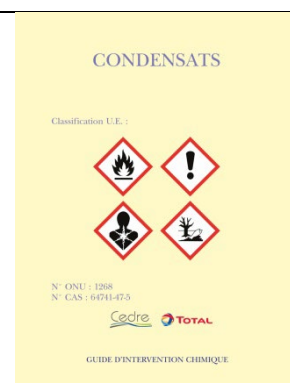
<sup>4</sup> (IAP, visant à renforcer la coopération transfrontalière entre États Membres de l'UE et des pays candidats ou potentiellement candidats à l'adhésion l'UE)

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

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

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

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



## • Recherche

### **Cedre : étude du comportement des gazoles et biodiesels en cas de déversement accidentel**

En réponse aux enjeux de gestion des réserves d'énergies fossiles, économiques, et de protection environnementale, les biocarburants, fabriqués à partir de composés renouvelables, représentent une alternative privilégiée dans le secteur des transports.

Il existe aujourd'hui des biocarburants adaptés aux deux types de moteurs les plus répandus au monde, à savoir le moteur à allumage commandé (moteur « à essence ») et le moteur à allumage par compression (moteur « diesel »). Ceux-ci peuvent être alimentés en biodiesels purs ou en additifs aux gazoles fossiles. Les gazoles fossiles sont obtenus en raffinerie conventionnelle par distillation du pétrole brut ; les biodiesels sont obtenus en bioraffinerie par la transformation d'acides gras en esters méthyliques d'acide gras (EMAG) ou en huiles végétales hydrotraitées (HVO). Les EMAG sont ensuite mélangés à une base gazole fossile/HVO pour former des gazoles dits B7, B10, B20 ou B30. Dans ces appellations, le chiffre désigne la part d'EMAG rajoutée au mélange gazole fossile/HVO (ex : le B7 est ainsi composé à 7% d'EMAG, et à 93% de mélange gazole fossile/HVO). A noter que dans le mélange gazole fossile/HVO, la part de l'HVO ne peut légalement pas dépasser 30%.

C'est dans ce contexte que des tests ont été réalisés en laboratoire et dans le canal d'essais du Cedre, afin de décrire le vieillissement de ces produits *via* le suivi de différents descripteurs physico-chimiques au cours du temps, suite à leur déversement expérimental en conditions contrôlées.

Déversés dans l'environnement aquatique, les gazoles et biodiesels adoptent des comportements très proches :

- ces produits flottent (densité <0,9 à 20°C), formant tous des nappes à la surface de l'eau. Mais, tandis que les gazoles sont sujets à une faible dissolution et à une évaporation conséquente (pouvant atteindre 40%), les biodiesels (EMAG et HVO) ne sont affectés par aucun de ces 2 processus ;
- visuellement, aucune évolution significative de la nappe de biodiesel n'est constatée (i) pendant les 8 heures suivant le déversement pour l'HVO, et (ii) durant 24 heures pour les gazoles et l'EMAG. Au-delà de ces durées respectives, les produits tendent à former des émulsions instables, sous forme de mousses blanchâtres-jaunâtres, ceci uniquement en condition

d'agitation ;

- au bout de quelques jours de vieillissement (de 3 à 6 jours selon les produits), une dispersion naturelle est observée sous forme, soit d'un panache de gouttelettes réparties uniformément dans la colonne d'eau, soit d'un trouble de la colonne d'eau. Dès que l'agitation est arrêtée, la nappe de surface se reforme rapidement. Une séparation de phase peut être observée après décantation, caractérisée par une phase supérieure composée d'hydrocarbures vieillis et une phase inférieure se présentant sous la forme d'agglomérats blanchâtres.

D'un point de vue opérationnel, en milieu faiblement agité, les récupérateurs mécaniques à seuil ou oléophiles à tambours restent probablement les moyens les plus efficaces pour écrémer ces produits, même si la formation d'agrégats peut ponctuellement obstruer certains éléments des équipements (les déversoirs des récupérateurs mécaniques, notamment. Cf. photo ci-dessous). En milieu agité, la tendance à la dispersion naturelle compromet rapidement la mise en place d'opération de collecte. Dans tous les cas, un suivi des concentrations en hydrocarbures dans la colonne d'eau sera indispensable pour juger de l'évolution de la pollution.



En mésocosme (*gauche*) : aspect d'une émulsion instable de HVO en conditions d'agitation dans le Polludrome® du Cedre (prise de vue :  $t_{+1 \text{ jour}}$  post-déversement) ; Sur le terrain (*droite*) : retour d'expérience en matière de collecte de diesel additivé (7% EMVH), à la surface d'un plan d'eau calme pollué (étang de Loire Atlantique, 2016) : séance de décolmatage du déversoir d'un écrémeur à seuil colmaté par agrégats de produit vieilli (Source : Cedre)

#### **Intelligence artificielle et détection de pétroles flottants : système SLED-W (SwRI, USA)**

Le laboratoire américain de R&D *Southwest Research Institute (SwRI)* a récemment travaillé au développement d'outils informatiques relevant de l'apprentissage automatique (*machine learning*, soit du domaine de l'« intelligence artificielle »), en vue d'une application à la télédétection précoce d'hydrocarbures à la surface de l'eau et, donc, de la prévention de pollutions majeures en lacs, rivières, etc.

Schématiquement, il s'agit d'une conception d'algorithmes capables de déceler la présence de motifs récurrents (*patterns*), et d'en suivre l'évolution, au sein d'un ensemble de données : ces dernières consistent, dans le cas présent, en images numériques obtenues au moyen de caméras (en imagerie thermique et visible) peu coûteuses et disponibles sur le marché.

Plus particulièrement, l'approche du *machine learning* vise ici à la mise au point d'un système capable d'« apprendre » à reconnaître les caractéristiques de nappes flottantes mais aussi, en toute hypothèse, d'améliorer ses performances au fur et à mesure de son utilisation... L'intérêt pressenti de pareille technique découle, dans le contexte nord-américain, de l'intensité du transport



d'hydrocarbures par oléoducs et des risques inhérents de pollution accidentelle des systèmes fluviaux (s'agissant d'identifier une alternative à des techniques et/ou des services coûteux tels que, par exemple, le recours à la télédétection satellitaire, à des moyens de spectrométrie à haute résolution par laser, etc.).

Selon ce concept, SwRI a développé un système nommé *Smart Leak Detection on Water (SLED-W)*<sup>5</sup>, soit un algorithme d'analyse d'images issues de caméras potentiellement installables sur des structures fixes ou à des porteurs divers (drones aériens, marins, etc.). Par la suite, de premières séries d'évaluations, menées en bacs expérimentaux, ont validé des résultats probants en termes de détection et de discrimination des propriétés thermiques et visibles de deux types d'hydrocarbures.



Tests des algorithmes *SLED-W*, de détection de 2 types d'huiles dans diverses conditions (ex : éclairage, etc.) : déversement expérimentaux en mésocosmes (gauche) ; Résultats de l'analyse des images, visuelle et thermique, par les algorithmes d'apprentissage automatique (droite) (source :

<https://www.swri.org/>)

Le système d'apprentissage automatique se serait notamment avéré intéressant, en ceci qu'il permet de sélectionner et croiser les données les plus pertinentes obtenues en imagerie thermique et visuelle, permettant ainsi de pallier aux limitations respectives de ces technologies<sup>6</sup>.

Une étape de tests *in situ* a été annoncée par le développeur, lequel envisage dans cette perspective des partenariats avec des fournisseurs (ou fabricants) d'aéronefs adaptés à l'emport du dispositif.

**Pour en savoir plus :**

<https://www.swri.org/videos/sled-w-oil-leak-detection-system>

*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 »*

<sup>5</sup> En extension de la technologie *SLED*, antérieurement développée par le même laboratoire au profit du Département de l'Énergie des États-Unis (US-DoE), pour la détection de fuites de gaz (méthane) à partir de pipelines ou de liquides sur divers types de sols. Cf. <https://www.swri.org/industry/fluids-engineering-oil-gas-software-systems/methane-leak-detection>

<sup>6</sup> Notamment liées, selon le laboratoire, aux reflets et irisations concernant le visible, et/ou à la présence d'anomalie confondantes concernant les caméras thermiques.