



**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°26

LTEI 2016

Sommaire

• Déversements d'hydrocarbures survenus en France	2
Pollution de plans d'eau et de zones humides suite à l'endommagement d'un pipeline (Sainte-Anne-sur-Brivet, Loire-Atlantique).....	2
Pollution diffuse par suite de crues : les inondations du quart nord-est de la France	6
• Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde	8
Submersion et dérive d'une pollution par produits lourds dans un fleuve (barge <i>MM46</i> , Mississippi, USA).....	8
Pollutions en série dans le bassin amazonien à partir d'un oléoduc (pipeline <i>Norperuano</i> , Pérou) ..	9
Fuite de brut lourd et pollution en rivière (pipeline <i>Husky Energy 16TAN</i> , Canada)	10
Importante fuite d'essence en site reculé (pipeline <i>Colonial Line 1</i> , Alabama, USA).....	11
Fuites d'eaux chargées dans des cours d'eau reculés (Dakota du Nord, Etats-Unis)	13
• Déversements d'autres substances survenus dans le monde	14
Naufrage d'une barge chargée d'engrais azotés liquides (Fleuve Mississippi, USA)	14
Pollution par de la mélasse et impacts en rivière (rivière Magdalena, Chalchuapa, Salvador).....	14
• Anciens accidents	15
Stockages de cendres de charbon : les suites de la pollution de la Dan River (2014, USA)	15
• Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2016	16
Sources des déversements.....	16
Types de produits déversés	17
Evènements	18
Causes	19
• Statistiques	20
BARPI : inventaire des accidents technologiques 2016	20
Canada : hausse des risques liés au transport de pétroles bruts.....	20
• Confinement	21
Déversements lors d'opérations de transfert : barrage <i>Vikoseal</i>	21
Macro-déchets, algues : la barrière <i>Elastec Beach-Bouncer</i>	21
• Mesure et suivi des hydrocarbures	22
Bouée évolutive et modulable SWARM pour la surveillance de la qualité de cours d'eau.....	22
• Retours d'expérience	22
Détection de fiouls submergés : adaptation des techniques en fonction des courants (USA)	23
Ouragans de 2005 aux USA et brûlage <i>in situ</i> : restauration à long-terme de marais	23
• Préparation à la lutte	24
Pollutions en rivières : spécificités, stratégies... synthèses et guides opérationnels de l'API.....	24
• Amendes et poursuites	25
Pollution de la Kalamazoo : jugement, amendes et mesures préventives de déversements futurs	26

• Déversements d'hydrocarbures survenus en France

Pollution de plans d'eau et de zones humides suite à l'endommagement d'un pipeline (Sainte-Anne-sur-Brivet, Loire-Atlantique)

Le 5 avril 2016, au cours de travaux de terrassement dans un hameau de la commune de Sainte-Anne-sur-Brivet (44), une trancheuse perce accidentellement un pipeline (Ø 320, pression 45 bars) reliant la raffinerie de Donges au dépôt pétrolier de Vern-sur-Seiche (35). La brèche de 20 cm par 50 cm laisse fuir une quantité estimée à environ 400 m³ de gazole additivé (7% EMVH – Ester Méthyllique d'Huile Végétale).

Le biogazole se répand dans le hameau, puis dans le milieu naturel : empruntant d'abord les réseaux pluviaux et fossés routiers, la pollution atteint un ruisseau alimentant deux étangs successifs, bordés de milieux humides et boisés, puis s'écoule en aval vers le Brivet, rivière drainant une vaste zone humide de grand intérêt écologique (car située dans le périmètre du Parc naturel régional de Brière).

Les pompes et les vannes intermédiaires de la conduite sont arrêtées par l'exploitant (*Total Raffinage France*), permettant d'isoler le tronçon fuyard, et le Plan de Sécurité et d'Intervention (PSI) de l'ouvrage est déclenché.

Les Préfectures des Pays de la Loire et de Loire Atlantique, informées de l'accident, mobilisent les services concernés (SDIS¹, Gendarmerie, DREAL², DDTM³, DDPP⁴, ARS⁵, ONEMA⁶...). Un PC de site placé sous le commandement du SDIS 44 est activé et établi à Pont-Château, au côté de celui installé par l'exploitant –lequel s'engage à réaliser les opérations de dépollution et à en prendre en charge les frais. A l'initiative de la Préfecture également, des points de situation seront organisés entre les acteurs de la réponse et les représentants des collectivités locales (mairies des communes de Saint Anne Mairie et de Campbon, Conseil départemental,...).

Les mesures d'urgence visent prioritairement et dans un premier temps à assurer la sécurité des personnes. A cet égard, un risque d'explosion/incendie étant identifié, le SDIS 44 engage des moyens importants (35 engins et 70 sapeurs-pompiers) et met en place un périmètre de sécurité le temps d'écarter l'éventualité de la présence d'essence dans le volume d'hydrocarbures échappé de la conduite. Les 11 habitations du hameau sont évacuées, durant trois jours pour la majorité d'entre elles, et celui-ci est fermé au public tandis que la circulation y est interdite, de même que la consommation d'eau du réseau et des puits. Des mesures de qualité de l'air, de l'eau des réseaux et des puits privés sont rapidement initiées.

L'exploitant de la canalisation mobilise immédiatement ses propres moyens et experts techniques pour initier les opérations de lutte antipollution en complément des actions de première urgence réalisées par le SDIS. En relais de ce dernier, *Total Raffinage France* se verra bientôt confier la coordination, sur les divers secteurs affectés, des opérations de dépollution dont la réalisation est confiée aux sociétés mandatées par lui. Deux objectifs sont visés : la protection des secteurs sensibles en aval (Parc naturel régional de Brière) et le retrait de l'hydrocarbure des cours et plans d'eaux où il s'est accumulé, afin d'en réduire le temps de contact avec l'environnement.

Les mesures de protection du milieu aquatique consistent à limiter l'extension vers l'aval de la pollution :

- au niveau de la fuite, l'édification d'un merlon et le pompage par hydrocureuse visent à arrêter l'écoulement vers les fossés, tandis que des absorbants en vrac et du sable sont répandus sur la route ;
- à 900 m du point de fuite, où la majorité du biogazole est naturellement piégée dans les 2 étangs artificiels, lesquels comportent des digues et des ouvrages de régulation de niveau de l'eau, le confinement est renforcé (i) par relèvement du niveau de surverse de l'étang aval et (ii) par la pose d'un barrage flottant et de boudins absorbants autour de l'ouvrage de décharge ;

¹ Service départemental d'incendie et de secours

² Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

³ Direction départementale des territoires et de la mer

⁴ Direction départementale de la protection des populations

⁵ Agence régionale de santé

⁶ Office national de l'eau et des milieux aquatiques, dorénavant inclus dans l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB)

- à 1,5 km du point de fuite, soit en amont de la confluence avec le Brivet, un important dispositif préventif est mis en place. Il comprend la pose d'un barrage échouable, complétée de bottes de paille et de boudins absorbants disposés sur le plan d'eau, d'une part, et dans une structure grillagée, d'autre part. Cette dernière est adossée à la structure d'un petit pont routier, où sa fonction est de filtrer les hydrocarbures résiduels en respectant la transparence hydraulique. Un pré-positionnement de moyens de pompage et de stockage, ainsi qu'une veille 24h/24 assurée par les pompiers du SDIS et de la raffinerie, sont également assurés sur ce site.



Dispositif filtrant (paille et absorbants dans structure grillagée) à 1,5 km à l'aval du point de fuite (Source : Cedre)

En complément puis en relais des pompiers du SDIS et de la raffinerie de Donges, le *Fast Oil Spill Team* (FOST, équipe d'intervention du groupe Total) et 2 sociétés spécialisées, *Triadis-services/Séché* et *Le Floch Dépollution*, mandatées par l'exploitant, réalisent les opérations de dépollution -durant presque un mois pour les deux premières et trois mois pour la dernière.

Mobilisés dès le premier jour par la Préfecture de Loire-Atlantique plusieurs agents du Cedre se relaient durant toute la durée des opérations pour assister le SDIS, les services de l'état (ONEMA, DREAL) et les collectivités locales (mairie). Le Cedre apporte son expertise en termes de reconnaissance de la pollution, de recommandations techniques, de suivi de chantier, de prise en compte de la sensibilité environnementale du milieu. Il contribue aussi, *via* des séries de prélèvements et d'analyses d'échantillons d'eau et de sédiments, à évaluer la nature et le devenir du produit (comportement, biodégradabilité/persistance dans l'environnement). La technique d'extraction et de dosage des HAPs par *SBSE* (*Stir Bar Sorptive Extraction*) permet de dresser un état des lieux ponctuel des concentrations en HAPs dans l'eau des étangs et des ruisseaux (50 échantillons d'eau prélevés et traités le jour même dans un laboratoire de terrain avant d'être analysés au Cedre).

Avec les étangs, les jardins et maisons proches de la fuite sont les zones les plus polluées. Au niveau du hameau, il s'avère que les réseaux et gaines techniques ont conduit le polluant en profondeur dans le sol et qu'il s'est accumulé dans les fosses d'assainissement. D'importants travaux de remédiation sont menés (pompage des accumulations, excavation/remplacement des terres polluées dans les jardins, réfection de murs de maisons imprégnés, réfection de la route). Deux maisons restent inoccupées durant plusieurs mois.

Dans les étangs, le confinement naturel du polluant est renforcé, dans le but de protéger le réseau hydrographique en aval :

- dans le premier étang, un talus est édifié au niveau de son déversoir : constitué de sacs de sable et de buses, il permet le confinement du gazole flottant tout en permettant l'écoulement de l'eau en sous-verse ;
- dans le second étang, 4 pompes centrifuges à haut débit sont positionnées sur la digue bordant la berge aval, pour éviter le débordement et l'entraînement de polluant en cas de fort épisode pluvieux. Une équipe d'astreinte 24/24 est mobilisée pour s'assurer que le niveau d'eau reste suffisant, s'agissant également d'éviter l'exondation des berges et leur souillure par des dépôts d'hydrocarbure.

D'emblée, la configuration du domaine privé incluant les étangs et les milieux humides souillés pose une réelle difficulté d'accès, pour la mise en place des chantiers de récupération et l'évacuation du polluant, compte tenu :

- de l'importance des accumulations (plusieurs centimètres sur l'eau dans les aires d'accumulation) ;
- de la fragilité du milieu (sous-bois, berges végétalisées, sols localement peu portants) ;
- de l'absence de chemin carrossable autour des étangs et d'un seul point d'accès au domaine pour les camions ;
- de l'exiguïté de la zone de stockage primaire et de dépôt de matériel, établie en bordure de l'habitation du domaine, à l'arrière (mais proche) des chantiers.

*Ci-contre : Importantes accumulations de biogazole piégées en bordure de berges boisées, difficiles d'accès (**gauche**) ; Ligne flottante pour le refoulement des hydrocarbures collectés depuis le côté aval vers le côté amont du second l'étang (**droite**)*
(Source : Cedre)



Sur le second étang en particulier, le chantier principal d'écumage/pompage est installé à l'extrémité aval où se concentre la pollution flottante : 2 bacs *Fastanks* d'une capacité de 5 m³ y sont disposés mais, distants de 350 m de la zone de stockage primaire, sont inaccessibles aux camions. Afin d'éviter l'impact environnemental de l'ouverture d'un accès, une ligne flottante est réalisée sur place, s'agissant d'une manche fixée sur des flotteurs (plaques de polystyrène) qui, tirée à travers l'étang, permet le transfert du polluant depuis les 2 bacs de la berge aval vers 2 autres bacs situés sur la berge amont, d'où le polluant est enfin refoulé en arrière des chantiers vers les bennes du stockage primaire. Ce dispositif fournit, incidemment, 2 étapes supplémentaires de décantation avant l'évacuation des déchets liquides du site par camions citernes.



Premier étang : confinement par barrages flottants et boudins absorbants ; récupération par écrémeurs mécaniques à déversoirs. Noter les mesures de protection des sols par géotextile.
(Source : Cedre)

Sur l'eau, le confinement du gazole libre est réalisé par la pose de barrages flottants légers, de boudins absorbants et de boudins absorbants à jupe.

Les chantiers de pompage sont établis dans les secteurs où s'accumule le polluant flottant, sous l'effet des vents et de l'écoulement de l'eau –concentration éventuellement favorisée par divers moyens (chalutage à l'aide de petites embarcations, jets d'eau et soufflantes dans les zones peu profondes).

L'écumage est effectué à l'aide de petits récupérateurs mécaniques à déversoir⁷ (*Mini Foilex*, *Desmi Minimax*), associés à des pompes à membranes, d'une part, et oléophiles, d'autre part, à tambours cannelés (*Elastec TDS 118*) ou à disques (*Vikoma Komara 20*) -sélectifs et moins sensibles aux débris végétaux.

Dès la première semaine de son vieillissement en milieu naturel, le biodiesel subi une importante transformation avec séparation de phases, émulsification et formation d'un résidu extrêmement adhérent, qui forme des amalgames. Durant quelques jours, ces derniers entravent le bon fonctionnement des écrémeurs, mécaniques (colmatage des déversoirs) comme oléophiles.



*Secteur d'accumulation naturelle de la pollution libre (digue nord du second étang) : mise en œuvre d'écrémeurs à tambours ou à disques oléophiles (**gauche**) ; désengorgement manuel d'un déversoir (ici, un *Mini Foilex*) colmaté par le biogazole vieilli, plus ou moins amalgamé à des débris végétaux (**centre**) ;* (Source : Cedre)

Globalement, durant la durée des chantiers, le transport et le déplacement des matériels et des intervenants sont délimités et canalisés (passerelles, appontements, balisage des accès). Au niveau des aires de dépôt de matériel, des chantiers et des cheminements, les sols sont protégés pour en éviter (i) le piétinement/poinçonnement excessifs et (ii) la contamination secondaire par des ruissellements/égouttures de polluant (planches, polyane, géotextiles, nattes polyamide

⁷ Sensibles aux débris flottants, classiquement nombreux dans ce type d'environnements (branches, feuilles, etc.) le recours à ces pompes nécessitant l'utilisation de dégrilleurs au niveau des lèvres d'écumage.

tridimensionnelles).

Au niveau des berges et des milieux humides associés aux étangs, les choix des techniques de nettoyage répondent à l'impératif d'éviter de dégrader la végétation et d'enfouir le polluant. A cet effet, des opérations de saturation du sol en eau et de rinçage sont mises en œuvre durant deux mois, afin de déloger le polluant piégé dans les anfractuosités des berges, dans la litière du sol forestier et dans la végétation (boisements, prairie humides, marais à Prêle des rivières).



Rinçage par déluge d'eau (basse pression) de la pollution piégée dans la végétation (prêles)
(Source : Cedre)

La société *Le Floch Dépollution* met en œuvre différents dispositifs à basse pression, réalisés pour l'occasion et adaptés aux conditions de chaque secteur : saturation par l'emploi d'une « clarinette » délivrant un flux basse pression de 100 m³/h ; rampes percées disposées au sol ; jets plats ou jets en déluge de portée variable...

Le rinçage est effectué soit à partir du plan d'eau, depuis de petites embarcations évoluant par des profondeurs de quelques dizaines de centimètres, soit à partir des berges. Le polluant remobilisé est poussé vers les points de récupération (par pompage ou absorbants) sur l'eau libre, au moyen de jets d'eau (jet plat) ou de soufflantes.

Quelques zones souillées nécessitent un grattage manuel et superficiel (dignes des étangs, prairie destinée au pâturage) ainsi que la coupe ponctuelle de certains végétaux souillés et morts.

En parallèle de ces opérations sur les plans d'eau, le nettoyage des fossés et ruisseaux amont est réalisé. Le gazole, qui a emprunté plusieurs centaines de mètres de fossés routiers naturels, s'est accumulé dans les dépressions et piégé dans les débris végétaux.

Les fossés du hameau sont purgés à l'aide de camions à vide puis curés ; hors de celui-ci, les petites accumulations de polluant sont pompées. L'ensemble du linéaire de fossés est jalonné d'absorbants (boudins ou feuilles) et de barrières filtrantes, faites de grillage et d'absorbants en vrac (spaghetti) ou encore de bottes de paille afin de collecter le polluant résiduel remobilisé par les pluies. Dans un deuxième temps la pluviosité s'avérant insuffisante, des opérations de rinçage sont réalisées (charge en eau réalisée par camions citernes).



Succession de dispositifs (absorbant 'spaghetti' et grillage) de captage de la pollution résiduelle, le long d'un fossé routier emprunté par la pollution (préalablement purgé et curé) (Source : Cedre)

A noter également que, sur plusieurs kilomètres en aval jusqu'au Brivet, des dispositifs filtrants/absorbants similaires sont maintenus en place dans le cours d'eau, dont certains au-delà de la période des travaux, comme « sentinelles » permettant de vérifier l'absence de pollution résiduelle en aval des chantiers de nettoyage.

En termes d'impacts, des mortalités sont constatées très tôt, au cours de la phase de pollution aiguë, affectant divers taxons de la faune : des invertébrés benthiques (oligochètes, nématodes...) dans les ruisseaux et, au niveau des étangs, plusieurs espèces piscicoles (1 brochet, une trentaine d'anguilles et une cinquantaine de kilos de petits poissons blancs), ainsi que quelques spécimens d'amphibiens (dont une espèce protégée – Triton palmé *Lissotriton helveticus*), d'oiseaux de zones humides (dont 2 espèces protégées : Martin-pêcheur *Alcedo atthis* et Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*) et de rongeurs.

Concernant la végétation, les parties aériennes des espèces qui avaient déjà poussé sont brûlées au contact du polluant flottant, mais des repousses sont observées quelques semaines plus tard et les mortalités sont très limitées. Plusieurs espèces aquatiques se développent dans les étangs débarrassés des accumulations de polluant au moment de leur période de pousse. Les suivis de contamination des eaux souterraines et superficielles mettent en évidence une contamination des eaux par la fraction dissoute du gazole qui s'atténue à chaque campagne de prélèvements.

A l'issue des travaux de dépollution, le suivi environnemental prescrit par arrêté préfectoral (29 Août 2016) pour une période de 1 an renouvelable, prend le relais des mesures de suivi de la contamination lancées immédiatement après la pollution et qui concernent l'air (composés organiques volatils-COV), les eaux souterraines et superficielles ainsi que les sédiments (BTEX, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques-HAP- et teneurs en hydrocarbures totaux). En complément, un suivi des milieux aquatiques, de la flore et de la faune des milieux rivulaires est lancé. Le suivi des milieux

aquatiques comporte : des expertises hydro-biologiques (physico-chimie des eaux superficielles, études des peuplements de diatomées *via* l'Indice biologique diatomées -IBD) et des macro-invertébrés (Indice biologique global normalisé -IBGN) ; un inventaire des peuplements piscicoles et le dosage des teneurs en HAP dans la chair des poissons. Le suivi des milieux rivulaires concerne la végétation et la flore, les odonates (libellules notamment), les oiseaux et les mammifères semi-aquatiques.

Une Analyse des Risques Sanitaires Résiduels après travaux (ARR) est menée au niveau des maisons et jardins impactés.

Pollution diffuse par suite de crues : les inondations du quart nord-est de la France

Début juin 2016, le cumul de fortes pluies entraîne d'importantes crues et des inondations affectant notamment les régions Centre, Ile de France, Picardie et Bourgogne. Les précipitations causent le débordement d'hydrocarbures, entre autres produits, à partir de nombreuses installations de types très divers : stockages d'huiles -neuves ou usagées, cuves à fioul et autres réservoirs, etc., à partir d'usines, d'entrepôts, de garages, de résidences, etc... Les polluants s'étendent dans de vastes périmètres inondés, incluant le lit de nombreux cours d'eau en crue, ceci en des aires très variées en termes d'aménagements : espaces naturels et urbanisés, privés et publics, et souillant de nombreux bâtiments et infrastructures (habitations individuelles, immeubles...) y compris souterrains (parkings, caves, etc.). Déjà très mobilisés par les opérations de réponse à ces inondations exceptionnelles et la gestion d'urgence des dommages et des risques en découlant –en premier lieu desquels le secours aux personnes, les autorités locales et les Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS) doivent faire face à cette problématique de pollution « diffuse ».

Le Cedre est sollicité et dépêche dès les 5 et 6 juin des agents : en Seine et Marne à la demande du SDIS (sollicitation appuyée par la Préfecture de Melun) ; dans l'Essonne à la demande de la Préfecture ; dans l'Yonne à la demande de la Mairie de Charny Orée de Puisaye. Ces missions vont durer de quelques jours à quelques semaines.

En plus des réunions dans les préfectures et mairies impactées, les sollicitations de terrain des agents du Cedre sont nombreuses.

- **Evaluation de la situation : des sites et des types de pollution variés**

Les premières actions demandées consistent en une assistance à l'évaluation de la situation : dans la commune de l'Yonne, une source principale de pollution est identifiée et des caves inondées avec débordement de cuve à fioul domestique sont aussi signalées ; ailleurs, les sources sont multiples, diffuses et parfois difficiles à localiser. Certains sites ou habitations sont ainsi fermés ou désaffectés, d'autres sont rendus difficiles d'accès du fait même des inondations.

La pollution s'est, en outre, étendue très largement, entraînée par les eaux lors de la crue puis de la décrue. Des survols par hélicoptère permettent de suivre son extension le long des cours d'eau, d'observer les dispositifs de confinement (barrages flottants) déployés et de conseiller des modifications afin d'optimiser le dispositif.

Très vite, ces investigations doivent être précisées via des reconnaissances terrestres, voire nautiques quand les rues sont inondées. De nouvelles préconisations concernant les techniques et moyens de confinement sont diffusées en soutien aux interventions d'urgence, avec notamment des conseils pour la mise en place de barrages de fortune et de dispositifs filtrants, les barrages classiques étant inadaptés à certains sites.

De nombreuses habitations individuelles sont affectées par les hydrocarbures, obligeant à des visites de type « porte à porte » pour y estimer précisément l'ampleur de la pollution et en déduire les recommandations techniques *ad hoc*. Il faut noter que ces reconnaissances, menées conjointement avec des maires et des agents municipaux, des personnels des SDIS ou d'autres services, se sont avérées particulièrement chronophages, s'agissant de propriétés privées où la pollution n'est, en pareil contexte, qu'une des conséquences, parmi d'autres toutes aussi significatives, des inondations. Cette activité va s'étaler sur plusieurs semaines, et mobiliser simultanément jusqu'à 4 agents du Cedre. Au final, plus de 70 sites auront été reconnus en Seine-et-Marne, et plus d'une vingtaine dans l'Essonne et à Charny (89).

En Seine-et-Marne, le Cedre produit une note quotidienne à l'attention du SDIS, du SIDPC et de services de l'Etat rapportant les reconnaissances et constats effectués, et suggère des priorités d'actions pour le lendemain.

Les polluants observés sont le plus souvent des produits blancs, notamment de type gazole ou fioul domestique, et des huiles type huile moteur, éventuellement usagées, bien que de nombreux autres produits présents dans des caves, remises ou des ateliers, s'écoulent aussi, sans qu'il soit toujours

possible d'en préciser ni la nature ni les volumes. Les sites classés Seveso ont quant à eux été protégés et, a priori, n'ont subi ni fuite ni dommage significatif.

Une autre urgence est le pompage de grands volumes d'eau contaminée dans des sites restant inondés (caves, parkings souterrains). Le Cedre assiste le SDIS 77 dans la conception et la confection de systèmes de filtration de fortune (poubelles percées en partie basse et remplies d'absorbants en vrac), qui permettent d'évacuer l'eau de ces sites et de la rejeter dans le milieu naturel. Des fiches techniques sont aussi produites par le Cedre et diffusées.

Des interrogations d'ordre sanitaire surgissent rapidement. Dès le 8 juin, une note rédigée à l'attention du grand public conjointement par l'Agence Régionale de Santé (ARS) d'Ile de France, la Préfecture de Seine-et-Marne, le SDIS 77 et le Cedre indique la conduite à tenir en cas d'intervention dans les propriétés et caves inondées et polluées.

Le Cedre participe également à la définition d'un plan de prélèvement, géré par l'Unité Départementale de Seine-et-Marne (UD 77) de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE), de manière à caractériser les principales typologies de pollution observées :

- Sols très fortement pollués (zones avec présence de polluant encore remobilisable) ;
- Talus souillés ;
- Sols présentant des traces visibles de pollution ;
- Sols ne présentant pas de traces visibles de pollution mais situés dans une propriété où des hydrocarbures ont été signalés lors de l'inondation ;
- Sols d'une zone très récemment exondée avec traces d'hydrocarbures sur l'eau jouxtant encore cette zone ;
- Sol d'une zone ayant été inondée mais réputée non polluée (« blanc 1 ») ;
- Sol d'une zone non inondée (« blanc 2 »).

• **Pollution par hydrocarbures : actions et recommandations**

Lorsque la configuration des sites le permet, plus précisément lorsque leur confinement permet l'accumulation des hydrocarbures flottants sur des épaisseurs suffisantes, ceux-ci sont récupérés par des moyens de pompage, éventuellement associés à des têtes d'écumage. Cependant, dans les secteurs « ouverts », le fort étalement du produit à la surface de l'eau ne permet qu'un recours à des produits absorbants. Des boudins sont également déployés en « sentinelles », ou près de points de résurgence de pollution, voire en mode de protection de certains sites... Ainsi, très vite, la quantité d'absorbants nécessaires, leur pose, leur surveillance, leur renouvellement et leur traitement une fois souillés devient une problématique en soi. Elle s'ajoute à celle du stockage et du traitement des nombreux macro-déchets, pollués ou non, générés par les inondations. Des aires de stockage sont improvisées dans les communes, parfois dans des conditions très contraintes en pareil contexte très perturbé, dans certains cas par exemple sans protection du sol, créant un risque de contamination secondaire.

Concernant la pollution déposée lors du retrait des eaux, le Cedre est interrogé sur les techniques de nettoyage à mettre en œuvre dans les maisons et jardins, les équipements à utiliser et les sociétés privées à mobiliser. Ces préconisations seront utilisées pour procéder au nettoyage, mais également comme document justificatif à présenter aux assureurs des victimes. Certaines des questions posées ne relèvent pas des compétences du Cedre, amenant ce dernier à orienter les demandeurs vers le BRGM (pour les sondages et échantillonnages dans les terres polluées) et l'ARS (pour les questions sanitaires).

Les préoccupations concernent notamment :

- les techniques et moyens de nettoyage des murs et ouvrages, en fonction du matériau de base et du revêtement (peinture, crépi, ...) ;
- le nettoyage des objets, mobiliers, arbres d'ornement ou fruitiers pollués ;
- la possibilité de consommer ou non les fruits et légumes issus des jardins (en 2016 et les années suivantes), l'opportunité de laisser des enfants jouer dans les jardins, la possibilité d'allumer un barbecue, etc. ;
- la salubrité des sous-sols souillés par les hydrocarbures ;
- la gestion des déchets souillés.

Dans les limites de son champ d'expertise concernant ces préoccupations, le Cedre rédige une note de constat et de préconisations pour chaque site visité. De plus, le Cedre produit une note de cadrage général, à l'origine à l'attention de la préfecture de l'Essonne pour les mairies, et qui sera rapidement généralisée aux autres départements.

Cette note comprend :

- des conseils et éléments de vocabulaire à l'usage des autorités, expliquant l'historique de la pollution, le comportement des produits impliqués et leurs impacts sur les sols et la végétation ;
- des recommandations pour le traitement des jardins et des déchets végétaux souillés, en fonction de la typologie du site (pelouse, arbres, potager...) et de l'ampleur de la pollution ;
- des recommandations pour le traitement des caves contaminées.

Les techniques recommandées pour les jardins sont proches de celles mises en œuvre lors des « chantiers botaniques » mis en place dans les zones végétalisées naturelles contaminées par des hydrocarbures : fauche, coupe sélective, grattage, voire décapage de quelques cm de sols. Concernant le nettoyage de surfaces dures, l'accent est mis sur l'impérieuse nécessité de confiner, récupérer et traiter les effluents de lavage.

Le Cedre met fin à sa mission de terrain à la fin du mois de juin, mais continue à appuyer, depuis Brest, le BRGM et les autorités, notamment en affinant les premières préconisations données et en réalisant une cartographie des visites effectuées. Parmi les leçons et questionnements qu'a tirés le Cedre de cette intervention particulière, on retiendra l'intérêt de reconnaissances effectuées conjointement avec le SDIS ou des représentants de collectivités. Ceci a, en l'occurrence, permis de faciliter l'accès des intervenants du Cedre aux différents sites souillés, élément indispensable à une bonne appréhension des problématiques et à la préconisation de techniques adaptées.

• Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde

Submersion et dérive d'une pollution par produits lourds dans un fleuve (barge MM46, Mississippi, USA)

Le 21 janvier 2016, sur le fleuve Mississippi, la barge pétrolière *MM-46* (de la société *Magnolia Marine Transport*), faisant partie d'un convoi de 6 barges attelées au pousseur *Amy Francis*, entrait en collision avec la structure du pont de Natchez-Vidalia, à proximité de Natchez (Etat du Mississippi, Etats-Unis). Sous l'effet du choc, 2 citernes de la barge sont fissurées et laissent échapper leur contenu de *slurry oil*, résidus lourds d'hydrocarbures dont 3 800 m³ environ sont présents à bord.

Rapidement, la réponse à cet accident et à la pollution qui en est issue est gérée par un commandement unifié (*Unified Command, UC*) coordonné par la garde côtière (U.S. Coast Guard, USCG) et réunissant entre autres des représentants du *Mississippi Department of Environmental Quality* (DEQ), du *Louisiana DEQ*, et de la partie responsable (*Magnolia Marine*) et de ses contractants. Priorité est donnée aux préparatifs pour l'allègement de la barge, dont la cargaison restant dans les citernes est transférée vers 2 autres barges 2 jours après l'accident.

A ce stade, les premiers sondages laissent craindre un volume manquant de presque 290 m³ (76 000 gallons), revu ultérieurement à 95 m³ environ (24 600 gallons). L'expertise et les modèles numériques de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) sont sollicités par l'*UC* pour des éclaircissements quant au devenir et à l'impact potentiel du polluant sur les ressources à risques. D'une densité relative supérieure à celle de l'eau, (d'autant plus en eau douce), le produit s'écoule de fait sans former de nappes flottantes visibles. Des sonars à balayage latéral et multifaisceaux sont mobilisés pour tenter de localiser la pollution, submergée ou coulée, mais en vain : aucune accumulation conséquente n'est détectable à proximité de la barge (Cf. infra, § **Retours d'expérience**).

Selon la NOAA, ce constat inattendu est à mettre au crédit du débit élevé et du régime turbulent des eaux du fleuve à cette période, conditions qui auraient contribué au coulage, à l'enfouissement et au fractionnement du polluant lourd en éléments de plus ou moins grandes dimensions en partie entraînés et disséminés vers l'aval.



23/01/16 : Operations d'allègement de la barge citerne MM-46 (par pompage/tranfert vers barge à couple) (source : USCG)

Pollutions par pipelines

Pollutions en série dans le bassin amazonien à partir d'un oléoduc (pipeline *Norperuano*, Pérou)

Le 25 janvier 2016, suite à un glissement de terrain à proximité de Villa Hermosa dans la Province amazonienne de Bagua (région Amazonas) au Pérou, l'oléoduc *Norperuano* opéré par la compagnie d'état *Petroperú* laissait fuir (au km 441)⁸ un volume de pétrole brut estimé par l'opérateur à environ 320 m³, affectant les rivières Inayo et Chiriaco, affluents du fleuve Marañon. Peu détaillée dans nos sources d'information, l'intervention a connu un certain délai de mise en œuvre (3 jours selon diverses sources de presse), s'inscrivant dans un contexte de difficulté d'accès aux berges ainsi que de fortes pluies qui, en entraînant de forts débits et le débordement des cours d'eau affectés, ont pénalisé l'efficacité des dispositifs de confinement (barrages flottants). La fuite a été réparée le 28 janvier, soit 3 jours après l'incident.

Le 4 février, une autre section de ce pipeline, cette fois au km 206 dans la province de Dátem del Marañón, a été à l'origine d'une fuite de 200 à 500 m³ (selon les sources de presse) de brut affectant à nouveau le bassin du Marañon, en lien suspecté avec un acte de sabotage. Cet événement a motivé l'instauration d'un état d'urgence sanitaire de 90 jours, touchant des districts distribués sur deux régions (Amazonas et Loreto). La survenance d'impacts environnementaux n'a, à notre connaissance, pas non plus été détaillée : on en retiendra qu'une organisation représentant plusieurs communautés indigènes du Haut-Marañón a indiqué que "la faune a été grandement affectée par cette pollution, laissant de nombreux poissons morts dans les rivières", et que les Ministères péruviens de l'Environnement et de la Santé ont jugé utile de réaliser des analyses de la qualité de l'eau et du sol à différents endroits des affluents du Morona et du Marañón (régions d'Amazonas et Loreto).



Vue de la section fuyarde du *Norperuano* Pipeline (Source: OEFA)



Chantiers de ramassage manuel (Source: OEFA)

Bien que non suivie d'une remise en service du pipeline, la réparation de cette brèche a été réalisée une semaine après l'accident, tandis que des chantiers de ramassage manuel impliquant des volontaires rémunérés étaient mis en œuvre ; à cette échéance, 90 % de la pollution auraient été récupérés selon les autorités (sans plus de détails).

Une 3^{ème} rupture est survenue courant juin 2016, plus en amont sur la ligne mais toujours dans la Province de Dátem del Marañón (Région de Loreto), avec un déversement de l'ordre de 90 m³ durant des tests de pompage, l'opérateur assurant que la section de la ligne n'était alors pas remise en service. La quantité ayant contaminé les cours d'eau à cette occasion n'est pas explicitée dans nos sources d'informations –aucun n'aurait d'ailleurs été atteint selon *Petroperu* (dont le président devait démissionner suite à cet incident).

Globalement, l'Agence du Ministère de l'Environnement *Environmental Evaluation and Oversight Office of Peru (OEFA)* a estimé à plus d'un millier de m³ le volume de pétrole déversé suite aux 7 incidents survenus en 2016 sur cette ligne (pour des raisons diverses : défaut de maintenance, vandalisme, vétusté...). En octobre 2016, les responsables de la compagnie prévoient une remise en service du pipeline « 4 à 5 mois après la fin des réparations » –soit au terme d'une interruption de plus d'1 an (remontant à février 2016), délai nécessaire au remplacement, imposé par l'OEFA, des éléments défectueux. L'Agence a également prononcé une amende de plus de 3M€ à l'encontre de *Petroperu* pour « manquements répétés et systématiques à ses obligations environnementales ».

⁸ La conduite, âgée d'une quarantaine d'années environ, achemine le pétrole extrait de puits dans le bassin amazonien sur une distance d'environ 1 100 kilomètres, à travers la forêt puis les Andes péruviennes, jusqu'au terminal de Bayovar, sur la côte pacifique.

Fuite de brut lourd et pollution en rivière (pipeline *Husky Energy 16TAN*, Canada)

Le 21 juillet 2016 à 220 km de Maidstone (Province canadienne du Saskatchewan), une fuite sur un pipeline *16TAN* (40 cm de diamètre) opéré par *Husky Energy*, en lien avec un glissement de terrain, a causé le déversement de 200 à 250 m³ d'un pétrole brut lourd soufré (*HLU Blended LLB Heavy Crude Oil*)⁹ dont environ 40 % (soit de l'ordre d'une centaine de m³) ont atteint le cours de la rivière Saskatchewan-Nord.

La réponse a été mise en œuvre par l'opérateur et des sociétés mandatées, sous supervision des agences de la Province et fédérales concernées, au sein d'un centre de commande unifiant notamment *Husky Energy*, le Ministère de l'Environnement (*MoE*) du Saskatchewan, et *Environnement et Changement climatique Canada (ECCC*, soutien en matière d'expertise scientifique). Cette structure a été désactivée à la mi-septembre 2016, l'industriel assurant la poursuite de la réponse *via* sa propre cellule de crise –laquelle sera démobilisée au mois d'octobre.

A la suite des actions de maîtrise de la fuite et de sécurisation de la conduite (fermeture des vannes, isolement de la section fuyarde, dépressurisation), la réponse a prioritairement été orientée vers l'évaluation du risque sanitaire posé par le déversement, en particulier du fait que plusieurs municipalités dépendent d'usines de potabilité dont les prises d'eau sont situées en aval sur la rivière.

Un suivi de la contamination du milieu aquatique a donc été initié immédiatement, d'abord par la *Water Security Agency (WSA)* du Saskatchewan et très rapidement relayé par une société mandatée par l'industriel (bien que la *WSA* maintienne, en parallèle, un suivi en plusieurs sites pour en confronter les résultats avec ceux de la partie responsable)¹⁰. Il s'agissait d'évaluer en urgence la nécessité et la durée (i) des restrictions d'usages (récréationnels, agricoles...) de l'eau de la rivière pour les riverains, et (ii) de la fermeture des prises d'eau d'usines de traitement en aval. Ces restrictions ont touché, *grosso modo*, 3 municipalités, où les usages ont été ré-autorisés entre le courant août (pour Prince Albert et Melfort) et le tout début septembre (North Battleford). La *WSA* a indiqué le 16 septembre que les niveaux de contamination permettaient la reprise, sans risque, de l'activité des usines de traitement d'eau. Dans l'intervalle, diverses mesures ont permis de maintenir l'alimentation en eau potable de plus de 60 000 habitants (conduites aériennes, en provenance d'autres municipalités/bassins versants ; fourniture d'eau embouteillée ; incitation à réduire la consommation au strict nécessaire...).

En termes d'opérations antipollution en rivière, les premières actions ont visé à limiter l'extension de la pollution vers l'aval, *via* la pose de barrages flottants. Mais, leur tenue et leur efficacité ont été pénalisées par la force des courants (défavorable aussi à la navigation) ; dès lors, l'essentiel de la réponse s'est déroulée au niveau des berges avec en premier lieu la réalisation de reconnaissances de la pollution, *via* le déploiement de plusieurs équipes d'experts formés à la procédure standard *SCAT (Shoreline Cleanup Assessment Technique)*, en préalable à la définition des chantiers de ramassage. On notera à cet égard que 2 équipes canines¹¹ (*K9SCAT*) ont été incluses dans ces reconnaissances, s'agissant d'une première dans un contexte post-accidentel : jusqu'à lors testée sur des pollutions anciennes, l'apport de cette technique s'est ici trouvé confirmé (gain de temps et fiabilité pour la détection d'accumulations localisées).

Dix jours après l'accident, le Gouvernement de la Province estimait à 38 km le linéaire de rives souillé, des irisations ayant en revanche été constatées sur l'eau jusqu'à 450 km en aval du point de rejet. Fin 2016, le Gouvernement du Saskatchewan indiquait que 800 km de rives ont été investigués selon la procédure *SCAT*.

Les opérations de nettoyage ont, dans un premier temps, consisté en (i) une collecte des poches de pétrole libre (par écrémage/pompage ou à l'aide d'absorbants) localement accumulées en bordure de rives et au ramassage des plus importants arrivages sur berges potentiellement remobilisables (incluant le retrait de la végétation souillée), avant (ii) une phase de nettoyage fin visant à l'atteinte de critères d'arrêt fixés en concertation entre l'opérateur et les agences publiques.

Entre 130 et 140 km de rives ont fait l'objet de chantiers de nettoyage. Deux mois environ après le déversement, le volume récupéré était estimé à plus de 200 m³, soit 90 % de celui échappé du pipeline.

Des actions de reconnaissance sont prévues en 2017, du fait de la remobilisation, en août 2016,

⁹ Il s'agit d'un mélange entre un brut conventionnel et un condensat, incorrectement présenté dans diverses sources d'information comme un bitume dilué (*dilbit*), jusqu'à ce qu'un communiqué de *Husky Energy* en précise la nature exacte une semaine après l'incident.

¹⁰ A la fin de l'année 2016, ces suivis totalisaient plus de 5 000 échantillons d'eau et plus d'un millier d'échantillons de sédiments.

¹¹ Service conjointement proposé par les sociétés américaines *Owens Coastal Consultants* et *K2 Solutions, Inc.* (Cf. <http://www.k9scat.com/>) ; Voir aussi à ce sujet la LTEI n°24.

d'une partie du polluant lors d'un épisode de crue.

A cet effet, *Husky* a présenté un plan d'action au *MoE* qui a démarré en mai 2017, incluant la reconduction de reconnaissances *SCAT* (avec 4 équipes canines), l'estimation du risque environnemental et, si nécessaire, la mise en œuvre localement d'opérations de nettoyage :

- les reconnaissances de 2017 ont, en partie, été orientées à la lumière des données 2016 concernant la pollution des fonds sédimentaires, analysées à cet égard par un groupe d'experts dédié à la problématique de traitement des pollutions submergées (*Submerged and Sunken Oil Working Group*). En 2017, 21 segments ont été traités, sur les 61 investigués ;
- Les reconnaissances de signes éventuels d'impact environnemental, en mai 2017, n'auraient pas permis d'identifier de risque significatif à cette échéance. Rappelons qu'à court-terme (mi-août 2016), ces impacts s'étaient avérés modérés, avec le constat d'un peu moins d'une centaine de spécimens de faune souillée (espèces non précisées, s'agissant pour 1/3 d'oiseaux d'eau, pour la moitié de poissons, plus une quinzaine environ de mammifères).

En février 2017, soit avant d'engager ces actions complémentaires, l'opérateur indiquait que ses dépenses pour la réponse à cette pollution se montaient à 107 millions de dollars.

Importante fuite d'essence en site reculé (pipeline *Colonial Line 1*, Alabama, USA)

Le 9 septembre 2016 en Alabama (USA), une fuite sur l'un des principaux pipelines enterrés d'essence des Etats-Unis, opéré par la compagnie *Colonial* et reliant les raffineries texanes aux dépôts du nord du New Jersey, causait un déversement estimé entre 950 et 1 300 m³ d'essence. La majorité du volume s'est écoulée sur les sols, pour ruisseler et se trouver confinée dans un étang artificiel, ancien bassin de rétention d'effluents miniers, situé à 150 m du point de fuite où se concentreront par conséquent les opérations de dépollution.

Ces dernières ont essentiellement consisté en mesures de protection (pose de barrages, flottants et absorbants, etc.) et de récupération des nappes flottantes (par des écrémeurs associés aux moyens de pompage). Un second étang et 2 rivières situés en aval (*Peel Creek* et *Cahaba river*) n'ont pas été impactés¹².

En urgence, les services de pompiers locaux ont établi un périmètre d'exclusion autour du site du déversement, et un *Unified Command* est édifié, coordonné par l'*USEPA* (*Environmental Protection Agency*, autorité fédérale)¹³ au niveau d'un poste de commandement (*Incident Command Post*) établi à Hoover (Alabama) et auquel se joignent les autorités locales (*Shelby County Emergency Management, SCEM*), de l'état (*Alabama Department of Environmental Management, ADEM*) et les représentants de la partie responsable (opérateur du pipeline et ses contractants).

En résultat du confinement naturel procuré par le bassin artificiel, l'accumulation du polluant, léger et riche en composés volatils, a nécessité la rapide mise en place d'un suivi de la contamination atmosphérique, par une société mandatée par *Colonial*, pour contrôler les risques (explosivité et toxicité) vis-à-vis des intervenants.

De fait, la mise en œuvre des opérations de lutte dans les étangs a été quasiment empêchée les 2 premiers jours, et fortement limitée au cours des suivants en raison de concentrations importantes en Composés Organiques Volatils (COVs) au niveau des accumulations d'essence. Toutefois, aucune évacuation de populations n'a été nécessaire, le site de l'incident étant distant de plus de 3 km de la plus proche résidence habitée. D'un point de vue de la santé publique également, le *SCEM* a indiqué très tôt qu'aucun risque d'atteinte de sources d'eau potable n'était identifié du fait de la localisation de la pollution. L'Administration fédérale de l'aviation (FAA) a déclaré l'interdiction temporaire des survols à moins de 2 500 pieds dans un rayon de 5 km au-dessus du site de l'accident. Au niveau des chantiers, les intervenants ont été équipés de protections *ad hoc* (EPI ATEX, protections respiratoires lorsque nécessaire, etc.) et un plan de sécurité et d'évacuation du site, en cas d'explosion ou d'incendie, a été défini par l'opérateur et validé par l'*UC*.



18/09/2016 : vue du bassin artificiel pollué (à droite), 9 jours après l'accident. Le 2^{ème} bassin (à gauche) est indemne de pollution (Source : USEPA).

¹² Noter que, si des irisations ont été rapportées dans le second bassin en aval, leur examen en a conclu à la nature biogène –phénomène relativement courant dans les milieux dulçaquicoles semi fermés, en lien avec l'activité bactérienne de dégradation de la matière organique.

¹³ Des représentants de l'*US Coast Guard Gulf Strike Team* apportent également leur expertise à l'*UC*.

Au niveau de l'étang pollué, de manière analogue à la situation rencontrée lors de la pollution en France au mois d'avril (Cf. p.2) : l'un des enjeux de la réponse a été de maîtriser l'extension du polluant, *via* des mesures de confinement efficace, tout en prévenant les risques, en cas de précipitations, de montée du niveau de l'eau et d'un débordement vers l'aval.



Gauche : secteurs de fortes accumulations d'essence dans le bassin pollué, d'apparence orangée ; **Droite** : construction de talus busés au niveau d'un déversoir naturel d'étang (Source : USEPA)

Cela a été effectué notamment par l'édification, à l'exutoire des zones de rétention naturelle, de talus avec dispositifs d'écoulement en sous verse (buses).

En résumé, parmi les principales entraves à la mise en œuvre initiale de la réponse, on retiendra :

- la médiocrité des accès, en lien avec le caractère éloigné, boisé, et peu desservi par le réseau routier du site ; cette problématique a ici été aggravée par l'interdiction d'opérer dans tout ou partie du secteur pollué tant qu'un risque explosif et/ou toxique y subsistait ;
- les difficultés de dimensionnement et de fourniture des moyens de stockage primaire des déchets liquides collectés. Plusieurs raisons à cela :
 - o l'estimation du volume en présence dans le milieu a été progressive. Initialement difficile pour l'opérateur, du fait de l'indisponibilité d'informations *via* le système de détection de fuites, elle a évolué sur la base de constats et mesures de terrain (tels que l'étendue et l'épaisseur des nappes, par exemple)¹⁴, avant que des données plus fiables ne viennent la renforcer et l'affiner ;
 - o avant d'être interrompues (en raison des niveaux de benzène et des relevés explosimétriques), de brèves opérations préliminaires de pompage ont conduit, le jour même de l'accident, à la collecte d'entre 60 et 70 m³ de déchet liquide. Considéré à l'aune de l'étendue et de la profondeur des étangs (et, rappelons-le, en l'absence à ce stade de données précises quant au volume réellement déversé), ce résultat a immédiatement amené la question de la gestion des volumes, pressentis comme conséquents, en termes de mobilisation de capacités suffisantes de stockage ainsi que d'évacuation des déchets dans ce secteur reculé.

Au cours des premiers jours de la réponse, *Colonial* a ainsi consacré de nombreuses actions à l'aménagement du site, pour y améliorer et sécuriser les opérations de lutte : des chemins d'accès ont été créés pour permettre l'approche de véhicules relativement lourds ; des dispositifs de récupération des vapeurs ont été mobilisés pour réduire les émissions de COVs à proximité du pipeline (notons par ailleurs qu'au niveau de la fuite, les opérations d'excavation des sols sont réalisées avec un épandage préalable de mousses limitant les émissions de vapeurs) ; une aire de décontamination des véhicules a également été installée pour limiter les phénomènes de pollution secondaire.

Au niveau des chantiers d'écrouissage/pompage sur l'eau, les déchets liquides étaient collectés dans des bacs démontables d'où ils étaient transférés, au moyen de camions à vide, vers des aires de stockage intermédiaires, constituées en arrière des chantiers à l'aide de conteneurs de type *Frac Tanks*¹⁵ permettant le stockage et la décantation sur site de volumes



Gauche : chantiers de confinement/ récupération d'accumulations d'essence contre les berges ; **Droite** : aire de stockage des déchets liquides en « Frac Tanks », en arrière chantiers (Source : USEPA)

¹⁴ Le premier jour post-accident, l'épaisseur mesurée d'essence sur le plan d'eau a atteint entre 8 et 8,5 cm. A t-éjour, au niveau de 2 principaux secteurs de pompage, les épaisseurs mesurées seront respectivement de 0,25 cm et de près de 4 cm.

¹⁵ Couramment utilisés pour diverses applications dans l'industrie pétrolière.

importants d'effluents.

La phase de ramassage grossier est arrivée à conclusion vers le 26 septembre, soit un peu plus de 2 semaines après l'accident. A ce stade, les opérations qui ont mobilisé jusqu'à plus de 700 intervenants affichaient un bilan de collecte sur l'étang d'environ 330 m³ d'hydrocarbure (volume décanté). Selon les estimations de l'opérateur indiquées dans les rapports de situation (Sitreps publiés par l'USEPA), de l'ordre d'1 millier de m³ de l'essence déversée (soit la majorité de la pollution) se serait évaporée durant ce laps de temps¹⁶.

Au-delà de cette phase, des opérations de nettoyage fin ont été menées sur le plan d'eau, avec notamment des opérations de rinçage des berges et de récupération de la pollution résiduelle sur le plan d'eau, sans parler de la poursuite des travaux de décontamination des sols au niveau de l'oléoduc (40 tonnes de terres contaminées étaient excavées, à la date du 26 septembre).

On notera que la fermeture du pipeline a entraîné des craintes d'approvisionnement en essence dans 6 états¹⁷. A cet égard, des travaux de contournement (*bypass*) de la section endommagée ont été décidés et ont permis la remise en service de la ligne 12 jours après l'accident. En termes d'impacts environnementaux visibles, le bilan affiché au terme des 15 premiers jours en laisse présager une faible ampleur, mentionnant l'atteinte (individus morts ou souillés, cela n'est pas précisé) de 7 mammifères¹⁸, de 4 tortues et de 2 oiseaux d'eau (canard et aigrette).

Pour en savoir plus :

https://response.epa.gov/site/site_profile.aspx?site_id=11818

Fuites d'eaux chargées dans des cours d'eau reculés (Dakota du Nord, Etats-Unis)

Le 5 décembre 2016 à proximité de Belfield (Dakota du Nord, Etats-Unis), une fuite était détectée sur une ligne de transmission (Ø 15 cm) au sein d'une installation pétrolière opérée par *Belle Fourche Pipeline*, entraînant la pollution d'un cours d'eau (Ash Coulee Creek, affluent de la Little Missouri River) par environ 490 m³ d'eaux chargées en hydrocarbures.

La fuite (d'un volume total estimé à près de 670 m³) n'a été découverte que plusieurs jours après sa survenance, du fait de la panne du dispositif (non précisé) de détection. La part du volume déversé ayant gagné le cours d'eau y est restée confinée naturellement, affectant plus de 7 km de berges mais sans atteindre les rivières en aval selon l'opérateur.

Les actions de nettoyage ont inclus de la récupération par pompage des hydrocarbures flottants, après rinçage des berges, et quelques opérations de brûlage contrôlé (*in situ burning*). Quinze jours après la notification de l'accident, la compagnie pétrolière indiquait avoir récupéré environ 300 m³ d'hydrocarbure dans l'Ash Coulee Creek.

Un second déversement, d'environ 48 m³ d'eaux chargées en hydrocarbures, s'est produit 7 semaines plus tard (fin janvier 2017) à moins de 5 km, affectant le cours d'eau Frank Creek (autre affluent de la Little Missouri River) où la pollution est restée confinée grâce à une digue édifée en urgence. Les opérations de lutte (pompage par camions à vide, notamment) y ont été réalisées par les intervenants (plus de 130) déjà mobilisés sur l'Ash Coulee Creek.

En mars 2017, le Département de la Santé de l'état du Dakota du Nord a annoncé que le volume de la fuite identifiée en décembre pourrait être 3 fois supérieur à celui communiqué suite à sa notification (530 000 gallons au lieu de 176 000 gallons, soit 2 000 m³ au lieu d'environ 670), le considérant comme potentiellement « l'un des plus importants déversements de l'histoire du Dakota du Nord », bien qu'aucun impact sur la faune n'ait été constaté. L'autorité sanitaire indiquait également la probabilité que cette fuite ait été causée par un mouvement de terrain. Dans ce contexte, le 24 mars 2017, l'Agence fédérale en charge de la réglementation en matière de transports de substances dangereuses par pipelines (*Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, PHMSA*) imposait à l'opérateur de déterrer la section défaillante pour des analyses complémentaires de la conduite et du terrain, et évaluer la vulnérabilité des pipes dans ce secteur.



10/12/2016: Déversement d'hydrocarbure naturellement confiné sur le cours d'eau Ash Coulee Creek (Source : North Dakota Department of Health)

¹⁶ La moitié environ de ce volume, soit de l'ordre de 500 m³, dans les 4 premiers jours si l'on en juge par les mises à jour des Sitreps.

¹⁷ Alabama, Géorgie, Carolines du Nord et du Sud, Tennessee et Virginie, dont les gouverneurs respectifs ont provisoirement levé les restrictions horaires concernant le transport d'hydrocarbures par camions afin de limiter les pénuries au niveau des stations-services.

¹⁸ 1 lapin, 2 rats laveurs, 1 renard, 1 coyote, 1 loutre et 1 tatou.

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

Nafrage d'une barge chargée d'engrais azotés liquides (Fleuve Mississippi, USA)

Le 25 janvier 2016, une barge chimiquière chargée de plus de 3 900 m³ d'engrais azotés liquides, une solution d'urée et d'ammonitrate, prenait de la gîte et sombrait (pour une cause non explicitée dans nos sources d'information) dans le fleuve Mississippi, non loin de la municipalité de Valewood (Mississippi). Notifiée de l'accident, la garde côtière (*USCG*) a pris en charge la coordination de la réponse, notamment et en premier lieu vis-à-vis du risque de déversement du contenu des citernes dans l'eau. La mise en œuvre de capteurs acoustiques (sonar à balayage latéral) s'est, d'emblée, avérée nécessaire pour évaluer les possibilités d'intervention sur l'épave : il a ainsi été constaté que cette dernière gisait retournée dans le lit du cours d'eau, par conséquent peu accessible, par environ 25 m de fond. Cette position, conjuguée à la pression de l'eau, a conduit les intervenants à estimer très probable la fuite à court-terme de l'intégralité de l'engrais liquide dans l'eau, hypothèse au sujet de laquelle la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* a été sollicitée par l'*USCG* pour estimer le devenir d'un tel rejet et le risque d'impact associé. En lien avec la densité relative du produit et sa forte solubilité, il était attendu que le fertilisant s'écoule dans les couches profondes de la masse d'eau pour rapidement s'y dissoudre : un scénario n'offrant guère de possibilités de maîtrise de la pollution (confinement, récupération, etc.) au-delà, comme c'est souvent dans le cas de produits chimiques solubles, d'un suivi de sa concentration (et d'une vérification de sa dilution) dans le milieu aquatique.

A notre connaissance, et malgré son volume, aucun impact lié à ce déversement n'a été constaté, probablement en résultat d'une dilution importante de la forme dissoute dans ce fleuve. En effet, on rappellera que si ces engrais azotés peuvent induire localement des effets toxiques sur la faune, des efflorescences algales, et/ou des déplétions en oxygène dissout (du fait du processus de nitrification par les bactéries), leur survenance suppose le maintien de fortes concentrations et, implicitement, un certain confinement du milieu affecté (ex : environnements peu profonds, semi-fermés/abrités).

Pollution par de la mélasse et impacts en rivière (rivière Magdalena, Chalchuapa, Salvador)

Le 5 mai 2016, au Salvador, environ 3 400 m³ de mélasse¹⁹ se sont déversés à partir d'une usine sucrière à proximité de Chalchuapa (Département de Santa Ana), atteignant la rivière Magdalena, un affluent du fleuve Paz (marquant la frontière entre le Guatemala et le Salvador). Selon le Ministère de l'Environnement du Salvador (*Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN*), qui a coordonné la gestion de crise, l'incident serait survenu après que des employés aient tenté de faire baisser la température anormalement élevée (de l'ordre de 200°C) de la mélasse alors en cours de production, en ajoutant à cette dernière de l'eau additivée en produits chimiques (produits de nature non précisée dans nos sources d'information). S'en serait suivie une réaction ayant, finalement, abouti au déversement de la mélasse chaude -et fluide- qui a débordé des cuves, puis de la zone de confinement pour s'écouler, hors du site, dans la proche rivière Magdalena.

Un riverain a été grièvement brûlé par la mélasse brûlante et, toujours selon le *MARN*, cette pollution aurait entraîné des mortalités piscicoles sur au moins 5 km, moins en résultat d'une toxicité directe que de la déplétion en oxygène dissout causée par cet apport massif de matière organique dans l'environnement aquatique (établie *via* des analyses de l'eau diligentées par le *MARN*). En termes de santé publique, la présence d'additifs chimiques dans la substance déversée a motivé les autorités à recommander aux riverains de ne pas utiliser, temporairement, l'eau de la rivière.

Bien que documenté par le *MARN* *via* quelques photographies et vidéos postées sur divers supports en ligne (*Twitter*, chaîne [Youtube](#),...), peu d'informations sur cet accident ont été communiquées concernant les actions de lutte antipollution : *a minima*, diverses photos laissent supposer que des techniques manuelles (ramassage, écopage...) ont été mises en œuvre pour récupérer une partie du produit, visqueux une fois refroidi. Une douzaine de jours après le déversement, le Ministère indiquait que 95 % du volume déversé était récupéré, et le retour à la normale de la qualité physico-chimique de l'eau.

¹⁹ Liquide sirupeux issu du raffinage du sucre de canne, la mélasse est généralement valorisée dans divers processus industriels (ex : biocarburants, alcools, alimentation animale...).



Gauche et Centre : couverture du lit de la rivière Paz par la mélasse (source : MARN) ; **Droite** : Récupération manuelle d'accumulations de mélasse en bordures de berges (Source : J. Henriquez / <http://ecoviva.org>)

A signaler qu'un second déversement de mélasse, dont l'ampleur et les circonstances ne nous sont pas connues, s'est déroulé quelques jours plus tard (1^{er} juin) à partir d'un dépôt de mélasse dans le nord du pays, où il aurait contaminé la rivière Las Cañas.

Ces incidents se sont inscrits dans un contexte où l'industrie sucrière salvadorienne fait déjà l'objet de critiques diverses (ex : consommation élevée de l'eau des nappes phréatiques ; pollution des sols par épandage de phytosanitaires ; pollution de l'air et appauvrissement des sols par les pratiques de brûlis...) et, à la suite du déversement du 5 mai, plusieurs riverains ont manifesté leurs inquiétudes quant aux impacts potentiellement infligés, à terme, à l'écosystème dulçaquicole sur lequel repose une partie de la subsistance (pêche et alimentation en eau potable) de 450 familles. Selon les estimations du MARN, un grand nombre d'espèces de poissons (commerciales pour certaines, en danger pour d'autres) ont été affectées, les mortalités atteignant 100% dans les 12 premiers km en aval du point de déversement dans la Magdalena.

Le gouvernement du Salvador, qui avait déclaré l'état d'urgence suite à l'incident, a engagé des poursuites contre l'industriel. Celles-ci ont abouti fin novembre 2016 à la décision de justice, par l'*Environmental Court of San Salvador*, de réclamer à la partie responsable le versement de près de 1,4M€ en vue de mesures de restauration du site affecté, en plus d'environ 12 k€ pour rembourser les frais de nettoyage engagés par l'état suite à la pollution.

• Anciens accidents

Stockages de cendres de charbon : les suites de la pollution de la Dan River (2014, USA)

Le 2 février 2014 à Eden (Caroline du Nord, USA), la rupture d'un drain pluvial vétuste passant sous un bassin de stockage²⁰ de cendres thermiques, dans une ancienne centrale énergétique de la compagnie *Duke Energy*, avait causé le déversement d'environ 39 000 tonnes de boues chargées en résidus de brûlage du charbon (*coal ash*, incluant des métaux lourds) dans la Dan River (Cf. LTEI n°22). L'accident avait nécessité, durant 6 mois, des opérations de nettoyage réalisées par l'industriel sous la direction de l'*U.S. Environmental Protection Agency* (USEPA), s'agissant essentiellement de dragages localisés de dépôts et d'accumulations de cendres le long des berges et dans le lit de la rivière.

Début 2016, les autorités de l'état de Caroline du Nord chargées de la réglementation en matière environnementale (*Department of Environmental Quality, NC DEQ*) infligeaient à l'opérateur une amende de 6,6 MUS\$ (environ 5,6 M€), après que celui-ci ait admis avoir violé les lois fédérales concernant la pollution de l'eau. En outre, la compagnie a accepté le versement de 102 MUS\$ (env. 86 M€) d'amendes et dédommagements, selon le NC DEQ, une somme à laquelle pourrait s'ajouter des amendes suite à des plaintes au civil.

Mais on retiendra, au-delà de ces amendes, que la pollution de la Dan River a motivé la Caroline du Nord à enjoindre l'industriel de mettre fin à sa pratique –apparemment constatée en de nombreux sites de l'état (où l'industrie du charbon est particulièrement développée)- de stockage de cendres thermiques dans des bassins sans revêtement (*unlined pits*) d'ici à 2029, dans la lignée au demeurant d'une évolution récente (2015) de la réglementation fédérale qui, sous les auspices de l'USEPA, vise à promouvoir la réhabilitation de ce type de dépôts de cendres sur l'ensemble du territoire des USA.

Dans ce contexte, c'est en juin 2017 que, en réponse à des poursuites engagées 3 mois plus tôt à leur encontre par *Duke Energy Corp.*, une trentaine de compagnies d'assurance réfutaient l'obligation

²⁰ Alternative nord-américaine aux « crassiers » rencontrés en Europe.

de couvrir les coûts du nettoyage de stockages de cendres de charbon (d'un montant de plusieurs milliards de dollars) imposées à l'opérateur dans les 2 Carolines, estimant que celui-ci avait sciemment négligé, durant des années, la mise en œuvre de mesures de prévention de pollution à partir desdits sites, malgré la connaissance des risques pour l'environnement aquatique. En effet, si le producteur d'électricité estime devoir percevoir le remboursement des montants associés à la gestion de dommages matériels « *causés par un événement* » de pollution distinct, les assurances, elles, établissent le distinguo entre ce cas de figure et les pratiques de l'opérateur (ici, de stockage dans des fosses non revêtues), qu'elles estiment « habituelles » et que, dès lors, « *tout dommage* » peut être considéré comme « *causé intentionnellement* ». Un litige qui, selon les négociations entre les deux parties, pourrait déboucher sur l'engagement d'une procédure judiciaire à la mi-2019.

• Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2016

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2016 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'événements, les volumes déversés ne sont pas connus ou n'ont pas été 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 2016, 30 accidents suivis de pollutions significatives (≥ 10 t.) ont été identifiés en eaux intérieures, soit une valeur inférieure au nombre médian exprimé pour la période 2004-2015 (38), ceci sur la base de données annuelles collectées de façon analogue, ou à ceux calculés par périodes de 4 ans²¹. Deux-mille-seize apparaît donc comme une année durant laquelle le nombre d'accidents significatifs identifiés par le Cedre s'est avéré inférieur au cas de figure identifié antérieurement, un résultat esquissant potentiellement une tendance à la baisse qui reste à confirmer.

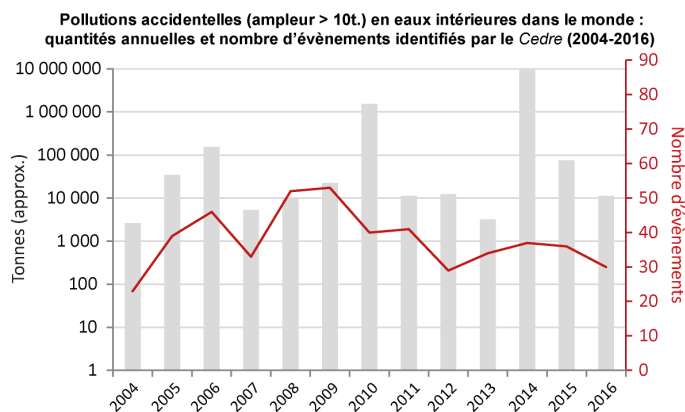


Figure 1

Ce nombre d'événements correspond à une quantité cumulée d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses déversées d'environ 11 300 tonnes (Fig. 1), estimation inférieure à la médiane annuelle exprimée sur la période 2004-2015 (environ 17 350 tonnes).

Le volume médian des déversements estimé sur l'année montre que les déversements accidentels de 2016 sont distribués de part et d'autre d'une valeur comprise entre 90 et 100 tonnes. Une douzaine de déversements a impliqué des volumes atteignant la centaine de tonnes, trois d'entre eux ayant dépassé le millier de tonnes.

Comme pour la plupart des années précédentes, mais de façon particulièrement marquée en 2016, les **pipelines** représentent la source la plus fréquente (50 %) des pollutions significatives d'eaux intérieures portées à notre connaissance (fig.2), loin devant les **installations industrielles terrestres** totalisant 13 % des cas (distribués entre les **usines chimiques/pétrochimiques**, pour moitié, puis les **centrales énergétiques** et les **usines sidérurgiques** pour une autre moitié).

²¹ (médianes de 38, 36 et 47, respectivement pour les périodes 2004-2007, 2008-2011 et 2012-2015)

Les navires divers ont été à l'origine d'environ 10 % des événements, en lien avec des accidents de **barges citernes** (7 %) et de **navires de services** (4 %), soit une fréquence équivalente à celle des transports terrestres -**camions citernes** et **wagons citernes** impliqués dans 7 et 3 % des événements, respectivement (fig. 2).

Les autres types de sources identifiées en 2016 (**usines, PME** diverses) n'ont été impliquées qu'à une fréquence de moins de 5 % dans les événements significatifs de l'année. Dans 7 % des cas environ les sources des déversements sont liées à des **installations terrestres non précisées** (fig. 2).

L'incertitude liée au caractère lacunaire des données identifiées pénalise l'établissement des contributions relatives des divers types de sources au bilan de 2016, dont certaines sont, à l'évidence, sous-estimées (fig. 3).

Avec la réserve qu'impose ce constat, on notera néanmoins la contribution des **barges citernes**, de 35 % (4 000 t. environ) en majorité liée au cas du naufrage d'une barge dans le fleuve Mississippi et la perte de sa cargaison d'engrais liquides.

La seconde contribution visible est celle des **pipelines terrestres**, dont la contribution se monte à environ 33 % du bilan, s'expliquant par la fréquence élevée d'incidents sur ces structures (Cf. plus haut), suivis la plupart du temps de déversements supérieurs à la centaine de tonnes, voire au millier de tonnes (cas du déversement de près de 1 200 m³ d'essence à partir du pipeline *Colonial* aux Etats-Unis en septembre, responsable à lui seul de presque 1/3 de cette contribution).

Bien que peu fréquemment impliquée, la catégorie **usine /divers** représente environ 30 % du bilan, une contribution à mettre en lien avec un événement singulier, mais de grande ampleur, survenu dans une usine sucrière au Salvador au mois de mai (déversement de plus de 3 000 tonnes de mélasse ; Cf. supra).

Les autres sources identifiées ont contribué de façon négligeable (à hauteur de moins de 1 %), ou inconnue, au total estimé en 2016 (fig. 3).

Fréquence des déversements accidentels par type de source en 2016

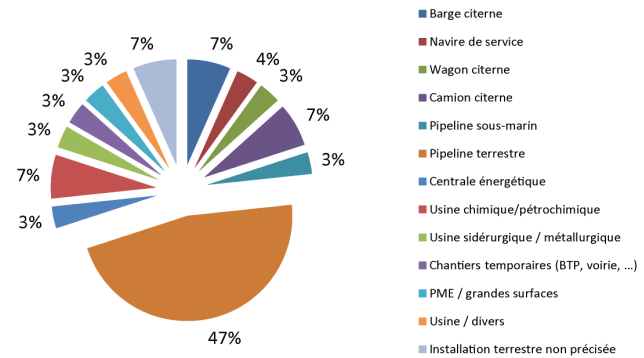


Figure 2

Quantités déversées connues (tonnes) par type de source en 2016

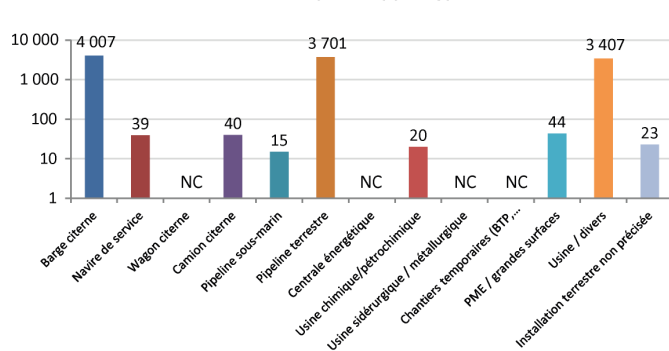


Figure 3

Types de produits déversés

Malgré l'indisponibilité de chiffres pour certaines catégories de polluant, la plus forte contribution au bilan 2016 apparaît celle des hydrocarbures, lesquels totalisent *a minima* près de 4 000 tonnes de produits pétroliers déversés, soit une contribution totale (et elle aussi sous-estimée) au bilan annuel de 35 % environ (fig. 4). Parmi ces produits pétroliers on distinguera :

- les raffinés, en l'occurrence les **raffinés légers** (produits blancs de type gazole, essence) y sont les plus représentés (15 % du bilan environ), en lien avec 7 déversements dont celui d'essence, survenu aux Etats-Unis à partir d'un pipeline, pèse au 2/3 dans cette contribution ;
- vient en seconde position la part des **pétroles bruts** (le plus souvent de densité non précisée) dont les quantités connues totalisent environ 1 220 tonnes, soit environ 11 % du bilan global. Cette contribution est, sur la base des données portées à notre connaissance, largement attribuable aux déversements survenus au Pérou à partir de pipelines (Cf. supra) ;
- les **biocarburants** sont représentés à hauteur de 4 % dans le bilan total (et de 10 % dans la catégorie hydrocarbures), une contribution en lien avec un accident significatif : celui du pipeline Donges-Vern sur Seiche survenu au printemps 2016 en Loire-Atlantique.

La contribution identifiée des produits chimiques au bilan de 2016 est d'environ 35 %, relativement proche de celle estimée pour les hydrocarbures dans leur ensemble. Cette contribution est quasi-entièrement représentée par la catégorie des **engrais minéraux liquides**, en lien avec un déversement unique de plus de 3 900 m³ d'urée et d'ammonitrate suite au naufrage d'une barge au fond du fleuve Mississippi en janvier 2016 (Cf. supra).

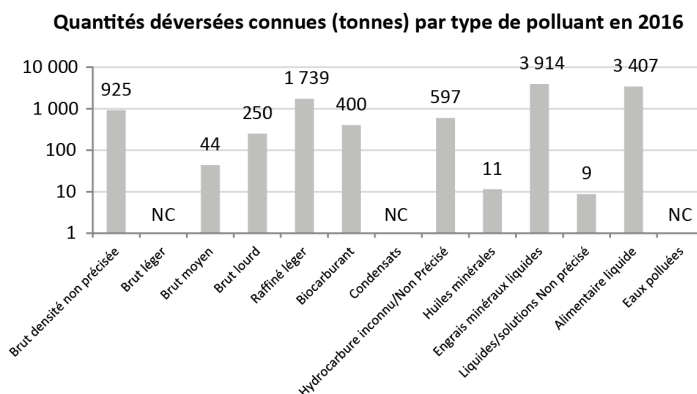


Figure 4

Enfin, la catégorie des matières organiques a également significativement contribué au bilan total, dont elle représente environ 30 %, en lien avec un déversement de l'ordre de 3 400 tonnes de produit **alimentaire liquide** (en l'occurrence de mélasse, à partir d'une usine sucrière) dans une rivière du Salvador (Cf. supra) (fig. 4).

Evènements

Les évènements les plus fréquemment rapportés en 2016 ont correspondu à la survenance de **trous, brèches ou ruptures** sur diverses structures (environ 70 % du total ; Fig. 5) :

- La plupart (54 %) des évènements de cette catégorie a correspondu à des **pertes d'étanchéité**, le plus souvent (dans 11 cas sur 13) à partir de pipelines terrestres. En termes de quantités déversées, ces évènements cumulés ont constitué la 3^{ème} plus importante contribution au bilan annuel recensé, à hauteur d'un peu plus d'un quart (avec plus de 3 000 tonnes, soit environ 27 %) (fig. 6). Il s'est agi d'évènements généralement significatifs, avec des pollutions dont l'ampleur en 2016 a été d'environ 200 tonnes (valeur médiane) ;
- Les **renversements** (chavirages de navires et –pour la plupart en 2016- déraillements de citernes ferroviaires ou routières) représentent 17 % de cette catégorie d'évènements (13 % de la totalité ; fig. 5). Distribuées, en 2016, autour d'une médiane de 20 tonnes, les quantités déversées suite à ces évènements, modestes, n'ont cependant que faiblement contribué au bilan global (moins de 1 % ; fig. 6) ;
- Troisième type d'évènements identifié en termes de fréquence (10 % environ de l'ensemble des cas ; fig. 5), les **ruptures de structures/déstructurations** n'ont pas, elles non plus, contribué de manière significative au bilan de l'année 2016.

Fréquence des déversements accidentels par type d'évènement en 2016

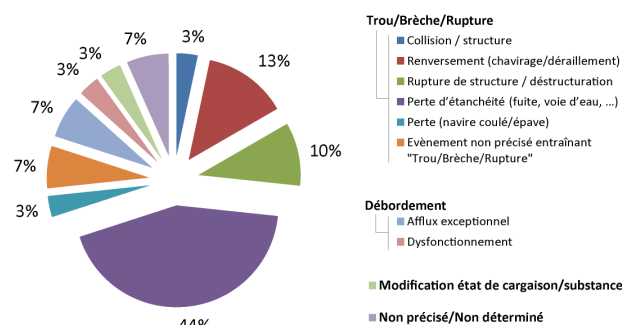


Figure 5

Quantités connues (tonnes) déversées par type d'évènement en 2016

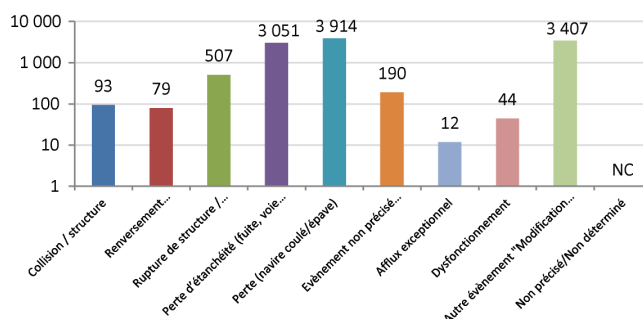


Figure 6

Cette contribution est largement assignable à la rupture accidentelle, par une trancheuse, de la conduite acheminant des produits raffinés entre la raffinerie de Donges et le dépôt de Vern-sur-Seiche (déversement de l'ordre de 400 m³ ; Cf. supra), les autres évènements de cette catégorie

- ayant générés des déversements inférieurs à la centaine de m³ ;
- Peu fréquentes (3 % des cas environ ; fig. 5), les **pertes de navires** n'en ont pas moins significativement contribué (à plus de 33 %) au bilan déversé, en conséquence du naufrage de la barge chimiquière qui, en janvier, a sombré dans le fleuve Mississippi avec sa cargaison d'engrais (Cf. supra).

Enfin, hormis les pollutions par **débordements (afflux exceptionnels et dysfonctionnements)**, totalisant 10 % des cas mais peu contributrices au bilan 2016 car de faibles ampleurs, les fréquences des autres catégories d'évènements n'ont pas dépassé 3 % (fig. 5). Parmi celles-ci, on soulignera néanmoins l'importante part du bilan (environ 30 %) représentée par la catégorie **modification de l'état de la cargaison/substance**, en lien avec le volume déversé dans un cours d'eau suite à l'incident survenu dans une usine sucrière salvadorienne (Cf. supra).

Causes

L'analyse de la distribution de fréquence des causes montre que ces dernières sont **inconnues ou non précisées** dans la majorité (presque 60 %) des cas recensés (fig. 7). Cette catégorie est en outre, et de très loin, la plus grande contributrice au bilan déversé, dont elle représente 88 % (fig.8). Nous sont en effet inconnues les causes de plusieurs déversements de grande ampleur de 2016, dont certains ont, par exemple, conduit à des déversements de plus de 1 000, voire 3 000 tonnes (ex : naufrage de la barge *MM501* ; accident au sein de l'usine *Magdalena Sugar Mill*, fuite du pipeline d'essence *Colonial*... Cf. supra). Etablir avec certitude les principales causes des accidents s'avère par conséquent une tâche difficile, et l'analyse suivante est à considérer avec prudence.

Parmi les causes identifiées, on notera la prévalence, en 2016, des **causes naturelles** (impliquées dans environ 20 % des évènements) :

- elles sont, pour les deux tiers, liées à des phénomènes **d'inondations/précipitations**, qui n'ont en général entraîné que des déversements d'ampleurs relativement faibles (ordre de grandeur d'une à quelques dizaines de m³). Le plus significatif s'est avéré être celui d'un pipeline en Pennsylvanie (USA), fuyard après son déchaussement par des crues, suite à d'intenses précipitations, qui représente plus de 80 % de la contribution modeste de cette cause (environ 240 tonnes) au bilan global (fig. 8) ;
- malgré une fréquence moindre (7 %), les **glissements de terrain** ont plus fortement contribué au bilan (environ 570 tonnes), essentiellement en causant 2 ruptures de pipelines et des déversements de l'ordre de 200 et 300 tonnes, respectivement en janvier au Pérou et en juillet au Canada²².

Les **avaries techniques d'installations** sont à l'origine d'environ 13 % des évènements recensés (fig. 7). On en retiendra que les plus fréquentes (10 %) ont correspondu à une **défectuosité/vétusté** d'éléments divers (d'installation terrestres et de pipelines en 2016), une cause qui n'a cependant contribué qu'à faible hauteur au volume annuel (fig. 8).

Enfin, malgré une faible fréquence (3%), les **interventions externes**, en l'occurrence liées à des

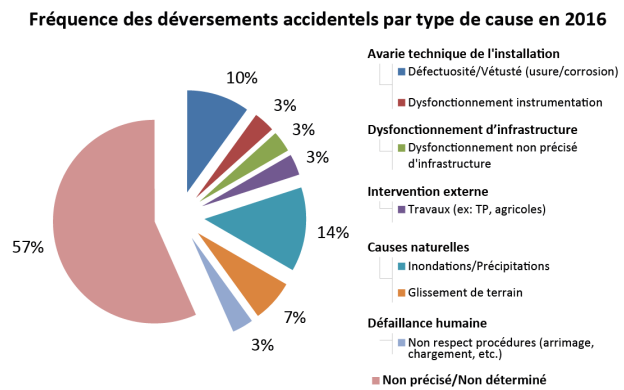


Figure 7

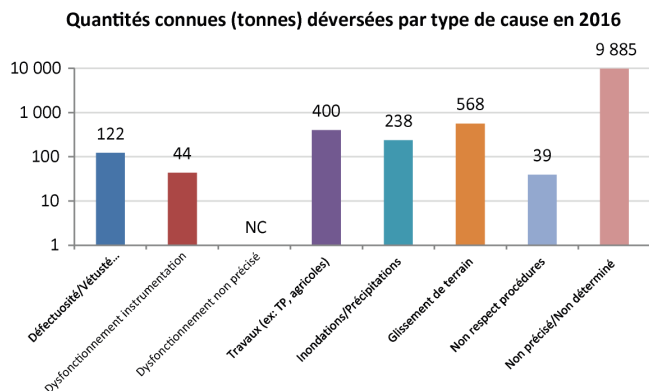


Figure 8

²² Accidents du *Norperuano pipeline* (Petropérou) en Province amazonienne de Bagua (Pérou), et d'un pipeline opéré par *Husky Energy* dans la province du Saskatchewan (Canada).

travaux, ont participé à hauteur de 400 tonnes au bilan annuel : il s'agit de l'endommagement du pipeline Donges-Vern s/Seiche, et du déversement consécutif de biogazole, survenu en France en avril 2016.

• Statistiques

BARPI : inventaire des accidents technologiques 2016

Recueillant depuis 1992 les informations sur les accidents technologiques portés à sa connaissance (rapports des services de secours ou de contrôle, presse...), le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) a récemment publié son analyse annuelle (*L'Inventaire des accidents technologiques*) des événements survenus en France en 2016 au niveau : des installations classées, des ouvrages hydrauliques, des structures de transport de matières dangereuses et ainsi que de transport et d'utilisation du gaz. En 2016 on retiendra ici les points suivants :

- 1 455 accidents technologiques ont été identifiés par le BARPI dans ce périmètre, dont 66 % impliquant des installations classées :
 - o selon la classification adoptée par le BARPI, l'analyse des phénomènes associés à ces accidents place aux 3 premiers rangs les « incendies », les « rejets de matières dangereuses », et les « explosions ». Les « rejets de matières dangereuses » affichent une fréquence de l'ordre de 40 % (une occurrence proche de celle estimée en 2015 selon les mêmes modalités) ;
 - o ces rejets de matières dangereuses sont distribués en divers domaines d'activité dont on retiendra, parmi ceux en ayant généré le plus grand nombre, ceux du « Traitement des déchets », de l'« Industrie chimique et pharmaceutique », de l'« Industrie agroalimentaire », de la « Métallurgie et produits métalliques », et du « Transport et entreposage » (classification BARPI), loin devant la catégorie « Cokéfaction et raffinage » par exemple ;
- Le nombre d'incidents technologiques en installations classées liés à des aléas d'origine climatique a connu un pic en 2016, avec 85 événements dont :
 - o plus d'une trentaine d'inondations d'usines ou de stockages entre le 29 mai et le 15 juin ;
 - o plus d'une vingtaine d'événements liés aux périodes de fortes chaleurs ;
 - o 5 accidents liés à la foudre, et 1 feu de forêt (à l'origine de 8 événements dans des sites industriels du Sud de la France au mois d'août) ;
- L'analyse de fréquence des différentes catégories de conséquences par le BARPI montre une relative stabilité d'une année sur l'autre, celles-ci s'avérant économiques dans plus de 70 % des cas (dommages matériels et pertes d'exploitation), environnementales dans 30 % des cas -les pollutions des eaux (superficielles et/ou souterraines) étant recensées dans environ 10 % des cas.

Le document propose ainsi, pour les autres catégories de structures (transport de matières dangereuses, etc.) et dans le cadre de la spécialité du BARPI, une lecture de l'accidentologie complémentaire de celle réalisée selon l'angle du *Cedre* pour ses propres besoins (Cf. supra).

Pour en savoir plus :

https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2017/09/2017803_BARPI-Inventaire2017-Web.pdf?utm_source=Sendinblue&utm_medium=email&utm_campaign=Inventaire&utm_term=sept-oct&utm_content=LettreInfo48

Canada : hausse des risques liés au transport de pétroles bruts

Au deuxième semestre 2016, *Statistique Canada* (*StatCan*, agence du gouvernement fédéral canadien) a rendues publiques les conclusions d'une analyse statistique de données accidentelles suggérant (i) une tendance à l'augmentation du nombre d'événements impliquant les structures de transport de produits pétroliers au Canada, et (ii) la prévalence des hydrocarbures au sein des incidents impliquant des marchandises dangereuses.

Du fait des gisements de sables bitumineux de l'Alberta - parmi les plus importants au monde, la problématique des pollutions par pétroles bruts non conventionnels est plus particulièrement évoquée dans cette analyse. Par camion, par bateau, par rail ou par pipeline, la quantité de pétrole transportée au Canada ne cesse d'augmenter, de même que le nombre d'accidents impliquant des bruts (en dépit d'un fléchissement observé en 2008 en raison de la crise économique mondiale).

Après avoir connu un pic de 283 accidents en 2013, le nombre d'accidents impliquant des pétroles bruts dépasse celui impliquant d'autres types de marchandises dangereuses.

Concernant les sources de pollutions survenant lors du transport, *StatCan* estime à 55 accidents la moyenne annuelle des accidents ayant impliqué des pipelines entre 2005 et 2014, accidents suivis, dans 84 % des cas, d'un déversement d'hydrocarbure dont le volume moyen estimé par l'agence est de 36 m³ (une estimation relativisée par le manque d'information sur le volume déversé dans 70 % des cas, la loi rendant obligatoires les rapports de quantités déversées n'étant entrée en vigueur qu'en juillet 2014). Le fret ferroviaire, avec 780 déraillements annuels en moyenne entre 2005 et 2014, dont environ 31 % impliquant des marchandises dangereuses, engendrerait entre 2 et 7 déversements de produits par an.

Plus largement, *StatCan* produit une analyse de ces résultats dans le contexte actuel de croissance de la production canadienne de pétrole brut, et de l'évolution des modalités de son acheminement vers les installations pétrolières (raffineries, dépôts, etc.) et vers le marché d'exportation : nouveaux tronçons de pipelines, conversions de certaines canalisations, débit accru, triplement du transport ferroviaire entre 2005 et 2014, autant d'éléments permettant d'éclairer la hausse des risques liés au transport du pétrole au Canada.

Pour en savoir plus :

<http://www.statcan.gc.ca/pub/16-002-x/2016002/article/14629-fra.htm>

<http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/160712/dq160712a-fra.htm>

• Confinement

Déversements lors d'opérations de transfert : barrage *Vikoseal*

Le fabricant britannique *Vikoma* a mis sur le marché un système de confinement et de protection dénommé *Vikoseal*, conçu pour permettre la mise en place sur l'eau d'un périmètre de sécurité étanche entre des navires, ou entre des navires et des quais. L'application première en est la sécurisation d'opérations de chargement/déchargement de cargaison, de soutage -à quai ou en mer, etc.

Il s'agit, *grosso modo*, d'une association de 3 sections de barrage flottant qui forme, une fois déployée, un *H* dont les 2 barres latérales viennent s'appuyer sur les parois des structures entre lesquelles se fait le tranfert (*i.e.* navire-navire ou navire-quai), étanchéifiant la poche de confinement formée par la section transversale, qui joue également le rôle d'écarteur.

Le fabricant annonce une bonne résistance -nécessaire dans les conditions de mise en œuvre du dispositif- à l'abrasion et aux contraintes mécaniques (traction, compression, notamment) grâce au recours à un néoprène vulcanisé. Le tirant d'eau de ce barrage est d'environ 10 cm.

Le *Vikoseal* est décliné en 2 largeurs, d'environ 3 m et 4,5 m de large. Au-delà de son application préventive, évoquée ci-avant, le fabricant indique que ce produit peut, dans le contexte d'une réponse à une situation d'urgence, servir de dispositif écarteur vis-à-vis de barrages conventionnels déployés notamment autour d'un navire échoué et fuyard (permettant le « dégagement » d'une aire de récupération/écrémage des produits flottants).

Dans un cas comme dans l'autre (risque de rejets opérationnels ou accidentels), la rapidité de déploiement de ce dispositif est soulignée par *Vikoma*, qui y voit un intérêt certain dans la mesure où, survenant en zones littorales -le plus souvent sensibles, l'efficacité du confinement, prioritaire, est souvent un enjeu déterminant dans la réponse.

Pour en savoir plus :

https://www.vikoma.com/Oil_Spill_Solutions/Booms/VikoSeal.html



Vue du *Vikoseal* déployé entre un navire et un quai (Source : <https://www.vikoma.com/>)

Macro-déchets, algues : la barrière *Elastec Beach-Bouncer*

Le fabricant *Elastec* a récemment mis sur le marché un nouveau modèle de barrière, le *Beach Bouncer*, initialement développé pour la protection de plages des arrivages de macroalgues du genre *Sargassum*, relativement invasives et à l'origine d'échouages massifs dans la région Caraïbe

où, ponctuellement du Mexique à la Floride, ils en sont arrivés à pénaliser l'activité touristique.

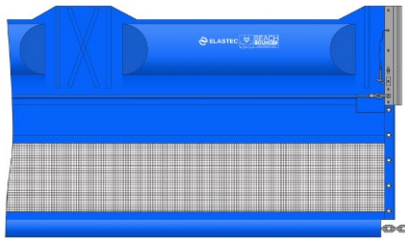


Schéma des éléments constitutifs de la barrière Beach Bouncer (source : <https://www.elastec.com>)

Dans cette optique, le *Beach Bouncer* a été conçu comme barrage vis-à-vis de débris flottants, et son utilisation pour le confinement (ou la déflexion) de macro-déchets est dès lors une possibilité, à l'instar d'autres modèles proposés par le fabricant tels que notamment le *Brute Boom*²³.

Il est constitué de flotteurs de type permanent (pains de mousse cylindriques ; Ø 30 cm) logés dans un textile en PVC, d'un câble en acier longitudinal assurant la reprise de tension et, en dessous d'un filet (90 cm de hauteur) de mailles d'ouverture de 3 mm environ. Ce filet est lesté d'une chaîne en acier galvanisé qui, courant sur son bord inférieur, en assure le maintien dans un plan vertical.

Les tronçons unitaires de barrage mesurent 30 m, sont associables *via* des connexions standard ASTM, et sont dotés de points d'ancrage distants de 7,5 m environ.

Pour en savoir plus :

<https://www.elastec.com/products/floating-boom-barriers/invasive-aquatic-plant/beach-bouncer/>

• Mesure et suivi des hydrocarbures

Bouée évolutive et modulable SWARM pour la surveillance de la qualité de cours d'eau

En 2016 ont été installées les premières bouées fixes SWARM conçues par VEOLIA Endetec.

Cette bouée est constituée, outre d'un système d'ancrage, de 4 modules principaux associés au flotteur :

- Module énergie comprenant une batterie et un système de récupération d'énergie, permettant à la bouée d'être autonome en énergie ;
- Module de communication sans fil (GSM, GPRS) pour l'envoi des données sur un serveur distant ;
- Module de mesures avec une carte-mère électronique pouvant gérer jusqu'à 6 sondes multi-paramètres ainsi que les modules de communication et d'énergie ;
- Des sondes multi-paramètres qui réalisent les mesures de paramètres environnementaux et de qualité d'eau : ensoleillement, vitesse du vent, profondeur, vitesse de l'eau, turbidité, matière organique, température de l'eau, oxygène dissous, conductivité. A ce jour, seuls 3 des 6 emplacements de sondes sont occupés, permettant ainsi d'envisager l'installation de nouvelles sondes pour suivre d'autres paramètres.

Ces bouées transmettent les valeurs des paramètres mesurés sur un portail web sécurisé que peuvent consulter les bénéficiaires. Selon les besoins, la dégradation d'un ou plusieurs paramètres de qualité de l'eau peut générer une alerte automatique par mel ou SMS, la prise d'un échantillon, la fermeture d'une vanne... Plus d'informations sur le matériel et les services proposés sur www.homeridersystems



Bouée installée sur rivière



Schéma de la bouée (Source : Veolia)

• Retours d'expérience

²³ [Barrage flottant permanent avec filet renforcé en acier.](#)

Détection de fiouls submergés : adaptation des techniques en fonction des courants (USA)

A la suite de 2 cas d'accidents récents ayant impliqué la submersion d'hydrocarbures lourds déversés dans le fleuve Mississippi, la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) a publié un article rappelant les contraintes et limites des techniques (entre autres) d'évaluation de pollutions coulées selon les conditions de courant en rivières, et les bénéfices de l'improvisation technique.

Ces pollutions ont toutes 2 impliqués des résidus d'hydrocarbures lourds (*slurry oil*) suite aux collisions, respectivement, entre la barge citerne *Apex 3508* et un remorqueur (septembre 2015, état du Kentucky ; Cf. LTEI n° 25), et de la barge poussée *MM46* contre la structure d'un pont à proximité de Natchez (janvier 2016, état du Mississippi ; Cf. supra).

Si, dans les 2 cas, la submersion de l'hydrocarbure -plus dense que l'eau- était attendue, l'incertitude de l'*USCG* (*US Coast Guard*, coordinateur de la réponse) demeurait en termes de localisation *in fine* du pétrole coulé, ainsi que de ses comportements et devenir (ex : coulage de l'ensemble de la nappe d'origine, fragmentation/dissémination sous l'effet des courants, enfouissement, etc.) dans les conditions de débit, d'étiage dans le premier cas et élevé dans le second, du fleuve.

Dans le cas de l'accident de la barge *Apex 3508* :

- la localisation et la cartographie des accumulations d'hydrocarbures coulés a été possible en imagerie acoustique grâce à la mise en œuvre d'un sondeur à balayage latéral, d'une part, et de sondeurs multifaisceaux (permettant d'acquérir simultanément des données quant à la profondeur et à la nature du fond), d'autre part ;
- dès lors cartographiées, les accumulations de *slurry oil* a été récupérées mécaniquement au moyen d'une drague à benne ;

Au moment de l'accident de la barge *MM36* en revanche, le niveau des eaux du Mississippi était caractéristiquement haut (fin d'hiver), débordant d'un lit où les courants atteignaient 8 à 13 nœuds (15 à 25 km/h environ) pour un débit de plus de 50 000 m³/seconde :

- au niveau du lit du fleuve, non loin du site de la collision, les sondeurs latéraux et multifaisceaux se sont, dans ces conditions, avérés moins utiles pour cartographier le polluant coulé que pour identifier de très intenses et rapides déplacements sédimentaires, sous forme de dunes de sable hydrauliques d'une dizaine de mètres de hauteur et progressant à la vitesse de 5 m/heure... un constat qui a conduit à y juger peu probable le succès de tentatives de récupération du pétrole ;
- au niveau de la berge, alors inondée et de moins fort courant où la barge fuyarde a été amarrée, la présence de nombreux objets immergés (structures, troncs d'arbres, etc., sans parler de la barge elle-même) ne permettaient pas la détection de l'hydrocarbure submergé par techniques acoustiques. Celle-ci a été réalisée *via* un dispositif à façon, improvisé à partir de longs tubes rigides aux extrémités emmaillottées d'absorbants (baptisé « *cotton swab* » du fait de son aspect de 'coton-tige' géant ; Cf. photo ci-contre), utilisés, pour 'sonder' à travers débris et végétation, les sols submergés autour de la barge.



Outil « low-tech » et efficace pour la détection de pétrole coulé (Source : NOAA)

Ouragans de 2005 aux USA et brûlage *in situ* : restauration à long-terme de marais

Il y a plus de 10 ans, en août et septembre 2005, les passages successifs des ouragans *Katrina* et *Rita* causaient des dégâts importants au niveau de très nombreuses infrastructures pétrolières de Louisiane (Etats-Unis) engendrant de multiples déversements d'hydrocarbures dans les eaux superficielles, intérieures à côtières, de cet état du Golfe du Mexique (Cf. LTML n°11).

Parmi ces destructions, celle du toit d'un stockage au sein du terminal pétrolier *Chevron Pipe Line Company* sis à Buras (Louisiane), l'un des plus grands au monde, avait causé le déversement de pétrole brut dans un marais adjacent sensible écologiquement. Or, la végétation de cet écosystème s'est avérée agir comme un piège à hydrocarbures, lesquels -en raison de possibilités d'intervention très limitées- persistaient en quantité significative sur une vingtaine d'hectares. C'est dans ce contexte que, un mois après la pollution, une cellule d'expertise constituée de représentants de la NOAA et de *Chevron*²⁴ préconisait le nettoyage de l'aire impactée par la technique de brûlage contrôlé en milieu naturel (*in situ burning*, ou *ISB*).

Cette recommandation était argumentée par (i) l'éloignement et la faible accessibilité du site aux

²⁴ Et aussi de l'*USCG* et d'agences publiques pour la faune sauvage (locales et fédérales : *Louisiana DWF, USF&WS*)

moyens humains et logistiques, (ii) l'absence de faune sauvage 'normale' du fait des conditions post-ouragans et (iii) la présence de canaux de drainage sur 3 bords du marais agissant comme barrières anti-feu.

La NOAA mentionne divers types de difficultés rencontrées à l'époque en termes d'acceptation de l'ISB :

- une pratique de la technique moins répandue en marais (malgré l'antériorité de publications et d'études scientifiques) qu'en eau libre (où elle était mieux documentée, en ces temps pré-Macondo déjà) ;
- la perception/image *a priori* négative d'un brûlage au sortir d'une catastrophe naturelle ;
- le points de vue, selon divers opérationnels sur la base de leur expérience, selon lequel le polluant était trop vieilli à ce stade pour être brûlé efficacement. Sur ce point, la réalisation de tests sur des échantillons a conduit à suggérer un bon potentiel de brûlage du brut, en résultat selon la NOAA de l'épaisseur des accumulations et de l'abri fourni par la végétation vis-à-vis des processus influant sur l'évolution des caractères physico-chimiques du brut (hydrodynamisme, photo-oxydation, ...).

Approuvé par l'*Unified Command*, l'ISB a été réalisé sur 2 jours, 1 mois et demi après la pollution, avec des brûlages de durées de 3 heures et de 4,5 heures respectivement, ayant mené selon la NOAA à l'élimination de 90 % du brut. Les signes de repousse de la végétation après ISB ont été observés très rapidement, visibles dès quelques jours à quelques semaines plus tard selon les espèces.



Octobre 2005 : repousse de la végétation quelques jours après les opérations de brûlage contrôlé.



Vues comparées du marais pollué suite aux dommages infligés au stockage Chevron par les ouragans de 2005 : immédiatement après le brûlage (*gauche*) et 10 ans plus tard (*droite*) (Source photos : NOAA)

Sous réserve d'une mise en œuvre dans des délais relativement courts et de la vérification de quelques données environnementales²⁵, le processus de restauration (dont l'amorce a été décrite en 2006, puis en 2007, objet de publications ; Cf. ci-après) semble être confirmé à plus long terme, suggérant la bonne résilience de l'écosystème « marais » à l'ISB, méthode ici estimée efficace pour le retrait des hydrocarbures en site reculé.

Pour en savoir plus :

<https://usresponserestoration.wordpress.com/2015/08/25/10-years-after-being-hit-by-hurricane-katrina-seeing-an-oiled-marsh-at-the-center-of-an-experiment-in-oil-cleanup/>

En rappel, voir aussi :

Merten A.A., Henry C.B. & Michel J., 2008. Decision-making Process to Use In-Situ Burning to Restore an Intermediate Marsh Following Hurricanes Katrina and Rita. *International Oil Spill Conference Proceedings*, 2008, pp 545-550.

Baustian J., Mendelsohn I., Lin Q. & Rapp. J., 2010. In Situ Burning Restores the Ecological Function and Structure of an Oil-Impacted Coastal Marsh. *Environmental Management*, 46 (5), pp 781-789.

• Préparation à la lutte

Pollutions en rivières : spécificités, stratégies... synthèses et guides opérationnels de l'API

Les consultants américains *Research Planning, Inc.* et *QualiTech* ont préparé, pour l'*American Petroleum Institute (API)*, un document de synthèse qui, sur la base des retours d'expériences de cas

²⁵ (notamment de la présence d'eau superficielle, permettant la préservation du réseau racinaire)

réels, vise à présenter des éléments d'information et connaissances utiles à la mise en œuvre, en eaux continentales, d'une réponse technique aussi adaptée que possible à la sensibilité des milieux affectés. Publié au dernier trimestre 2016 et intitulé '[Options for Minimizing Environmental Impacts of Inland Spill Response](#)', il remplace la version de 1994 en y apportant ajouts ou reformulations sur les éléments suivants :

- Une vue d'ensemble actualisée des sources potentielles de déversement, et des risques associés *via* des données (produit, volumes) illustrant, par exemple, l'évolution du transport ferroviaire, les problématiques d'explosion et d'incendie liées au transport de bruts légers (tels que le brut *Bakken*), les bitumes dilués, etc. ;
- Une organisation du guide autour de 5 classes d'hydrocarbures établies selon leur degré API, facteur déterminant notamment en matière de toxicité, de persistance, de comportement dans l'environnement et, finalement, de choix des techniques ;
- Des recommandations techniques synthétisées, par classe d'hydrocarbures, sous forme de matrices, indiquant les impacts potentiels de différentes méthodes pour différents types d'eaux continentales (lacs, étangs, fleuves, petits cours d'eau), d'habitats et de substrats (perméables/imperméables, végétation arborescente, végétation de marais).

Portant sur les stratégies de limitation de l'extension de la pollution comme de sa récupération, de nombreuses spécificités sont abordées, telles que la protection des prises d'eau, la réponse aux déversements de biocarburants à base d'éthanol, aux irisations, le confinement en forts courants, etc.

L'année 2016 a aussi été l'occasion de 2 nouvelles publications de l'*API* consacrées à la problématique de la détection de pollutions par produits pétroliers lourds enfouis :

- Le premier ([Sunken Oil Detection and Recovery](#)) vise à établir un état de l'art, nourri par des retours d'expériences en eaux marines ou dulçaquicoles, quant aux techniques et moyens potentiellement appropriés à la détection (sondeurs, caméras sous-marines, plongées, échantillonneurs, absorbants lestés, capteurs, etc.), au confinement (rideaux d'air, barrières anti-turbidité, gabions filtrants...) et à la récupération (dragage, pompage/aspiration, absorbants, remobilisation...) des produits coulés. Il propose également des axes de recherche et de développement concernant un certain nombre de techniques identifiées comme prometteuses en la matière, où à l'opposé formulées par le constat de lacunes, sans ignorer la thématique de gestion des déchets générés par celles-ci (dragage de sédiments, par exemple) ;
- Le second est un [guide opérationnel](#) dont l'objectif est de fournir une aide à la décision en termes de mise en œuvre d'opérations de lutte en cas de pollution submergée/coulée (choix des techniques), en mettant en vis-à-vis les avantages et les inconvénients de telle ou telle méthode (ex : limitations opérationnelles, prérequis logistiques, etc.).

Plus largement pensée dans le cadre d'une application et à partir de retours d'expérience en eaux intérieures, cette problématique est également intéressante pour les eaux marines et littorales, et concerne finalement tous les environnements aquatiques où les processus de submersion -par charge sédimentaire notamment²⁶- peuvent entraîner, à terme, des problématiques de lutte contre des polluants coulés.

Pour en savoir plus :

American Petroleum Institute, 2016. Options for Minimizing Environmental Impacts of Inland Spill Response. *API TECHNICAL REPORT 425*, 112 pp.

American Petroleum Institute, 2016. Sunken Oil Detection and Recovery. *API TECHNICAL REPORT 1154-1*, 126 pp.

American Petroleum Institute, 2016. Sunken Oil Detection and Recovery, Operational Guide. *API TECHNICAL REPORT 1154-2*, 36 pp.

• Amendes et poursuites

²⁶ Sur ce sujet, on en profitera pour rappeler ici le rapport, publié en 2015 par Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS), présentant l'état des connaissances concernant la formation et le devenir (transport, sédimentation, resuspension, etc.) des agrégats huiles-particules (*OPA, Oil-Particle Aggregates*) dans divers environnements (marins, côtiers, estuariens, lacustres etc.). Cf. **Fitzpatrick, F.A., Boufadel, M.C., Johnson, Rex, Lee, Kenneth, Graan, T.P., and others, 2015.** Oil-particle interactions and submergence from crude oil spills in marine and freshwater environments—Review of the science and future science needs. U.S. Geological Survey Open-File Report 2015–1076, 33 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ofr20151076>.

Pollution de la Kalamazoo : jugement, amendes et mesures préventives de déversements futurs

C'est en juillet 2016 qu'un jugement d'expédient convenu entre le gouvernement fédéral des Etats-Unis et la compagnie canadienne *Enbridge Energy* a prononcé le paiement par l'industriel de 176 MUS\$ (soit environ 150 M€), suite à l'accident qui avait entraîné la pollution de la rivière Kalamazoo (juillet 2010, Michigan, USA) par environ 3 700 m³ de *dilbit*, à partir d'un oléoduc sous-terrain (Cf. LTEI n°15, n°19 et n°21).

Six ans après les faits, cet accord conclu au niveau fédéral (après celui de mai 2015, au niveau l'état du Michigan ; Cf. LTEI n°21), dans le cadre des violations du *Clean Water Act*, vient clôturer en la matière un évènement considéré comme le plus important survenu en eaux continentales aux Etats-Unis. En termes de montants, il n'est dépassé que par celui de 20 milliards de dollars, conclu en octobre 2016 entre le gouvernement des Etats-Unis et *BP*, relatif à l'accident de la plateforme *Deepwater Horizon*.

L'accord engage notamment l'industriel à consacrer 110 MUS\$ de ce fonds à la mise en œuvre de mesures d'injonction pour « compenser les dommages causés par le déversement et prévenir d'autres catastrophes ». Cette somme doit être dédiée :

- au renforcement du programme d'inspections du réseau de pipelines ;
- à une montée en puissance des systèmes de détection de fuites puis de gestion de l'information au niveau de postes de contrôle (avec des requis plus particuliers sur des secteurs sensibles spécifiques) ;
- à un programme de préparation en cas de déversement majeur, éprouvé *via* une obligation d'exercices testant la capacité de réponse de l'industriel ;
- au développement d'une structure de gestion de crise (*incident command system*), et à la formation des personnels en ce sens, pour améliorer la coordination avec les agences publiques en charge de la réponse ;
- à la contractualisation d'un consultant indépendant pour une analyse critique des actions mentionnées.

S'y ajoutent :

- 61 MUS\$ de pénalités en violation du *Clean Water Act*, dont le Département de la Justice a déclaré qu'ils alimenteront l'*Oil Spill Liability Trust Fund (OSLTF)*, fonds fiduciaire pour la responsabilité en cas de déversement d'hydrocarbures, géré par la Garde côtière américaine pour répondre aux pollutions accidentelles pétrolières) ;
- 5,4 MUS\$ en remboursement des coûts engagés par les agences fédérales pour le nettoyage de la pollution.

En toute espérance, selon l'administration fédérale, l'ampleur des sommes conclues dans l'accord aura un effet incitatif, sur *Enbridge* et d'autres industriels, en matière d'amélioration des mesures prévention des incidents.

En l'absence de tests réalisés ou suivis par lui, le Cedre ne peut garantir les qualités et performances des moyens de lutte mentionnées 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 »