



**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

E- mail : contact@cedre.fr

Web : www.cedre.fr

**Lettre Technique Eaux Intérieures n°9
LTEI 2007 - 2**

Sommaire

| | |
|---|----|
| • Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde | 2 |
| <u>POLLUTIONS PAR NAVIRES</u> | |
| Pollutions de deux rivières par du fioul lourd et du gasole (<i>Tigani</i> et <i>Algonorth</i> , Etats-Unis) | 2 |
| <u>POLLUTIONS PAR PIPELINES</u> | |
| Déversement à partir d'un oléoduc endommagé (<i>Burnaby</i> , Canada)..... | 2 |
| Rupture d'un pipeline <i>PeMex</i> vétuste (<i>Coatzacoalcos</i> , Mexique)..... | 3 |
| <u>POLLUTIONS PAR STRUCTURES DIVERSES</u> | |
| Pollution à partir d'une raffinerie (<i>Rivière Verdigris</i> , Etats-Unis)..... | 3 |
| • Déversements d'hydrocarbures survenus en France | 4 |
| Pollution par de l'émulsion de bitume (rivière <i>Le Langelin</i> , <i>Eder</i> , Finistère)..... | 4 |
| Déversement de fioul domestique dans un affluent de l' <i>Elorn</i> (<i>Locmélar</i> , Finistère)..... | 4 |
| • Déversements d'autres substances dangereuses survenus dans le monde..... | 6 |
| Pollution par cendres volantes (<i>Bengale Occidental</i> , Inde)..... | 6 |
| • Synthèse des déversements survenus dans le monde en 2007 | 6 |
| Sources des déversements | 6 |
| Volumes et types de produits déversés..... | 7 |
| Causes | 7 |
| • Moyens de lutte..... | 8 |
| <i>Flexibelt Boom</i> : dispositif de confinement entre quais et navires | 8 |
| <i>Barrage Jupe REP</i> | 8 |
| Pompe péristaltique portable <i>Salarollpump</i> adaptée aux produits à haute viscosité | 9 |
| Nouveaux bateaux dépollueurs, sur le concept du <i>Cataglop</i> | 9 |
| Evaluation au <i>Cedre</i> d'un petit récupérateur convertible <i>Vikoma</i> | 10 |

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

POLLUTIONS PAR NAVIRES

Pollutions de deux rivières par du fioul lourd et du gasole (*Tigani* et *Algonorth*, Etats-Unis)

Les 2 seules pollutions significatives (de l'ordre de 10 tonnes, toutefois) du semestre par navires ont été recensées aux Etats-Unis.

La première est survenue le 10 octobre dans la rivière Delaware, à partir du pétrolier *Tigani*, battant pavillon maltais et armé par une compagnie grecque. Le navire était amarré à un appontement de la raffinerie *Citgo Petroleum Corporation* de Paulsboro (New Jersey) pour y décharger sa cargaison de brut. Un déversement inexplicable de fioul lourd a été découvert à partir d'un dalot censément dédié à l'évacuation des eaux du pont du navire. La pollution, confinée par des barrages flottants préalablement disposés en routine lors des opérations de dépotage, a été aussitôt notifiée à la garde côtière (*USCG*) et aux agences (locales et d'Etat) concernées tandis que le plan d'urgence de la compagnie était activé.

En priorité, un transfert du contenu de la soute à carburant située sur le parcours du dalot -et par conséquent suspectée d'être à la source du déversement- a été effectué et achevé 4 heures après la découverte de la fuite. Les écoulements dans le dalot se sont poursuivis 6 heures de plus.

Sur l'eau, un trafic réduit a été instauré à proximité de l'incident pétrolier, et des barrages supplémentaires ont été déployés autour du navire ainsi que, préventivement, au niveau de confluences avec des rivières sensibles écologiquement. La récupération par écrémeurs a permis la collecte de la quasi-totalité du volume déversé en 2 jours, estimé à 9 m³. Une reconnaissance (*Shoreline Cleanup Assessment Technique*) des berges a été réalisée sur les quelques kilomètres en aval, concluant à l'absence de souillures et d'impacts significatifs. La raison précise du rejet de polluant a fait l'objet d'une enquête de l'*USCG*.

Le second déversement a eu lieu le 14 décembre sur la Maumee River, à proximité de la ville de Toledo (Ohio), suite à la collision contre un quai du vraquier canadien *Algonorth*, en route vers Port Cartier (Québec, Canada) avec sa cargaison de céréales. L'accident, de cause non identifiée, a conduit au déversement d'environ 12 m³ de gasole dans la rivière, à partir d'une soute fissurée à 3 m au dessus de la ligne de flottaison. Après fermeture du trafic durant 14 heures, l'*USCG* a supervisé la pose de 750 m de barrage par des sociétés privées contractées, avec pour priorité de confiner les hydrocarbures près du site de la pollution (la Maumee étant un affluent du lac transfrontalier Erié, situé à peine à quelques kilomètres en aval de l'accident). Quelques 500 m de barrages supplémentaires étaient disponibles mais n'ont pas été utilisés car le produit s'est rapidement évaporé et dispersé, rendant difficile sa récupération. Celle-ci a néanmoins pu avoir lieu dans des poches d'accumulation, par pompage à l'aide de camions à vide et l'utilisation d'absorbants. Une enquête sur la cause de la collision a été ouverte par l'*USCG*.

POLLUTIONS PAR PIPELINES

Déversement à partir d'un oléoduc endommagé (Burnaby, Canada)

Un déversement de pétrole brut est survenu le 24 juillet à Burnaby, en pleine banlieue de Vancouver (Colombie Britannique, Canada), consécutivement au perçage accidentel du *Trans Mountain Pipeline* opéré par la société *Kinder Morgan Canada*. La section souterraine reliant le parc de réservoirs de Burnaby au terminal portuaire de chargement a été endommagée par une pelle mécanique lors de travaux de voirie.

Le produit s'est échappé en un geysier pendant 20 à 30 minutes, projetant sur les bâtiments alentours une quantité d'hydrocarbures estimée à 230 m³ environ, dont une partie non déterminée a ruisselé dans le Burrard Inlet (partie orientale du Détroit de Géorgie) via le réseau d'eau pluviales. Spectaculaires, les images de l'incident ont été abondamment relayées dans les médias (presse écrite, journaux télévisés, Internet...).

Un poste de commande a été mis en place par l'Office National de l'Energie (ONE), coordonnant les opérations des organismes en charge de la réponse (municipaux, locaux, provinciaux et fédéraux)¹, des équipes de *Kinder Morgan Canada*, et du Bureau de la Sécurité des Transports du Canada (BST -chargé d'examiner les causes de l'incident).

Par mesure de sécurité, une centaine de résidants dont les habitations étaient sévèrement souillées ont été évacués (14 personnes souffrant de nausées, d'irritations des voies respiratoires et de céphalées).

Concernant la lutte sur l'eau, priorité a été donnée au confinement des hydrocarbures flottants, opération menée par déploiement de barrages au niveau de l'exutoire du réseau d'eaux pluviales dans le Burrard Inlet. Par ailleurs, la municipalité de Vancouver a annoncé la mise en place de mesures préventives de protection de sites sensibles (*i.e.* le port de Vancouver et un parc urbain, situés à 17 km à l'ouest du point de rejet).

L'entreprise chargée des travaux publics, contractée par la municipalité, et l'opérateur du pipeline se sont rejetés

¹ Dont *Environnement Canada*, le Ministère de l'Environnement de la Colombie Britannique, l'Administration portuaire de Vancouver et le Ministère des Pêches et des Océans.

mutuellement la responsabilité de l'incident, le premier accusant le second de n'avoir pas correctement signalé la position de l'ouvrage. Réciproquement, *Kinder Morgan Canada* reporte la faute sur une erreur de l'entrepreneur. Une enquête a été ouverte par le *Conservation Officer Service* et Environnement Canada (*Environmental Enforcement Division* et *Wildlife Enforcement Division*) afin de déterminer les responsabilités (et négligences éventuelles) des parties impliquées.

En septembre 2007, *Shell Canada* a entrepris des poursuites judiciaires à l'encontre de *Kinder Morgan Canada*, de la municipalité de Burnaby, ainsi que de la société de travaux publics impliquée dans l'incident. Cette plainte a été motivée par les retombées subies par la compagnie qui a dû suspendre durant une dizaine de jours les activités d'une de ses installations au terminal pétrolier. De son côté, en janvier 2008, *Kinder Morgan Canada* a poursuivi la ville, et l'entreprise contractée par cette dernière, pour avoir failli à localiser l'oléoduc.

Enfin, on signalera que cet incident a pressé l'élaboration, par la ville de Burnaby, d'une résolution présentée à l'Union des Municipalités de Colombie Britannique plaidant, en tel cas de pollution accidentelle, pour une plus grande responsabilisation des parties impliquées, une meilleure gestion des aspects environnementaux, et une réponse rationalisée/mieux coordonnée des agences gouvernementales. Une demande de création d'un fonds d'indemnisation des coûts de la lutte, dans un contexte comparable et lorsque aucun responsable n'est identifié, y est également adressée au gouvernement canadien (sur le modèle de l'*Oil Spill Liability Trust Fund* du voisin américain).

Rupture d'un pipeline *PeMex* vétuste (Coatzacoalcos, Mexique)

Le 24 octobre 2007, un déversement de 1 590 m³ de pétrole brut s'est produit au Mexique à proximité de la ville de Jesus Carranza (état du Veracruz) suite à la rupture d'un pipeline de la société nationale mexicaine des pétroles *Petroleos Mexicanos (PeMex)*. La majorité des hydrocarbures s'est écoulée dans les rivières confluentes Jaltepec, Chiquito et Coatzacoalcos, induisant une pollution sur plusieurs dizaines de kilomètres en direction du Golfe du Mexique.

La réponse antipollution a notamment été orientée vers la pose de 5 rideaux successifs de barrages flottants, dans le but de prévenir l'arrivée des hydrocarbures dans les eaux du Golfe. Les opérations de lutte ont mobilisé 550 personnes appartenant à des équipes de *PeMex*, à des sociétés privées spécialisées ainsi qu'aux services des autorités concernées (Marine, Protection civile).

Cependant, des conditions météorologiques défavorables (crue de la rivière) ont compromis l'efficacité du dispositif de confinement, les barrages laissant échapper un volume de brut estimé à 650 m³ par la Protection civile de l'Etat de Veracruz, dont une partie est allée souiller des plages littorales proches de l'estuaire (situé au port de Coatzacoalcos).

Quatre jours après le déversement, *PeMex* annonçait la récupération d'environ 270 m³ de pétrole auxquels s'ajoutait un volume non précisé de déchets souillés (débris végétaux, absorbants, etc.).

Selon le gouvernement du Veracruz, 600 000 riverains ont dû être approvisionnés en eau potable durant la pollution. Cet incident s'inscrit dans un contexte de conflits récurrents opposant la compagnie pétrolière à l'Etat du Veracruz², lequel reproche notamment à *PeMex* les risques de pollution environnementale encourus du fait d'une maintenance insuffisante de ses installations -en partie vétustes.

De fait, cette pollution en a précédé une autre, survenue le 30 octobre dans le même Etat suite à un incident (cause non précisée) au niveau d'un puits de *PeMex*. Des centaines de résidants avaient alors dû être évacuées en raison de la pollution d'une zone humide et d'un cours d'eau par un volume non précisé de pétrole brut.

POLLUTIONS PAR STRUCTURES DIVERSES

Pollution à partir d'une raffinerie (Rivière Verdigris, Etats-Unis)

Le 2 juillet 2007, alors qu'un avis de tempête et de fortes pluies avait conduit à une procédure d'évacuation d'urgence de la raffinerie *Coffeyville Resources*, située à Coffeyville (Kansas), un dysfonctionnement est survenu au niveau d'une pompe sur un stockage de pétrole brut. L'incident a causé la surverse ultérieure du stockage sous l'effet des précipitations, et la pollution de la rivière Verdigris par 270 tonnes d'hydrocarbures environ. Les inondations et la submersion ultérieure des terres ont conduit à l'extension de la pollution jusqu'en Oklahoma. La ville et la raffinerie restant inondées durant plusieurs jours, la réponse antipollution s'est avérée difficilement réalisable - les priorités étant autres en un cas pareil (vies humaines). Si les nappes ont paru menacer un lac (Oologah Lake) en Oklahoma, la pollution semble s'être dispersée avant de l'atteindre et d'y causer des dommages significatifs.

² Le déversement de 750 m³ de brut dans la rivière Coatzacoalcos, suite à une explosion sur une station de pompage d'un oléoduc en décembre 2004 (Cf. LTML 2004-4), avait conduit les autorités fédérales en charge de l'environnement (*Procuraduria Federal del Medio Ambiente*) à poursuivre *PEMEX* en justice.

• **Déversements d'hydrocarbures survenus en France**

Pollution par de l'émulsion de bitume (rivière Le Langelin, Edern, Finistère)

Le 12 septembre au matin, des agents municipaux de la commune d'Edern (Finistère) ont constaté que la vanne d'une cuve des services techniques contenant de l'émulsion de bitume avait été ouverte (acte de malveillance), causant le déversement de l'intégralité de son contenu (soit 4,9 tonnes). Si une partie de l'émulsion de bitume a été confinée sur place grâce au bac de rétention ou en se figeant au sol, un volume non estimé s'est écoulé dans le Langelin (cours d'eau affluent de l'Odette et classé en première catégorie piscicole) *via* le réseau d'eau pluvial et un fossé.

Les services techniques de la municipalité d'Edern et la Cellule Mobile d'Intervention Chimique (CMIC) de Quimper sont intervenus conjointement afin de limiter la propagation du produit dans le milieu naturel, en posant 4 barrages de fortune (bottes de paille et boudins absorbants) successifs sur le Langelin, à partir du point de rejet. Selon les intervenants, la pollution a entraîné une coloration brunâtre de la rivière, l'émulsion de bitume semblant coalescer dans les zones de faible courant pour y former des « boulettes » de bitume dont une partie a coulé. Les résidus déposés sur les berges ont été ramassés manuellement, notamment au niveau de la végétation. Le fossé dans lequel une grande partie du produit durci avait coulé a été curé.

Treize jours après l'incident, ayant constaté des mortalités de la faune aquatique sur environ 300 m à partir du point de rejet dans le Langelin, l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) a sollicité le Cedre pour évaluer la nature et la toxicité éventuelle du produit déversé, et pour effectuer une reconnaissance de la pollution résiduelle *in situ*.

Selon les indications du fournisseur, le produit est composé d'une phase aqueuse contenant un émulsifiant et du bitume pur ; il s'agit d'une dispersion très fine (microgouttelettes) de bitume dans l'eau, dont la stabilité est assurée par l'émulsifiant. Il est probable que ce soit cette forme dispersée qui ait été responsable des mortalités observées dans les premières centaines de mètres du cours d'eau, tandis que la dilution de l'émulsifiant a permis la coalescence, localement, des microgouttelettes de bitume.



Racines souillées par du bitume durci
(Source photos : Cedre)



Exemple de dépôts de bitume (sur une pierre du lit du cours d'eau)



Barrage de fortune (barrière de chantier + paille + boudin absorbant)

Lors de la reconnaissance effectuée par le Cedre le 27 septembre, la pollution résiduelle était minime, localisée à proximité de l'exutoire (buse) dans le Langelin sous forme de dépôts sporadiques de bitume collés à des pierres où aux racines bordant le cours d'eau. L'enlèvement des barrages de fortune (partiellement démantelés par le courant) a été préconisé, de même que celui de quelques résidus collectés manuellement qui n'avaient pas été évacués des berges.

Pour en savoir plus : Rapport Cedre EPI.07.05

Déversement de fioul domestique dans un affluent de l'Elorn (Locmélar, Finistère)

Le 22 décembre 2007, la mairie de Locmélar (Finistère) est alertée par un particulier de la pollution de l'Irvit (affluent de l'Elorn) par du fioul domestique (FOD) issu de la cuve vétuste d'une propriété privée. Le volume déversé dans le cours d'eau sera ultérieurement estimé à 600 litres.



Confinement par barrage (+ tourbe et absorbants) au niveau du point de rejet.

Les premières mesures d'urgence sont mises en œuvre par le SDIS 29 (Service Départemental d'Incendie et de Secours), avec une forte implication du Centre de Secours de Sizun. Elles visent (i) à confiner la pollution par la pose d'un barrage flottant au niveau de la zone de déversement, et (ii) à protéger des sites sensibles par la pose de 2 barrages flottants, respectivement en amont de la station de pompage de Goasmal et d'un élevage piscicole. Des boudins absorbants sont également disposés, notamment au niveau d'une propriété privée, et la récupération du polluant est assurée le long de l'écoulement et dans les zones de confinement par des absorbants en feuilles et en vrac (tourbe).

La pollution est en outre notifiée à la Préfecture du Finistère, qui en informe la DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales).

Les pompiers assurent quotidiennement le suivi du dispositif de lutte et la récupération du polluant.

Le 25 décembre, des précipitations importantes entraînent une remobilisation du polluant déposé sur les berges, donnant lieu à des irisations observées jusque sur l'Elorn et nécessitant le repositionnement du barrage de Goasmal. Le *Cedre* est sollicité le lendemain par le Service Interministériel des Affaires Civiles et Economiques, de Défense et de Protection Civiles (SIACEDPC) de la Préfecture du Finistère. Deux agents de l'Equipe Pilote d'Intervention et de Formation (EPIF) se rendent sur place pour expertise et conseils techniques en vue du renforcement du dispositif et du traitement des terres polluées. Leurs préconisations sont suivies d'actions à différents niveaux :

- sur le site du déversement : un sondage révèle la pénétration en profondeur du polluant sur une profondeur de 50 cm. Le décaissement du terrain est réalisé au moyen d'une pelle mécanique. Durant cette opération, la nature grossière des sols (remblais composé de cailloutis et de divers matériaux de construction) favorise la percolation du FOD, lequel est récupéré dans une fosse creusée en pied de cuve. En outre, la rupture accidentelle d'une canalisation d'eau par la pelle mécanique cause le lessivage des hydrocarbures, ce qui nécessite de creuser une seconde fosse de rétention entre la cuve et le cours d'eau. Le FOD y est récupéré par pompage (tonne à lisier), puis capté progressivement par des feuilles d'absorbant (disposées en fond de fosses) ;

- à l'aval immédiat du site : un barrage filtrant de fortune (fibres absorbantes en vrac dans un filet polyéthylène à mailles fines, lesté dans sa partie basse par une chaîne) et un boudin absorbant sont positionnés contre une petite passerelle située juste en aval du premier barrage flottant, afin d'améliorer le dispositif de rétention ;

- au niveau de la propriété privée : la tourbe épandue sur le plan d'eau est concentrée par utilisation de jets plats et récupérée au moyen de pelles ajourées (action : pompiers).



Résurgence de FOD à partir des sols de la zone excavée.



*Fosses de rétention du FOD
(Source photos : Cedre)*



Barrage filtrant adossé à une passerelle (aval du 1^{er} barrage flottant)

Les sols pollués (entre 8 et 10 m³) sont provisoirement stockés dans un hangar communal, dans l'attente de leur enlèvement par une société spécialisée. La mairie de Locmélard et le Centre de Secours de Sizun surveillent quotidiennement l'évolution de la situation et remplacent progressivement les absorbants souillés. L'écoulement de FOD se poursuit durant une semaine environ dans le fossé situé en pied de cuve, ce qui nécessite une nouvelle vidange.

Le *Cedre* effectue une nouvelle visite 15 jours plus tard, après que des intempéries aient entraîné une inondation importante des berges, afin d'apprécier, conjointement avec le Centre de Secours de Sizun, l'évolution de la situation et l'opportunité du maintien ou non des dispositifs en place. Si un léger film gras subsiste dans le premier fossé sur le lieu du déversement, aucune irisation n'est observée dans le second fossé, ni même sur le cours d'eau. Le barrage filtrant de fortune et le boudin absorbant (devenus inefficaces car coincés sous la passerelle suite aux intempéries) sont enlevés. Les barrages flottants posés en amont de la station de pompage et de l'élevage piscicole sont toujours en place ; seule de la tourbe est observée dans les poches de confinement. Au vu de ce constat, il est décidé de les lever - le barrage le plus aval étant maintenu quelques jours de plus pour la récupération de la tourbe.



*9 janvier 2008 : barrage flottant en amont de la station de pompage
(Source : Cedre)*

Pour en savoir plus : Rapports *Cedre* EPI 07.08 et EPI 08.01.

• Déversements d'autres substances dangereuses survenus dans le monde

Pollution par cendres volantes (Bengale Occidental, Inde)

En juillet 2007, en Inde, 700 tonnes de cendres volantes ont été submergées dans les eaux de la rivière Hooghly, suite au naufrage d'un cargo bangladais dans le port indien de Budge Budge (agglomération de Calcutta, Etat du Bengale Occidental). Cet incident aurait résulté d'une fissure sur la coque du navire supposé vétuste (âgé de 17 ans), survenue alors que celui-ci appareillait.

La cargaison provient du brûlage du charbon utilisé comme combustible dans les centrales thermiques de la compagnie *CESC (Calcutta Electric Supply Corporation)*, laquelle produit 2 400 tonnes/jour de cendres volantes. Captées au niveau des cheminées, ces dernières sont habituellement destinées à être utilisées pour des travaux routiers ou pour la fabrication de matériau de construction (cimenterie, briques...).

Dans les premières heures suivant l'accident, les cendres se sont solidifiées au contact de l'eau pour former un bloc compact très cohésif, d'un aspect proche de celui du béton. La priorité de la réponse a été d'alléger la cargaison, pour renflouer l'épave qui menaçait de modifier notablement la dynamique sédimentaire du fleuve en favorisant notamment un ensablement rapide à son aval. A cette fin, des opérations de cassage de la masse solidifiée ont été menées en plongée (via l'utilisation de marteaux piqueurs sous-marins) par une société contractée par l'armateur (*Tirupati Vancom*), programmées sur une durée d'un mois environ.

L'ampleur du déversement a en outre soulevé des inquiétudes quant à l'impact potentiel sur l'environnement aquatique des métaux lourds présents à l'état de trace dans les cendres volantes (arsenic, par exemple), particulièrement en cas d'accumulation des débris de cassage dans des zones de calme hydrodynamique ou des dépressions.

Le Département de l'Environnement de l'Etat du Bengale occidental aurait demandé aux autorités portuaires (*Calcutta Port Trust*) un rapport sur les raisons de l'incident (précisant notamment l'état de vétusté du navire), et la mise en place d'un suivi de la qualité de l'eau pour évaluer l'impact potentiel du déversement.

• Synthèse des déversements survenus dans le monde en 2007³

Sources des déversements

En 2007, 33 incidents significatifs (> 10 tonnes environ) suivis d'une pollution des eaux ont été identifiés par le *Cedre*. Ils totalisent une quantité d'environ 5 350 tonnes de polluants (hydrocarbures et autres substances dangereuses) déversées en eaux intérieures. On pondérera les résultats présentés ci-après en signalant qu'aucun chiffre n'a été identifié dans le cas d'un accident pourtant décrit comme conséquent⁴ et que, plus généralement, le volume exact déversé n'est pas connu ou n'a pas été communiqué dans nombre d'accidents (notamment sur des pipelines, en Afrique mais aussi sur le continent européen).

A titre indicatif, ces estimations sur 2007 sont largement inférieures à celles produites selon la même approche en 2006 et 2005 (152 000 t. et 34 400 t. respectivement), se rapprochant de celles calculées en 2004 (2 620 t.) (Cf. LTEI 2006-2, LTEI 2005-2, et LTEI 2004-2).

En termes de fréquence, les **pipelines** représentent la principale source (34 %) des déversements, suivis des **stockages** divers et des **navires** qui sont respectivement en cause dans 21 % et 15 % des cas environ (figure 1).

Trois sources de déversements sont impliquées à hauteur de 6 % dans les incidents de 2007 : les **camions citernes**, les **puits** et les **usines pétrochimiques** (fig. 1). Considérées dans leur ensemble, les usines (chimiques et autres) totalisent 9 % des incidents.

Quatre autres sources de pollution ont été recensées, relativement peu fréquemment impliquées (en cause dans environ 3 % des cas).

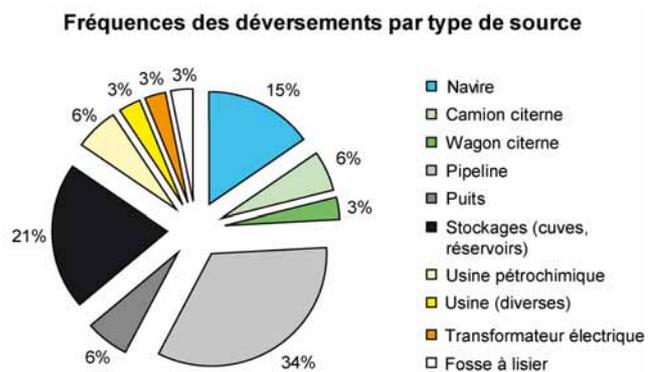


Figure 1

³ N.B : accidents répertoriés par le *Cedre* ayant entraîné un déversement estimé supérieur à une quantité de l'ordre de 10 tonnes, et suffisamment renseignés.

⁴ Il s'agit d'un déversement de pétrole brut survenu en mai 2007 au Congo suite à la fissure de pipelines corrodés au niveau de deux puits de production, exploités par la société REP-PERENCO et ayant entraîné la pollution des rivières Nzenzi et Siansitu (Province du Bas-Congo).

En termes de volume, on retiendra la contribution majeure au bilan 2007 des déversements à partir de pipelines (près de 50 % du total), parmi lesquels les plus conséquents sont survenus en Amérique du Nord en février (Cf. LTEI n°8) et au Mexique en octobre (pipeline *PEMEX* ; Cf. plus haut).

Les puits viennent en 2^{ème} position, à l'origine d'environ 18 % du volume total (avec 2 évènements majeurs survenus au 1^{er} semestre ; Cf. LTEI n°8).

Les navires constituent la 3^{ème} source de polluant de l'année, avec environ 800 t. déversées, dont la grande majorité lors d'un unique déversement (700 t. de cendres volantes, en Inde, suite au naufrage d'une barge).

Les stockages ont contribué à 8 % du volume total déversé, représentant une quantité d'environ 400 tonnes dont une part substantielle (270 t.) est assignable à un même incident survenu en juillet aux Etats-Unis dans une raffinerie (Coffeyville ; Cf. plus haut).

Les autres sources de pollution notables, ayant contribué à hauteur de plus de 100 tonnes au bilan 2007, sont les usines⁵ et les wagons citernes.

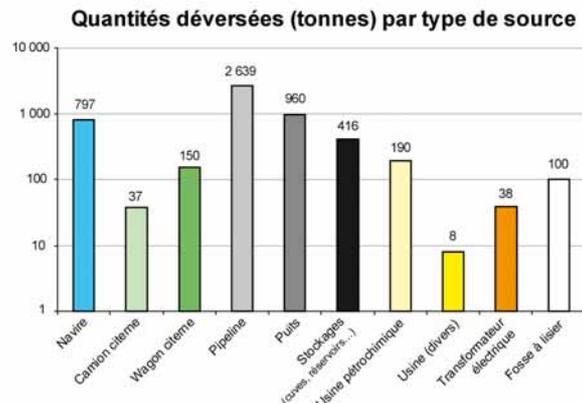


Figure 2

Volumes et types de produits déversés

Les 5 350 tonnes de polluants déversés sont très largement dominées par les hydrocarbures (# 4 280 t., soit 80 % du total) (figure 3).

Parmi ces derniers le mieux représenté est le pétrole brut (70 % du total), déversé suite à 11 incidents dont les plus importants (plusieurs centaines de tonnes) sont survenus à partir de pipelines sur le continent américain⁶, et de puits en extrême orient russe⁷.

On distinguera ensuite, par ordre décroissant de contribution au volume total, les hydrocarbures dont la nature n'est pas précisée dans nos sources d'informations (7 %) et le gasole (2 %). Viennent ensuite le cumène, les émulsions de bitume, le kérosène et les fiouls de propulsion (chacun inférieurs à 1 % du bilan).

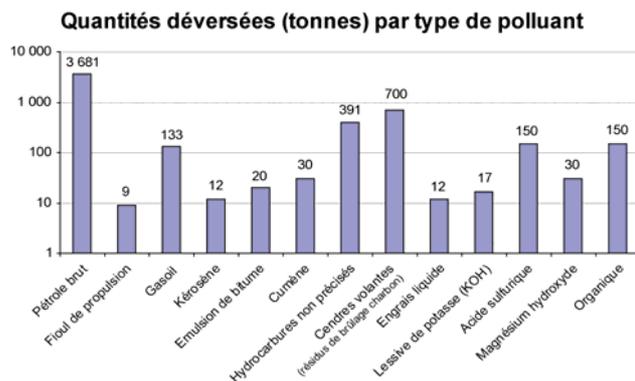


Figure 3

Les cendres volantes constituent la seconde contribution (13 %) au bilan 2007, avec un déversement unique de 700 t. en Inde (Cf. plus haut).

Les autres produits recensés sont les contaminants chimiques divers (# 210 t.) au sein desquels dominent les 150 t. d'acide sulfurique déversées en Ontario lors d'un unique incident (Cf. LTEI n°8), et enfin les polluants organiques (# 150 t., dont notamment du lisier).

Causes

En préambule on pondèrera l'analyse suivante par le fait que, dans 15 % des incidents significatifs considérés, la cause (voire même l'évènement) à l'origine de la pollution n'est pas communiquée ou n'est pas connue (faisant éventuellement l'objet d'une enquête) dans nos sources d'informations (figure 4).

⁵ Avec un évènement principal, en l'occurrence le dysfonctionnement d'une pompe à injection dans une usine pétrochimique californienne (USA), qui a entraîné en décembre le déversement de 170 t. d'hydrocarbures dans un lit asséché de rivière.

⁶ Pipelines *PEMEX* au Mexique en octobre 2007 (1 590 t.) et *Enbridge Inc.* aux Etats-Unis en février (Cf. LTEI 2007-1).

⁷ Actes de vandalisme sur 2 puits opérés par la société *Rosneft* (juin, île de Sakhaline, Cf. LTEI 2007-1).

La fréquence des pollutions par types de cause identifiées met en lumière la prévalence des incidents issus de l'**usure des structures** (28 %), comme du reste en 2004, 2005 et 2006 (Cf. LTEI correspondantes).

Les **erreurs humaines** constituent la 2^{ème} cause connue la plus fréquente, à l'origine de 15 % des pollutions considérées. Il s'est agit le plus souvent d'opérations erronées sur des vannes de stockages ou de lignes de transfert, ou de dommages sur des pipelines lors de travaux.

Les actes de **vandalisme/sabotage**, les **dysfonctionnements** (de pompes au niveau de stockages, par exemple) et les **collisions** de navires ont chacun généré 9 % des incidents.

Les **accidents de la route** ont quant à eux été responsables de 6 % environ des déversements, tandis que la fréquence des autres causes identifiées n'excède pas de 3 % (figure 4).

Cause la plus fréquemment identifiée, l'usure (fissures, corrosion) des structures est aussi à l'origine de la majorité (# 50 %) du volume total déversé (Cf. figure 5).

Les autres causes ayant notablement contribué au volume déversé en eaux intérieures en 2007 sont les erreurs humaines, et les actes de vandalisme/sabotage (# 15 % chacune), suivies des dysfonctionnements (10 %).

Les causes suivantes, par ordre d'importance des volumes déversés, sont les collisions de navires (6 %) et les déraillements de wagons citernes (3 %).

Les autres causes recensées représentent chacune moins de 1 % du total. A noter que le cumul des pollutions sans cause identifiée/communiquée est d'environ 80 tonnes.

Fréquences des déversements accidentels par type de cause

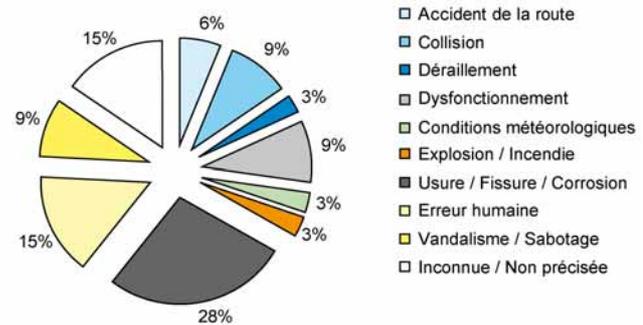


Figure 4

Quantités (tonnes) déversées par type de cause

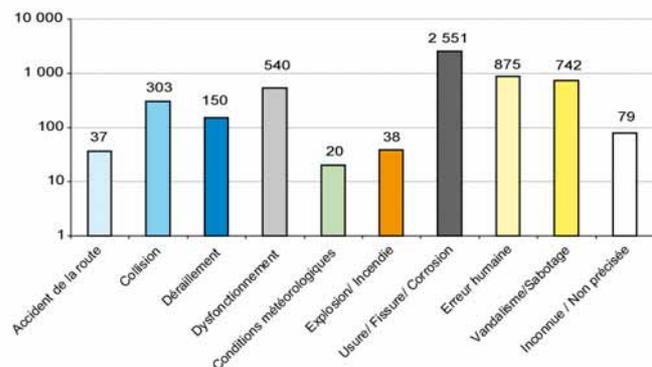


Figure 5

• Moyens de lutte

Flexibelt Boom : dispositif de confinement entre quais et navires

La société *Elastec* commercialise un petit modèle de barrage flottant, baptisé *Flexibelt Boom*, spécialement conçu pour le confinement des hydrocarbures éventuellement déversés durant des opérations de ravitaillement de navires en zone portuaire. Il est doté d'une armature flexible en fibre de verre, qui en permet le calage entre la coque d'un navire et la paroi d'un quai (ou 2 coques de navires, par exemple). Sa pose, réalisée au moyen de cordages, est rapide et nécessite peu d'opérateurs.

A noter que ce modèle peut également être utilisé dans les bassins de décantation des raffineries pour optimiser les opérations d'écumage.

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



Barrage Jupe REP

La société *Recherche Exploitation Produits (REP)* commercialise un barrage absorbant avec jupe. Ce « Barrage Jupe » est constitué d'un boudin absorbant de 20 cm de diamètre, composé de granulats de prépolymère sous enveloppe polypropylène, et d'une jupe en polypropylène de 20 cm de hauteur lestée de plombs.



Gauche : Faces externe (côté enveloppe de polypropylène) et interne (côté absorbant) du barrage à jupe ; **Droite** : Système de connexion des tronçons par velcros et mousquetons (Source : Cedre)

Ce matériel est conçu pour le confinement des hydrocarbures en eaux calmes (ex : ports, petits cours d'eau), pouvant éventuellement jouer le rôle d'un barrage flottant provisoire lorsque le boudin absorbant est saturé d'hydrocarbures.

La longueur élémentaire du barrage est de 3 m, pour un poids de 7 kg, et les tronçons se raccordent à l'aide de mousquetons et de bandes velcros qui assurent l'étanchéité de la jupe.

Pour en savoir plus : <http://www.rep.fr/>

Pompe péristaltique portable Salarollpump adaptée aux produits à haute viscosité

La société suédoise *Salarollpump* propose une pompe hydraulique portable à fort potentiel d'aspiration, conçue pour la récupération d'hydrocarbures, de produits chimiques et plus généralement de produits à haute viscosité.

Il s'agit d'une pompe de type péristaltique, acceptant de petits débris solides ($\varnothing < 35$ mm) et à laquelle peut s'ajouter un système d'injection d'eau au niveau de la lance d'aspiration, présentant l'intérêt de permettre le pompage de produits très visqueux, ceci à des températures proches de 0°C. A titre d'illustration, le constructeur annonce, pour une lance de 6 m et avec injection d'eau, un débit de $5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pour un produit d'une viscosité de $5 \cdot 10^6$ cSt.

La pompe et son groupe hydraulique (fonctionnant au gasole, à l'essence ou à l'électricité) sont transportables dans des endroits difficiles d'accès pour des engins lourds, où des zones sensibles, par exemple.

Ce dispositif peut également être connecté à des récupérateurs mécaniques, et fonctionne jusqu'à une hauteur de refoulement de 10 mètres (valeur annoncée par le constructeur ; test réalisé avec de l'eau).

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



Nouveaux bateaux dépollueurs, sur le concept du Cataglop

Au mois de février 2007, le *Cedre* avait assisté, dans le port de Paimpol (22), à une présentation de bateaux dépollueurs fabriqués par la société *Ecocéane*, ainsi qu'à une démonstration de fonctionnement d'un nouveau prototype de barge de dépollution portuaire, déclinaison de la série *Cataglop*. Une version notablement modifiée de ce modèle a été commercialisée à l'été 2007 sous le nom *Cataglop XL*.

Cette unité de 8,5 m est basée sur le concept initial du *Cataglop*, testé en juillet 2003 dans le bassin du *Cedre* (Cf. LTML 2003-3), et reposant sur la création au moyen d'une turbine d'un flux d'eau qui traverse le bateau de part en part, la couche de surface étant écrémée par deux seuils successifs, afin de récupérer et de séparer à la fois les macro déchets et les polluants fluides flottants.

Adapté au nettoyage de ports, le *Cataglop XL*, est équipé de bras de confinement amovibles en barrage flottant, qui portent sa largeur de travail à 4 m environ. Doté d'un stockage propre de $2,5 \text{ m}^3$, sa conception lui permet de connecter et de remorquer un réservoir souple flottant additionnel de 5 m^3 .

Par rapport au prototype initial, divers ajustements ont permis d'accroître sensiblement la capacité d'aspiration de l'embarcation, d'améliorer sa manœuvrabilité ainsi que le comportement et l'efficacité des bras de confinement, et de simplifier le réglage des seuils d'écrémage.



La barge Cataglop XL et son stockage souple additionnel (Source : Cedre)

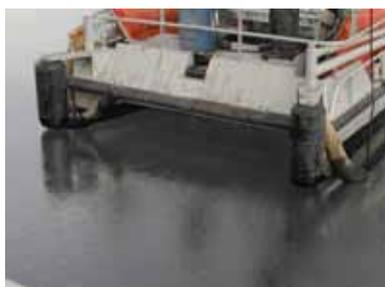
Cinq types d'essais ont été menés sur la barge *Cataglop XL* au *Cedre* en mars 2008, afin de tester ses performances, et d'identifier les éventuelles adaptations susceptibles de la perfectionner.

Il s'agissait d'évaluer :

- la manœuvrabilité et la stabilité, qui se sont avérées relativement bonnes et adaptées aux zones de travail ciblées (ports, avant-ports, littoral) ;
- le pouvoir d'aspiration, qui a montré un phénomène d'avalement marqué dans le premier mètre devant l'entrée de la barge, et significatif jusqu'à environ 5 m ;
- la capacité de récupération de macro-déchets, confirmant le bon fonctionnement du principe de panier relevable, et l'efficacité de la manœuvre associée ;
- l'efficacité de la récupération d'hydrocarbures. Effectués sur trois types d'hydrocarbures et un

résidu, les tests ont mis en évidence de bonnes performances, notamment en mode dynamique. Les débits constatés étaient proches de $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ sur fioul moyen, $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ sur fioul lourd, $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ sur coupe pétrolière légère, et même de $35 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ sur des résidus de mélanges de fiouls (variables selon les conditions initiales des essais). Les rejets demeuraient faibles et généralement inférieurs à 5 %, avec des taux de récupération constatés très satisfaisants, moyennant un réglage des paramètres de la barge en fonction du type de produit ;

- le remplissage de la capacité de stockage : ces essais ont été effectués sur un résidu d'hydrocarbures. Limités par la quantité d'hydrocarbure disponible, ils n'ont pu valider la capacité de stockage interne que jusqu'à $1,8 \text{ m}^3$ de polluant, valeur inférieure à la capacité interne effective de la barge. D'autre part, ce cinquième essai a mis en évidence les trop faibles capacités de la pompe centrifuge de bord pour le transfert de ce type de polluant.



Essais sur fioul lourd : détail de l'avaloir en mode de récupération dynamique (Source : Cedre)

En termes de voies potentielles de perfectionnement, la pompe centrifuge de transfert semble devoir être réévaluée pour la récupération d'hydrocarbures moyens à lourds. D'autre part, il pourrait être intéressant de disposer d'un système d'alerte permettant de contrôler les rejets au niveau du venturi. La possibilité de diminuer la vitesse de rotation de l'hélice dans la phase de récupération pourrait permettre d'affiner les réglages en termes de rejets et de remous créés. Par ailleurs, en cas d'utilisation intensive de la barge, le vidage de la cuve pourrait être rendu plus aisé et efficace par l'utilisation d'une tête d'écrémage ou d'un dispositif de type embout sélectif. La collecte des macro déchets pourrait être affinée par une augmentation du débettement en rotation du panier, et l'ajout de pattes de levage sur la caisse.

La firme commercialise également l'*Ecoglop*, petit modèle de 4,50 m sur 2,20 m, basé sur le même concept. Il est transportable sur une simple remorque routière attelée à un véhicule de tourisme, et peut, grâce à ses roues, être mis à l'eau depuis une cale, puis manœuvré par une personne seule. Sa maniabilité et son petit gabarit le destinent à une utilisation sur des plans d'eaux abrités (ports, canaux, rivières ...). Il peut collecter et stocker jusqu'à 250 kg de macro-déchets et 250 litres d'hydrocarbures. Sa propulsion est assurée par un moteur hors-bord de 10 cv, ou un moteur électrique.



La petite barge récupératrice *Ecoglop* (Source : Ecoceane)

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

Evaluation au Cedre d'un petit récupérateur convertible *Vikoma*

Depuis 2003, plusieurs récupérateurs à brosses oléophiles ont été testés sur le plateau technique du Cedre. Poursuivant cette thématique, tout en l'étendant aux eaux portuaires ou intérieures, de nouveaux essais ont été conduits en août 2007 sur le récupérateur modulable *Komara Duplex* (fabriqué par la firme *Vikoma*).

Il s'agit d'un petit récupérateur (L/l/H : 88 cm/88 cm/43 cm), d'un tirant d'eau de 14 cm (utilisable, selon le constructeur, à partir d'une profondeur de 5 cm). Le dispositif peut être monté avec des disques oléophiles adaptés à la récupération d'hydrocarbures peu visqueux (5 cSt – 3 000 cSt), ou avec des brosses en polypropylène adaptées à des produits plus lourds, configuration testée au Cedre.

Les essais ont été conduits selon la norme Afnor NF-T 71-500 « Matériel de lutte contre la pollution des eaux par hydrocarbures – Récupérateurs – Méthodes d'essais pour l'évolution des performances en milieu contrôlé ». Ils visaient à évaluer les performances (débit et sélectivité) du récupérateur en eaux calmes et en présence de clapot, pour différentes vitesses de rotation des brosses.

Les tests ont été menés sur des hydrocarbures appartenant à 3 classes de viscosité différentes, définies par la norme Afnor précitée : classe II (200 cSt à 20 °C, ± 100 cSt) ; classe IV (20 000 cSt à 20 °C, $\pm 10\,000$ cSt) ; et émulsion inverse d'hydrocarbure de classe II et d'eau (33% d'eau en masse).

Pour chacun des tests, 300 litres d'hydrocarbures étaient déversés dans un bac d'une superficie de 10 m^2 , à la surface desquels ils formaient initialement une nappe d'environ 3 cm d'épaisseur. L'écrémage et le refoulement des produits étaient réalisés *via* une pompe à lobes (MGI MG-04) vers un bac dont la pesée en continu (dynamomètre sur portique) a permis de quantifier les débits caractérisant l'essai.

Le récupérateur s'est montré très performant sur les hydrocarbures de faible viscosité (classe II), avec des débits



Le *Komara Duplex* testé en configuration brosses oléophiles (Source : Cedre)

situés dans la moyenne haute des équipements de cette dimension, toutes technologies confondues (de 2 à 4 m³.h⁻¹ sans agitation, de 7 à 13 m³.h⁻¹ avec agitation favorisant l'accumulation du polluant). En revanche, le groupe hydraulique (*GP10-2E Powerpack*) s'est avéré insuffisamment puissant pour entraîner les brosses en présence d'hydrocarbures plus visqueux de classe IV. A cet égard, l'utilisation d'un groupe plus puissant semble de nature à augmenter les risques de détérioration des brosses (dimensionnées pour le *GP10*) ou d'autres éléments légers du dispositif (ex : paliers en plastique).

L'influence de l'épaisseur de la nappe sur le débit du récupérateur a pu être vérifiée, celui-ci augmentant en présence de clapot, lequel repoussait les hydrocarbures vers le récupérateur tout en stabilisant l'épaisseur. Ceci souligne l'intérêt de travailler dans des conditions permettant autant que possible l'épaississement de la nappe (confinement par barrage, action mécanique, ...).

Moyennant un réglage *ad hoc* de la vitesse de rotation des brosses, la sélectivité du récupérateur s'est avérée satisfaisante, atteignant jusqu'à des taux proches de 100 % (en baisse, toutefois, lorsque l'épaisseur des nappes diminue).

Ce récupérateur apparaît bien adapté à des pollutions de faible ampleur, impliquant des produits légers à moyens. Il est probablement d'une utilisation plus limitée dans une problématique Polmar-terre, dont les besoins opérationnels inciteraient plutôt à recommander des outils de la gamme dimensionnelle supérieure.

Les qualités et performances des équipements des moyens de lutte mentionnées dans la Lettre Technique n'engagent que les personnes à la source de l'information citée. La mention d'une société, d'un produit ou d'un matériel n'a pas valeur de recommandation du *Cedre*.