



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

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

Tél : (33) 02 98 33 10 10

Fax : (33) 02 98 44 91 38

Courriel : contact@cedre.fr

Web : www.cedre.fr

Lettre Technique Eaux Intérieures n°23

LTEI 2014 - 2

Sommaire

• Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde	2
Déversement délibéré de pétrole brut dans le bassin amazonien (Puerto Asis, Colombie).....	2
Fuite d'un bac à <i>slops</i> et pollution de la rivière Guaracara (raffinerie <i>Petrotrin</i> , Trinité-et-Tobago) ...	2
Pollution par pétrole brut en marécage (<i>Mid Valley Pipeline</i> , Caddo Parish, Etats-Unis)	2
Endommagement d'un pipeline et pollution en région désertique (pipeline <i>Eilat-Ashkelon</i> , Israël) ...	5
• Principaux déversements d'hydrocarbures survenus en France.....	6
Surverse accidentelle d'eaux chargées en hydrocarbures dans l'étang de Berre (Raffinerie de Provence, Bouches-du-Rhône).....	6
Souillure d'ouvrages hydroélectriques par du fioul lourd (l'Arc, vallée de la Maurienne, 73)	7
• Déversements d'autres substances survenus dans le monde	9
Défaillance d'un bassin de rétention et déversement d'eaux toxiques (<i>Grupo Mexico</i> , Mexique)	9
Déversement d'un bassin de décantation en rivières de montagne (Imperial Metals Corp, Mont Polley, Canada).....	9
• Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2014.....	10
Sources des déversements.....	10
Types de produits déversés	12
Evènements	12
Causes	13
• Récupération	14
Petits récupérateurs mécaniques à seuils auto-ajustables.....	14
Un nouveau type de récupérateur à bande : l' <i>Innovation Slick Miner</i>	15
• Macro-déchets.....	15
Nouveau prototype de collecte des macro-déchets : le <i>Collector</i>	15
• Absorbants	16
De l'intérêt du coton ' <i>low grade</i> ' en tant qu'absorbant oléophile naturel efficace.....	16
• Préparation à la lutte	16
Révision des guides de l'IEPCA : manuel de réponse en eaux continentales	16
• Recherche.....	17
<i>ELDER</i> : partenariat entre l'industrie et les autorités canadiennes pour la détection des fuites de pipelines	17
• Anciens accidents	17
Restauration de sols pollués : implantées pour réensemencement, les fourmis-ingénieurs passent à la TV	17
Deux ans après l'accident de Lac-Mégantic : point de situation sur l'environnement aquatique (rivière Chaudière).....	18

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

Déversement délibéré de pétrole brut dans le bassin amazonien (Puerto Asis, Colombie)

Le 1^{er} juillet 2014, à proximité de la municipalité de Puerto Asis (Etat du Putumayo, Colombie), soit non loin de la frontière entre la Colombie et l'Equateur, un acte de guérilla perpétré contre un convoi routier composé d'une vingtaine de citernes (19 à 23 selon les sources) aboutit au déversement de 4 000 à 5 600 barils (entre 650 et 900 m³ approximativement) de pétrole brut sur la route. Cette dernière joute divers cours d'eau du bassin amazonien, affluents de la rivière Guamez (se jetant elle-même dans le Río Putumayo) et, si l'ampleur de la pollution aquatique n'a pas été officiellement confirmée, celle-ci a nécessité la mise en place d'opérations de lutte encadrées par l'armée colombienne, achevées 15 jours plus tard.

Les techniques déployées et le bilan de récupération ne sont pas mentionnés dans nos sources d'informations ; l'armée a indiqué que la pollution de la Guamez avait pu être évitée.

Fuite d'un bac à slops et pollution de la rivière Guaracara (raffinerie Petrotrin, Trinité-et-Tobago)

Le 29 juillet 2014, en République de Trinité-et-Tobago (Caraïbes), une fuite survenait au niveau d'un bac à slops au sein de la raffinerie *Petrotrin* de Pointe-à-Pierre, entraînant le déversement d'environ 2 850 m³ (selon l'*Environmental Management Authority*) d'un mélange huile/eau/sédiments : suite à une défaillance de l'aire de rétention, près de 800 m³ de ce mélange se seraient répandus hors du site et auraient atteint la rivière Guaracara, bordant la municipalité de Marabella. Des opérations de confinement et de pompage par camions à vide (moyens de la société *Tiger Tanks Trinidad Limited*, mandatée par l'industriel) auraient permis, outre la collecte du polluant dans l'enceinte du site, de récupérer 70% du volume écoulé dans la rivière -bilan affiché par l'opérateur 4 jours après l'incident.

A noter que plusieurs riverains de Marabella auraient été hospitalisés suite à des déclarations d'affections respiratoires, céphalées, nausées, etc. L'accident résulterait de la vétusté du bac (datant des années 60) selon *Petrotrin*, et d'un défaut de construction de la paroi de la rétention.

Pollution par pétrole brut en marécage (Mid Valley Pipeline, Caddo Parish, Etats-Unis)

Le 13 octobre 2014, un déversement de pétrole brut s'est produit à partir d'un pipeline terrestre (20 pouces, ou 50 cm, de diamètre) de la société *Mid Valley Pipeline*, contrôlée par *Sunoco Logistics*, à proximité de Mooringsport (Paroisse de Caddo, Louisiane, Etats-Unis). Trois heures après avoir détecté une chute de pression sur une section de la ligne, isolé cette dernière puis notifié le *National Response Center (NRC)*, l'industriel constate, sur place, la fuite. La pollution par le pétrole brut s'étend sur un cours d'eau (*Miller Branch Creek*) constitutif du *Tete Bayou*, marécage se déversant dans le lac Caddo.

La première estimation du volume déversé est de 635 m³ selon *Sunoco* ; elle sera finalement évaluée à 715 m³ lors du redémarrage de la ligne 13 jours plus tard. Dans l'urgence, l'industriel initie immédiatement des opérations de pompage par camions à vide en des points accessibles en bordure de route, et procède à la pose de barrages flottants.

Le lendemain de l'incident, la réponse passe sous la coordination d'un commandement unifié (UC) regroupant des représentants des agences publiques concernées (*US Environmental Protection Agency -USEPA* et *Louisiana State Police*)¹ et de la partie responsable (*Sunoco Logistics* et les sociétés mandatées par ce dernier²).

En premier lieu, l'*USEPA* et *Sunoco* font analyser la qualité de l'air. Au niveau d'habitations proches du site du déversement et préventivement évacuées, les niveaux de composés volatils organiques sont inférieurs au seuil de détection : les riverains sont autorisés à regagner leur domicile. Au niveau des secteurs opérationnels, ces teneurs motivent, dans les premiers temps de la lutte, le port d'EPI adaptés (lunettes de sécurité, masques de protection respiratoire...).

Les opérations de ramassage sont mises en œuvre dans un contexte de faible accessibilité des sites (marécage fortement végétalisé) et de complexité du cheminement de la pollution flottante :

- Dans les premiers kilomètres en aval du rejet :
 - o au niveau de plusieurs points accessibles sur les berges, le pompage du brut flottant sur le cours d'eau se poursuit durant une dizaine de jours par des camions à vide,

¹ Avec l'appui et la coopération d'autorités locales, de l'Etat de Louisiane, et fédérales : *Louisiana Department of Environmental Quality*, *Caddo Parish Sheriff's Office*, *Louisiana Fish and Wildlife*, *Louisiana Oil Spill Coordinators Office*, *Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration*, et l'*US Fish and Wildlife*.

² *Walker Hill Environmental*, *Conestoga Rovers & Associates*, *Oil Mop Inc.*, *Garner Environmental Services*, *ISI Solutions*, et *The Response Group (TRG)*

avec ou sans tête d'écrémage ;

- des barrages filtrants (talus busés avec écoulement en sous-verse) y sont édifiés pour optimiser les opérations ;
- les déchets liquides récupérés sont transférés dans des conteneurs mobiles sur une aire dédiée au stockage temporaire ;
- en complément, l'industriel obtient la possibilité, *via* un arrangement avec un particulier, d'utiliser un étang privé comme réservoir d'eau pour procéder à des opérations d'inondation du cours d'eau à l'amont du déversement, en vue de faciliter le rinçage des berges et la récupération du polluant au niveau des barrages filtrants ;



Confinement par barrages filtrants : talus busés (gauche) ; Camions à vide pour pompage des accumulations flottantes entre les talus busés (centre) ; Concentration, par jets d'eau, de la pollution flottante dans les aires de confinement (droite) (Source : USEPA)

- Dès le 2^{ème} jour de lutte, des dizaines d'intervenants supplémentaires sont mobilisés par l'industriel pour la collecte manuelle des débris souillés dans l'ensemble de l'aire affectée ;
- En parallèle, dans le marécage, des barrages flottants, des barrières filtrantes (textiles oléophiles *Oilshark* sur pieux) et des produits absorbants (boudins, feuilles, ...) sont déployés afin de protéger les berges et de limiter au mieux l'extension de la pollution vers le lac Caddo –enjeu prioritaire³. De fait, ces dispositifs permettront de stopper la pollution à environ 6 km en aval du point de fuite (correspondant à un linéaire développé d'environ 16 km), soit un peu moins d'1 km en amont du lac.



Confinement/protection : en cours d'eau, par barrages flottants, boudins absorbants et textiles oléophiles sur pieux (gauche) ; en zone inondée, par barrages flottants et boudins absorbants (centre) ; à l'exutoire du Bayou Tete dans le Lac Caddo, par rideaux de barrages flottants (avec récupérateur à tambour entre 2 sections du 1^{er} rideau) (droite) (Source : USEPA)



Récupérateur oléophile à tambour (Source : USEPA)

Entre le 14 et le 28 octobre, le nombre d'intervenants des sociétés de service mandatées par *Sunoco*, pour réaliser cette première phase de la réponse, est passé d'une soixantaine à plus de 450. A ce stade, la majorité du polluant libre est récupérée, et le nettoyage de finition du cours d'eau et du bayou consiste essentiellement en les opérations suivantes :

- collecte manuelle de la pollution résiduelle flottante, à l'aide d'absorbants, et des végétaux et déchets souillés ;
- rinçage en basse pression au niveau de poches de pollution sur berges ;
- pompage des accumulations de brut sur l'eau, souvent à l'aide de petits récupérateurs oléophiles (à tambours ou à cordes) sélectifs et appropriés en pareil environnement encombré de débris végétaux.

A noter que ces opérations, menées en zones peu accessibles et aux sols de faible portance, bénéficient de l'utilisation de petits véhicules légers chenillés (de type *Morooka* à chenilles en caoutchouc).

³ Il s'agit en effet de l'un des plus grand lacs naturels du Sud des Etats-Unis.



Collecte par absorbants divers (rouleaux, tapis, feuilles) (gauche) ; Rinçage localisé des berges par jets d'eau en basse pression (centre) ; moyens de pompage déployés à partir de petits véhicules chenillés (droite) (source : USEPA)

Enfin, les talus busés disposés au niveau des secteurs de pompage amont sont retirés, au profit d'un unique barrage filtrant destiné à récupérer les effluents d'opérations de rinçage de finition du cours d'eau (lâchers d'eau au niveau de la source de pollution).

Le 28 octobre, l'USEPA affichait le bilan de récupération suivant : collecte d'environ 475 m³ de pétrole (dont 420 m³ déjà recyclés dans les installations de Sunoco), de 38 m³ de déchets liquides (transférés vers un site de traitement adapté au Texas), de 335 m³ de matériaux souillés, et enfin de 630 m³ de sols pollués (excavés au niveau du point de fuite).



Collecte manuelle d'absorbants souillés (gauche) ; Récupérateur à corde, moyens de pompage et stockage primaire en conteneur IBC (+ protection des sols par textiles) (centre) ; 29/10/14 : Buse pour inondation/rinçage du cours d'eau en amont (droite) (Source : USEPA)

En termes d'impacts sur la faune, un bilan de l'Agence fédérale datant de novembre 2014 affichait les données suivantes, traduisant essentiellement des mortalités sur l'ichtyofaune :

	Capturés vivants	Nettoyés	Relâchés	Carcasses	Morts en centre de soins	
					Euthanasie	Autre
Oiseaux	1	1	1	2		
Mammifères	1	1	1	4		
Reptiles	32	31	27	55		3
Poissons	-	-	-	282		
Autres	23	20	16	134	1	5
TOTAL	57	53	45	477	1	8

(Source : www.rtt6.org)

La section endommagée du pipeline a été remplacée et testée pour permettre une remise en service le 26 octobre, sous la supervision de l'Agence gouvernementale PHMSA (Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration).

Pour en savoir plus :

<http://www.rtt6.org/Uploads/Files/11-18-14%201510%20OSC%20Reports%20--%20Sunoco%20Logistics%20Spill.pdf>

https://www.epaos.org/site/site_profile.aspx?site_id=9578

Endommagement d'un pipeline et pollution en région désertique (pipeline *Eilat-Ashkelon*, Israël)

Le soir du 3 décembre 2014, l'ouverture d'une brèche sur l'oléoduc *Eilat-Ashkelon* (ou *Trans-Israel*)⁴ durant des opérations de maintenance entraînait une fuite de pétrole brut, dont une grande partie s'est écoulee dans l'oued du désert d'Arava (Région de Be'er Ora). Le déversement de brut moyen (degré API=32, soit une densité d'environ 0,865), qui a duré 2 heures environ, est initialement évalué à 3 000 m³ puis révisé à 5 000 m³ selon le Ministère israélien de l'Environnement (*MoEP*), lequel coordonne la réponse d'urgence.



Vue de la brèche dans le pipeline *Eilat-Ashkelon*
(Source : *MCED*)

La pollution se répand très rapidement en direction du sud, d'abord le long d'une route, puis dans le désert d'Arava sur une distance atteignant 6 km dès le lendemain.

L'aire affectée est écologiquement sensible : elle inclut en effet la réserve naturelle d'Evrona dont la majorité aurait néanmoins été épargnée, selon l'*Israel Nature and Parks Authority (INPA)*. En outre, l'extension de la pollution vers Eilat et le Golfe d'Aqaba, à une vingtaine de kilomètres au sud, est redoutée. Celle-ci sera limitée par l'absence de précipitations suffisamment importantes dans les heures et jours suivant l'accident.

Dans l'immédiat néanmoins, la crainte d'une extension à la faveur de pluies rend prioritaires le confinement et la récupération du pétrole, *via* l'édification en urgence de remblais en aval du point de fuite, la mobilisation préventive d'absorbants, mais aussi le pompage du pétrole accumulé dans les dépressions du terrain ou flottant sur l'eau parcourant l'oued.



Vue aérienne de la pollution de l'oued du désert d'Arava (Réserve d'Evrona), suite à l'endommagement accidentel du pipeline *Eilat-Ashkelon* le 04/12/14 (Source : *MoEP*)

D'importantes opérations d'excavation des sols pollués (où le polluant s'est infiltré sur une épaisseur moyenne de 6 à 7 cm au sein de la réserve d'Evrona) ont également été réalisées. Elles sont initiées dès le lendemain de l'accident et se concluent au début janvier 2015 avec l'enlèvement de 30 000 m³ de sols contaminés, transférés en un site spécialement aménagé (municipalité de Nimra) en vue d'un traitement par bio-rémediation.

Environ 2 000 m³ de pétrole ont été récupérés par pompage à partir des 210 accumulations de brut identifiées (« flaques » confinées dans des dépressions naturelles du terrain)⁵.



Pollution flottante accumulée (gauche) ; Pollution dans le lit de l'oued (centre) ; Pénétration du brut frais dans les sédiments superficiels (droite) (Source : *MoEP*)

A noter que, le 7 décembre, l'opérateur public *EAPC (Eilat Ashkelon Pipeline Company)* mettait en œuvre préventivement (suite à des prévisions de précipitations sous 48 heures, qui finalement seront faibles) 2 dispositifs ('*sorbent traps*') consistant en absorbants en écheveau montés sur filières destinés à capter un ruissellement éventuel de la pollution dans le canal de Kinet⁶ qui rejoint le port d'Eilat. Simultanément, le *Marine and Coastal Environment Division (MCED/MoEP)* déployait, le 9, un barrage flottant de haute mer au niveau de l'exutoire du canal dans le port d'Eilat.

⁴ Pipeline de 254 km de long, d'1 m de diamètre, construit en 1957 entre Ashkelon et Eilat -Mer Rouge (débit de 64 000 m³/jour du nord au sud, et de 190 000 m³/jour du sud au nord) et opéré par la compagnie d'Etat *EAPC (Eilat Ashkelon Pipeline Company)*.

⁵ 30 accumulations d'un volume inférieur à 50 litres, 180 accumulations d'un volume supérieur à 50 litres

⁶ Réceptacle des eaux du bassin versant incluant la zone polluée.

Fin décembre 2014, le gouvernement allouait un budget de 17 million de shekels (4 M€) à un programme de restauration des sols résiduellement pollués et d'estimation des dommages potentiels à la faune et à la flore (plan préparé par le MoEP et l'INPA).



Pose d'absorbants en écheveaux dans le canal de Kinet (Gauche) ; Barrage mis en place le 9/12/14, au niveau du port d'Eilat (Golfe d'Aqaba) (droite) (source : MoEP)

Pour en savoir plus :

<http://www.sviva.gov.il/English/ResourcesandServices/NewsAndEvents/NewsAndMessageDover/Pages/2014/y%20December/Arava-Oil-Spill.aspx>

• Principaux déversements d'hydrocarbures survenus en France

Surverse accidentelle d'eaux chargées en hydrocarbures dans l'étang de Berre (Raffinerie de Provence, Bouches-du-Rhône)

Le 9 novembre 2014, des précipitations exceptionnelles⁷ affectent le sud-est de la France et entraînent, au sein de la Raffinerie de Provence TOTAL (La Mède, Commune de Châteauneuf-les-Martigues, 13), la saturation des réseaux collecteurs des eaux pluviales et des eaux résiduaires et, *in fine*, d'un bassin d'orage ainsi que d'un bac d'orage (d'une capacité de 30 000 m³).

Cette inondation aboutit à la surverse d'eaux résiduaires en contrebas de l'installation, dans le canal de la Mède. L'exutoire est situé au sein d'un périmètre confiné par un dispositif permanent de barrages flottants, et le volume d'hydrocarbures déversé est estimé à environ 5 m³ par l'exploitant.

La majeure partie de la pollution est confinée dans la section du canal délimitée par les barrages permanents, mais des irisations sont visibles sur l'étang de Berre, témoignant du passage d'une partie de la pollution à travers la digue d'enrochements délimitant le canal ; ceci est confirmé visuellement le lendemain *via* les observations aériennes réalisées par les moyens du SDIS 13⁸ (drone déployé au niveau du secteur de l'émissaire). Dès les premières heures suivant l'incident, l'exploitant met en œuvre des opérations d'urgence mobilisant ses propres moyens et personnels, aux côtés de ceux du FOST⁹ et de ses sous-traitants, ceci en concertation avec le SDIS (qui fournit également un soutien logistique). Ces premières mesures incluent notamment :

- la pose de boudins absorbants, pour doubler les barrages flottants pré-positionnés au niveau de l'émissaire, d'une part, et concentrer diverses nappes accumulées contre les infrastructures, d'autre part ;
- la récupération des hydrocarbures confinés, par pompage (camions à vide, pompes, récupérateurs, ...) ou manuellement, au moyen d'absorbants ;
- des reconnaissances de l'extension de la pollution à l'extérieur du canal de la Mède.

Le lendemain de l'incident, des arrivages d'hydrocarbures sont signalés sur le littoral de la commune de Châteauneuf-les-Martigues, au niveau de la plage du Jaï, distante de 4 km environ à l'est de l'émissaire. La Raffinerie de Provence sollicite l'assistance du Cedre pour effectuer des reconnaissances de la pollution et fournir des conseils techniques quant aux opérations nécessaires de nettoyage du littoral.

Deux jours après l'incident, plus aucune nappe n'est visible à la surface de l'eau au sein du canal de la Mède, exception faite du périmètre confiné (où se poursuivent les opérations de pompage). Des irisations sont très nettement visibles au sein de ce périmètre, s'atténuant rapidement au-delà. Sur les infrastructures (digues, quais, pontons, ...) hors de l'aire de confinement, les souillures sont faibles et localisées : liseré peu épais sur quelques structures béton proches de l'émissaire en rive sud, accumulations discontinues en pied de digue au sein d'un linéaire de 500 m environ en rive nord¹⁰.

⁷ De l'ordre de 160 mm en quelques heures.

⁸ Service Départemental d'Incendie et de Secours des Bouches-du-Rhône

⁹ Fast Oil Spill Team

¹⁰ Accumulations piégées par de la végétation en place, éventuellement avec débris flottants, dont la récupération manuelle est préconisée, et réalisée.

Sur la plage du Jai (Châteauneuf-les-Martigues), un liseré continu est observé en laisse de mer, plus particulièrement sur environ 800 m, où il est constitué d'un film gras, fluide, d'aspect brunâtre. Large de 30 cm environ, celui-ci a pénétré les 3 à 4 cm superficiels du sédiment (sables biogéniques grossiers et nombreux débris coquilliers).

La technique de récupération d'une telle pollution, légère et non ramassable sans risquer l'enlèvement de sédiment¹¹, consiste en un brassage/rinçage du sable souillé par jets d'eau en basse pression, à l'aide de lances, avec confinement et récupération par absorbants de la pollution remobilisée. Un test, réalisé en présence de représentants de l'industriel et des élus locaux, permet de valider la technique dont la mise en œuvre sera confiée par TOTAL à la société *Le Floch Dépollution*.

Sur un autre segment de plage, constituée de sédiments meubles hétérogènes, la pollution est également présente sous forme d'un dépôt gras, mais essentiellement au niveau des accumulations de débris divers en laisse de mer (coquilliers, végétaux, algues, macro déchets, etc.)



11/11/14 : liseré gras le long du secteur ouest de la plage du Jai (Source : Cedre)



Secteur ouest de la plage du Jai : test préliminaire de brassage (jet d'eau basse pression) des sédiments pollués : récupération, par boudin absorbant, de la pollution piégée dans les sédiments et remobilisée par jets d'eau (Source : Cedre)



Des irisations ponctuelles y sont visibles en bordure de rivage, ainsi que de l'hydrocarbure sporadiquement relargué à partir de débris pollués en laisse de mer. De petites accumulations libres, peu épaisses, sont ponctuellement piégées entre les blocs rocheux du haut de plage (lesquels sont exempts de polluant).

Les préconisations techniques pour ce secteur portent sur le ramassage manuel des débris souillés en laisse de mer (coquilles, macro-déchets divers, bois flotté, etc.), sources potentielles de relargage d'hydrocarbures, et la récupération au moyen d'absorbants des quelques accumulations flottantes entre les blocs.

Dès les 2 jours suivants, la réduction de la souillure résiduelle est significative, du fait : de la faible intensité de la pollution, de la nature de l'hydrocarbure (léger et peu persistant), de l'efficacité de la réponse mais aussi du potentiel d'autonettoyage du site (exposé au mistral très soutenu durant la nuit du 12 au 13 novembre).

Souillure d'ouvrages hydroélectriques par du fioul lourd (l'Arc, vallée de la Maurienne, 73)

Le 18 novembre 2014, Electricité de France (EDF) notifiait le SDIS 73¹² de la présence d'hydrocarbures sur le plan d'eau du barrage de Saint-Martin-de-la-Porte, sur l'Arc (vallée de Maurienne). Il est rapidement établi qu'une fuite¹³ s'est produite en amont dans l'enceinte de la fonderie *MT Technology* (commune de Saint-Michel-de-Maurienne) : il s'agit d'un fioul lourd, fortement visqueux. Le volume déversé est estimé à environ 21 m³, dont 11 ont été confinés et récupérés (par camions à vides) à l'intérieur de l'installation.

Des traces de contamination sont constatées dès le lendemain jusqu'à environ 40 km en aval, affectant les ouvrages du dispositif hydroélectrique d'EDF sur les rivières Arc (Vallée de la Maurienne, 73) et Isère (Vallée de l'Isère, 38). D'amont en aval s'y succèdent : le barrage de Saint-Martin-de-la-Porte ; la centrale souterraine d'Hermillon alimentée *via* un canal (2 km) de dérivation prolongé par une conduite souterraine (environ 5 km) ; le bassin de Longefan, équipé d'un système de régulation de niveau par surverse, vers l'Arc, et alimentant une galerie souterraine de 27 km traversant le massif de Belledonne jusqu'au bassin du Flumet situé dans la vallée de l'Isère (commune de Saint-Pierre-d'Allevard). Ce bassin alimente la centrale hydroélectrique du Cheylas qui restitue les eaux dans un dernier bassin, avant qu'elles ne rejoignent l'Isère.

Les mesures d'urgences prises par EDF ont consisté à fermer temporairement le barrage de Saint-

¹¹ D'autant plus qu'il s'agit d'un site au sujet duquel est exprimé, par les collectivités locales (mairie de Châteauneuf les Martigues, notamment), une problématique chronique d'atténuation des apports de sédiments biogéniques, et d'érosion de la plage.

¹² Service Départemental d'Incendie et de Secours de Savoie

¹³ dont la cause ne nous est pas connue.

Martin-de-la-Porte, d'une part, ainsi que les bassins de Longefan et du Cheylas (points de restitution d'eau aux rivières Arc et Isère, respectivement), d'autre part, pour limiter l'extension de la pollution au milieu naturel.

En relais du SDIS, le FOST et le Cedre ont été rapidement mobilisés pour des reconnaissances et des préconisations techniques en matière de nettoyage et de mise en place de matériel antipollution, opérations dont la réalisation a été confiée à la société *Sita*. La Préfecture de l'Isère et les services de la DREAL ont suivi les opérations de dépollution et préconisé des analyses de qualité d'eau. La pêche et l'accès aux berges ont été préventivement interdits par arrêtés municipaux.

Des dépôts fortement visqueux ont été essentiellement observés sur les berges de l'Arc, entre le point de rejet et le premier barrage EDF (souillures de surplombs rocheux, de galets et de végétation). En aval, une contamination plus légère (liseré de 50 à 80 cm de hauteur) a été constatée sur les murs béton ou le bâchage plastique de la berge du canal de dérivation. Sur le reste du parcours, la contamination des berges est infime (tâches) voire absente au niveau du bassin du Cheylas. Selon un même gradient d'intensité décroissante amont-aval, des clapets, vannes, déversoirs ont été souillés.



Galets pollués sur les berges de l'Arc (Source : Cedre)

Sur l'eau, des accumulations noirâtres fortement visqueuses sont présentes au niveau du premier barrage en particulier, mêlées de débris végétaux flottants¹⁴ ; vers l'aval, le polluant se présente sous forme de film gras marron d'aspect émulsionné/mousseux¹⁵ ou d'irisations. On notera que, étant donné l'important linéaire de berges ayant potentiellement piégé des hydrocarbures, les reconnaissances pédestres et nautiques ont été complétées d'observations au moyen d'un drone (de la société *LAH Audiovisuel*).



Test de tenue de barrage afin d'optimiser le débit d'exploitation : engagement du barrage dans le déversoir pour un débit de 80 m³/s (Source : Cedre)

Par ailleurs, la densité du fioul dans les secteurs amont a conduit à vérifier l'absence de dépôt coulé dans le premier bassin (Longefan), par le biais de sondages au moyen d'absorbants fixés sur une corde lestée.

Le fort débit de l'Arc ne permet pas le maintien de dispositifs de protection/déviations au plus près du rejet. Ceux-ci sont positionnés à l'amont (barrages flottants avec câbles compensateurs en prévision des variations de niveau) et à l'aval (boudins absorbants) directs de chaque ouvrage. Le débit d'eau y est contrôlé au niveau des vannes de fond, pour (i) ne pas compromettre le maintien des barrages et (ii) éviter les risques d'entraînement de polluant (création d'un vortex, notamment).

La récupération sur l'eau est réalisée par chalutage de boudins absorbants (simples ou à jupe) selon diverses configurations (au moyen de 2 petites embarcations, d'1 embarcation et d'1 personne à terre, ou de 2 personnes à terre en section canalisée), avant pompage des épaisseurs collectées –éventuellement en association avec un écrémeur. Dans le dernier bassin avant rejet dans l'Isère, un dispositif de décantation/filtration de l'eau collectée a été mis en place (impliquant 2 remorques citernes, 2 séparateurs en série avec filtres à charbon actif).

Sur les berges, les débris souillés ont été collectés manuellement, et les parois et rochers souillés grattés, à partir de la berge ou d'embarcations.

Un nettoyage de finition des ouvrages a été réalisé manuellement, à l'aide d'absorbant imbibé de produit de nettoyage, par rinçage ou encore par jets haute pression. Certaines berges recouvertes d'un *liner* plastique ont fait l'objet d'un nettoyage à l'eau chaude sans pression.



Ecrémeur et pompage, à partir des berges, de la pollution confinée par chalutage (Source : Cedre)

¹⁴ Le bac de dégrillage a, à cet égard, retenu des débris très chargés en fioul.

¹⁵ Résultat possible d'un brassage du polluant par les turbines de la première centrale.



Rinçage en eau chaude basse pression de bâchages plastiques (gauche) ; Débris et fioul piégés dans le dégrilleur du barrage de Saint-Martin-de-la-Porte (droite) (Source : Cedre)

Quelques m³ de galets souillés ont été évacués pour lavage hors site.

L'intervention aura duré 3 semaines, compliquée par l'extension de la pollution sur un linéaire important et souvent difficile d'accès, dans un contexte sensible du fait de contraintes d'exploitation.

L'impact sur l'environnement a été négligeable : aucune mortalité de faune aquatique n'a été observée, et les analyses d'eau réalisées à la demande de la DREAL n'ont pas révélé de contamination.

• Déversements d'autres substances survenus dans le monde

Défaillance d'un bassin de rétention et déversement d'eaux toxiques (*Grupo Mexico, Mexique*)

On retiendra l'accident survenu le 7 août 2014 à partir d'une installation minière d'extraction de cuivre (*Buenavista/Grupo Mexico*), dans l'état mexicain du Sonora, où la défectuosité des parois d'un bassin de rétention a entraîné le déversement de 40 000 m³ d'eaux chargées en acides (utilisés pour l'extraction) et en métaux lourds dans les rivières Bacanuchi et Sonora, à proximité de la municipalité de Cananea. Peu détaillées dans nos sources d'information, les opérations antipollution auraient inclus un épandage de composés calcaires pour tenter de désacidifier l'eau. A noter qu'une contamination en arsenic dépassant les seuils sanitaires a été enregistrée suite à l'accident, lequel a interrompu l'alimentation en eau potable de 20 000 riverains.

Selon la presse, citant des représentants de la Protection civile du Sonora, un défaut de conception ou de construction du bassin incriminé relativement récent serait en cause. A noter qu'un nouvel incident, de cause non précisée mais possiblement en lien avec le passage de l'ouragan *Odile* et les inondations en résultant, est survenu sur le même site le mois suivant avec un déversement d'un volume non communiqué d'eaux acides.

Déversement d'un bassin de décantation en rivières de montagne (*Imperial Metals Corp, Mont Polley, Canada*)

Le 4 août 2014, dans la région de Cariboo (Colombie-Britannique, Canada), une brèche s'ouvre sur une digue d'un bassin de décantation d'eaux d'extraction, au sein d'une mine d'or et de cuivre (*Imperial Metals Corporation*) située à Mont Polley, à proximité des Rocheuses.

Cette rupture cause le déversement d'un volume d'un mélange d'eau et de sédiments chargés en métaux lourds (sélénium, arsenic, plomb, cadmium, etc...) qui dépassera 10 millions de m³. Si l'écoulement (qui dure 4 jours, soit jusqu'à ce que le bassin se soit totalement vidé) affecte directement le lac Polley, la pollution s'étend rapidement en aval de manière visible sur le cours d'eau *Hazeltine Creek*, le lac *Quesnel* et la *Cariboo Creek*.

L'état d'urgence local est décrété le 6 août par les autorités du District régional de Cariboo, assorti d'une interdiction de consommation ou d'utilisation de l'eau du bassin hydrographique. Des suivis de la contamination de l'eau, des sédiments et des poissons sont diligentés par le gouvernement de la Province.

L'arrêté d'interdiction de consommation d'eau prend fin le 9 août pour les résidents de la municipalité de Likely, sur les rives du lac Quesnel, et en aval de ce dernier ; il le sera le 12 août pour le lac Quesnel. En revanche, cette restriction est maintenue *sine die* sur les secteurs de dépôt des sédiments contaminés, incluant le lac Polley ainsi qu'*Hazeltine Creek* et son exutoire dans le lac



05/08/2014 : Vues du bassin de décantation et du panache de sédiments pollués (images satellites / Google Earth):

Quesnel. En effet :

- dans l'eau, les concentrations en plusieurs métaux y demeurent supérieures aux seuils de toxicité chronique ;
- dans les sédiments, les niveaux en cuivre, fer, manganèse, arsenic, argent, sélénium et vanadium sont élevés, mais ces mêmes éléments étaient déjà fortement présents avant l'accident selon les autorités (d'après des mesures datant de mai 2014) ;
- les analyses des chairs de poissons y révèlent des teneurs dépassant, pour certains composés, les seuils d'acceptabilité pour la consommation humaine –encore que similaires à celles évaluées avant l'accident (en 2013), probablement en lien avec la géologie locale.

En termes de maîtrise de la pollution, le Ministère de l'environnement de Colombie Britannique enjoint, dès le 6 août, l'industriel de faire cesser le risque de contamination, notamment du Lac Quesnel, et de présenter un plan d'action adapté. A cet effet, l'exploitant proposera notamment l'édification d'une levée, construite début septembre, pour empêcher l'érosion et le transport par les courants des sédiments contaminés vers le réseau hydrographique en aval.

L'investigation des raisons de la rupture de la paroi du bassin a été confiée par le Gouvernement de la Province à des experts (géotechniciens) indépendants. Ces derniers ont restitué leurs conclusions dans un rapport final publié le 31 janvier 2015, suggérant une synergie entre la géologie locale (notamment la présence dans le sous-sol morainique d'une couche de sédiments fins), la pente du terrain, et l'accroissement progressif de la hauteur des parois du bassin (et donc de la pression exercée sur les sols) au cours des 18 années de son exploitation.

Au final, peu d'impacts visibles ont été rapportés sur la faune et la flore du Lac Quesnel et en aval de ce dernier (dans les cours d'eau situés en aval du lac Quesnel, seule une fermeture temporaire de la pêche de saumon *Chinook* a été prononcée par *Fisheries and Oceans Canada*) ; quant aux secteurs affectés en amont (Lac Polley, *Hazeltine Creek*), la comparaison des résultats pré et post accident en suggère bel et bien une pollution chronique des fonds. Bien que de grande ampleur, et ayant motivé l'instauration d'un état d'urgence local, les autorités de Colombie Britannique ont indiqué ne pas considérer cet accident industriel comme un désastre environnemental.

Pour en savoir plus :

<https://www.mountpolleyreviewpanel.ca/final-report>

• Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2014

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2014 répertoriés par le Cedre, ayant entraîné un déversement estimé supérieur à une quantité de l'ordre d'environ 10 tonnes, d'une part, et suffisamment renseignés, d'autre part. Rappelons que, pour un certain nombre d'évènements, les volumes déversés ne sont pas connus ou communiqués dans nos sources d'informations -bien qu'excédant manifestement la dizaine de tonnes ; ces lacunes et imprécisions pénalisent indubitablement la précision de l'interprétation des résultats présentée ci-après.

Sources des déversements

En 2014, 37 accidents suivis de pollutions significatives ont été identifiés en eaux intérieures. Par comparaison avec les données analogues estimées entre 2004 et 2013 (nombre médian = 40), 2014 apparaît donc comme une année ne s'écartant pas de la normale.

Ce nombre d'évènements correspond, cependant, à une quantité cumulée d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses déversées dépassant 10 millions de tonnes (Fig. 1). Cette estimation¹⁶ est, de très loin, la plus importante enregistrée depuis 2004 : avec environ 10 087 550 tonnes, elle est de 3 ordres de grandeur supérieure à la médiane annuelle exprimée sur la décennie 2004-2013 (environ 11 800 tonnes).

¹⁶ Estimation *a minima* du fait d'un manque de données détaillées dans plusieurs cas d'accidents.

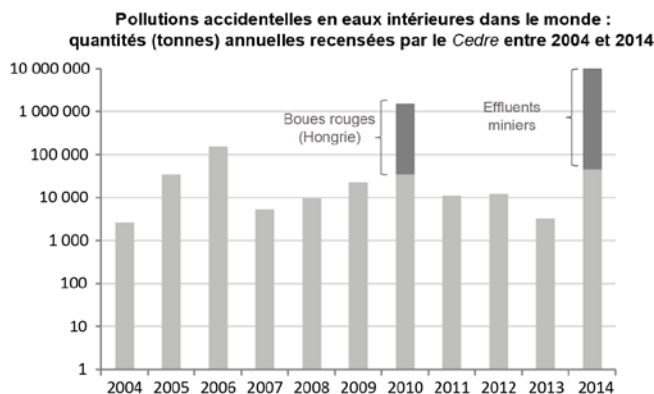


Figure 1

Comme pour la plupart des années précédentes, les **pipelines** représentent la source la plus fréquente (24 %) des pollutions d'eaux intérieures, devant les transports terrestres par **citernes** (fig. 2), totalisant 14 % des cas (distribués entre les **camions citernes** essentiellement et les **wagons citernes**, dont les fréquences sont respectivement de 11 % et 3 %).

Les installations pétrolières terrestres n'ont été à l'origine que d'environ 10 % des événements, équitablement réparties entre les puits, les raffineries et les **installations pétrolières non précisées**.

Diverses structures apparaissent ensuite à hauteur équivalente (environ 8 %) : les **centrales énergétiques**, les **mines** et des installations petites à moyennes (**usines diverses** et **installations agricoles**). Les autres sources identifiées n'ont été impliquées qu'à une fréquence de moins de 5 % dans les événements significatifs de l'année.

En termes de volumes, on notera la contribution écrasante (99 % environ) des **mines** au bilan 2014 (figure 3), en lien avec les 2 événements évoqués plus haut¹⁹. Hormis ces déversements issus de mines, les quantités déversées les plus conséquentes l'ont été à partir de **centrales énergétiques** et, dans une moindre mesure, de **pipelines terrestres** (respectivement 82 % et 15 % du bilan, mines exclues).

Aucune autre source n'a contribué à hauteur de plusieurs centaines de tonnes au total estimé, à l'exception des **raffineries**. Au-delà, le caractère lacunaire des données identifiées ne permet pas de se prononcer plus précisément sur les contributions relatives des autres sources, probablement sous-estimées (fig. 3).

Il ne faut pour autant pas y lire une exceptionnalité du bilan de 2014, dont 99 % est en effet attribuable à seulement 2 événements, survenus sur des bassins de rétention d'effluents miniers au mois d'août (qui ont totalisé à eux seuls plus 10 040 000 tonnes d'eaux polluées), respectivement au Mexique¹⁷ et au Canada¹⁸.

Le volume médian des déversements de l'année montre que les déversements accidentels de 2014 sont distribués de part et d'autre d'une valeur de 50 tonnes environ. En outre, une dizaine de cas, soit moins du tiers, a atteint ou excédé la centaine de tonnes.

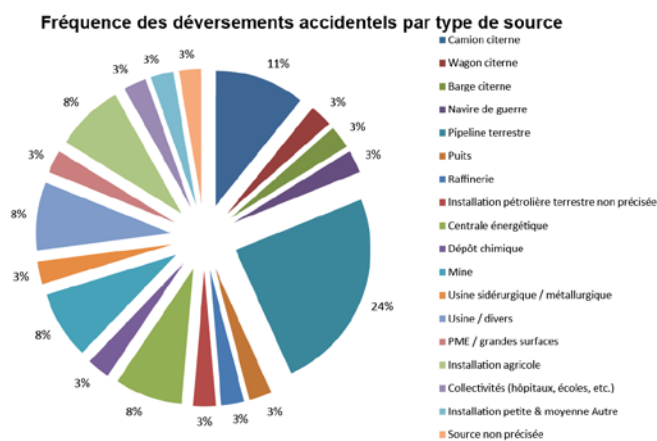


Figure 2

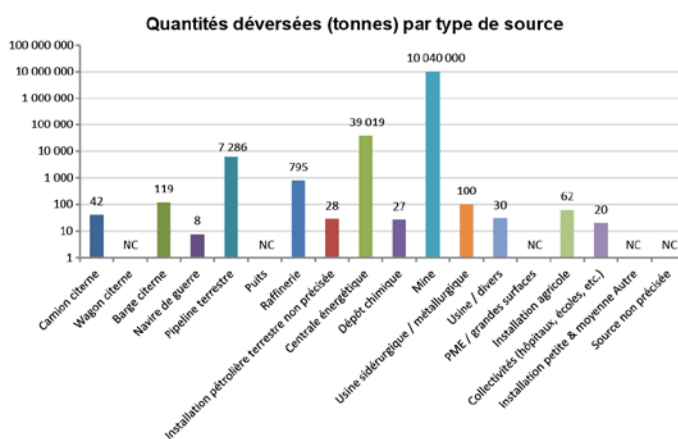


Figure 3

¹⁷ Pollution des rivières Bacanuchi et Sonora, dans l'Etat du Sonora, par environ 40 000 tonnes d'eaux d'extraction chargées en acides et en métaux lourds.

¹⁸ Pollution de la rivière Quesnel par 10 millions de m³ d'eaux chargées en métaux lourds, en Colombie-Britannique.

¹⁹ Cf. notes ^{17, 18}.

Types de produits déversés

Le bilan 2014 est, à la différence des années précédentes, très largement dominé (environ 99 %) par les rejets d'**eaux polluées**, notamment en **matières minérales** issues d'activités minières (10 040 000 tonnes d'eaux chargées en métaux lourds principalement²⁰) ou industrielles. Cette dernière catégorie réfère essentiellement au déversement de 39 000 tonnes d'eaux/boues chargées en **résidus de combustion** (cendres thermiques)²¹ à partir d'un bassin de stockage d'une centrale énergétique aux Etats-Unis au mois de février²¹.

Au sein de la catégorie des **hydrocarbures** déversés, la plus forte contribution (89 % des hydrocarbures) est due aux **pétroles bruts** (essentiellement des **bruts moyens**) en lien avec des accidents survenus sur des pipelines, dont les plus importants au Pérou²², en France²³, aux Etats-Unis²⁴, en Afrique de l'Ouest²⁵ et, surtout, au Proche Orient²⁶.

Viennent ensuite les **hydrocarbures inconnus/non précisés** (environ 10 % des produits pétroliers), devant les produits **raffinés** dont la contribution au bilan de l'année est probablement sous-estimée du fait de données incomplètes (fig. 4).

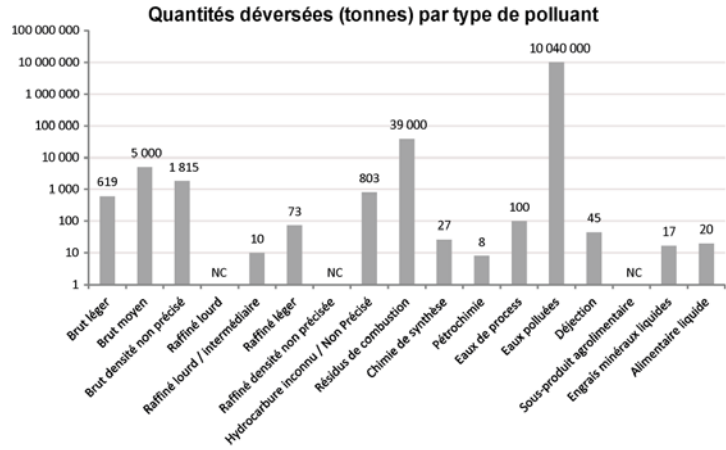


Figure 4

La contribution des produits chimiques est, en 2014 encore, largement inférieure à celle des hydrocarbures.

Evènements

Les évènements les plus fréquemment rapportés en 2014 ont correspondu à l'**ouverture de brèches ou des ruptures de structures** (environ 68 % au total ; Fig. 5) :

- La plupart a correspondu à des **pertes d'étanchéité** (41 % des évènements) de structures, s'agissant de pipelines dans la moitié des cas, ou de stockages (bacs, cuves, ...) au sein d'installations terrestres variées (installations industrielles, usines diverses, ...). Il s'agit de la 2^{ème} contribution au bilan annuel en termes de quantités (fig. 6), essentiellement assignable à deux déversements dépassant le millier de tonnes, l'un de cendres thermiques aux Etats-Unis²⁷, l'autre de pétrole brut en Israël²⁸ ;
- Les **renversements** (surtout des

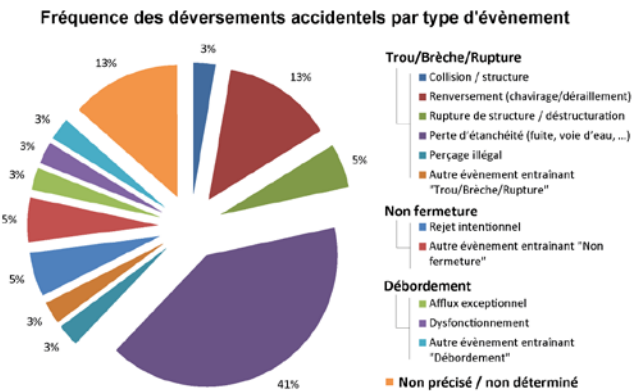


Figure 5

²⁰ Mais aussi en acides ; Cf. notes 17

²¹ Pollution de la Dan River (Caroline du Nord, USA) suite à l'accident survenu dans l'enceinte d'une ancienne centrale thermique *Duke Energy* ; Cf. LTEI n°22.

²² Pollution d'un affluent de l'Amazone suite à un déversement à partir du pipeline *Petroperu* ; Cf. LTEI n°22.

²³ Déversement de brut Oural en prairies humides à partir du PipeLine Ile de France ; Cf. LTEI n°22.

²⁴ Pollution du Tete Bayou (Louisiane), consécutive de la fuite du *Mid-Valley Pipeline (Sunoco Logistics)* ; Cf. supra.

²⁵ Pollution de marais et de cours d'eau non précisés, aux confins des états du Bayelsa et de Rivers (Nigeria), à partir d'une brèche sur un pipeline *Shell* en novembre.

²⁶ Endommagement accidentel du pipeline *Eilat-Ashkelon* en Israël au mois de décembre ; Cf. supra.

²⁷ Cf. LTML n°22

²⁸ Cf. supra

chavirages/déraillements de citernes routières ou ferroviaires) représentent 13 % de ces événements (fig. 5) ; ils contribuent néanmoins faiblement au bilan annuel (fig. 6) en raison de l'ampleur modeste des déversements associés ;

- Malgré une prévalence relativement faible (5 % environ ; fig. 5) les **ruptures de structures/déstructurations** sont les événements qui ont le plus contribué au bilan déversé, correspondant aux deux ruptures de bassins d'effluents miniers mentionnées précédemment.

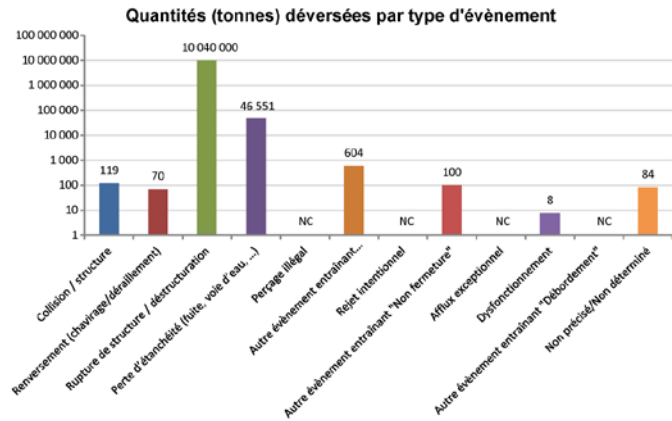


Figure 6

Hormis les **événements non précisés**, impliqués dans 13 % des cas recensés, les autres catégories d'évènements sont apparues à des occurrences ne dépassant pas 5 % des cas (fig. 5), avec des contributions mineures.

Causes

L'analyse de la distribution de fréquence des causes montre que ces dernières sont **inconnues ou non précisées** dans 40 % des cas recensés (fig. 7), laquelle catégorie est par ailleurs la plus grande contributrice au bilan déversé (fig.8), en lien avec l'une des 2 ruptures de digues de bassins d'effluents miniers, survenue pour des raisons non spécifiées.

Parmi les causes identifiées, on notera la prévalence des **avaries techniques** (33 %) :

- Elles sont, pour plus des deux tiers, liées à la **défectuosité/vétusté** d'installations diverses (fig. 7), deuxième cause en termes de contribution au bilan annuel (environ 40 200 tonnes au total ; fig. 8) ;
- Malgré une occurrence relativement peu élevée (5 %), les **défaillances (conception/ inadaption) d'installations** font jeu égal en termes de contribution au volume déversé (40 800 tonnes environ), essentiellement assignable à la rupture des parois d'un bassin de rétention d'eaux d'extraction d'une mine de cuivre au Mexique ;

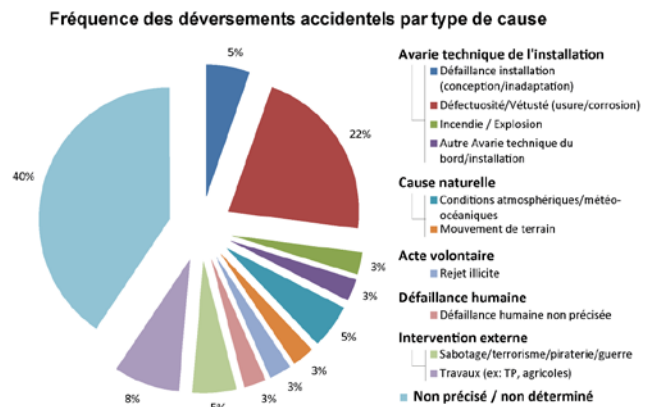


Figure 7

Les **interventions externes** ont été identifiées comme à l'origine d'environ 13 % des événements recensés (fig. 7) :

- Les plus fréquentes (8 %) sont relatives à des **travaux**, cause qui a par ailleurs contribué à hauteur de plus de 5 500 tonnes au volume annuel, majoritairement en lien avec deux endommagements accidentels de pipelines : celui d'*Eilat-Ashkelon* en Israël (Cf. supra) et celui, suivi d'une pollution de bien moindre ampleur, du *PipeLine Ile-de-France* en Seine maritime (Cf. LTEI n°22) ;
- Les actes de **sabotage/terrorisme/piraterie/guerre** expliquent 5 % de ces événements par interventions externes. Ils ont notamment été perpétrés sur un pipeline au Nigeria, d'une part, et sur un convoi de camions citernes en Colombie, d'autre part. S'ils ont manifestement généré des déversements supérieurs à 10 tonnes, l'imprécision des données –courante dans ce genre d'évènements- ne permet pas d'en estimer la contribution au bilan annuel (ex : 5 000 barils

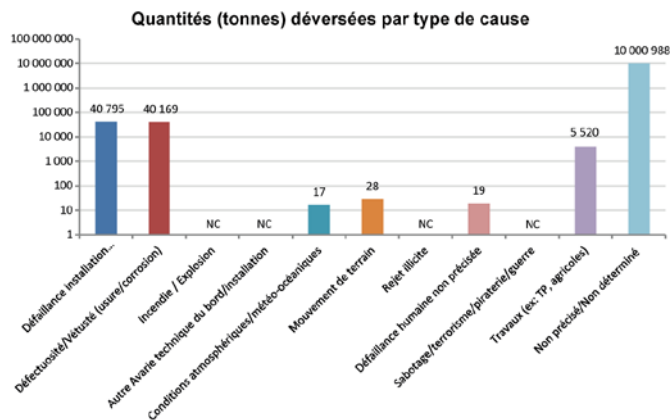


Figure 8

déversés sur la route dans le cas de l'attaque de citernes en Colombie, dont un volume non précisé s'est écoulé dans la rivière adjacente).

Les autres causes identifiées montrent des occurrences relativement faibles (3 % au plus) (fig. 7) et aucune ne se distingue en termes de contribution au bilan 2014 (fig. 8).

• Récupération

Petits récupérateurs mécaniques à seuils auto-ajustables

A travers des projets récents auxquels il a participé, le Cedre a été amené à tester divers petits récupérateurs selon la procédure normalisée AFNOR (NF T 71-500). Ces évaluations ont été l'occasion d'établir les performances de modèles qui, à défaut d'être nouveaux, sont potentiellement intéressants dans des contextes particuliers, notamment de mise en œuvre en sites peu accessibles (de type marais, estuaires, étiers...) à partir de plateformes légères et présentant nécessairement une capacité d'emport limitée (ex : embarcation, aéroglisseur, véhicule terrestre...)²⁹.

Dans cette optique, des essais ont été réalisés sur des dispositifs (récupérateurs + pompes) répondant à certaines contraintes dont notamment un encombrement et une masse réduits (moins de 25 kg pour les récupérateurs), une puissance hydraulique disponible inférieure ou égale à 25 kW, et un faible débit (<10 m³/h), pour permettre une association avec le dispositif léger de séparation *Turbylec* nouvellement mis sur le marché³⁰. A cet égard, les récupérateurs *FOILEX Micro* et *DESMI Terrapin* ont montré de bonnes performances sur hydrocarbures fluides à moyennement visqueux.

FOILEX Micro Skimmer

D'un poids de 17 kg, et de dimensions (L x l x h) de 1,4 x 1,3 x 0,5 m (pour un tirant d'eau de 0,3 m), le *FOILEX Micro* comporte un déversoir central et 3 flotteurs permettant d'en maintenir l'assiette dans des conditions d'agitation modérées pour lesquelles il est conçu (eaux portuaires ou rivières). Le constructeur annonce un débit nominal maximal de 15 m³/heure. Testé dans les limites/contraintes mentionnés plus haut, celui-ci a affiché des débits moyens compris entre 3,5 et 9,5 m³/heure sur des polluants de 6 900 cSt et 1 cSt, respectivement, assortis de sélectivités moyennes comprises entre 42 et 94 %.

Pour en savoir plus :

<http://www.foilex.com/index.html>



Récupérateur FOILEX Micro
(Source : Cedre)

DESMI Terrapin

Le *DESMI Terrapin*, lui aussi un déversoir à seuil auto ajustable, est à l'origine orienté pour une application industrielle (vidange de cuves, séparateurs, ...) d'où sa légèreté (8,5 kg) et sa compacité, avec notamment un diamètre d'une quarantaine de cm (initialement pour en permettre l'accès à des cuves ou fosses *via* divers regards, trous d'homme, etc.).

D'un tirant d'eau de 0,34 m, il peut être mis en œuvre en secteurs peu profonds, soit en flottaison soit en suspension (selon que la manche d'aspiration est connectée au fond ou au-dessus du déversoir) et, absence de flotteurs oblige, de préférence en eaux calmes au risque d'en pénaliser la sélectivité.

Dans son contexte d'application, le constructeur en annonce un débit nominal maximal de 10 m³/heure ; dans les conditions imposées lors des tests, les débits moyens ont été de 2 et 8 m³/heure, sur des hydrocarbures de 6 900 cSt et 1 cSt respectivement, avec des sélectivités moyennes de 35 et 87 %.

Pour en savoir plus :

<http://www.desmi.com/skimmers/terrapin.aspx>



Récupérateur DESMI Terrapin en suspension, avec manche d'aspiration en connexion haute
(Source : Cedre)

En définitive, si le programme (industriel) de ce type de récupérateurs induit, dans un contexte de lutte antipollution, des restrictions en partie liées à leur compacité, cette dernière reste un atout potentiel dans des contextes particuliers, notamment d'intervention en sites peu profonds et/ou inaccessibles à des dispositifs plus lourds, pour peu que soient associés à la chaîne de récupération

²⁹ Cf. la problématique du projet européen *Hoverspill*, visant au développement d'un aéroglisseur (LTEI n°20)

³⁰ <http://www.ylec-consultants.com/CMS/modules/dl/1451841076/TURBYLEC.pdf>

des moyens annexes venant en compenser les limitations (notamment un petit séparateur pour pallier à la sélectivité décroissante avec la viscosité du produit -et rationaliser les nécessaires capacités de stockage).

Un nouveau type de récupérateur à bande : *l'Innovation Slick Miner*

Le fabricant américain *l'Innovation* a mis au point un nouveau type de récupérateur à bande transporteuse à palettes. Il s'agit du *Slick Miner* qui, outre le fait d'être équipé d'une bande oléophile en Kevlar® (éventuellement filtrante, à maille fine), présente l'originalité d'avoir des brosses en polypropylène en guise de palettes horizontales.

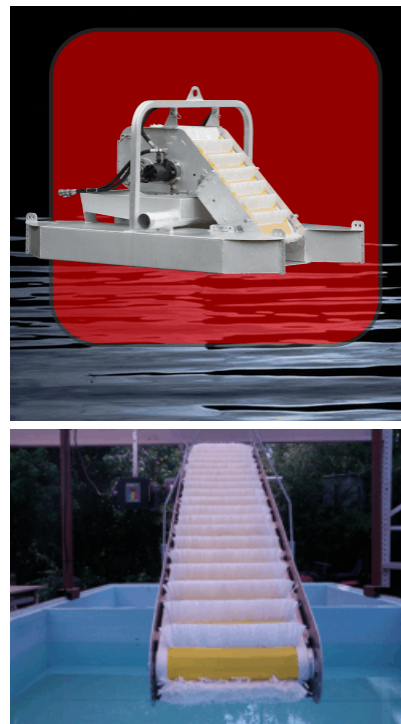
Si le relevage est de type mécanique, ce système permet d'élargir la gamme d'intervention des récupérateurs à bande transporteuse (performants, principalement, sur des produits visqueux) aux produits plus légers.

Le polluant relevé est ensuite extrait par essorage à l'aide de 2 rouleaux, puis recueilli dans un bac d'où il est repris ou aspiré par une pompe.

Le *Slick Miner* est conçu en deux modules : le récupérateur à bande et le ponton métallique flottant en forme de catamaran sur lequel il vient se fixer. Les deux modules, d'un poids similaire (45 kg), sont facilement transportables et rapidement assemblables (4 clips). Le récupérateur peut être utilisé en mode statique ou dynamique, et peut fonctionner sur un plan d'eau de très faible profondeur (10 cm). Le cadre et le ponton sont en aluminium et en acier inoxydable.

Le constructeur propose plusieurs options à partir de ses bandes standards de 2.43 m de long et disponibles en 3 largeurs (43, 58 ou 74 cm), avec la possibilité d'en associer un maximum de 4 afin de disposer d'une longueur maxi de relevage de près de 5 m, et, cela selon 2 angles d'inclinaison possibles (30° et 45°).

Pour en savoir plus :
www.slickminer.com



• Macro-déchets

Nouveau prototype de collecte des macro-déchets : le *Collector*

Début décembre 2015, la fondation suisse *Race for Water*, dont le cheval de bataille est la protection des milieux aquatiques vis-à-vis de la pollution par plastiques, a réceptionné le *Collector*, un navire conçu pour la collecte en eaux intérieures, portuaires voire littorales, de macro-déchets flottants.



Le *Collector* au chantier lorientais NIL
(Source : www.entreprises.ouest-france.fr)

La réalisation du prototype a été confiée au jeune chantier breton *Naval Industrie Lorientaise (NIL)* : il s'agit d'un catamaran à coque en aluminium, de 7,30 m de long et de 2,55 m de large, et de tirant d'eau de 50 cm seulement.

La collecte des déchets est assurée par un tapis convoyeur, mis au point par la société *JC France Industrie* (qui commercialise par ailleurs l'*In'Clean 6.50*, sa propre barge récupératrice de macro-déchets)³¹, lequel, disposé entre les flotteurs, achemine les objets collectés vers une capacité de stockage de bord.

La date et lieu de livraison -en l'occurrence Quai de Javel, à Paris- ont été choisis pour coïncider avec la *Conférence de Paris de 2015 sur le changement climatique* et bénéficier ainsi d'une exposition susceptible d'éveiller l'intérêt d'industriels ou de collectivités territoriales, agences, services, etc., gestionnaires de plans d'eau. Ce premier *Collector* est doté d'une propulsion diesel (2x 20Cv), mais une version électrique serait sur l'établi.

³¹ <http://jcfranceindustrie.fr/wp-content/uploads/2015/07/bateau-depollueur.pdf>

- **Absorbants**

De l'intérêt du coton 'low grade' en tant qu'absorbant oléophile naturel efficace

Aux Etats-Unis, les équipes de l'industriel *Cotton Incorporated* et de 2 laboratoires (*Nonwovens and Advanced Materials Laboratory* et le *Department of Mechanical Engineering*) de l'Université Technique du Texas (Lubbock) ont développé un absorbant réalisé à partir de fibres de coton brut (non transformé). Celui-ci consiste en une ouate de coton naturelle, de basse densité, oléophile et hydrophobe, dont la capacité d'absorption d'huile a été évaluée en laboratoire (selon la procédure standardisée ASTM F 726-06) à un ratio de 50,27g/g –promettant une performance *a priori* supérieure à celle de beaucoup d'absorbants commercialisés rapportés dans la littérature, selon les auteurs de ce travail³².

Ce résultat s'inscrit dans une étude comparative fine, en microscopie électronique à balayage (microscope environnemental, ou *ESEM* pour *environmental scanning electron microscope*), de la structure de fibres de coton matures, d'une part, et immatures, d'autre part, dont il ressort que ces dernières présenteraient des propriétés d'adsorption et d'absorption (capillarité, notamment) significativement supérieures.

Par ailleurs, la mesure en microscopie optique de la surface spécifique de sections longitudinales de fibres matures et immatures (selon la méthode dite de *Brunauer, Emmett et Teller*, ou BET) a abouti à la compréhension des différences de pouvoir de rétention entre celles-ci. L'influence de la qualité (finesse) des fibres a également été examinée, de sorte que l'ensemble des résultats obtenus ont permis aux auteurs de quantifier et hiérarchiser le pouvoir de rétention d'ouates composées de fibres immatures et fines, d'une part, et de fibres matures et plus grossières, d'autre part.

Au final, les auteurs avancent que le simple cardage de coton, sans ajout de liant d'aucune sorte, permet d'obtenir un produit naturel, non tissé et plutôt performant -d'autant plus efficace qu'il utilise du coton de qualité relativement mauvaise (*low grade cotton*) selon les standards de l'industrie textile (mais dont la structure lui confère un pouvoir de rétention supérieur de 7 % par rapport à du *regular grade*).

Pour en savoir plus :

Vinitkumar Singh, Sudheer Jinka, Kater Hake, Siva Parameswaran, Ronald J. Kendall, et Seshadri Ramkumar, 2014. *Novel Natural Sorbent for Oil Spill Cleanup*. *Industrial Engineering and Chemistry Research*, 53, 11954–11961. <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie5019436>

- **Préparation à la lutte**

Révision des guides de l'IPIECA : manuel de réponse en eaux continentales

Depuis le début 2015, la révision de la série des Guides des bonnes pratiques (*Good Practice Guides*) de l'IPIECA, objet du volet (JIP 12) du projet OSR-JIP (*Oil Spill Response-Joint Industry Project* lancé en 2011) piloté par l'IPIECA pour le compte de l'industrie (*International Association of Oil & Gas Producers*), a vu l'ajout de nouvelles publications, dont une ([Inland Response](#)) consacrée à la réponse en eaux continentales.

Le document concerne les rivières, lacs, zones humides et eaux estuariennes, environnements qu'il vise à considérer à l'aune des acquis relatifs en matière de pollution des eaux littorales et marines, pour en identifier les similitudes mais, aussi, les particularités concernant divers aspects de la réponse, dont le vieillissement et le comportement attendu des hydrocarbures, les techniques de lutte, les sensibilités éventuellement singulières, mais aussi l'organisation des opérations (sécurité des intervenants, etc.).

Pour en savoir plus :

<http://oilspillresponseproject.org/sites/default/files/uploads/Inland%20Response%20GPG.pdf>



³² A titre informatif, les rétentions des produits naturels, estimées en France selon la norme AFNOR NF 90360, sont généralement inférieures à 10.

- **Recherche**

ELDER : partenariat entre l'industrie et les autorités canadiennes pour la détection des fuites de pipelines

Les sociétés canadiennes *Enbridge* et *TransCanada* et la Province de l'Alberta ont décidé d'associer leurs efforts de recherche en matière de détection de fuites de pipelines, à travers le co-financement d'un dispositif de tests développé par leur partenaire *C-FER Technologies*³³.

Nommé *ELDER* (*External Leak Detection Experimental Research* – littéralement Recherche expérimentale en matière de détection de fuites externes), il s'agit d'une enceinte expérimentale permettant de créer, à méso échelle, des conditions pédologiques proches de celles rencontrées dans un site d'étude donné (composition des sols, température, ...).

La motivation de ce développement repose sur la faiblesse des retours d'expérience en matière de performance réelle des moyens de détection actuellement disponibles sur le marché et, finalement, de leur efficacité.

Le but est précisément de pouvoir tester, selon les modalités fixées par l'expérimentateur (ex : caractéristique du pipeline, type d'hydrocarbure, débit de fuite...), diverses technologies de détection d'une fuite d'un produit pétrolier à partir d'un pipeline : capteurs thermiques (*distributed temperature sensing systems - DTS*), acoustiques (*distributed acoustic sensing systems - DAS*), câbles oléo-sensibles, détecteurs d'hydrocarbures ou de gaz...



Le dispositif expérimental ELDER
(Source: C-FER Technologies)

En outre, l'une des attentes envers ce matériel est l'opportunité d'évaluer et de développer divers systèmes de transmission en temps réel de l'information (radio, satellite, ...) vers les centres de contrôle.

Le dispositif a *grosso modo* l'apparence externe d'un conteneur, et mesure 7 m de long, pour 2,5 m de large et 2,5 m de haut. Au dernier trimestre 2014, *C-FER Technologies* a installé l'*ELDER* (achevé en 2013, après 2 ans de conception) dans un site dédié, aux côtés d'autres structures expérimentales touchant d'autres thématiques de recherches intéressant l'Industrie pétrolière et ses développements (pression en milieux profonds, tests de pipelines, etc.)

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

- **Anciens accidents**

Restauration de sols pollués : implantées pour réensemencement, les fourmis-ingénieurs passent à la TV

En août 2009, la rupture d'un oléoduc (cf. LTEI n°13) pollueait le sol de la réserve naturelle de la plaine de Crau (Bouches-du-Rhône) dont la végétation caractéristique (le coussoul), de type steppe, est quasiment unique en Europe occidentale.

Là où 4 700 m³ de pétrole brut s'étaient déversés, 200 fourmis moissonneuses fécondées ont été implantées sur les sols rapportés en lieu et place du terrain pollué qu'il avait fallu excaver (Cf. LTEI n°18). L'espèce retenue (*Messor barbarus*), sélectionnée pour être capable de fonder de grandes colonies, avait pour mission de favoriser la repousse des plantes originelles.



Trois ans plus tard, près de 50% ont survécu et fondé leur colonies ; les ouvrières continuent inlassablement de rapporter, à partir des bords non souillés sur des distances de 30 mètres, des graines des différentes espèces (environ 150) qui occupaient auparavant cet espace sauvage. Cette opération d'ingénierie écologique - une première mondiale qui avait valeur d'expérimentation, menée par les écologues de l'Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie (IMBE, CNRS-université de Marseille) s'avère très efficace. L'objectif visé de la reconquête du terrain par la végétation initiale - le brachypode rameux (*Brachypodium retusum*) plus particulièrement- n'est pas encore atteint mais est

³³ *Frontier Engineering Research*, filiale d'Alberta Innovates — Technology Futures spécialisée dans les problématiques de construction (conception, matériaux, ...) de structures, dans le cadre des développements industriels offshore dans l'arctique canadien.

en bon chemin. Il le sera d'ici quelques années, ce qui, sans les fourmis, aurait pris des dizaines d'années.

Pour en savoir plus :

http://www.francetvinfo.fr/france/video-ces-fourmis-nettoyeuses-qui-aident-a-lutter-contre-la-pollution-d-hydrocarbure_609789.html

Deux ans après l'accident de Lac-Mégantic : point de situation sur l'environnement aquatique (rivière Chaudière)

Le 27 novembre 2015, la publication d'un rapport d'experts mandatés par le Ministère québécois du Développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MDELCC) venait suggérer une persistance, localement, de la contamination des sédiments de la rivière Chaudière, suite à l'accident ferroviaire survenu à Lac-Mégantic (Québec, Canada) en juillet 2013³⁴.

Pour mémoire, en 2013, un volume estimé à 100 m³ de pétrole brut léger (*Bakken Crude*) s'était répandu jusque dans la Chaudière, d'où 43 m³ environ d'un mélange eau/hydrocarbure avaient pu être confinés par barrages et pompés en divers secteurs.

Si l'étendue et les niveaux de la pollution résiduelle ont globalement diminué en comparaison d'avec l'immédiat post-accident, le Ministère indique que des niveaux de contamination « préoccupants » perdureraient dans quelques sites 2 ans plus tard, au sein des 15 premiers km de la rivière affectés et dans le lac Mégantic.



Juillet 2013 : vue aérienne de la pollution de la rivière Chaudière par du brut Bakken Crude (Source : MDELCC)

En termes d'impacts sur le vivant, le rapport indique une prévalence élevée de signes cliniques externes (en particulier une érosion des couches épidermiques, voire des déformations, de nageoires) suggérant, depuis 2014, des effets sub-létaux au sein de populations de poissons associés à ces habitats. Selon le MDELCC, ces lésions ne s'accompagnent pas pour autant de teneurs en contaminants anormales dans les chairs, et aucune restriction de la pêche sportive, ni de la consommation des poissons d'eau douce, ne semble opportune.

Les résultats de tests de toxicité des sédiments les plus contaminés, réalisés sur diverses espèces modèles (invertébrés benthiques³⁵ et larves de poissons³⁶), conjugués à une évaluation de l'exposition *in situ* ont conduit à identifier la persistance d'un risque écotoxicologique pour les organismes aquatiques en lien avec des niveaux de contamination des sédiments localement supérieurs à la valeur de référence d'effets aigus (VRA) pour les hydrocarbures pétroliers (C10-C50) ou la concentration d'effets fréquents (CEF) pour les HAPs.

Si les communautés benthiques de sites contaminés de la haute Chaudière semblent différer significativement de celles présentes dans des sites peu (ou pas) contaminés, des signes de leur restauration ont été identifiés en 2014.

Selon les conclusions du rapport, le suivi de la rivière Chaudière se poursuivra jusqu'en 2017 –année au terme de laquelle le comité d'experts se prononcera sur l'opportunité de le prolonger ou non, sur la base des résultats obtenus.

Pour en savoir plus :

<http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/lac-megantic/index.htm>

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 »

³⁴ Cf. LTEI n°21

³⁵ Survie et croissance des larves du chironome *Chironomus riparius*, et de l'amphipode *Hyalella azteca*.

³⁶ Cyprinidé *Pimephales promelas* et Salmonidé *Salmo trutta*