



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

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

Tél : (33) 02 98 33 10 10 – Fax : (33) 02 98 44 91 38

Courriel : contact@cedre.fr - Web : www.cedre.fr

Lettre Technique Mer- Littoral n°48

2018-2

Sommaire

• Accidents	2
Fuite de produit chimique à partir d'une plateforme offshore (<i>BP</i> , Golfe du Mexique, USA).....	2
Echouement de roulier et déversement de fioul en eaux littorales (<i>Makassar Highway</i> , Suède).....	2
Déversement de gazole en eaux portuaires : barge <i>Savage Pathfinder</i> (Port Arthur, Texas).....	3
Pollution littorale au pétrole brut à partir d'une ligne de transfert (<i>CPC</i> , Sri Lanka).....	3
Déversement d'essence en secteur estuarien urbanisé (camion-citerne, Rhode Island, USA).....	4
Pollution marine et littorale : l'abordage du <i>CSL Virginia</i> par l' <i>Ulysse</i> (Mer Ligure).....	5
Pollution aux solvants aromatiques à partir d'un terminal pétrochimique (<i>Fujian Donggang Petroleum Chemical</i> , Chine).....	14
Déconnexion d'une ligne de collecte et déversement de brut en mer (<i>Husky Energy</i> , Canada).....	15
Acte de vandalisme et pollution en baie littorale anthropisée (pipeline <i>Transpetro</i> , Brésil).....	15
• Synthèse des pollutions accidentelles survenues dans le monde en 2018	16
Déversements d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses, toutes origines confondues (analyse Cedre).....	16
• Volumes déversés.....	16
• Localisation des déversements.....	17
• Evènements à la source des déversements.....	17
• Cause des déversements.....	18
• Produits déversés.....	19
• Statistiques	20
Déversements d'hydrocarbures à partir de navires citernes en 2018 : statistiques <i>ITOPF</i>	20
• Anciens accidents	20
<i>Agia Zoni II</i> : enquêtes sur les causes du naufrage, et indemnités des dommages.....	20
• Préparation à l'intervention / stratégies (internationales)	21
AESM : renforcement des stocks d'équipements et de produits de lutte en mer.....	21
• Produits chimiques	22
Déversements de SNPDs : aide à l'évaluation de l'impact environnemental en Mer Baltique.....	22
• Détection	22
Détection directe d'hydrocarbures en haute mer et transmission en temps réel : prototype de bouée autonome et projet UE <i>GRACE / Horizon 2020</i>	22
• Récupération en mer	23
Pompage: recherche d'optimisation du ratio [débit/énergie] (<i>SEDOSR Pump One</i>).....	23
Evaluation en temps réel de l'efficacité de la récupération : développement du <i>BSEE</i> (USA).....	24
• Lutte en frange littorale	24
Confinement et récupération en zones littorales, portuaires : les bras rigides <i>Koseq Compact</i>	24
• Produits	25
Application de solidifiants dans la réponse aux déversements d'hydrocarbures: bilan... et perspectives ?...	25
• Brûlage <i>in situ</i>	26
Le brûlage contrôlé <i>in situ</i> : ouvrage de synthèse.....	26

• Accidents

Fuite de produit chimique à partir d'une plateforme offshore (BP, Golfe du Mexique, USA)

Le 11 juillet 2018, à environ 25 km au large du littoral de la Louisiane (Etats-Unis), une avarie technique de cause non précisée dans nos sources d'informations survenait au niveau d'une conduite sous-marine au sein d'une plateforme offshore opérée par la compagnie britannique BP, entraînant le déversement par 1900 m de fond d'entre 60 et 70 m³ d'éthylène glycol (utilisé en injection, en tant qu'inhibiteur de formation d'hydrates dans le processus de déshydratation du gaz naturel). Les propriétés physicochimiques du produit, en particulier sa forte solubilité dans l'eau, n'ont pas rendu opportune la mise en œuvre d'opérations de réponse, au-delà d'une sollicitation de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* par la garde-côtière (*USCG*, elle-même notifiée de l'incident par l'industriel), pour une estimation du devenir et de l'impact potentiels du volume déversé.

Echouement de roulier et déversement de fioul en eaux littorales (*Makassar Highway*, Suède)

Le 23 juillet 2018, alors qu'il faisait route entre Cuxhaven (Allemagne) et Södertälje (Suède) le roulier battant pavillon panaméen *Makassar Highway* s'échouait sur le littoral rocheux proche de la municipalité suédois de Loftahammar¹. Le lendemain de l'accident, des inspections sous-marines permettaient d'identifier d'importants dommages sur la coque du navire, incluant plusieurs brèches dont certaines concernant au moins deux soutes à carburant. Rapidement, un plan de sauvetage a été présenté aux autorités suédoises par le propriétaire et opérateur du *Makassar Highway* (en l'occurrence la filiale européenne de la société japonaise *K-Line*), lequel prévoyait l'allègement des soutes dont le contenu estimé, au moment de l'accident, était d'un peu plus de 330 m³ de fioul intermédiaire de type IFO (grade non précisé dans nos sources d'information), 34 m³ de gazole et 38 m³ de lubrifiants.

Les conditions météorologiques défavorables ont néanmoins pris le pas sur les opérations de sauvetage, vagues et courants remettant inopinément à flot le navire quelques jours après son échouement. C'est à cette occasion que s'est déversée en frange littorale une quantité de fioul de propulsion estimée par la garde côtière suédoise (*Kustbevakningen*) à une quinzaine de m³ environ.



Collecte du fioul flottant issu du Makassar Highway en frange littorale : mise à l'eau d'un dispositif écremeur oléophile à brosses linéaires (Lamor Bow Collector) à partir d'un chaland récupérateur (*gche*) ; Transfert du fioul visqueux stocké dans les capacités du chaland (*dte*) (source : Kustbevakningen)

A la faveur d'une accalmie météorologique, des opérations de récupération ont rapidement été lancées, mobilisant des intervenants et des moyens nautiques de *Kustbevakningen* (notamment des barges récupératrices de tirant d'eau adapté aux faibles profondeurs), qui indiquera avoir récupéré 7 m³ de pétrole flottant en 2 jours, environ, d'opérations.

Dans le même temps, les prévisions de dérive réalisées par l'agence gouvernementale avaient suggéré des risques d'arrivages à courte échéance, dans un linéaire compris entre les communes de Loftahammar et Valdemarsvik. De fait, quelques arrivages de fioul ont rapidement souillé le littoral de la localité de Flatvarp (Loftahammar). Plus de 100 intervenants (militaires et garde-côtière notamment) ont été impliqués dans la réalisation de chantiers de nettoyage des secteurs affectés, tandis que le roulier était placé au mouillage, ceinturé de barrages flottants, en préparation (sécurisation des fuites et stabilisation du navire) de son remorquage ultérieur vers le port d'Oskarshamn pour réparations, sous escorte de navires de *Kustbevakningen* (*KBVs 313, 033, 031 et 003*).

A l'exception d'une fuite mineure de carburant léger (100 litres de gazole, selon la garde côtière), aucun déversement supplémentaire ne s'est produit durant ce remorquage.

¹ Une enquête sur la cause de l'échouement a été diligentée par les autorités suédoises, dont les conclusions ne nous sont pas connues. La presse a cependant fait état, dans les jours suivant l'accident, que des procureurs suédois ont accusé l'officier en chef de négligence.

Déversement de gazole en eaux portuaires : barge *Savage Pathfinder* (Port Arthur, Texas)

Le 29 août 2018, alors à quai en attente d'une opération de soutage à proximité de Port Arthur (Texas, Etats-Unis), le roulier *Endurance* (50 000 TPL) était percuté par la barge citerne avitailleuse *Savage Pathfinder*. Cette dernière laissait échapper, à partir de ses propres soutes fissurées par le choc, une cinquantaine de m³ de gazole dans les eaux du port littoral.

Rapidement notifiées de l'incident, de cause non précisée, les agences compétentes, fédérales (Unité de sécurité maritime de Port Arthur de l'*US Coast Guard*) et texanes (*Texas General Land Office, TGLO*), ont coordonné sur place la mise en œuvre de la réponse antipollution, avec l'appui de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* en matière de modélisation du devenir du produit déversé.

Les opérations sur l'eau ont consisté en la pose de barrage flottant autour du navire fuyard, en vue de la collecte mécanique de l'hydrocarbure confiné (récupération dont la réalisation technique et le bilan ne sont pas détaillés dans nos sources d'informations).

Pollution littorale au pétrole brut à partir d'une ligne de transfert (CPC, Sri Lanka)

Le 8 septembre 2018, au large des côtes orientales du Sri Lanka, une rupture s'est produite sur une ligne de transfert reliant une bouée de (dé)chargement *offshore* (distante du littoral d'une dizaine de km) et une raffinerie (*Muthurajawela Oil Refinery Complex*), installations opérées par la société nationale *Ceylon Petroleum Corporation (CEYPETCO, ou CPC)*. L'avarie technique est survenue durant le dépotage de la cargaison de brut d'un pétrolier, et a conduit au déversement en Mer des Laquedives d'une quantité de brut estimée d'abord à 25 tonnes, puis à 10 selon la *Marine Environment Protection Authority (MEPA)* du Sri Lanka.

Les premières reconnaissances en mer sont réalisées par des patrouilleurs de la Marine (*SLN*) et les avions de l'armée de l'air Sri Lankaises, et la réponse antipollution menée à partir de moyens nautiques de l'industriel, d'une part, et de la Garde-Côtière (*SLCG*) (les *Samaraksha* et *Samudra Raksha*, dons récents –le 29 août précédent- du gouvernement japonais), d'autre part.

Il s'est agi d'opérations d'épandage de dispersants chimiques, les conditions étant jugées favorables à la dilution ultérieure du pétrole ainsi traité, selon les autorités (hauteurs d'eau de plus de 10 mètres, et en mer agitée).

Sur la base des informations de la *MEPA*, la fin des principales opérations en mer est annoncée 4 jours après le déversement par *CPC*, terme au-delà duquel la *SLN* et la *SLCG* indiquent maintenir une surveillance de la zone.

Sur le littoral, des arrivages de pétrole sont constatés dès le lendemain de la fuite dans un linéaire de 2 km environ, entre les localités de Dikowita et d'Uswetakeiyawa² et incluant des plages sableuses ponctuées d'infrastructures de type enrochements, quais, etc.



Nappes de pétrole brut en arrivage sur les plages littorales (source : Sri Lanka Navy)

Des opérations de nettoyage sont initiées le jour même, mobilisant des centaines d'intervenants de *CEYPETCO*, de la *SLCG* et de la Marine nationale (qui en assurent aussi la coordination), avec l'assistance d'experts de la *MEPA*.



Epandage de dispersants par rampes à partir d'un remorqueur (Source : Ceylon Petroleum Corporation)

² (Soit à quelques km au nord de la capitale, Colombo)

En frange littorale, le ramassage de la pollution libre est effectué par pompage (camions à vide) des accumulations flottantes, avec ou sans têtes d'écumage, ou manuellement à l'aide de produits absorbants (feuilles, tapis, etc.).

Les déchets liquides ont été traités à la raffinerie.

Sur les estrans, le polluant déposé en nappes est collecté manuellement, non sans extraction de sable du fait de l'infiltration du pétrole brut, relativement peu vieilli, et/ou de son enfouissement³.



Pompage de la pollution libre : directement (**gauche**) ou avec têtes d'écumage (ici, disques oléophiles) (**droite**) (source : Sri Lanka Navy)



Ramassage manuel des dépôts de brut, en mélange avec des sédiments (arrière-plan : camions à vide pour le pompage des flottants ; (**gauche**) ; stockage temporaire des déchets solides en sacs, posés sur sables du haut de plage (**droite**) (source : Sri Lanka Navy)

A noter également la nécessité de nettoyage d'enrochements, avec au moins une phase grossière effectuée par rinçage (et collecte sur plan d'eau du brut remobilisé).

Selon nos informations, la *MEPA* annonçait, 8 jours après la survenance du déversement en mer, la récupération « de 70 % de la pollution », et l'intention de laisser aux processus naturels de dégradation (rinçage par les pluies, photo-oxydation...) l'élimination de la part résiduelle.

A noter que l'agence publique *National Aquatic Resources Research and Development Agency (NARA)*, en charge de l'évaluation environnementale selon les termes du Plan d'urgence national (*National Oil Spill Contingency Operational Plan*), a été chargée de dresser un bilan des constats visuels d'impacts immédiats et des résultats d'analyses d'échantillons, sous forme d'un rapport préliminaire attendu pour fin septembre (dont nous n'avons pas connaissance) et contenant des propositions, le cas échéant, de sites et habitats à suivre et étudier en détail (« d'abord sur 3 à 4 mois, voire plus si nécessaire », selon les autorités).

Déversement d'essence en secteur estuarien urbanisé (camion-citerne, Rhode Island, USA)

Le 3 octobre 2018, à Providence (état du Rhode Island, Etats-Unis) le renversement d'un camion-citerne au niveau d'une bretelle autoroutière a été suivi de la fuite de plus de 40 m³ d'essence, dont une partie conséquente (bien que non précisée) s'est écoulee dans un petit cours d'eau en contrebas, affluant 200 m en aval dans l'estuaire de la Providence River –débouchant elle-même sur une vaste rade atlantique. La réponse d'urgence a été assurée par les services de la police de l'état et les personnels et moyens des pompiers locaux, avant notification rapide de l'*US Coast Guard*. La nature du produit a conduit à procéder à un épandage de mousse (émulseurs avec tensio-actifs filmogènes de type *AFFF*) afin de limiter les risques incendie et sanitaires, opération prioritaire au vu du contexte urbanisé, en particulier au niveau du point de rejet dans le cours d'eau. En outre, l'essence s'étalant rapidement, la rendant peu récupérable, et en raison d'une faible persistance attendue, il a été jugé préférable de ne pas tenter de confiner le déversement pour ne pas ralentir les processus de dilution et de dissipation naturelles dans la rade de Providence.

³ D'après les photographies un temps disponibles sur le [site de la SLN](#) (dont sont issues celles figurant dans cet article), l'hypothèse d'une contribution du piétinement des (nombreux) intervenants dans l'enfouissement du polluant, et son mélange avec les sédiments, n'est pas à exclure.

Pollution marine et littorale : l'abordage du *CSL Virginia* par l'*Ulysse* (Mer Ligure)

Le 7 octobre 2018, à 15 nautiques au nord du Cap Corse, en eaux internationales, l'abordage sur avant-tribord du porte-conteneurs chypriote *CSL Virginia* (alors au mouillage, lège) par le roulier *Ulysse* a été suivi d'un déversement en mer de fioul de propulsion, de type RMG 380, à partir de soutes endommagées du *CSL Virginia*.

Vite avérée, la fuite atteindra un volume ultérieurement évalué à environ 550 m³, qui va motiver la mise en œuvre d'opérations de réponse en mer dirigées par le Préfet Maritime de Méditerranée en tant que DOS⁴ : l'ORSEC maritime est activé le 8 octobre, à son plus haut niveau avec la constitution d'une Equipe de gestion de crise (EGC) et d'un Centre de traitement de crise (CTC).

Les estimations de dérive (vers le nord-ouest selon le modèle *MOTHY* de Météo-France) de la pollution suggèrent l'absence de risque immédiat d'arrivages sur les côtes corses.



Le roulier Ulysse encastré dans l'avant tribord du porte-conteneurs CSL Virginia, et fuite de fioul de propulsion de ce dernier (source : MN)

La préfecture maritime ordonne l'expertise, sans délai, des navires impliqués pour évaluer les options de leur désincarcération et de leur sauvetage ; une Equipe d'Evaluation et d'Intervention (EEI) de la Marine nationale sera, dans ce contexte, hélitreuillée à bord du *CSL Virginia* par un *Caïman Marine* de la flottille 31F. L'étude des modalités de séparation des 2 navires est lancée dès le début de matinée du 8 octobre, et un arrêté (n° 259/2018) et un avis aux navigateurs émis par le Préfet Maritime. Ce dernier demande également l'activation de l'accord permanent RAMOGEPOL⁵. En résultat, le dispositif de réponse français, rapidement constitué de remorqueurs (*Abeille Flandre*, *Altagna*) et de bâtiments de lutte antipollution (BSADs⁶ *Jason* et *Ailette*) et du renfort du Ceppol, est complété notamment de navires italiens (d'abord le *Nos Taurus* parti de Livourne, le *Bonassola* parti de Gènes, et le *Koral* parti de Sardaigne). Via le mécanisme européen de protection civile *CECIS Marine Pollution*, le *Brezzamare*⁷ de la flotte antipollution de l'AESM s'y joindra également. A la demande de la préfecture maritime, un agent du Cedre intègre l'EGC le 9 octobre en tant qu'officier de liaison.

L'option retenue pour la réponse en mer est le confinement et la récupération mécanique. Mais l'état de mer (initialement peu agitée) se dégrade au cours des jours suivant l'accident, causant la dissémination du fioul, dérivant en chapelets et en plaques plus ou moins fragmentées sur une aire de plusieurs dizaines de nautiques de long.



Divers aspects de la pollution en mer, selon l'étalement et la fragmentation en mer des fuites de fioul survenues au cours des premiers jours (gauche, centre : 7/10/2018, source : Marine nationale) (droite : 12/10/2018 ; source : Douane Française -DF)

Les secteurs de plus fortes concentrations (plaques/agrégats de dimensions variables) sont suivis via des reconnaissances aériennes, et des largages de bouées sont réalisés pour aider à leur relocalisation.

⁴ Directeur des Opérations de Secours.

⁵ Plan d'intervention pour la lutte contre les pollutions marines accidentelles en Méditerranée, conjoint entre la France, l'Italie et Monaco et établi en 1993 dans le cadre de l'Accord RAMOGE (la zone RAMOGE, pour SaintRaphael-MONaco-GEnova, comprenant les zones maritimes de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de la Principauté de Monaco et de la Région Ligurie).

⁶ Bâtiment de soutien, d'assistance et de dépollution.

⁷ Pétrolier converti en navire de lutte antipollution doté, en plus des équipements de confinement/récupération, d'une capacité de stockage de près de 3 290 m³.



Diverses modalités de récupération (exemples, de gauche à droite) : Confinement d'une nappe flottante via les bras rigides du Brezzamare (Source : AESM) ; Récupération de nappes fragmentées de fioul par le BSAD Ailette au moyen d'un écremeur à mécanique à déversoir (Sea Skater) (Source : DF) ; Chalutage de fioul épars par filets de surface (Thomsea) à partir du BSAD Jason (source : DF)

D'un point de vue opérationnel, les conditions météo-océaniques, lorsque trop dégradées, pénalisent l'efficacité sinon le déploiement des moyens de confinement disponibles (barrages flottants, ou bras rigides de l'*Ailette* et du *Brezzamare*) et, par extension, le rendement de la récupération mécanique au moyen des écremeurs. En causant par ailleurs des mouvements accrus des navires encastés, les fortes houles participent aussi à la survenance de nouvelles fuites de fioul à partir de la structure du porte-conteneurs. Celles-ci ne peuvent être partiellement confinées, l'étanchéité du dispositif de barrages disposés autour des navires s'avérant difficile à réaliser du fait de l'état de mer. Dans la soirée du 11 octobre, ces conditions entraînent la désincarcération « spontanée » de l'*Ulysse*, après des tentatives de remorquage en ce sens : le travail de pompage du contenu résiduel de la soute fuyarde du *CSL Virginia* est entamé le lendemain⁸. Concernant les opérations de collecte sur l'eau, l'émulsification et la fragmentation du fioul motivent la mise en œuvre de systèmes de filets de surface (chaluts *Thomsea* à partir du *Jason*, notamment), là encore non sans difficultés techniques (déploiement, configuration, résistance mécanique) du fait des conditions ambiantes.

Des périodes de relative accalmie permettent cependant la récupération de plaques ponctuelles de fioul flottant, à l'aide d'écremeurs à seuil (pour certains surmontés de tambours à palettes⁹), sans nécessairement effectuer de confinement par barrages, stratégie retenue pour permettre le déplacement rapide, de plaque en plaque, des moyens nautiques. A cet égard on retiendra l'évaluation, une semaine environ après la survenance de l'accident, de l'apport de drones –ici opérés à partir du *Jason* avec des résultats encourageants- pour améliorer le guidage des BSADs sur les zones de travail (lequel reposait aussi largement sur les observations aériennes, par les avions de la Marine nationale et de la Douane ou, encore, italiens).

Sept à huit jours environ après l'accident, la fragmentation (en plaques, galettes, etc.) et la dissémination du fioul lourd et son évolution physico-chimique (émulsification, évaporation notamment) en rendent difficiles la détection et la récupération en mer. Parallèlement, les observations aériennes montrent que la pollution non collectée s'approche dorénavant du littoral français, en l'occurrence de la région PACA et plus particulièrement des côtes varoises, dont les modèles de dérive laissent craindre l'atteinte à brève échéance. A ce stade, les opérations en mer par les navires français et italiens affichent un bilan de collecte d'environ 1 millier de m³ d'un mélange eau/hydrocarbure.

Tandis qu'une partie du dispositif de réponse est redéployé en frange côtière (d'abord dans l'Est/Nord-Est du Golfe de Saint-Tropez *grosso modo*, plus tard vers l'Ouest et les Bouches-du-Rhône), les premiers arrivages de fioul sont constatés le 16 octobre (j₊₉) sur la plage de Pampelonne en Ramatuelle (83). A proximité des côtes, le *Jason* reste affecté à la recherche et à la collecte de plaques résiduelles de fioul, soutenu par divers navires de la Marine nationale (ex : BSAM *Loire*, BSR *Taape*, BBPD *Achéron*) et de plus petits moyens nautiques pour des reconnaissances et/ou la récupération éventuelle de plaques éparses (vedettes de type *Merry Fisher* ; une barge récupératrice de la société *Efinor* contractée par le propriétaire du *CSL Virginia*). Le désengagement des derniers moyens opérant en zone côtière/littorale se produit durant la 1^{ère}

⁸ Le lendemain de cet épisode de désincarcération, l'*Ulysse*, estimé apte à la navigation, sera autorisé à faire route -escorté d'un remorqueur italien- vers la Tunisie où il arrive le 14 octobre au port de Radès (avant de gagner celui de Bizerte). Le *CSL Virginia*, après dépollution et sécurisation de la structure, sera autorisé à quitter son mouillage le 23 octobre. Escorté par l'*Abeille Flandres* hors des eaux sous juridiction française, il sortira de la zone RAMOGE le 25 octobre à destination de la Turquie (initialement, de Roumanie). Après avoir été rebaptisé *Virgin Star*, il a été vendu le 21 décembre 2018, pour démolition au Bangladesh.

⁹ Tête *Hiwax*, en l'occurrence, adaptée aux produits visqueux, montée sur des systèmes à déversoirs de type *TransRec* (firme *FRAMO*).

quinzaine de novembre, concluant une réponse en mer dont le bilan a été estimé par la préfecture maritime de Méditerranée à environ 90% du déversement. Selon cette même source, le volet maritime de la réponse a mobilisé plus de 500 personnes (pour plus de 96 000 heures de travail cumulées), 34 navires français et italiens et 11 aéronefs (hélicoptères, avions et drones) français et italiens.

En dépit des opérations en mer, des arrivages de boulettes et de plaques de fioul commencent donc à se produire à partir du 16 octobre sur le littoral varois, d'abord dans un secteur encadrant le Golfe de Saint-Tropez. Progressivement, plus de 10 communes du Var seront affectées, et des arrivages sporadiques seront rapportés en début novembre en quelques sites des Bouches-du-Rhône (13).

Sous l'autorité du préfet du Var, qui active le dispositif POLMAR/terre de l'ORSEC départemental, de premières reconnaissances et des chantiers de dépollution du littoral¹⁰ sont initiés par les personnels des collectivités, les pompiers, les UIISC, la Gendarmerie nationale, etc. Un COD¹¹ est établi en Préfecture de Toulon, tandis qu'un poste de commandement opérationnel (PCO) est mis en place sur la commune de Ramatuelle, regroupant les services (DREAL, DDTM, SDIS, etc.) et acteurs locaux concernés par la gestion de crise.



18/10/18. Ramassage manuel sur les plages des communes affectées (ex : **Gche**, Ramatuelle ; **Drte** : Ste-Maxime) par les services des collectivités et de l'Etat (Source : Cedre)

Des agents du Cedre sont présents sur place à partir du 17 octobre, à la sollicitation et au bénéfice de la Préfecture du Var, pour des missions de reconnaissance des sites affectés et l'apport de son conseil technique en matière de nettoyage.

En fin de la 2^{ème} semaine suivant les premiers arrivages, la réalisation du nettoyage est confiée à la partie privée, en l'occurrence à la société spécialisée Le Floch Depollution (LFD) contractée par l'assureur des navires –lequel a également sollicité l'expertise sur site de l'*ITOPF*¹². LFD doit, dans ce contexte, présenter un plan d'action à l'autorité préfectorale (et le faire valider par elle), décrivant les axes stratégiques et méthodologiques retenus pour accomplir sa tâche, et un déroulement prévisionnel. Si les moyens de l'état sont donc désengagés sur le terrain à ce stade, et le PCO désarmé, l'avancée et le contrôle des chantiers restent placés sous la supervision du COD. A cet égard, il est entendu que LFD (qui établit son propre PC d'abord à Pampelonne, puis dans l'ancien PCO) rende compte de ses actions *via* des comptes rendus quotidiens transmis à l'autorité préfectorale, dont le Cedre réalisera des synthèses hebdomadaires tout en maintenant, sur le terrain, des visites des chantiers à la demande du Préfet du Var, et ce jusqu'à la fin des opérations initialement fixée à la fin du mois de mars 2019.

Considérée dans sa globalité, l'intensité de la pollution littorale est d'une ampleur somme toute relativement modérée : les reconnaissances, lancées dès les premiers jours et répétées pour suivre l'évolution de la situation, ont permis de constater l'absence de nappes de fioul à proprement parler.

En revanche, l'extension de la pollution est, elle, importante du fait de sa fragmentation préalable en mer en plaques et boulettes émulsionnées, visqueuses.

¹⁰ Dont les accès sont interdits au public

¹¹ Centre Opérationnel Départemental

¹² *International Tanker Owners Pollution Federation Limited*

En se disséminant au gré des courants, celles-ci ont souillé un important linéaire littoral, principalement dans le Var entre les communes de Sainte-Maxime à l'Ouest et Hyères à l'Est (mais pas seulement, le secteur des Calanques de Marseille, dans les Bouches-du-Rhône, a aussi été atteint par des boulettes ; mais la faible intensité de ces arrivages n'a pas nécessité d'actions au-delà d'un ramassage sous la responsabilité des collectivités locales).



Extension à t+10 jours suivant les premiers arrivages sur le littoral (Source : Cedre)

Les sites touchés sont le siège d'enjeux à divers titres, en particulier socio-économiques et environnementaux. Ainsi, les plages des communes du Golfe de Saint-Tropez par exemple (Sainte-Maxime, Grimaud, Cogolin, Gassin, Saint-Tropez...) sont le lieu d'activités récréatives et touristiques (campings, hôtellerie, nautisme, etc.) et, vers le sud, s'ajoute à cette sensibilité économique (ex : plage de Pampelonne, en Ramatuelle) une préoccupation environnementale traduite par les statuts de protection dont bénéficient certains secteurs dont l'Aire marine protégée de la Corniche varoise¹³ (également site *Natura 2000*), le Parc national de Port-Cros¹⁴ et de nombreux sites du Conservatoire du Littoral sur plusieurs communes (Saint-Tropez, Ramatuelle, La Croix-Valmer, etc)¹⁵.

Schématiquement, les sites souillés correspondent à des segments globalement exposés à l'Est/Sud-Est, de faciès le plus souvent battus (fort hydrodynamisme) :

- sédimentaires d'une part, s'agissant de plages de sables grossiers plus ou moins étendues, depuis les 4 km de la plage de Pampelonne aux quelques dizaines de m (voire moins) caractérisant les nombreuses petites criques affectées. La pollution, discontinue, s'y présente généralement sous forme de boulettes (de l'ordre d'1 à plusieurs cm) et de galettes (plusieurs dizaines de cm), plus occasionnellement de plaques de longueur dépassant le mètre. Leur distribution est sporadique (couverture <10%) à localement fragmentée (couverture 10-50%).
 - Les mouvements sédimentaires dans la zone de balancement des marées peuvent entraîner le recouvrement d'arrivages par quelques cm de sable ;
 - Ces dépôts se produisent fréquemment au niveau d'accumulations de feuilles de posidonies, en horizons successifs (plus ou moins profonds, en surface pour les plus récentes), avec lesquelles ils se retrouvent plus ou moins mélangés/agglomérés ;



Plage de Pampelonne : plaques de fioul, en dépôt sur banquettes de feuilles de posidonies (source : Cedre)

¹³ S'étendant des confins de la commune de Rayol-Canadel sur Mer, à l'Ouest, à la Pointe de Ribou à Saint Tropez, à l'Est.

¹⁴ Plus ancien parc marin français, comprenant depuis 2012 une aire maritime adjacente correspondant aux eaux côtières comprises entre le droit de La Garde et Ramatuelle, ceci jusqu'à 3 milles marins au sud des îles d'Hyères (Porquerolles, Port-Cros, Levant).

¹⁵ Exemples de sites du Conservatoire touchés par les arrivages : Batterie de Capon, Pampelonne, Cap Camarat, Cap Lardier, îles de Porquerolles et de Port-Cros, etc.



Types/dimensions des arrivages de fioul sur les plages sableuses : **gauche** : microboulettes à boulettes (1-10 cm approx.) ; **centre** : boulettes à galettes (plusieurs cm à dizaines de cm) ; **droite** : galette semi-enfouie sous quelques cm de sable propre (source : Cedre)

- rocheux d'autre part, avec (i) des côtes basses découpées en criques plus ou moins encaissées, encadrées de promontoires et d'avancées rocheuses, ainsi que (ii) des secteurs de hautes falaises escarpées dans les secteurs des caps (ex : Camarat, Taillat, Lardier). Le fioul émulsionné, visqueux et adhérent, y est présent de façon discontinue sous forme de mouchetures, taches, voire localement de plaques (de l'ordre du m) persistantes. Ces arrivages résultent (i) de dépôts de fioul en échouage sur les plateformes/avancées rocheuses, s'accumulant sur des épaisseurs plus marquées (> mm) dans les dépressions et reliefs naturels du terrain (fissures, blocs rocheux, ...), ou (ii) de projections, par les déferlantes, dans l'étage supralittoral. *Grosso modo*, ces souillures sont sporadiques (taux de recouvrement < 10 %) à fragmentées (recouvrement entre 10% et 50%), concentrées ponctuellement là où la topographie se prête au piégeage du fioul (ex : fonds de criques ou de failles, dépressions naturelles/cuvettes, structure complexe –champs de blocs, etc.). A noter l'incorporation fréquente dans les couches de fioul, de débris de feuilles de posidonies, qui en accentuent l'épaisseur.



Taches de fioul classiquement observées sur plateformes rocheuses (**gche**). Concentrations ponctuelles de dépôts : sur blocs de fonds de criques (**ctre**) ; dans failles et anfractuosités de plateformes rocheuses (**drte**) (Source : Cedre)



Exemples de projections dans l'étage supralittoral rocheux: éclaboussures (**gche**), taches sur têtes de roche (**ctre**) ou sur tombants en pieds de falaise (**drte**) (source : Cedre)

L'intensité de la pollution (densité, dimensions des arrivages) est variable au sein de l'important linéaire concerné : dans les zones naturelles, c'est logiquement au niveau des enfoncements/discontinuités du trait de côte (ex : failles encaissées, petites criques, etc.) que s'accumulent naturellement les arrivages, déposés en laisse de mer ou projetés au-dessus du niveau de l'eau :

- en certaines criques et failles, les arrivages de fioul coïncident avec des concentrations importantes, dans l'étage supra-littoral, de débris végétaux de dimensions très diverses (feuilles de posidonies essentiellement, bois, cannes, troncs...) et de déchets variés (morceaux de filets, plastiques divers, polystyrènes, etc.), ce qui contribuera à augmenter le volume de solides souillés collectés ;



Exemples de lasses de mer, souillées à divers degrés, de débris végétaux (cannes, bois, troncs...) et macrodéchets. A droite : banquettes/agglomérats de fioul et débris de posidonies surmontés de débris divers (prox. Cap Lardier) (Source : Cedre)

- autre constat : en plusieurs localités, ces zones naturellement propices à l'échouage de matériaux flottants comportent également des résidus de pollution(s) ancienne(s). Ils correspondraient, au moins en partie et en toute probabilité¹⁶, au brut lourd déversé en 1991 suite à l'[accident du pétrolier Haven](#) (Golfe de Gênes). Ils sont tout particulièrement visibles (sous forme d'amas persistants sur roches) au niveau de plusieurs grèves et pointes comprises entre Bonne Terrasse et le Cap Taillat (Ramatuella) notamment. Leur examen visuel permet de les distinguer du fioul du CSL *Virginia* (aspect/texture durcie, asphalténique, rugueuse avec incorporation/incrustations de sédiments grossiers, etc.), supposant néanmoins une observation relativement rapprochée (i.e. par conditions permettant la reconnaissance des failles, pieds de tombants rocheux, etc. battus).



Aspects/détails des taches de pollution ancienne. Exemples sur secteurs (de gauche à droite) : Bonne Terrasse ; Pte Canadel ; plage de la Douane (Source : Cedre)

Durant les reconnaissances, aucun signe d'impact significatif des arrivages de fioul sur la faune ou la flore littorale (ex : recouvrement/engluement et/ou mortalités d'espèces benthiques, échouages de carcasses ou de spécimens vivants souillés, etc.) n'a été constaté.

A noter enfin que, au cours de la phase aigüe d'arrivages, les conditions météo-océaniques (plusieurs épisodes de forts vents d'est, avec houles et déferlements) ont entraîné la remobilisation et la redistribution d'une partie des arrivages, en particulier d'accumulations semi-flottantes (pieds de criques, en étage médiolittoral moyen à inférieur), rendant nécessaire le renouvellement des reconnaissances pour les localiser et en permettre la collecte aussi rapidement que possible pour limiter leur extension.



Exemples de pollution remobilisable : 19/10/18 plaques libres/flottantes en fond de criques rocheuses (**gche**) ; 28/10/18 : fioul retenu (avec débris végétaux) en arrière de blocs en médio-littoral inférieur (**ctre**) ; 30/10 Littoral rocheux secteur Canadel : épisode de remobilisation du fioul par forts vents/houles : noter les chapelets de boulettes/galettes repris par les flots (**drte**) (Source : Cedre)

¹⁶ Appuyée par les témoignages des acteurs locaux (mairies, gestionnaires de sites, notamment) ayant une bonne connaissance du littoral varois, et des sites ici évoqués en particulier.

Dans l'urgence des premiers jours, le ramassage de la pollution par les intervenants des services de l'Etat, des collectivités, etc., a nécessairement été lancé sans délais et, partant, sans procédure spécifique d'ouverture de chantiers. Par la suite, avec le transfert au mandataire de la partie privée de la responsabilité de réalisation des opérations, les collectivités locales affectées ont demandé que les actions soient dûment programmées et poursuivies dans leurs territoires. C'est ainsi qu'a été mise en œuvre une démarche d'ouverture 'officielle' de ces chantiers de dépollution désormais seulement opérés par LFD. Plus exactement, il s'est agi d'ouvertures de zones : soit des secteurs relativement larges correspondant à des entités géographiques au sein desquelles les chantiers *sensu stricto* étaient menés selon une segmentation opérationnelle du littoral (ex : criques rocheuses, plages sableuses, pointes rocheuses, etc.). Cette approche zonale a, en l'espèce, répondu à la demande (i) d'ouverture rapide des opérations de la part des communes affectées, mais aussi (ii) à la nécessité -au moins dans les premières semaines- à déployer, au sein des zones en question, les équipes d'intervenants de façon « opportuniste » pour collecter en priorité les plaques de fioul semi-libres, reprises par les vagues et déplacées du fait des conditions météorologiques (forts vents et déferlements de secteur Est ; Cf. précédemment).

Cinq zones¹⁷ ont ainsi été considérées, avec une progression des opérations depuis les plus sensibles, à divers égards (ex : accès publics/fréquentation ; environnement...) vers, ensuite, les plus reculées ou difficiles d'accès (cas de zones rocheuses en pieds de falaises à proximité des caps, par exemple). Chacune a fait l'objet de visites d'ouverture, réunissant des représentants des collectivités locales, services et gestionnaires de sites concernés, en présence systématique de l'ITOPF, de LFD et du Cedre. Y étaient expliquées, et soumises à l'approbation des participants, les phases, options techniques et finalités du nettoyage, dont l'adéquation et la nécessité faisaient aussi l'objet d'un consensus entre les experts en la matière au vu des caractéristiques de la pollution dans les secteurs inclus dans ces zones.

Comme d'usage, le choix des techniques d'intervention et des modalités de leur application a tenu compte, pour les divers secteurs opérationnels, de l'intensité de la pollution, d'une part, et des caractéristiques des segments à traiter, d'autre part (usages/fréquentation, impact visuel, sensibilité environnementale, potentiel d'auto-nettoyage, etc.). A noter que, dans nombre de sites, les options possibles étaient *de facto* relativement restreintes, en raison du faible nombre et/ou des difficultés d'accès aux arrière-chantiers (Cf. plus bas), limitant par exemple l'approche d'engins et, d'emblée, les possibilités de méthodes mécanisées.

Pour l'essentiel, les principes retenus ont été les suivants :

- Sur les plages de sables, la collecte du fioul a été réalisée manuellement, un processus laborieux au niveau des secteurs étendus (plage de Pampelonne), y nécessitant la mobilisation de nombreux intervenants par LFD, mais qui a permis de limiter le prélèvement excessif de sédiments et de débris végétaux non souillés. Localement, des opérations de brassage immergé (lances impact/basse pression) ont été nécessaires pour déloger des boulettes et plaques mélangées au sable sous l'action des houles (ex : plages de Camarat, de la Douane, tombolo du Cap Taillat), éventuellement de manière répétée ;
- Sur les substrats rocheux, il a été procédé :
 - o au ramassage manuel, si besoin à l'aide d'outils légers (fourches, râteliers, écopés...) des dépôts de fioul piégés dans les rétentions naturelles des platiers (ou entre les blocs) ;
 - o au raclage/grattage des épaisseurs d'hydrocarbures plaquées/projetées sur les surfaces (blocs, promontoires, tombants, etc.) ;
 - o en phase de nettoyage fin, selon les cas :
 - au nettoyage en haute pression (NHP) à l'eau de mer, sur les surfaces exemptes de macrofaune ou de macroflore, avec adaptation de la pression et de la température à la résistance du substrat (schistes friables en certains sites) ;
 - remarquons que, sur certains chantiers (ex : plateformes rocheuses de

¹⁷ Du nord-ouest au sud-est (la terminologie de 1 à 5 ne traduisant pas un ordre de priorité) : **Zone 1** : Golfe de Saint-Tropez (communes de Sainte-Maxime, Grimaud, Cogolin, Gassin, Saint-Tropez) ; **Zone 2** : Des Salins aux plages de Pampelonne (Saint-Tropez / Ramatuelle) ; **Zone 3** : Du Migon au Cap Taillat (Ramatuelle / La Croix-Valmer) ; **Zone 4** : De Cap Taillat à La-Londe-des-Maures (La Croix-Valmer / Cavalaire-sur-Mer / Rayol-Canadel-sur-Mer / Le Lavandou / Bormes-les-Mimosas / La Londe-les-Maures) ; **Zone 5** : Presqu'île de Giens, îles de Porquerolles, du Levant, de Port Cros et Bagaud (Hyères).

Bonne Terrasse), une attention particulière a dû être portée par les intervenants à la discrimination des traces de pollution ancienne (*Haven* supposé), lorsque concomitantes d'arrivages de fioul du *CSL Virginia*.

- Au niveau des nombreux dépôts de feuilles de posidonies, parfois sous forme de banquettes épaisses et plus ou moins consolidées¹⁸, la collecte a été réalisée aussi sélectivement que possible :
 - o manuelle dans le cas des dépôts de fioul en surface des banquettes ;
 - o moyennant, en cas de distribution en « mille-feuille » de la pollution au sein des banquettes, l'utilisation d'outils (râteaux, fourches) pour dégager les horizons pollués (agglomérats feuilles de posidonies/fioul) tout en laissant sur place les débris végétaux non souillés ;
 - o sur quelques sites, la formation d'agglomérats d'hydrocarbures et de débris de posidonies en « banquettes » parfois épaisses (de l'ordre du m) et larges (plusieurs m) en a nécessité le ramassage manuel complet.

La survenance des arrivages de fioul en de nombreux secteurs d'accumulation de débris végétaux (bois, troncs, etc.), a nécessité un important travail de tri manuel, en vue d'optimiser la sélectivité du ramassage (éléments non souillés laissés sur place).



Collecte manuelle/pelle de plaques semi-flottantes remobilisables (Source : Cedre)



Grattage des épaisseurs de fioul sur surfaces rocheuses (Source : Cedre)



Plages : collecte manuelle des dépôts (surface/sub-surface) (Source : Cedre)



Traces résiduelles après grattage des épaisseurs de fioul, en attente de traitement par NHP (source : Cedre)



Tri des débris végétaux souillés/non souillés (Source : Cedre)



Tri de galets pollués pour nettoyage in situ en bétonnière (Source : Cedre)



Brassage (jets d'eau basse pression) de sables en zone de déferlement, pour collecte de boulettes enfouies (Source : LFD)



Organisation de chantiers de nettoyage en NHP (avec dispositifs de collecte des effluents, de protections contre projections, ...) (source : Cedre)



¹⁸ Et dont le déplacement ou le retrait sont réglementés, eu égard à leur rôle fonctionnel en tant qu'élément atténuateur de l'érosion des plages.

La nature et la configuration du littoral n'ont pas été sans entraîner, localement, des difficultés opérationnelles en termes :

- d'accessibilité aux sites de travail : nombre élevé de voies privatisées, dont l'emprunt nécessitait l'assentiment des propriétaires (ex : résidences, campings, hôtellerie, etc.). Dans certaines zones : peu de chemins carrossables desservant les chantiers, compliquant de fait la dépose/retrait des matériels et l'évacuation des déchets souillés. Ainsi, dans certains sites (sud de la commune de Ramatuelle, par exemple), le transfert de matériels de chantier en chantier (groupes de puissance, nettoyeurs haute pression, réserves d'eau de mer, ...), et l'évacuation de déchets en big-bags, ont en partie été réalisés par hélitreuillage ;
- de surface disponible pour l'organisation *ad hoc* des chantiers (ex : installation des stockages primaires, des NHP, etc., dans le respect de la sécurité des personnels et des consignes environnementales -protection des sols, etc.), qui par endroits a dû s'adapter à l'étroitesse et au relief accidenté de la bande littorale ;
- de récalcitrance, localement, des taches de pollution sur certains types de roches lors du nettoyage final en NHP. Sur les criques du secteur de Casabianca (Ramatuelle) notamment, la texture grenue et l'altération des granites ont favorisé l'adhésion et l'imprégnation du fioul sur leur surface. Ce phénomène a nécessité la réalisation de plusieurs passes de NHP, jusqu'à obtenir un niveau de nettoyage satisfaisant (absence de « suintements » de fioul après traitement).



Evacuation par hélicoptère de solides souillés en big-bags
(Source : Cedre)



janvier 2019 : Détail des traces résiduelles de fioul après une 1^{ère} passe en NHP (secteur Casabianca/Roche Escudelier, Ramatuelle) (Source : Cedre)

Notons enfin qu'en certains sites, notamment de promontoires/tombants rocheux très battus et d'accès difficile (nécessitant parfois le déploiement des intervenants/matériels par mer), les actions de nettoyage fin (phase II) n'ont pu être complètement réalisées en raison d'un risque trop élevé pour la sécurité des intervenants. En corollaire, ces mêmes contraintes y ont concouru à la relative faiblesse des souillures, et à un bon potentiel d'auto-nettoyage à terme sous l'action des processus naturels, physiques et biochimiques (énergie des vagues et courants, photo-oxydation, activité des bactéries et des micro-organismes...).

Le terme des opérations était initialement visé pour la fin du 1^{er} trimestre 2019, afin de permettre la reprise printanière des activités socio-économiques. Si, à cette échéance, la quasi-totalité des chantiers de nettoyage étaient en cours d'achèvement, une extension des opérations au-delà du délai initial a été justifiée, sur certains secteurs, suite à :

- la réémergence de pollution résiduelle enfouie (boulettes, microboulettes), lors de conditions météo et de mouvements sédimentaires, notamment dans le secteur du Cap Taillat où continuaient de se produire des arrivages ponctuels en laisse de mer, en dépit de nombreuses heures de ramassage manuel et de brassage immergé. Ceci y a d'ailleurs motivé la mise en place, à l'approche de l'été 2019, d'une veille et d'actions de ramassage le cas échéant ;



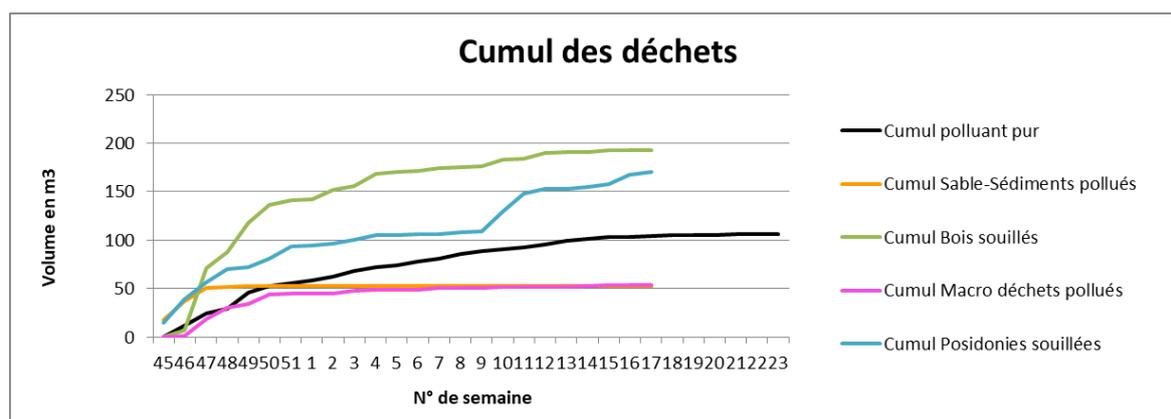
24/04/19, Plage de la Douane (Ramatuelle) : remobilisation de micro boulettes/boulettes résiduelles enfouies, et échouage en laisse de mer (source : Cedre)

- la découverte de taches de pollution dans des sites rocheux peu accessibles et distants des secteurs plus fréquentés, s'agissant généralement de pieds de tombants abrupts, inspectés à la faveur de conditions météorologiques plus clémentes au printemps. La sensibilité environnementale (terrains du Conservatoire du Littoral) y a motivé des opérations supplémentaires de grattage et de NHP, réalisées en fin de printemps dans la limite des possibilités en termes de sécurité des intervenants.



04/19 : Opérations de grattage (**gauche** et **centre**) et de NHP (**droite**), en des sites éloignés et difficiles d'accès (proximité Cap Lardier, Commune de La Croix-Valmer) (Source : Cedre)

Au 10 juin 2019, le bilan de collecte de la pollution¹⁹ affichait un total cumulé de 580 m³ de déchets, à raison d'une centaine de m³ de fioul émulsionné, de 170 m³ environ de fioul comportant des agglomérats de débris de posidonies, auxquels s'ajoutent 200 m³ de débris végétaux (troncs, bois, cannes...) souillés, une cinquantaine de m³ de macro-déchets et autant de sables souillés.



Bilan des déchets collectés : quantités (m³) cumulées au 10/06/2019 (source données : comptes rendus quotidiens chantiers LFD)

Après plus de 6 mois, cette intervention a été caractérisée par la mobilisation d'un grand nombre d'intervenants et de moyens (près de 18 800 jours-homme, pour 875 jours-chantier) mais aussi d'importants efforts en termes de précautions environnementales, d'une part, et de réponse aux attentes fortes liées aux enjeux paysagers, économiques et touristiques, d'autre part.

Pollution aux solvants aromatiques à partir d'un terminal pétrochimique (*Fujian Donggang Petroleum Chemical*, Chine)

Dans la nuit du 4 novembre 2018, au port chinois de Quanzhou (district de Quangang, Province du Fujian), une fuite est survenue à partir d'une ligne de chargement vétuste du terminal *Fujian Donggang Petroleum Chemical*, au cours d'opérations de chargement d'un chimiquier (*Tiantong 1*), entraînant le déversement d'environ 70 tonnes de solvants composés d'hydrocarbures aromatiques en C9 (type naphta léger) dans les eaux portuaires.

Les autorités municipales ont également annoncé la mise en place immédiate d'un suivi de la qualité de l'air dans le secteur concerné, indiquant un « retour à la normale des teneurs le 5 novembre ». Les eaux, considérées comme « moyennement polluées » les 6 et 7 novembre, ont

¹⁹ Estimations réalisées par le Cedre, sur la base d'une compilation des données indiquées dans les comptes rendus quotidiens de chantiers LFD.

été considérées comme revenues à des teneurs normales au-delà (niveaux I et II, la Chine classant la qualité de l'eau en niveaux exprimés de I, convenable à la consommation après traitement minimal, à VI). L'autorité locale en charge des affaires agricoles a, dès le lendemain de la fuite, interdit la commercialisation et la consommation des produits aquacoles.

Toujours est-il que des riverains et usagers (professionnels de la pêche, aquaculture, etc.) ont rapporté, au niveau d'accumulations flottantes de solvant, une action corrosive de ce dernier sur les engins de pêche (plastiques, nylons, etc.) et des mortalités de produits aquacoles. Estimant avoir été mal informés de la toxicité du déversement, ceux-ci ont accueilli avec scepticisme les annonces de retour à la normale des niveaux de contamination de l'eau et de l'air. D'autant que plus de 50 personnes auraient été admises à l'hôpital de Quanzhou en lien avec des troubles de type nausées/vomissements, etc.

Le gouvernement de la ville a pointé la responsabilité de l'opérateur du site pétrochimique dans la pollution, et indiqué qu'il fournirait une aide de 5 millions de yuans pour aider les exploitants aquacoles dont le matériel a été compromis. Dix jours après le déversement, la police de la ville arrêtait 7 personnes (dont 3 représentants de *Donggang Petrochemical* et 4 membres d'équipage du chimiquier) pour négligence.

Déconnexion d'une ligne de collecte et déversement de brut en mer (*Husky Energy, Canada*)

Le 16 novembre 2018, suite à une défaillance, une fuite de pétrole brut est survenue au niveau d'une ligne de collecte entre l'unité flottante de production, de stockage et de déchargement (*FPSO, Floating Production Storage and Offloading*) *Sea Rose* et un puits offshore, exploités par la société *Husky Energy* sur le champ *White Rose* (soit à 350 km environ au large de Terre-Neuve). L'incident s'est produit durant la remise en service de l'installation, dont les opérations avaient été suspendues la veille pour des raisons de sécurité au vu de la violence des vents et de l'état de mer.

Ces conditions ont initialement empêché les opérations d'identification du point de fuite et la réponse en mer ; l'industriel a largué des bouées de dérive et, dès que possible, mobilisé un avion pour effectuer les premières évaluations de pollution éventuelle en surface.

Calculé à environ 250 m³, d'après le débit et la durée de fuite estimés, le déversement a été considéré comme l'un des plus importants survenus sur le champ *White Rose*. Pour autant, les reconnaissances aériennes n'ont pas permis de détecter de traces de pollution flottante, en résultat d'une rapide dissipation naturelle de ce volume de pétrole brut dans les conditions de mer.

Des craintes pour les populations aviaires locales ont motivé la mise en œuvre d'un centre de traitement ; dans les 4 jours suivant l'incident, 14 oiseaux souillés étaient collectés, dont 3 vivants placés en soins.

L'industriel a soumis à l'approbation du *C-NLOPB (Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board)*²⁰ un plan de remplacement du connecteur défaillant, préalable nécessaire à toute autorisation de remise en service (en plus d'un rapport préliminaire fourni par *Husky*, dont les conclusions n'ont pas été rendues publiques par l'autorité).

Acte de vandalisme et pollution en baie littorale anthropisée (pipeline *Transpetro, Brésil*)

Le 8 décembre 2018, l'endommagement d'un pipeline opéré par la compagnie brésilienne *Transpetro (Petrobras Transporte S.A.,* filière de *Petrobras* spécialisée dans le transport d'hydrocarbures), suite à actes de vandalisme en vue de vol de carburant, a causé le déversement d'une soixantaine de m³ d'hydrocarbures non précisés. Ces derniers se sont étendus sur plusieurs km de l'estuaire de la rivière Estrela, avant de toucher la baie de Guanabara. La firme pétrolière a indiqué, par communiqués de presse, avoir réparé la brèche et mobilisé environ 400 intervenants dans les opérations de lutte antipollution (non précisées dans nos sources d'information), lesquelles auraient abouti à la récupération de 75 % du volume déversé selon l'industriel. Malgré un volume modéré, des inquiétudes quant aux impacts environnementaux de cet événement ont été relayées dans la presse, notamment vis-à-vis de mangroves proches des estuaires de fond de baie. Plus largement, cette inquiétude peut être pondérée par la pollution chronique caractérisant la baie de Guanabara (réceptacle direct des eaux usées de l'agglomération de Rio de Janeiro).

²⁰ Organisme fédéral en charge de la réglementation des activités pétrolières en mer dans la Province.

• Synthèse des pollutions accidentelles survenues dans le monde en 2018

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2018 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. Pour un certain nombre d'évènements cependant, les volumes déversés, bien qu'excédant manifestement la dizaine de tonnes à la lecture des informations disponibles, ne sont pas connus ou n'ont pas été précisés dans nos sources d'informations. Ces lacunes et imprécisions limitent indubitablement l'interprétation des résultats présentée ci-après.

Déversements d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses, toutes origines confondues (analyse Cedre)

• Volumes déversés

En 2018, le Cedre a recensé 27 accidents ayant entraîné des déversements de polluants d'ampleur estimée supérieure ou égale à 10 m³ environ, d'une part, et suffisamment renseignés pour faire l'objet d'une exploitation statistique, d'autre part. Un peu moins de la moitié se sont produits en mer (44 %), et un peu moins d'un quart en eaux portuaires (22 %). Environ 20 % de ces cas sont survenus en estuaires et, enfin, 15 % en eaux littorales (fig. 1).

Le nombre d'évènements recensés en 2018 est légèrement inférieur à la médiane estimée à partir des valeurs calculées de façon analogue, depuis 2004 (30 incidents annuels pour la période 2004-2017) ou depuis le début de la décennie 2010 (33 pour la période 2010-2017).

L'année 2018 ne se démarque donc pas notablement des années antérieures en termes d'occurrence de déversements accidentels. En revanche, la quantité déversée d'hydrocarbures et autres substances dangereuses, avec un cumul avoisinant 130 000 tonnes (fig. 3), est nettement supérieure à la médiane estimée selon la même approche sur les 14 années antérieures (soit de l'ordre de 30 000 tonnes). Mais il faut noter que ce bilan s'explique par un évènement singulier, majeur (l'accident du pétrolier *Sanchi* survenu en Mer de Chine Orientale, au premier semestre ; Cf. LTML n°47) et que, globalement, l'année a été ponctuée de déversements de relativement faible ampleur (distribués autour d'une valeur médiane d'une soixantaine de tonnes²¹).

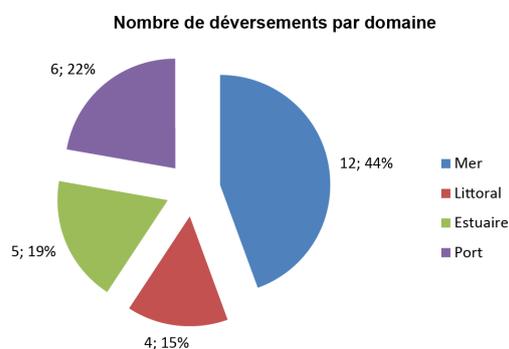


Figure 1

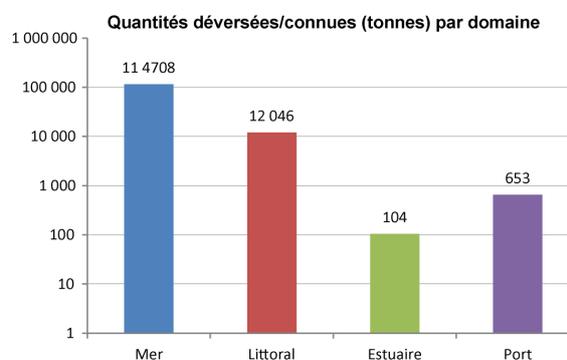


Figure 2

²¹ Calcul sur la base des données identifiées.

En 2018 encore, la majeure partie de la quantité déversée l'a été en mer (fig. 2), toujours très largement en lien avec le naufrage du pétrolier *Sanchi* au mois de janvier (Cf. LTML n°47), loin devant les autres accidents maritimes, dont celui du *CSL Virginia* et le déversement consécutif de plus de 500 tonnes de fioul de soute ; Cf. supra).

Le cumul des quantités déversées en eaux littorales est essentiellement à porter au crédit d'un déversement d'eaux polluées aux hydrocarbures, à partir d'une raffinerie cubaine²².

Les eaux portuaires, et surtout estuariennes, ont été relativement moins concernées par les volumes déversés recensés en 2018. Le déversement de fioul lourd issu de la collision, en juin, du navire-citerne *Bow Jubail* contre une infrastructure du port de Rotterdam y figure comme le plus important en la matière (environ 220 tonnes de carburant. Cf. LTML n°47). On rappellera cependant que, comme pour les années précédentes, le cumul des déversements en ports est très probablement sous-estimé du fait d'informations imprécises ou incomplètes.

• Localisation des déversements

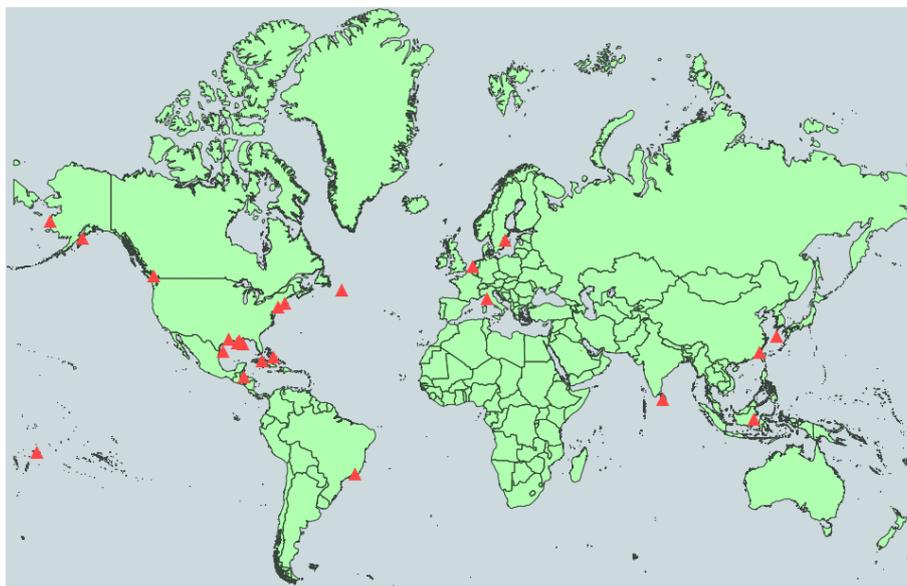


Figure 4. Localisation des principaux déversements accidentels (> 10 T) d'hydrocarbures et de substances dangereuses survenus en mer et sur le littoral en 2018 (recensement Cedre).

• Evènements à la source des déversements

Les évènements de déversements identifiés en 2018 sont en majorité (environ 80 % des cas)

Pollutions accidentelles significatives (≥ 10 tonnes approx.) en eaux marines, portuaires ou littorales dans le monde
Quantités annuelles (tonnes) et nombre d'évènements recensés par le Cedre entre 2004 et 2018

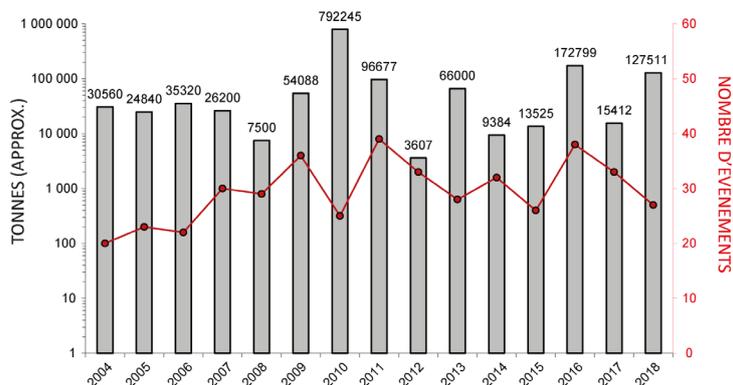


Figure 3

²² Le 29 mai 2018 à Cuba, de fortes précipitations liées à la dépression subtropicale *Alberto* ont causé la fuite, semble-t-il suite à la submersion partielle d'installations au sein d'une raffinerie de la compagnie pétrolière nationale *Cupet (Cubapetroleo)*, d'environ 12 000 m³ d'eaux polluées en hydrocarbures (à des teneurs non communiquées) dans les eaux littorales de la baie de Cienfuegos.

associés à des **brèches ou ruptures** sur diverses structures (fig. 5) :

- En termes de fréquence, un peu plus du tiers de ces évènements ont consisté en **pertes d'étanchéité** d'éléments divers (stockages ou conduites internes, le plus souvent), pour la plupart au sein d'installations pétrolières littorales (puits, dépôts) ou marines (plateformes). Avec des déversements généralement modérés (ampleur médiane comprise entre 30 et 40 m³) et totalisant moins de 500 m³, ces évènements n'ont que marginalement contribué (moins de 1 %) au volume total déversé en 2018 (fig. 6). La fuite d'une ligne de collecte, sur une plateforme offshore *Husky Energy* dans les eaux canadiennes (Cf. supra), est probablement l'incident le plus significatif du lot ;
- Les évènements relevant de **ruptures de structures/déstructurations** représentent environ 22 % de la catégorie **brèches ou ruptures** (soit 18 % de l'ensemble des cas ; fig. 5), mais leur contribution au volume déversé est négligeable (fig. 6), ou plus exactement sous-estimée dans la présente analyse du fait d'un manque de données précises identifiées quant aux volumes déversés à ces occasions ;
- Les **brèches ou ruptures** résultant de **collisions de navires** présentent une fréquence légèrement inférieure (15 % de l'ensemble des cas), mais leur contribution au volume déversé en 2018 est écrasante (environ 90 % ; fig. 6) puisqu'elle inclut le déversement de la cargaison et du carburant du *Sanchi* en Mer de Chine Orientale. L'abordage du porte-conteneurs *CSL Virginia* par le roulier *Ulysse* figure aussi parmi ces évènements, bien que l'ordre de grandeur du déversement en ayant résulté (entre 500 et 600 tonnes de fioul de propulsion) soit largement moindre ;

Les types d'évènements à l'origine des déversements ne nous sont pas connus (**non précisé ou non déterminé**) dans 15 % des cas recensés en 2018 (fig. 5) ; ceux-ci ont contribué à environ 10 % au cumul estimé des volumes déversés au cours de l'année (fig. 6). En l'état, les informations identifiées ne permettent pas la mise en lumière d'autres types d'évènements particulièrement fréquents et/ou fortement contributeurs au bilan de l'année (fig. 5 et 6).

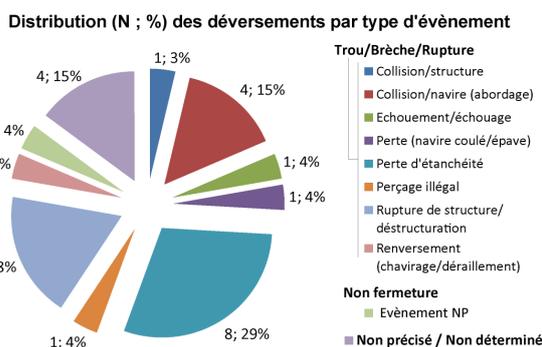


Figure 5

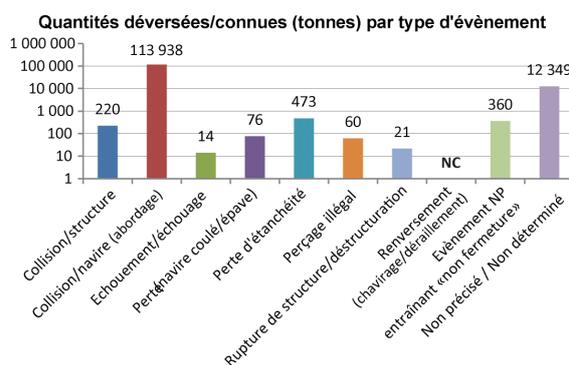


Figure 6

• Cause des déversements

La distribution des causes montre que celles-ci sont **indéterminées ou non précisées** dans nos sources d'information pour une part relativement importante (33 % environ) des cas recensés (fig. 7). En termes de volume, ces derniers représentent 90 % des quantités déversées en 2018 (fig. 8), une contribution écrasante à mettre en lien avec la pollution issue de la collision entre le pétrolier *Sanchi* (avec sa cargaison de condensats) et le céréalier *CF Crystal*²³, dont la cause n'a, à ce jour et à notre connaissance, pas été rendue publique²⁴.

Un second tiers des évènements est associé à divers types d'**avaries techniques**, le plus souvent

²³ Cf. LTML n°47.

²⁴ Si diverses sources (agences de l'Organisation Maritime et Portuaire Iranienne, notamment) ont suggéré l'hypothèse (relayée via des médias nationaux), dès le printemps 2018, d'« erreurs humaines commises par les officiers du *Crystal* (qui l'ont) redirigé sur une mauvaise route 15 minutes avant l'incident », nous n'avons pas identifié de rapports d'enquête -ou d'informations autres- dont les conclusions viendraient éventuellement étayer ou contredire cette analyse.

non précisées (fig. 7), qui n'ont dans leur ensemble que faiblement contribué au bilan déversé en 2018 (fig. 8), du fait de déversements de relativement faible ampleur (médiane d'une cinquantaine de m³) dont celui causé par une défaillance de conduite interne sur une plateforme offshore au large de Terre-Neuve est le plus important (et le seul à avoir dépassé la centaine de m³) selon les données identifiées.

On notera enfin qu'environ 15 % des cas sont liés à des **causes naturelles** (fig. 7) selon les informations collectées. Ceux-ci représentent un peu moins de 10 % du volume global déversé en 2018 (fig. 8), mais cette estimation est probablement sous-estimée, fondée sur le déversement de 12 000 m³ environ d'eau polluées à partir d'une raffinerie sur le littoral cubain (en lien avec le passage, fin mai, d'une dépression subtropicale dans les Caraïbes). Les autres incidents de cette catégorie ont soit été mineurs, soit ont entraîné des déversements dont les volumes -bien que probablement supérieurs à la dizaine de m³ selon les informations identifiées- ne nous sont pas connus.

Les autres causes identifiées le sont à des fréquences peu élevées et comparables ; on y relèvera la contribution relativement plus élevée au bilan déversé des **défaillances humaines**, en particulier des **défauts de surveillance/contrôle** (fig. 8) notamment en lien avec la collision entre les navires *Ulysse* et *CSL Virginia* en Méditerranée au mois d'octobre.

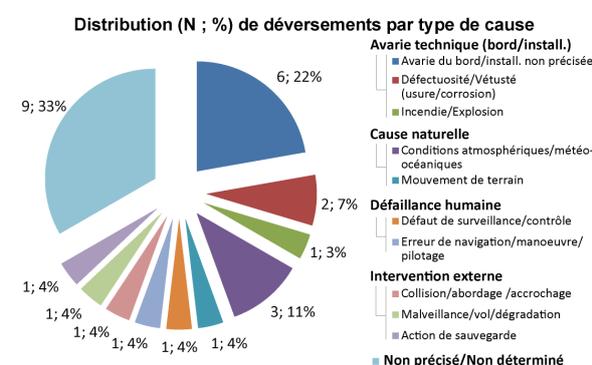


Figure 7

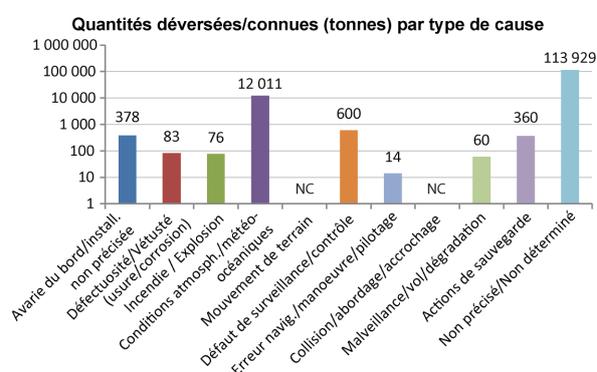


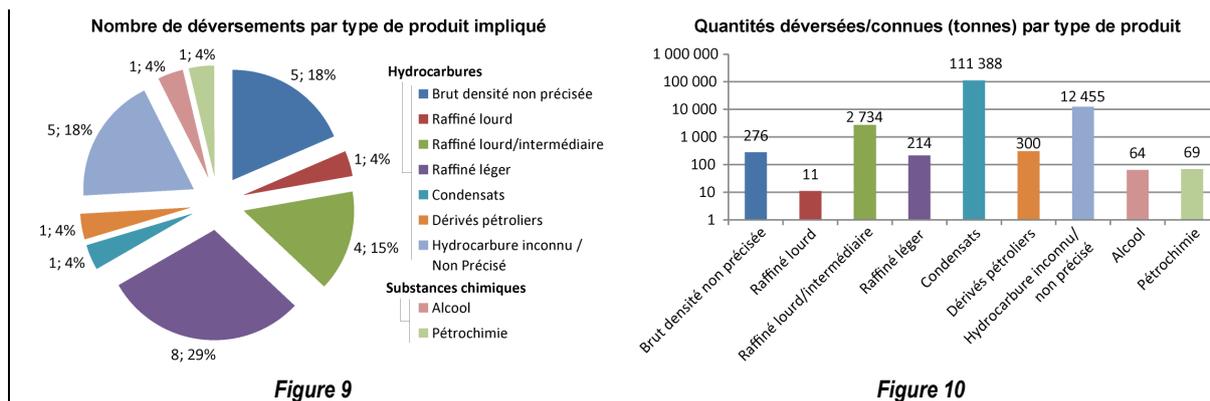
Figure 8

• Produits déversés

Les pollutions significatives de 2018 ont dans leur très grande majorité (plus de 90 % des événements) impliqué des hydrocarbures, s'agissant dans la moitié des cas de déversements de produits raffinés, événements 2 à 3 plus fréquents que ceux ayant impliqué des **pétroles bruts**, d'une part, ou des **hydrocarbures non précisés**, d'autre part (fig. 9).

Au sein des déversements de produits raffinés, on notera la prévalence (environ 30 %) en 2018 des cas ayant concerné des **raffinés légers**, deux fois plus fréquents que ceux correspondant aux fiouls **lourds à intermédiaires** et, plus encore, que les déversements de **raffinés lourds** (ici de grades IFO supérieurs à 380) (fig. 9).

De façon analogue, le cumul des volumes déversés d'hydrocarbures est très largement dominant au sein du bilan global estimé en 2018, dont ils représentent la quasi-totalité. Bien que très fréquemment impliqués dans les accidents de l'année, les **condensats** sont très nettement les premiers contributeurs (plus de 80 % de la quantité d'hydrocarbures estimée déversée ; fig. 10) en lien avec l'accident, majeur, du pétrolier *Sanchi* (Cf. LTML n°47). Viennent ensuite les contributions des **hydrocarbures non précisés** et des fiouls **lourds à intermédiaires** (environ 10 % et 2 %, respectivement, de la quantité cumulée d'hydrocarbures), seules catégories ayant dépassé le millier voire la dizaine de milliers de tonnes, selon les chiffres dont nous disposons (fig. 10).



Avec seulement 2 cas significatifs identifiés dans nos sources d'informations, les reports de déversements de substances chimiques ont été peu fréquents en 2018. Ils ont impliqué des substances liquides, correspondant respectivement aux catégories **Alcool** (fuite d'éthylène glycol partir d'une plateforme offshore) et **Pétrochimie** (pollution portuaire aux solvants aromatiques, à partir d'un terminal pétrochimique), accidents tous 2 décrits plus hauts et dont la contribution au bilan déversé est relativement faible au vu des volumes modérés (entre 60 et 70 tonnes).

• Statistiques

Déversements d'hydrocarbures à partir de navires citernes en 2018 : statistiques ITOPF

L'analyse de l'*International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF)* concernant les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers à partir de navires survenus en 2018 confirme la tendance, observée depuis les années 70, à la baisse du nombre de pollutions majeures.

Sur l'année 2018, l'*ITOPF* a inventorié 3 évènements de grande ampleur (*large spills*, selon sa terminologie, qualifiant les déversements de plus de 700 tonnes), et 3 de moyenne ampleur (*medium spills*, de 7 à 700 tonnes) :

- les premiers incluent 2 collisions de navires survenues en Chine, en début (accident du *Sanchi*) et en fin d'année, respectivement, et un autre accident (au sujet duquel nous ne disposons pas d'informations précises) impliquant un pétrolier ayant sombré dans le golfe Persique avec plus de 1 000 tonnes de cargaison d'hydrocarbures à bord ;
- les déversements qualifiés de taille moyenne (plus de 7 tonnes) rapportés par ITOPF sont survenus dans le golfe de Guinée en février (lors d'un transfert de navire à navire), suite à la collision d'un navire (avec une structure non précisée) en Europe en juin, et enfin en résultat d'une collision entre navires en Afrique en novembre.

Selon l'organisme international, il faut voir dans l'accident du *Sanchi* le principal contributeur au volume total de pétrole déversé en eaux marines en 2018, le plus important bilan annuel estimé annuellement ces derniers 24 ans. Celui-ci ne compromet pour autant pas la diminution significative du nombre de déversements accidentels de moyenne et de grande ampleur, observée ces dernières décennies, et estimés par l'*ITOPF* à 4,7 et à 1,9/an, respectivement, depuis 2010 (et ce malgré, simultanément, l'augmentation globale du transport de produits pétroliers).

Pour en savoir plus :

<http://www.itopf.com>

• Anciens accidents

Agia Zoni II : enquêtes sur les causes du naufrage, et indemnités des dommages

Le 10 septembre 2017, le pétrolier caboteur *Agia Zoni II* prenait de la gîte et sombrait, pour une raison non éclaircie, dans la zone de mouillage du port du Pirée (Grèce) où il était en attente de d'effectuer des opérations de soutage (Cf. LTML n°46). S'en était suivi un déversement de l'ordre de 700 m³ de fioul de propulsion dans les eaux côtières selon les estimations du FIPOL, causant des arrivages sur le littoral, essentiellement sur l'île de Salamine et à proximité du Pirée et de ses

confins septentrionaux (sur une vingtaine de km).

Pour rappel, un Bureau de soumission des demandes d'indemnisation relatives aux dommages causés par cette pollution a été établi au Pirée par le FIPOL : l'ampleur du déversement et des opérations de nettoyage ont conduit l'Administrateur à estimer le dépassement du fonds de limitation du propriétaire du navire, amenant le Fonds de 1992 à verser une indemnisation.

Côté grec, 2 enquêtes ont été lancées afin d'établir la cause et les responsabilités de l'accident :

- d'une part, le *Bureau hellénique d'enquêtes sur les événements de mer*, distinct de l'autorité judiciaire, mène son enquête ;
- d'autre part, le Procureur général du ministère public a chargé un juge de réaliser une enquête judiciaire, avec l'appui de l'Autorité portuaire du Pirée et de divers experts nommés à cet effet, afin de pouvoir évaluer la qualification d'éventuelles responsabilités en tant qu'infractions justifiant inculpations et poursuites selon Code pénal grec. Cette démarche repose notamment sur la remise au Procureur général d'un rapport d'inspection et d'expertise de l'épave du souteur, dont l'épave a été remorquée sur un chantier de l'île de Salamine.

Aucune cause claire n'ayant émergé des déclarations de témoins portées à connaissance du Fonds de 1992, ce dernier avait demandé au Procureur général l'autorisation d'expertiser l'épave –une demande rejetée tant que l'expertise diligentée dans le cadre de l'enquête pénale, ouverte en juin 2018, n'était pas achevée :

- En fin 2018, l'Université technique d'Athènes a remis ses conclusions au juge chargé de l'enquête. Si elles n'ont pas été rendues publiques, le FIPOL indique, *via* son site Internet, qu'il semblerait que le sinistre aurait été causé par une explosion (de cause indéterminée) ayant provoqué une voie d'eau puis, au final, le naufrage de l'*Agia Zoni II*. Au printemps 2019, le Fonds de 1992 indiquait être toujours en attente d'une copie de ce rapport technique, lors de sa publication officielle, ainsi que d'informations relatives à une autre enquête du ministère public, concernant les conditions d'attributions de marchés aux sociétés de services mandatées pour le nettoyage de la pollution ;
- De même, en avril 2019, croyant savoir terminée l'investigation du *Troisième Conseil d'enquête sur les accidents maritimes (ASNA)* également menée pour le ministère public, le Fonds en attendait la publication officielle, d'autant que les médias grecs se sont fait l'écho d'hypothèses diverses (de fait non confirmées car non rendues publiques) au sujet de facteurs causaux de l'accident ou d'aggravation du déversement. Sur ce dernier point, le site du FIPOL mentionne l'affirmation de médias selon laquelle l'ASNA aurait conclu qu'« aucune (des) mesures ne visait à sauver le navire », « s'agissant d'un objectif préétabli dont l'accomplissement ne devait pas être perturbé », et que « les intérêts servis en l'espèce ressortent clairement de l'avantage économique obtenu par les entreprises chargées par le propriétaire du navire de gérer les opérations de lutte contre la pollution et de dépollution ».

En avril 2019, aucun autre détail de l'enquête officielle n'avait été rendu public et les rapports des enquêtes étaient en attente.

Mais s'il s'abstient, tant que les conclusions des enquêtes ne seront pas publiées officiellement, de spéculer sur les hypothèses relayées par la presse grecque, le Fonds de 1992 indique l'importance d'éclaircissements à cet égard, notamment afin d'évaluer si le propriétaire du navire est en droit –ou non- de limiter sa responsabilité et d'avoir ainsi déclenché le processus de versement d'indemnités en sus du montant assorti à cette limitation.

A cette date, le Bureau avait reçu 361 demandes d'indemnisation d'un montant totalisant 92,48 M€ et 175 000 \$US ; le Fonds de 1992 en avait évalué 219, et versé un total d'environ 10,8 M€ d'indemnités correspondant à 70 demandes.

Pour en savoir plus :

<https://www.iopcfunds.org/fr/>

• Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales

AESM : renforcement des stocks d'équipements et de produits de lutte en mer

Courant 2018, et dans le but d'améliorer la capacité de lutte contre les pollutions marines par hydrocarbures mise à la disposition des États membres via ses stocks d'équipements (Equipment

Assistance Service, EAS), l'Agence européenne pour la sécurité maritime (AESM) a fait l'acquisition de 2 systèmes d'écumage à fort débit (140 m³/heure) *Lamor LUT 80*, soit des récupérateurs de haute mer (dotés, entre autres, de modules à brosses oléophiles et de pompes à vis d'Archimède les destinant à la récupération de produits visqueux/émulsionnés) montés sur tourets et opérés *via* un ombilic et un bras télescopique. Ces systèmes supplémentaires, conteneurisés, ont été intégrés dans le stock de Gdansk (Pologne) couvrant la zone de la mer Baltique.

On notera que l'AESM a établi et entretient actuellement 3 stocks de type EAS, localisés à Ravenne (Italie) en mer Adriatique, à Gdansk (Pologne) en mer Baltique et, depuis 2019, à Tolkinen (Finlande) en mer Baltique septentrionale. Celui, antérieur, d'Aberdeen en Ecosse (Royaume-Uni), n'est plus référencé dans la liste des EAS de l'AESM.

Enfin, en février 2019, l'AESM a adossé à l'EAS de Ravenne un stock de dispersants chimiques, dont du *Radiagreen OSD (OLEON)* et du *Dasic Slickgone NS (Dasic International)*, à raison d'un total de 600 tonnes environ selon les indications de l'Agence.

Pour en savoir plus :

<http://www.emsa.europa.eu/oil-spill-response/eas-inventory.html>

• Produits chimiques

Déversements de SNPDs : aide à l'évaluation de l'impact environnemental en Mer Baltique

L'Institut finlandais de l'environnement (SYKE) et le ministère finlandais de l'environnement ont conclu, en fin 2018, un projet de 2 ans visant à poser les bases de futures recommandations en matière d'évaluation et de suivi des impacts environnementaux de déversements accidentels de substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) en mer Baltique.

Baptisé *EKOMON*, il a abouti à la publication d'un document destiné, en priorité, aux autorités en charge de la mise en place de programmes en la matière, en cas de pollution accidentelle par produits chimiques.

Il s'agit, à ce stade, moins d'un document opérationnel à proprement parler que d'une synthèse visant à exposer la complexité des impacts potentiels des SNPDs transportés par navires, nombreux et très divers.

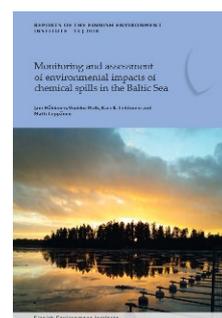
Si, globalement, les quantités de SNPDs transportées par navires sont inférieures à celles des produits pétroliers, la survenance d'accidents en mer et de déversements n'en demeure pas moins une possibilité, dont le risque environnemental est difficile à identifier tant il dépend d'une combinaison entre des éléments :

- contextuels, 'classiques', par exemple propres : à la région géographique considérée (trafic maritime ; type et tonnages de produits transportés ; conditions météo-océaniques prévalentes ; composantes biologiques ; etc.) ; au scénario de déversement (ex : quantités ; évènement ponctuel/continu ; eaux marines/littorales ; etc.), ... ;
- diversement connus/appréciés selon les familles de produits, s'agissant des propriétés intrinsèques des SNPDs (ex : comportement, toxicité, persistance...) déterminantes en termes d'impact potentiel.

En proposant un rappel des paramètres à considérer, des connaissances (et lacunes) en matière de comportements des SNPDs et de leurs effets potentiels, mais aussi des ressources existantes pour soutenir la préparation à la réponse (ex : bases de données « produits », modèles de comportement, ...), ce document issu du projet *EKOMON* se veut une première étape vers l'élaboration de recommandations pratiques pour l'organisation des mesures d'identification et de surveillance des conséquences écologiques de pollutions accidentelles chimiques.

Pour en savoir plus :

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/243068/SYKEre_23_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y



• Détection

Détection directe d'hydrocarbures en haute mer et transmission en temps réel : prototype de bouée autonome et projet UE GRACE / Horizon 2020

Entre novembre et décembre 2018, une bouée « intelligente » (*smart buoy*) a été déployée en haute

mer dans le Golfe de Finlande et testée avec succès pour la détection et le suivi des concentrations en hydrocarbures dans la masse d'eau. Ce prototype associe une bouée en polyéthylène, équipée : (i) de capteurs permettant la détection *in situ* de la présence d'hydrocarbures (mesurée en fluorescence relative), ainsi que la mesure des teneurs en matière organique dissoute, de la température et de la salinité, de la hauteur de vague et de l'intensité/direction des courants ; (ii) d'un système de transmission en temps réel (par satellite) des données.

Pour ces tests, ce dispositif de veille, réalisé par la firme finlandaise *Meritaito Ltd* (spécialisée en ingénierie maritime), a été mouillé au sud d'Helsinki et les données rendues disponibles en ligne pour démonstration (www.luodedata.fi)²⁵.

Il a été développé dans le cadre du projet *GRACE (Integrated oil spill response actions and environmental effects*, soit « Actions intégrées de lutte contre les déversements d'hydrocarbures et leurs effets sur l'environnement », financé par l'Union Européenne (Programme de recherche et d'innovation *Horizon 2020*) et confié à la coordination du *Finnish Environment Institute (SYKE)*. Initié en 2016 et prévu pour s'achever en août 2019, *GRACE* vise, d'une part, à identifier, évaluer et comparer les bénéfices de différentes méthodes de lutte contre les déversements accidentelles d'hydrocarbures en mers froides et, d'autre part, à développer un système d'observation en temps réel de pollutions sous-marines par hydrocarbures et un outil stratégique d'aide à la sélection des stratégies d'intervention les plus adaptées.

A noter que le projet *GRACE* (dont la conférence finale s'est tenue du 23 au 24 mai 2019 à Tallinn, Estonie) a inclus diverses actions de recherche (expérimentations *in situ* ou en laboratoire) ou de réalisation d'états de l'art sur divers thèmes dont on retiendra, outre la détection et le suivi des déversements d'hydrocarbures en mer, leur biodégradation / bioremédiation en mer, le vieillissement d'arrivages sur des littoraux arctiques, ou encore l'évaluation de la technique de brûlage contrôlé (*In Situ Burning, ISB*) en tant que technique potentielle de lutte en eaux côtières de milieux froids *via* des tests en milieu naturel.

Pour en savoir plus :

Bouée autonome instrumentée :

<https://www.grace-oil-project.eu/download/noname/%7BC82DD571-656A-4243-B856-B801D2178C6D%7D/130841>

Avancées et livrables du projet GRACE

<https://www.grace-oil-project.eu/en-US/About/Deliverables>

● Récupération en mer

Pompage: recherche d'optimisation du ratio [débit/énergie] (SEDOSR Pump One)

Pour les besoins d'un projet de développement d'un système pour la récupération/séparation d'hydrocarbures pétroliers ou de microplastiques flottants en mer (Cf. infra), la société espagnole *SEDOSR Engineering S.L.* a conçu une pompe à vis d'Archimède permettant un rapport élevé entre la capacité/débit de pompage et la consommation d'énergie.

Grosso modo, ce concept a reposé sur la recherche d'une configuration mécanique et un choix de matériaux/revêtements de pièces propices à la réduction des frottements entre les éléments mobiles constitutifs de la pompe.

Deux déclinaisons du modèle *SEDOSR Pump One* (300 et 750) ont ainsi été développées, dotées d'un dispositif (disque d'étanchéité modulaire monobloc, en acier inoxydable revêtu d'un caoutchouc synthétique²⁶ connecté à la vis d'Archimède) ayant permis de réduire à 2 le nombre de composants internes mobiles de la cavité des prototypes.



Vue de la vis et du disque d'étanchéité à engrenage de la version finale de la *SEDOSR Pump One* (source : *SEDOSR*)

Les performances de ces pompes ont été évaluées en 2018 dans les installations expérimentales de l'Ohmsett (USA) sur des hydrocarbures de viscosité variable et dans différentes applications : en

²⁵ Nom d'utilisateur : grace / mot de passe : oil

²⁶ En *Viton* (marque déposée de *Chemours Company*), soit du caoutchouc fluorocarbène ou FKM, élastomère de caoutchouc synthétique et de polymère fluoré, couramment utilisé pour la réalisation de joints toriques et autres éléments nécessitant une résistance aux produits chimiques, à la chaleur...

refoulement (intégrées à des écrémeurs, immergées, ...); en aspiration/refoulement en tant que pompe de transfert, le tout dans une gamme étendue de pressions de refoulement et dans des conditions contrôlées/mesurées en termes d'énergie fournie par le groupe de puissance hydraulique associé.

En fin 2018, *SEDOSR* annonçait son ambition de développer et de commercialiser en 2019, un modèle de ce concept présentant un débit supérieur à 60 m³/h.

A noter également que, si nous ne disposons pas d'informations détaillées sur les performances et fonctionnement de cet équipement, *SEDOSR* a récemment breveté un dispositif nommé *OWSKIMMER*, d'écémage et de séparation (en amont de la pompe) pour une application sur hydrocarbures ou micro-plastiques flottants.

Pour en savoir plus :

<https://sedosr.com/pumps/>

<https://sedosr.com/owskimmer-project/>

Evaluation en temps réel de l'efficacité de la récupération : développement du BSEE (USA)

L'Agence fédérale américaine *BSEE (Bureau of Safety and Environmental Enforcement)* a récemment financé un projet, arrivé à terme à l'automne 2018, dont l'objectif était de développer et de tester un prototype de capteur (*RE Sensor*) permettant la mesure en temps réel de l'efficacité (i.e. rapport [hydrocarbure/eau]) de la récupération de pétroles flottants. Le but final de ce type d'équipement est de permettre aux intervenants, lors d'opérations en mer, d'optimiser la mise en œuvre des moyens disponibles (barrages pour l'épaississement des nappes ; positionnement des écrémeurs ; utilisation des capacités de stockages ; etc.).

Ce projet a été motivé suite aux constats, à l'occasion d'autres actions R&D de *BSEE*, de la faible précision des équipements disponibles dans le commerce et envisagés dans ce type d'application, notamment pour des teneurs en huile inférieures ou égales à 30 %, précision par ailleurs affectée par la salinité de l'eau et le type d'hydrocarbure. L'idée était donc ici de développer un capteur d'une précision fiable, peu altérée par ces paramètres, et ne nécessitant pas de calibration selon le type d'hydrocarbure.

Un prototype a ainsi été conçu²⁷ par l'institut américain *Battelle*, testé en conditions contrôlées à l'Ohmsett avec des paramètres variables de salinité, de types/viscosités de pétroles, de taux de mélanges eau/hydrocarbures, de débits de pompage, etc.

Plus généralement, il est suggéré que ce capteur pourrait être utilisé pour toute application (installations industrielles) où les mélanges huile-eau doivent être évalués et où la salinité élevée pénalise l'utilisation/précision de capteurs traditionnels.

Pour en savoir plus :

<https://www.bsee.gov/sites/bsee.gov/files/research-reports//1083aa.pdf>

● **Lutte en frange littorale**

Confinement et récupération en zones littorales, portuaires : les bras rigides *Koseq Compact*

La firme hollandaise *Koseq* propose, depuis quelques années, une déclinaison compacte et conteneurisée de ses bras récupérateurs rigides (*sweeping arms*) : le *Koseq Compact 502* (Cf. LTML n°41).

Depuis 2018, le constructeur commercialise les formats *Compact 5* et *Compact 8*, de 5,3 et 8,2 m de long, respectivement, étendant ainsi sa gamme de *sweeping arms* destinés à équiper de petits navires d'opportunité (à noter que le *Compact 5* n'est autre qu'une version non conteneurisée du *502*). Ces modèles, plutôt destinés à une utilisation en eaux portuaires, continentales (ou côtières semi-abritées), sont dotés, à la base de chaque bras récupérateur, d'un écrémeur à seuil pouvant recevoir un module oléophile (brosses, disques ou tambours) associé (sauf demande spécifique du client) à une pompe centrifuge immergée comportant une vis sans fin entraînée par un moteur hydraulique, d'une capacité nominale de 150 m³/heure (*Marflex MSP 100*).

²⁷ Et fait l'objet d'une demande de brevet provisoire

A l'automne 2018, Koseq annonçait également avoir développé un modèle plus petit encore, de 2,5 de long (*Compact 2.5*) pour un poids de 200 kg, plus particulièrement axé vers la réponse à des déversements de petite ampleur -en zones portuaires ou dans des espaces réduits (plans d'eau, rivières, etc.) par exemple.

Selon divers communiqués²⁸ du fabricant, il présenterait également une capacité de pompage de 150 m³/heure, et serait équipé d'un système d'écrémage modulable : à brosses, disques ou à tambour.

Pour en savoir plus:

<https://koseq.com/models/compact-5/>

https://www.linkedin.com/pulse/koseq-compact-25-new-sweeping-arm-model-annette-bosch?trk=related_article_KOSEQ%20-%20COMPACT%202.5%20-%20A%20NEW%20SWEEPING%20ARM%20MODEL_article-card_title



Schéma du bras rigide Koseq Compact 2.5
(Source : Koseq)

• Produits

Application de solidifiants dans la réponse aux déversements d'hydrocarbures: bilan... et perspectives ?

Des chercheurs du laboratoire *Canmet Energy*, dépendant de l'organisme fédéral *Ressources naturelles Canada (RNCAN)* et de l'Université d'Alberta ont récemment publié un article présentant un état de l'art quant aux connaissances et retours d'expériences en matière d'application d'agents solidifiants en cas de déversement accidentel de produits pétroliers, mais aussi quant aux axes de recherche éventuellement nécessaires à l'amélioration des performances de ces produits.

Il s'agit là d'un travail à l'évidence motivé par un contexte canadien de production importante de pétroles non conventionnels (gisements de l'Athabasca, notamment) et des risques de déversements liés à leur transport, également croissant, vers les ports pétroliers Pacifiques (Colombie Britannique) ou Atlantiques (Golfe du Mexique).

Rappelons que l'effet recherché d'un épandage d'agents solidifiants sur des nappes flottantes d'hydrocarbures est (i) de limiter/ralentir l'extension de ces dernières, dans un plan horizontal (par étalement, fractionnement, etc. à la surface de l'eau) comme vertical (diffusion de composés légers dans la masse d'eau -voire dans l'atmosphère ; dispersion naturelle sous forme de gouttelettes ; etc.) et, ainsi, (ii) d'en faciliter la collecte -dont il est généralement admis qu'elle devient de plus en plus ardue au fil des heures, jours, etc. suivant le déversement.

L'article propose une classification des produits entendus comme « solidifiants », dont il n'existe pas de définition communément acceptée en tant qu'agents de lutte antipollution, selon leurs modalités d'action : physique (ce sont les divers absorbants et/ou adsorbants, reposant sur la propriété hydrophobe/oléophile des matériaux) et chimiques (les gélifiants, essentiellement, qui entraînent une augmentation de la viscoélasticité des hydrocarbures).

Egalement, pointant l'absence à l'heure actuelle de procédures standards de tests d'efficacité concernant les agents solidifiants, les auteurs proposent un certain nombre de données « clés » à mesurer (ex : efficacité ; rapidité d'action ; sélectivité par rapport à l'eau ; incorporation d'eau dans le produit solidifié ; flottabilité, toxicité, biodégradation, résistance mécanique, potentiel de rétention/relargage de composés pétroliers,...).

En évoquant également les aspects opérationnels identifiés comme problématiques (ex : modalités/procédures d'épandage, gestion des volumes de déchets, ...), cette publication a le mérite de ré-interroger l'apport des solidifiants, dont les premières considérations -et un délaissement certain (du moins dans une perspective de réponse à des pollutions d'ampleur)- remontent à quelques dizaines d'années.

En France, on rappellera par exemple les évaluations, faites au Cedre dans les années 1980s, de l'efficacité de divers gélifiants (ex : *Rigidoil*, *Elastol*, ...), qui s'était avérée telle que leur mise en œuvre nécessitait des ratios d'application perçus comme trop élevés (une perception à l'époque

²⁸ (Le modèle *Compact 2.5* ne figurant pas, à notre connaissance et au moment de la rédaction de ces lignes, sur le site de la firme).

partagée par d'autres organismes -l'*US EPA* par exemple) et, du reste, à la source de contraintes opérationnelles (moyens pour un épandage efficace), logistiques (quantité nécessaire, coûts induits), etc.

Pour en savoir plus:

Motta F.L., Stoyanov S.R., & Soares J.B.P., 2018. Application of solidifiers for oil spill containment: A review. *Chemosphere*, 194, 837-846.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.11.103>

• Brûlage *in situ*

Le brûlage contrôlé *in situ*: ouvrage de synthèse

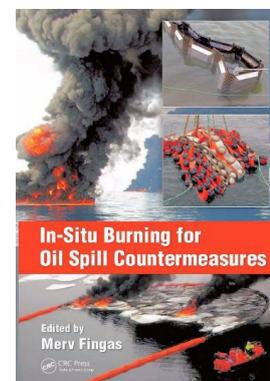
En 2018 a été publié un ouvrage de synthèse, intitulé *In-Situ Burning for Oil Spill Countermeasures*, relatif au brûlage contrôlé *in situ* (*In Situ Burning*, ou *ISB*) des nappes d'hydrocarbures en cas de déversement accidentel. L'*ISB* est acceptée comme stratégie de lutte alternative sur le continent nord-américain notamment, où elle a été particulièrement confortée par l'expérience de la pollution issue de l'accident de la plateforme *Deepwater Horizon* (USA, 2010), tout en ne s'y limitant pas à une application en haute mer (les zones côtières, marais littoraux, etc., sont également des environnements potentiels pour sa mise en œuvre aux USA).

En dépit d'un essor récent, les enseignements et développements techniques concernant la faisabilité et la mise en œuvre de l'*ISB* ne sont pas récents, et incluent recherches, essais, et retours d'expériences accumulés depuis plus de 30 ans. En résultat, les guides méthodologiques/techniques, manuels de procédure, etc., actuellement disponibles quant aux opérations d'*ISB* sont trop nombreux pour être cités : on renverra le lecteur à la visite de quelques sites institutionnels publics - américains pour la plupart (NOAA, USCG, BSEE, etc.), qui en proposent une abondante sélection (ex : <http://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/oil-spills/resources/in-situ-burning.html>). L'industrie en a également publié plusieurs, par exemple à l'instar de ceux de l'*American Petroleum Institute* (prédatant, pour certains, l'accident de *Deepwater Horizon*, et sensiblement mis-à-jour depuis).

Cette nouvelle publication se veut une référence actualisée, dressant un état de l'art global des connaissances et pratiques en matière d'*ISB*, dont elle aborde les divers aspects : scientifiques, opérationnels, techniques, ainsi que des thèmes connexes tels que la prévention des risques pour la santé humaine, les résidus du brûlage, etc.

Pour en savoir plus :

<https://www.crcpress.com/In-Situ-Burning-for-Oil-Spill-countermeasures/Fingas/p/book/9781138735255>



En l'absence de tests réalisés ou suivis par lui, le Cedre ne peut garantir les qualités et performances des moyens de lutte mentionnés dans la Lettre Technique qui n'engagent que les personnes à la source de l'information (sociétés, journalistes, auteurs d'articles et rapports, etc.).

La mention par le Cedre d'une société, d'un produit ou d'un matériel de lutte n'a pas valeur de recommandation et n'engage pas la responsabilité du Cedre.

Les articles contenus dans la rubrique « Accidents » sont rédigés à partir d'informations provenant de sources variées, diffusées sur support papier ou informatisé (revues et ouvrages spécialisés, presse spécialisée ou généraliste, conférences techniques/scientifiques, rapports d'études, communiqués d'agences de presse ou institutionnelles, etc.). Lorsqu'un site Internet ou un document particulièrement riche en informations pertinentes est identifié, celui-ci est explicitement signalé en fin d'article par la mention « Pour en savoir plus ».