



Lettre Technique Mer- Littoral n°52

2020-2

Sommaire

• Accidents	2
Fuite de fioul suite à explosion sur une centrale électrique flottante (<i>PB 102</i> , Philippines)	2
Rejet accidentel de chlorure ferrique dans la méditerranée (<i>Kem One</i> , Martigues, Bouches-du-Rhône).....	4
Déversement de fioul soute à faible teneur en soufre, en environnement côtier tropical (échouement du <i>Wakashio</i> , République de Maurice).....	5
Pollution littorale à partir d'une raffinerie : <i>El Palito PDVSA Refinery</i> (Venezuela).....	11
Pollution estuarienne par gazole suite à un accident ferroviaire (Pays de Galles, R.-U.).....	12
Incendie de pétrolier : évitement d'une pollution majeure en mer (<i>New Diamond</i> , Golfe du Bengale, Sri-Lanka)	13
Arrivages à la côte de granulés plastiques industriels (GPI) suite à une perte en mer (<i>CSAV Trancura</i> , Afrique du sud)	14
• Synthèse des pollutions accidentelles survenues dans le monde en 2020	15
Déversements d'hydrocarbures et d'autres substances dangereuses, toutes origines confondues (analyse Cedre)	15
• Volumes déversés	15
• 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 2020 : statistiques ITOFF	20
• Préparation à l'intervention / stratégies (internationales)	20
Renforcement de la capacité de lutte au Canada : centre d'intervention de la Garde Côtière (Colombie Britannique)	20
Stocks <i>EAS</i> de l'AESM : nouveaux moyens de taille intermédiaire pour navires d'opportunité.....	21
Flotte antipollution de l'AESM : affrètements récents en Europe du Sud	21
• Initiatives de l'industrie pétrolière	22
Guides <i>IPIECA-IOGP</i> , de soutien à la planification et à l'intervention :	22
• Mesure et suivi de la pollution <i>in situ</i>	22
• Organisation de la lutte à terre : intégration du rôle des reconnaissances littorales.....	22
• Détection <i>in situ</i>	23
Détection et caractérisation des tailles de gouttes dans la masse d'eau : capteur LISST-Black	23
• Déchets/débris flottants	23
Initiatives de recensement des moyens de collecte des déchets plastiques	23
• Dérive et suivi de nappes	24
Bouée <i>Fastwave VOSTB</i> : détection et suivi d'hydrocarbures	24
• Brûlage contrôlé <i>in situ</i>	25
Système de brûlage, à faibles émissions, de pétroles émulsionnés (<i>BSEE</i> , USA)	25
• Impacts	26
Effets écologiques à long terme en mangrove : suivi <i>in situ</i> et enseignements opérationnels (pollution du <i>Era</i> , Australie, 1992)	26

• Accidents

Fuite de fioul suite à explosion sur une centrale électrique flottante (PB 102, Philippines)

Le 3 juillet 2020, dans la Province de Panay (Philippines), une explosion à bord de la centrale électrique flottante *Power Barge 102 (PB 102)*, d'une puissance de 32 Mw et propriété de *AC Energy Corp*, a provoqué une brèche dans la double coque, suivie d'une fuite de fioul lourd estimée, à près de 270 m³ selon des annonces, 2 à 3 semaines plus tard, du *National Disaster Risk Reduction and Management Council (NDRRMC)*¹ et du *Department of Environment and Natural Resources (DENR)*².

La barge 102 était alors à quai (amarrée à couple de la PB 101), dans la zone portuaire d'Obrero (municipalité d'Iloilo), soit sur la rive nord-ouest du Détroit de Panay qui, d'environ 3 km de large, sépare les îles de Panay et de Guimaras. Dans ce quartier d'infrastructures portuaires s'intercalent plusieurs zones d'habitat spontané sur pilotis (familles de pêcheurs), ainsi que quelques étendues de mangroves.



Confinement par barrage permanent ceinturant la barge, pour pompage avec les moyens du bord et collecte manuelle (écopage) (source : Philippine Coast Guard)

La réponse d'urgence a visé, prioritairement, l'extinction de l'incendie par le *Bureau of Fire Protection (BFP)* et le renforcement des moyens de confinement et de pompage dans le périmètre immédiat de la barge, par la station locale de la garde côtière Philippine (*PCG*). Cette dernière a mobilisé ses équipements de lutte sur l'eau (barrages flottants et récupérateurs) pour limiter l'extension de la nappe de pollution au-delà du dispositif permanent de confinement (barrage flottant, ceinturant la barge). Cette première phase de confinement, bien qu'achevée le lendemain de l'accident selon la *PCG*, aurait été retardée du fait de restrictions logistiques liées au COVID-19.

Selon *AC Energy*, dès le lendemain de la fuite, la dégradation progressive des conditions météoro-océaniques est venue pénaliser l'efficacité de ces mesures, malgré les efforts coordonnés des personnels de *PCG*, de *BFP*, de la barge et de la société mandatée par *A.C Energy* (environ 170 personnes dans les premiers jours), et le déploiement de barrages supplémentaires (200 m de barrages alentours de la *PB 102*, à t+5 jours). En dépit d'un bilan de collecte sur l'eau annoncé, à t+2jours, à 120 m³ de fluide pollué³, une partie du fioul s'est disséminée dans le détroit, sous forme d'accumulations flottantes plus ou moins importantes et d'irisations, entraînant bientôt des arrivages littoraux et la souillure, localement, de débris divers accumulés en laisse de mer. Ces échouages ont atteint l'île de Panay de part et d'autre d'Iloilo, et des sections du littoral de l'île de Guimaras en rive sud-est du détroit. Le linéaire affecté inclut 88 ha de mangroves, contaminées de manière discontinue au niveau des troncs et des racines des arbres. Au total, 43 quartiers ou villages (*barangays*) ont été touchés, 17 autour d'Iloilo et 26 sur l'île de Guimaras. Plus de 300 familles résidant sur les berges (soit plus de 1 000 riverains) ont été évacuées durant une quinzaine de jours, bénéficiant d'aide alimentaire pour compenser l'arrêt de la pêche de subsistance, le tout dans un contexte compliqué par la pandémie de COVID-19.

Un groupe de coordination des opérations a été mis en place par le *City Disaster Risk Reduction and Management Office* d'Iloilo (*CDRRMO*) supervisant les reconnaissances (notamment par drones), le nettoyage, et le suivi de la qualité de l'air, de l'eau, ainsi que l'évaluation des risques sanitaires et la validation du plan de nettoyage présenté par *A.C Energy*. Étaient impliqués la *PCG* (stations locales, et l'Unité de Protection du milieu Marin - *MEPU*), les autorités locales et services

¹ Conseil national de gestion et de minimisation des risques en situation d'urgence.

² Ministère en charge de l'environnement et des ressources naturelles.

³ Sans détail quant à la nature de ce volume, c'est-à-dire s'il s'agissait de polluant « pur », ou d'un mélange eau/fioul -et, le cas échéant, des ratios associés

techniques de la ville, les agences de la Région 6, ainsi qu'une équipe de biologistes de l'université des Visayas (*UP Visayas*) pilotée par un spécialiste des mangroves impliqué dans les précédentes pollutions par fioul lourd qui ont touché les îles de Panay (*barge n°103, 2013*)⁴ et de Guimaras (*M/T Solar 1, 2006*)⁵.

Selon l'enquête préliminaire du *Bureau of Fire Protection (BFP)*, une négligence serait à l'origine de l'explosion qui aurait été causée par l'ignition de vapeurs explosives présentes dans un réservoir partiellement rempli, lors d'opérations de maintenance (soudure au chalumeau) sur les citernes. Une plainte a été déposée par le *Department of Environment and Natural Resources (DENR)* contre *A.C Energy* pour non-respect de la réglementation sur la protection des eaux (*The Philippines Clean Water Act de 2004 - Republic Act 9275*).



Gche : Film d'hydrocarbures sur les racines et les troncs dans la mangrove ; **Ctre** : Laisse de mer souillée (Source : *Unicorns Rescue Volunteer Brigade, Inc*) ;

Du matériel de lutte complémentaire (barrages et récupérateurs) a été acheminé en provenance d'autres barges de la compagnie, de *PCG*, et des compagnies pétrolières *Petron Corp.* et *Shell Philippines* et de production d'électricité *Global Business Power Corporation*. Une partie des opérations de nettoyage a été confiée à la société de services maritimes *Harbour Star inc.*, tandis que la société d'ingénierie *AECOM Philippines* a été mandatée pour le suivi de la qualité de l'eau et de l'air.

La population locale a été largement impliquée dans le nettoyage, *A.C Energy* a soutenu les villageois et pêcheurs affectés par la pollution, sous forme d'aide alimentaire, de contrats passés à une vingtaine de pêcheurs par village touché (protection des mangroves et pêcheries, écopage manuel et transports des déchets). Les volontaires des villages, en particulier les membres de l'association *Unicorns Rescue Volunteer Brigade, Inc (URVB)*, ONG spécialisée dans le soutien à l'intervention en situation de crise (incendie, cyclones/inondation) ont été mobilisés sur le ramassage des débris souillés en laisse de mer. Ces opérations ont été coordonnées par les stations locales des *PCG*, en particulier la fabrication de substituts d'absorbants à base de balle de riz ou de fibre de coco, et de plusieurs kilomètres de barrages de fortune préventivement déployés devant les pêcheries et en front de mangrove (improvisés à partir de vêtements usagés enroulés autour de bambous ou de bouteilles plastiques en guise de flotteurs).

Conformément aux recommandations des biologistes, il n'y a pas eu de nettoyage en mangroves afin de ne pas occasionner de dommages additionnels.



Fabrication de barrages improvisés sous supervision de biologistes du groupe de pilotage (source : *UP Visayas*)



Barrages improvisés déployés devant des pêcheries (source : *Municipalité de Lapus*)

⁴ Cf. [LTML n°38](#)

⁵ Cf. [LTML n°15](#)



Barrages improvisés déployés en front de mangrove (source : Municipalité de Dumangas)

En septembre 2021, l'équipe de l'Université (UP Visayas) démarrait un suivi pour évaluer l'impact de la pollution sur la mangrove (arbres, benthos, contamination des coquillages consommés et des sédiments (HAP et HCT), indiquant cependant que, depuis l'accident, ils n'avaient pas constaté d'impact important (mortalité) sur la végétation de la mangrove.



Collecte à terre par des résidents du quartier Obrero-Lapuz d'Iloilo (source : UP Visayas)



Collecte des débris souillés par les volontaires du « Unicorns Rescue Volunteer Brigade » (source : URVB)

Rejet accidentel de chlorure ferrique dans la méditerranée (Kem One, Martigues, Bouches-du-Rhône).

Dans la nuit du 22 au 23 juillet 2020, une fuite d'une solution de chlorure ferrique à 40 % s'est produite au niveau d'un bac de stockage (capacité 800t), au sein de l'atelier de production de PVC du site de *Kem One*, entreprise implantée sur la plate-forme pétrochimique de Lavéra (Bouches du Rhône). Malgré la présence d'une rétention et les efforts pour confiner le rejet au sein du site (déviation vers une autre rétention), une partie du liquide (330 m³, soit 470 t de chlorure ferrique) a rejoint le réseau pluvial puis s'est déversée dans l'anse d'Auguette (bassin de sécurité commun aux entreprises chimiques de la plateforme). Le débit journalier de ce bassin est estimé à environ 600 000 m³/j ce qui a contribué à la dilution du produit avant qu'il ne rejoigne le milieu marin, où il a formé un panache d'eau présentant une coloration orange-marron d'environ 4 hectares au large de Martigues. La fuite été maîtrisée à 10h.



Propagation en frange côtière du panache d'eau colorée, à partir de l'anse d'Auguette (source : Douanes Françaises)



Vue de l'extension du rejet de chlorure ferrique à proximité du littoral (Source : BMPM)

Le trichlorure de fer (FeCl₃) est utilisé comme catalyseur dans le processus de fabrication industrielle du PVC, mais aussi comme flocculant pour le traitement des eaux usées ou la production d'eau potable. Cette substance est totalement soluble dans l'eau (formant une solution acide), et s'agrège aux particules de sédiment et/ou de matière organique en suspension, en entraînant la précipitation (phénomène de floculation). Bien que corrosif, le produit est faiblement toxique et l'acidité de sa forme solubilisée est, en eau de mer, rapidement neutralisée par effet tampon.

Afin d'évaluer la situation et sécuriser le plan d'eau, le préfet maritime de la Méditerranée déploie sur zone un moyen nautique de la Gendarmerie maritime, le bâtiment de soutien et d'assistance affrété (BSAA) *Pionnier* de la Marine Nationale (spécialisé antipollution), ainsi qu'un moyen aérien de l'administration des Douanes. Quarante hommes du bataillon des marins-pompiers de Marseille

(*BMPM*) et 10 sapeurs-pompiers sont envoyés prêter main forte aux pompiers du site industriel. L'entreprise a conduit une opération de pompage du surnageant dans l'anse d'Augette, mais la forte solubilité du produit n'a guère offert d'opportunité d'intervention en mer.

Par mesure de précaution en cette saison de fréquentation estivale, le Préfet prend un arrêté interdisant la navigation de plaisance, la pêche maritime, la plongée et la baignade dans la partie Sud du golfe de Fos. Celui-ci a été levé au bout de 48 h. En effet, en 24 h la nappe n'était plus visible en surface, seuls des floccs de couleur rouge-orangée étaient repérés à proximité du fond, tandis que les prélèvements et analyses dans la colonne d'eau réalisés par le *BMPM* et le *Laboratoire d'analyse, de surveillance et d'expertise de la marine (LASEM)* ont montré l'absence de fer ionique dans les eaux prélevées et confirmé une faible variation de pH au plus fort du rejet.

Un arrêté de mesures d'urgence a également été pris, fixant les prescriptions en matière de mise en sécurité de l'installation et d'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire de l'accident (plan de prélèvement sur la colonne d'eau, les sédiments, la faune et la flore) et, le cas échéant, de définition d'un plan d'action.

Pour répondre aux prescriptions de l'arrêté Préfectoral, la société *Kem One* a mandaté les sociétés *Copramex* et *Créocéan* pour le suivi de la pollution, l'évaluation de l'impact et d'un éventuel besoin d'intervention. Le *Cedre* a également été sollicité pour des conseils.

Le 29 juillet, l'extension des dépôts de floccs cartographiée en plongée représentait une dizaine d'ha à une profondeur de 7 à 10 m, sur les fonds rocheux, sédimentaires et sur les feuilles de certains herbiers de posidonies. Ces dépôts se sont déplacés et étendus début août, sous l'influence des courants, avant leur atténuation naturelle et un net déclin constaté en début septembre (62 m² répartis sur 2,8 ha). Les floccs étaient, à ce stade, de plus petites dimensions, facilement remobilisables par les mouvements d'eau, et peu cohésifs : leur pompage, un temps envisagé et étudié, n'était dès lors plus justifié. Plus aucun dépôt n'a été observé à partir du 17 octobre.

Les suivis permanents préalables à l'accident ont permis de disposer d'inventaires et de données issus de suivis pluriannuels des fonds, réalisés par ailleurs en routine. Quelques impacts ont été observés, mais transitoires et d'une ampleur limitée : la présence de poissons morts a été rapportée au début de l'incident, ainsi que des mortalités de mollusques (bulots) -plutôt attribuées à un possible impact physique des dépôts de floccs observés en août et septembre. Sur les posidonies, ces mêmes dépôts n'ont pas provoqué de mortalités. La caractérisation physico-chimique menée sur les moules n'a pas permis de mettre en évidence d'impact de la fuite, alors que d'importantes concentrations en fer ont été relevées dans certains échantillons de sédiment, en lien avec le rejet.

Déversement de fioul soute à faible teneur en soufre, en environnement côtier tropical (échouement du *Wakashio*, République de Maurice)

Le 25 juillet, le vraquier *Wakashio* (de 300 m pour 230 130 tpl, construit en 2007) s'échouait sur une barrière de corail à proximité de la Pointe d'Esny (sud-est de l'île Maurice). Lège, le navire transportait lors de l'accident environ 3 900 tonnes de fioul à faible teneur en soufre (VLSFO) en soutes, ainsi que 200 tonnes de gazole et 90 tonnes de lubrifiants. Dans le but, prioritaire, de prévenir les risques de pollution des eaux côtières, la société spécialisée *SMIT Salvage* est mandatée par le propriétaire du navire, le 28 juillet, pour en engager en urgence le sauvetage et l'allègement des soutes.

Néanmoins, les conditions météo océaniques défavorables ralentissent ces opérations, et les fortes houles déferlantes fragilisent et endommagent la structure du vraquier fermement échoué sur le récif. Ce stress mécanique induit la rupture des soutes tribord, le 6 août, suivie du déversement en mer de près de 1 000 m³ de VLSFO.

Passant la barrière de corail, le fioul dérive rapidement à la surface des eaux du lagon où, sous l'influence de vents de secteur sud, il menace de toucher le littoral de l'île principale et d'un certain nombre d'îlots.



Fuite de VLSFO à partir des soutes du *Wakashio*, et dérive à l'intérieur du lagon (Source : G. Defente/FAZSOI/Défense)



Tentatives de confinement en urgence dans le lagon, via la pose de barrages flottants près du récif (mobilisation moyens et personnels NCG et Polyeco) (Source : G. Defente/ FAZSO/Défense)

Des arrivages discontinus d'hydrocarbures commencent de fait à se produire, au sein d'une région sensible à la fois écologiquement (proximité d'un parc marin, de mangroves littorales, d'un site RAMSAR, et d'aires classées en Réserve Marine ou Parc National) et économiquement (activité touristique).

Les autorités mauriciennes déclarent, le 7 août, un état d'urgence environnementale et, estimant que le pays ne dispose pas des moyens et de l'expertise nécessaires pour la gestion d'urgence de l'épave et de la pollution, sollicite une aide internationale -dont celle de la France à La Réunion.

La survenance du déversement décide également le gouvernement mauricien à déclencher le Plan national de réponse antipollution, confié à la supervision de son Ministère de l'Environnement qui coopère avec la Garde Côtière nationale (NCG) et la Force Spéciale Mobile (FSM) –impliquées, respectivement, dans les actions d'urgence sur l'eau et sur le littoral.

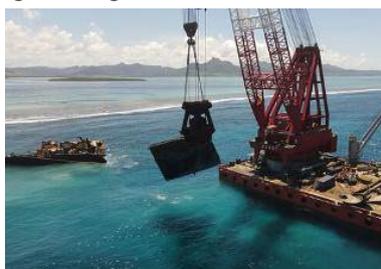
Il est important de noter que la gestion de crise, s'agissant des actions qui seront menées par les autorités publiques ou de celles menées par les mandataires de l'armateur, s'inscrit d'emblée dans un contexte très contraint, et ceci à divers égards (expertise, logistique, main d'œuvre, etc.), par la pandémie de COVID-19 et les mesures sanitaires en vigueur -diverses et évolutives selon les pays (quarantaines, restrictions de circulation et de services, ouverture des frontières, etc.).

Au niveau du navire échoué, les opérations d'extraction des hydrocarbures pompables reprennent à un rythme soutenu, malgré des aléas liés à l'état de la mer. Elles sont achevées le 12 août, avec la récupération de 3 320 m³ restants en soute, 3 jours avant que le *Wakashio* se brise en deux -libérant des fluides huileux, mais sans causer de déversement d'ampleur.

La partie avant sera remorquée en haute mer pour y être océanisée⁶, tandis que le découpage et l'enlèvement de la moitié arrière (incluant la partie principale du moteur -de 600 tonnes) seront confiés par le *P&I Club* à la société chinoise spécialisée *Lianyangang DALI Underwater Engineering Co*⁷.



Prise en remorque de la partie avant de l'épave brisée du *Wakashio* (source : Mobilisation Nationale *Wakashio*)



Automne 2020 - janvier 2022 : Chantier de démantèlement de l'épave (Source : Brand Marine Consultants)

Cette dernière mobilisera une importante logistique, dont la barge *Hong Bang 6* (8 200 GT, d'une capacité de levage de 1 200 tonnes), pour mener à bien des opérations achevées le 16 janvier 2022 -avec le retrait des derniers débris présents sur les fonds jusqu'à 500 m du site d'échouage⁸.

Sur le lagon, la Garde Côtière et la FSM ont déployé la totalité des barrages disponibles dans les stocks nationaux d'équipements près du récif, et en frange littorale essentiellement en mode de protection des sites sensibles : Blue Bay, Pointe d'Esny, littoral de Mahébourg, embouchure de la Rivière des Créoles, Île aux Aigrettes, etc. Dans le cadre d'un accord de coopération, pour la sous-région de l'Océan Indien Occidental, les autorités françaises dépêchent sur place le BSAOM

⁶ A distance d'environ 13 milles marins de la côte orientale de Maurice (profondeur de plus de 3 000 mètres).

⁷ Sous supervision mandatée à la société allemande *Brand Marine Consultants*.

⁸ A noter que les sections démantelées étaient ensuite découpées à terre, avant transport routier de la ferraille vers une installation pour recyclage.

Champlain (basé à Port-de-Galets, La Réunion), et acheminement des équipements issus du stock POLMAR-Terre de La Réunion (dont 1 000 m de barrages flottants⁹, divers moyens de pompage, des absorbants, etc.) en renfort aux moyens locaux.

Des vedettes d'intervention de la garde-côtière mauricienne et d'une société locale (*Polyeco Mauritiuis*) s'efforcent de confiner une partie de la pollution flottante dans les eaux peu profondes du lagon. A proximité de la barrière récifale en particulier, les faibles hauteurs d'eau et l'hydrodynamisme pénalisent le maintien et l'efficacité des barrages. Ces derniers, du reste, se détériorent à terme par ragage sur le corail¹⁰. Ces opérations sur l'eau ne s'étendent pas au-delà du 18 août, les faibles quantités de fioul libre ne les justifiant plus. La lutte se concentrera dès lors sur les sections discontinues de littoral polluées, distribuées dans un linéaire côtier de 50 km environ.



Confection de barrages de fortune en bagasse par les riverains (source : Mobilisation Nationale Wakashio)

Rapidement après les premiers arrivages, des initiatives spontanées sont prises par des riverains en plusieurs secteurs littoraux dans l'espoir de minimiser l'ampleur de la pollution. Celles-ci peuvent être vues, en partie, comme le résultat d'une vision critique d'une part du public qui reproche aux autorités une anticipation perçue comme inadaptée du risque de pollution, suite à l'échouement (le déversement survenant, en outre, dans un contexte socio-économique déjà marqué par la crise sanitaire).

Quoiqu'il en soit, c'est dans le cadre de cette mobilisation que sont confectionnés des barrages à façon, en bagasse le plus souvent (fibres de canne, assemblées en boudins munis de flotteurs improvisés)¹¹, disposés en front de divers sites par les pêcheurs notamment.

Des actions de ramassage, sont également menées par des riverains : bien intentionnées, celles-ci sont désorganisées et peu sélectives.

En résultat, d'importants volumes de déchets -plus ou moins pollués- sont déposés et laissés en hauts de plage, y générant parfois une pollution secondaire.



Barrages à façon pollués : zone portuaire (*Gche*) ; mangrove (*Drte*) (Source : Cedre)



Solides et liquides déposés en hauts de plages (Source : Cedre)

Le retrait de ces déchets et des « barrages » de fortune (d'un linéaire cumulé de près de 50 km, diversement intacts et souillés) sera bientôt l'un des premiers objectifs des chantiers de nettoyage confiés à la réalisation des sociétés mandatées par l'assureur du *Wakashio*.

A terre, une trentaine de km de côtes sont pollués, dans une intensité variable. Il s'agit principalement de mangroves, mais aussi de zones rocheuses, de plages et d'infrastructures

⁹ Barrages gonflables de hauteurs moyennes (en l'occurrence de type *DESMI Ro-Boom 1300*, d'une part, et *RCY Reycau 430*, d'autre part).

¹⁰ Les éléments d'ancrage et de lest (chaînes, cordages, etc.) causant dans certains cas un impact physique, localisé, par abrasion du corail.

¹¹ Sur ce chapitre, de nombreux médias se firent les laudateurs des « barrages absorbants » fabriqués à partir de cheveux, idée suscitant une curiosité - voire un engouement- relayée dans la presse au-delà des frontières de l'île. Ainsi ont émergé des propositions d'envoi de stocks de cheveux, rencontrant un écho souvent enthousiaste. De nombreuses interrogations sont parvenues au Cedre, quant à l'opportunité d'utiliser ce type de matériau de fortune, lequel a été amené à effectuer des évaluations préliminaires, complétées de tests de capacité de rétention effectués selon la norme AFNOR NFT 90-360. Celles-ci ont conclu au caractère fortement hydrophile des cheveux (coulant avant même d'avoir absorbé le pétrole, lorsqu'épandus en vrac), et à leur faible capacité de rétention en hydrocarbures (de 2,7 au mieux lorsque conditionnées en boudins, soit en deçà des critères de performance valant qualification en tant qu'absorbant flottant hydrophobe).

variées.

L'assureur du navire a mobilisé l'expertise technique de l'*ITOPF* (*International Tanker Owners Pollution Federation*), qui effectue, avec les représentants des entités publiques et privées concernées, des reconnaissances de la pollution et apporte son conseil pour la sélection des techniques de nettoyage applicables aux types de milieux à traiter.

Les reconnaissances initiales, en large partie réalisées entre le 14 et 15 août, posent les bases de la segmentation opérationnelle du littoral touché en 8 grands secteurs, eux-mêmes découpés en zones et en sites/chantiers selon les caractéristiques de la pollution et de la côte.

A leur issue également, un plan d'action de nettoyage est co-rédigé par l'*ITOPF* au profit du *Japan P&I Club*, pour soumission au gouvernement mauricien.

Les opérations sont entamées le 18 août par la société *Le Floch Dépollution* (*LFD*, mandatée par l'assureur), sous le suivi du Gouvernement *via* notamment le MEDSCC (Ministère de l'Environnement, des Déchets Solides et du Changement Climatique). A l'incitation de ce dernier, souhaitant une avancée plus rapide du nettoyage, la société *Polyeco* -qui bénéficie d'une implantation locale- est contractée à partir du 24 août et se voit confier la réalisation de chantiers correspondants à la moitié des 8 grands secteurs opérationnels (les 4 autres restants à la charge de *LFD*). Pour le compte du *P&I Club*, un suivi des chantiers est assuré par des représentants de l'*ITOPF* et de 2 sociétés d'expertise maritime *CSA Marine*¹² (Japon) et *Surveyors Marine of Mauritius*.

La situation, sur le littoral, était globalement la suivante :

- Au niveau des mangroves littorales, les arrivages se présentaient sous forme d'une bande, de largeur variable, généralement plus concentrée en front de végétation. Cette dernière forme des habitats plus ou moins abrités où les racines-échasses des palétuviers (*Rhizophora mucronata*) tendent à piéger les arrivages de fioul, de débris et autres déchets flottants. De ce fait, les mangroves ont été les faciès littoraux les plus fortement souillés, à la fois par le fioul et par des solides divers plus ou moins pollués ;
- Au sein des secteurs rocheux, relativement abrités et généralement constitués d'affleurements, de promontoires et/ou de blocs basaltiques (parfois sur des sables d'origine minérale relativement grossiers, ayant permis la pénétration des arrivages, le cas échéant, en hauts d'estrans). Les surfaces étaient souillées de façon discontinue et à une intensité variable par des taches, plaques, etc. de fioul plus ou moins épaisses en fonction du relief (anfractuosités, dépressions, cuvettes...). L'Île aux Aigrettes (classée en réserve naturelle) présente une géomorphologie particulière, son pourtour étant constitué de surplombs de grès calcaire qui, bien qu'exposés à un hydrodynamisme favorable à l'auto-nettoyage naturel, forment une surface friable, granulaire/poreuse et présentant de nombreuses cavités. Lors de sa dérive dans le lagon, une partie de la pollution est venue s'y déposer, donnant lieu à une bande de pollution constatée le long de portions de ce littoral (sud-est et nord-ouest de l'île). Difficilement accessible par voie terrestre (absence de chemins ; sensibilité des sols et de la végétation -incluant de nombreuses espèces endémiques/protégées), l'approche des intervenants s'est essentiellement faite par



Cartes de synthèse des reconnaissances pour la segmentation opérationnelle du littoral (Source : *ITOPF/Le Floch Dépollution*)



Pollution en mangrove : sur sols, débris en échouage (haut) ; sur racines de *R. mucronata* (bas) (Source : *Cedre*)



¹² Également observateurs sur place des opérations concomitantes de traitement de l'épave.

embarcations ;

Pollution sur roches (source : ITOPF)

- Un grand nombre de structures artificielles a été touché par des arrivages le plus souvent déposés en bande de pollution, plus ou moins large, épaisse et continue selon les sites. Incluant les infrastructures portuaires de Mahébourg et des ouvrages diversement situés (au niveau de plages, d'embarcadères, d'habitations diverses, en bordure de routes longeant le front de mer...), il s'agissait de quais, cales, murs, etc., en béton ou en pierres jointoyées - présentant parfois des pores/cavités propices au piégeage du fioul (ex : petits enrochements/digues de pierre sur des aires d'accostage de petites embarcations de pêche). L'importance de ces infrastructures en termes de fréquentation/usages en a motivé le nettoyage poussé, leur faible sensibilité écologique autorisant au besoin le recours à des techniques relativement agressives (haute pression) ;



Pollution importante sur enrochements (Gche) ; boulettes sporadiques sur plages du sud du lagon (Ctre) ; pollution libre en bordure de plage à substrats meubles mixtes (Drte) (source : ITOPF)

- Les plages de sables à fort enjeu touristique du sud du lagon (ex : segment de Pointe d'Esny et îlots alentours) ont été faiblement touchées, essentiellement par des boulettes distribuées de manière sporadique. C'est au sein de segments situés plus au nord (Rivière des Créoles, Vieux Grand Port, Bois des Amourettes, notamment) qu'un certain nombre d'estrans sédimentaires ont été plus fortement contaminés par le fioul. Il s'agissait de plages relativement peu étendues, abritées et à substrats mixtes (sables, cailloutis, etc.) plus ou moins envasés. Le fioul y était échoué à la surface sédiments, avec pénétration localement en hauts de plage (jusqu'à plusieurs centimètres de profondeur, en fonction de la granulométrie). Ces sites étant fréquentés par les riverains, l'atteinte de niveaux de nettoyage relativement élevés a été un objectif prioritaire de la réponse sur le littoral.

Les principales techniques de nettoyage grossier mises en œuvre ont compris :

- la collecte manuelle des dépôts de fioul, ainsi que de débris et macro-déchets souillés. Sélective, elle a été appliquée à tous les types de littoraux affectés, plus particulièrement dans les sites dont les surfaces complexes présentaient un fort potentiel de « piégeage » des objets/substances flottantes. Ce fut le cas des mangroves et des surfaces dures, rocheuses ou artificielles, présentant des cavités (fissures sur roche, blocs rocheux, enrochements, etc.). En plus des outils légers « habituels » (écopes, spatules, râteliers, pelles, etc.), ce ramassage manuel a aussi impliqué l'utilisation d'absorbants conditionnés (feuilles) et/ou de brosses souples pour l'essuyage « doux » des surfaces les plus sensibles (ex : racines échasses notamment et, localement, faciès insulaires à grès calcaires, friables) ;



Ci-dessus : collecte manuelle et sélective de la pollution de surface (fioul et débris/déchets souillés) (Source : Le Floch Dépollution) ; ci-contre : Essuyage à l'absorbant de roches calcaires fragiles (île aux Aigrettes) (Source : Polyeco)

- le lessivage/rinçage à l'eau froide en basse pression, par effet de déluge et/ou d'inondation, du fioul déposé sur les surfaces des mangroves (végétation et substrats), avant confinement sur l'eau des hydrocarbures remobilisés (collectés par pompage/écrémage ou, manuellement, à

l'aide d'absorbants) ;



Ci-contre et ci-dessus : décollement du fioul sur racines, par rinçage en basse pression (Source : Polyeco)

- le brassage immergé (à l'aide de lances dites « impact »), largement appliqué dans les hauts de plages sédimentaires pollués en profondeur, qui s'est avéré efficace pour en déloger le fioul infiltré (ensuite confiné et récupéré sur l'eau). Impliquant un remaniement des substrats, la technique n'a été, le cas échéant, appliquée qu'avec modération et aussi peu agressivement que possible dans les mangroves, pour minimiser les risques de destruction des sols (voire de leur érosion, qui entraînerait un « déchaussement » des racines).



Remobilisation du fioul infiltré dans les sédiments par brassage immergé (ex : front de mangrove à gauche ; plage de sables à droite) (Source : Le Floch Dépollution)

Le nettoyage fin de la pollution résiduelle sur substrats durs a reposé, essentiellement, en opérations :

- de lavage *in situ* en bétonnière, dans les secteurs présentant des substrats très grossiers (galets) localement souillés avec pénétration et piégeage du fioul en subsurface ;
- de nettoyage fin en eau chaude à haute pression des surfaces à faible sensibilité écologique (ex : roches nues et non friables –la technique était d'emblée écartée sur les substrats calcaires des îlots ; infrastructures), particulièrement au sein des secteurs exigeant des niveaux de nettoyage élevés (usages récréatifs, culturels, socio-économiques, etc.).

La réponse littorale à la pollution a été confrontée à des défis opérationnels et techniques particuliers, dont on retiendra ici les suivants :

- le VLSFO déversé s'est avéré d'une fluidité supérieure à celle *a priori* attendue d'un fioul de soute, permettant sa pénétration dans les sédiments grossiers/cavitaires, notamment, mais aussi dans des sédiments mixtes plus ou moins envasés -cas de figure courant sur les littoraux affectés. Cette pénétration a nécessité de longues opérations de brassage immergé au niveau de plusieurs plages de substrats meubles ;
- la complexité de nombreux sites, en particulier des mangroves, a pénalisé l'efficacité des mesures de confinement et ralenti la collecte des accumulations de surface qui, remobilisées par les courants de marées, ont entraîné des épisodes de pollution secondaire et une certaine extension de la pollution durant les opérations de nettoyage, rallongeant d'autant celles-ci ;
- la présence en grand nombre de déchets et débris divers, en arrivages constants, a également compliqué le nettoyage des sites en accroissant les efforts de gestion des solides pollués (zones de stockage primaire, évacuation, etc.), et de protection des secteurs en cours de nettoyage vis-à-vis de nouveaux échouages de déchets flottants ;
- en de nombreux sites, les accès limités et l'espace restreint ont fortement contraint l'acheminement des intervenants et des équipements, ainsi que le stockage primaire et l'évacuation des déchets collectés. Les possibilités de circulation étaient par ailleurs réduites sur les zones les plus fragiles, aux sols peu portants, tel qu'en mangroves en particulier et, plus généralement, sur les estrans envasés. S'il faut y voir une des motivations sous-jacentes

au large recours au nettoyage manuel (de fait techniquement adapté à la situation, car sélectif et déployable dans des secteurs peu accessibles aux engins), ces caractéristiques ont imposé une organisation et un suivi de chantiers propre à éviter le piétinement/enfoncement excessifs des substrats et des racines sous-terraines.

Le nettoyage du littoral approchant progressivement de son terme à la fin 2020, le Cedre a été missionné par les autorités mauriciennes et avec le soutien de l'*Agence Française de Développement (AFD)*, pour fournir une expertise technique et des conseils sur place en matière de validation -et d'atteinte- des critères d'arrêt des opérations. En vue de statuer sur la clôture/réception des chantiers, ces derniers ont chacun fait l'objet de reconnaissances détaillées, menées en janvier 2021 en présence de représentants de toutes les parties prenantes, publiques comme privées (ministères et services concernés, *P&I Club*, opérateurs des chantiers, gestionnaires et exploitants de sites, etc.). L'analyse des niveaux de nettoyage atteints, des sensibilités diverses des sites et des techniques applicables, a permis de conclure à l'inopportunité de poursuivre les opérations, dont l'arrêt fût dès lors agréé par le gouvernement de Maurice.

Le bilan de collecte affichait alors de l'ordre de 4 000 big-bags remplis de solides pollués (pour environ 2 700 t.), près de 250 conteneurs de type IBC et plus de 5 000 fûts de 220 l. de fluides pâteux. Ces importants volumes ont été acheminés, puis triés et stockés vers la seule installation locale habilitée à cet effet¹³ ; leur acheminement vers l'Europe, par navire spécifiquement affrété, pour élimination finale en filières de traitement *ad hoc*, était prévu pour juillet 2021.

Globalement, la gestion de crise issue de l'accident du *Wakashio* s'est inscrite dans un contexte, singulier, marqué par :

- une implication très importante de nombreuses structures et institutions étrangères, ceci dès les premiers stades de la gestion d'urgence, nationales (ex : Préfecture de la Réunion, Marine Nationale/Ceppol pour la France ; CEFAS/DEFRA entre autres pour le Royaume-Uni ; etc.) ou internationales (OMI/UNEP OCHA, etc.)...
- un contexte pandémique (COVID 19) qui a posé de nombreuses difficultés organisationnelles, depuis l'accès des experts étrangers au sol mauricien (formalités aux frontières, procédures de tests/quarantaine, limitations des liaisons aériennes, etc.) à la disponibilité locale de moyens logistiques et humains (contractualisation de centaines de riverains, souvent des pêcheurs dont l'activité était suspendue, pour la réalisation d'un nettoyage littoral (i) de longue durée (ii) dans le respect de dispositions sanitaires indispensables, etc.) ;
- une « pression » appuyée par la forte médiatisation de l'accident et de sa gestion, lesquels furent le sujet de très nombreux articles dans la presse nationale et internationale, diversement : informatifs, critiques, et parfois polémiques.

Pollution littorale à partir d'une raffinerie : *El Palito PDVSA Refinery (Venezuela)*

Dans les premiers jours d'août au Venezuela, des arrivages discontinus d'hydrocarbures se produisaient, à une intensité variable, sur plusieurs km de plages littorales du Golfe Triste dans les états de Carabobo et de Falcón.

D'origine initialement inconnue (un navire a d'abord été suspecté) la pollution a été imputée à un incident survenu dans la raffinerie *PDVSA* d'El Palito où, selon les déclarations de personnels de l'installation rapportées dans la presse, près de 4 000 m³ d'hydrocarbures auraient été déversés au cours des semaines précédentes, suite à la défectuosité d'échangeurs de chaleur. Celle-ci aurait résulté en une contamination de l'eau de mer, utilisée comme liquide de refroidissement d'éléments d'unités de traitement du brut, puis rejetée.

¹³ (installation exploitée par *Polyeco*)

D'autres sources ont mentionné le débordement ou la défaillance de fosses de rétention de résidus de raffinage ; les détails du déversement (cause, ampleur, etc.) n'ont, à notre connaissance, pas été clairement communiqués ou commentés par les autorités ou par PDVSA. L'accident est intervenu dans un contexte de pénurie d'essence (dont le Venezuela est largement importateur), et de tentative de relance de la production à cet égard en des sites tels que celui d'El Palito.

Des opérations de ramassage des arrivages littoraux ont été menées par des intervenants de PDVSA et de services publics vénézuéliens, sans détails communiqués quant aux nombres et durées des chantiers de ramassage, essentiellement manuel, et des bilans de collecte.

Des craintes ont été exprimées par les gestionnaires du Parc National de Morrocoy, bordant les confins nord du Golfe. Aux côtés de représentants de l'*Instituto Nacional de Parques Nacionales*, l'ONG *Sociedad Venezolana de Ecología* a publié une déclaration demandant une évaluation environnementale des écosystèmes potentiellement touchés.



Reconnaitances de la pollution (ci-dessus : boulettes sporadiques), par les personnels de PDVSA le long des plages de la région de Puerto Cabello (source : Ministerio de Ecosocialismo de Venezuela)

Pollution estuarienne par gazole suite à un accident ferroviaire (Pays de Galles, R.-U.)

Le 26 août 2020 vers 23h, un train de fret a déraillé au niveau de Llangennech, municipalité riveraine de l'estuaire de la Loughor (Carmarthenshire). Le convoi comportait 25 wagons-citernes contenant chacun 75 m³ de gazole. Dix wagons endommagés, sortis de la voie ferrée, ont pris feu pour donner naissance à un incendie majeur, nécessitant la mise en place d'un périmètre d'exclusion de 800 m et l'évacuation de 300 riverains dans la nuit. Ce n'est que plus de 24 h après son déclenchement que les pompiers du *Mid and West Wales Fire and Rescue Service* sont parvenus à éteindre l'incendie, et que les mesures de confinement et de récupération des hydrocarbures s'écoulant à partir des citernes fracturées ont pu être mises en œuvre. Le site des opérations était contraint par la présence d'un boisement en partie brûlé bordant de grandes lagunes de traitement des eaux (provenant d'anciennes mines) au nord-ouest de la voie ferrée, et d'une zone humide bordant l'estuaire au sud-est.



Gche : Incendie majeur suite au déraillement ; Drte : localisation de l'accident, entre les marais végétalisés de l'estuaire de la Loughor et les lagunes de traitement d'eaux d'anciennes mines (Source : Natural Resources Wales)

En tenant compte du volume d'hydrocarbures brûlés et des 400 m³ pompés dans les wagons, *Natural Resources Wales (NRW)*, coordinateur des opérations, a estimé qu'environ 330 m³ de gazole se sont écoulés sur les sols, et cheminés vers la petite rivière d'*Afon Morlais* et les ruisseaux drainant la zone humide.

L'estuaire de la Loughor représente un fort enjeu écologique et socio-économique. Il fait partie d'une vaste Zone Spéciale de Conservation de la "baie et des estuaires de Carmarthen" (6,672 ha), classée en site d'intérêt particulier pour les oiseaux d'eau au titre de la convention *Ramsar*. Il comporte une grande étendue de bancs de sable et vasières (*Burry Inlet*) incluant notamment 4 000 ha de pêcheries de coque, l'une des plus productives du Royaume Uni. Dès le lendemain de l'accident, la *Food Standards Agency*, a préconisé l'interdiction préventive de pêche des mollusques et recommandé de ne pas consommer les poissons de l'estuaire.

Un suivi environnemental a été immédiatement initié par le *Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS)*, incluant la modélisation de la dérive et du comportement du gazole, des reconnaissances aériennes, sur l'eau et sur berges, la pose d'une quarantaine de piézomètres, plusieurs campagnes d'analyses (eaux de surface et souterraines, sédiments, invertébrés dont coques et moules). Le 29 août, du gazole était observé en laisse de mer à environ 7 km en aval de la zone de déversement,

puis jusqu'en sortie d'estuaire. L'interdiction de collecte des coques et moules a été levée mi-octobre, après 7 semaines de fermeture bien que les 3 campagnes d'analyses n'aient pas mis en évidence de dépassement des seuils fixés par la réglementation en matière de santé publique.

L'opérateur de fret *DB Cargo* a mandaté la société d'intervention *Adler and Allan*, et l'exploitant de la voie ferroviaire *Network Rail* l'entreprise *Jacobs* pour la remédiation environnementale. *NRW* a mobilisé et piloté le groupe de suivi environnemental (*Wales Environment Group*) regroupant les agences et services régionaux et nationaux compétents (*Maritime & Coastguard Agency -MCA* et *CEFAS*), et les collectivités locales.

En termes de lutte, diverses actions de confinement et de pompage/écrémage ont été entreprises :

- creusement de tranchées de part et d'autre de la voie pour collecter le gazole et les eaux d'extinction infiltrés dans le ballast, et en limiter l'écoulement vers l'estuaire ;
- édification de barrières (levées de terre ; sacs de sable) renforcées de barrages flottants, de boudins et autres matériaux absorbants ;
- Mise en place de « rideaux » de bulles (conduites percées, immergées et alimentées en air sous pression).

Début novembre, les travaux d'excavation du ballast et des sols pollués ont démarré, au total 30 000 t sont enlevées et remplacées, le long de 150 m de voie ferrée.



Gche : Confinement par sacs de sable (entre parois de planches), avec barrage flottant et absorbants conditionnés ; **Ctre** : Dispositif analogue, avec récupération des accumulations flottantes par moyens de pompage + tête d'écramage à seuil ; **Drte** : Confinement par « rideau de bulles » (Source : Natural Resources Wales)

Un an après l'accident, un dispositif préventif de captage était toujours en place pour protéger la rivière *Afon Morlais* d'écoulements de gazole résiduels depuis la zone de déversement ; le suivi de l'évolution du pétrole résiduel dans les sols, de même que le suivi sanitaire des coques se poursuivait (prévus sur 2 ans). Le trafic ferroviaire a été rétabli en mars 2021.

Incendie de pétrolier : évitement d'une pollution majeure en mer (*New Diamond*, Golfe du Bengale, Sri-Lanka)

Le 3 septembre 2020 dans le Golfe du Bengale, à environ 70 km des côtes sud-est du Sri Lanka, le pétrolier *VLCC* panaméen *New Diamond* (construction en 2000 ; 299 986 tpi), chargé de 270 000 tonnes de brut *Kuwait Export* à destination de Paradip (Inde), émet un signal de détresse suite à une explosion générant un incendie en salle des machines. L'accident fait une victime, et l'évacuation du reste de l'équipage est effectuée le jour même, à bord d'un pétrolier croisant à proximité.

L'armée et la garde-côtière sri lankaises, soutenues par la garde-côtière indienne (appelée en renfort en raison du risque anticipé de pollution pétrolière) mettent en œuvre des moyens nautiques et aériens d'assistance au navire en difficulté. La réponse d'urgence porte, prioritairement, sur la lutte anti-incendie et la prise en remorque, dès le 4 septembre, du *New Diamond* pour maintenir celui-ci hors des eaux du Sri Lanka. C'est le début d'opérations de secours qui s'étendent sur une dizaine de jours en raison de reprises de feu, et durant lesquelles l'avarie d'une soute à gazole provoque une fuite d'hydrocarbures qui, entraînée par le ruissellement des eaux d'extinction, est constatée en mer à partir du 8 septembre. La pollution s'étale à la surface de l'eau, visible sous forme de traînées étirées sur plusieurs km de long. La garde-côtière indienne procède à leur traitement par épandage aérien de dispersants chimiques (mobilisation d'un avion *Dornier*). Le volume de carburant déversé sera plus tard évalué entre 400 et 480 tonnes (sur les 1 700 t. estimées en soute lors de l'accident).

L'incendie est finalement maîtrisé le 11 septembre, sans atteinte des citernes ni de la cargaison de brut. Cette étape ouvre la voie à la projection à bord d'experts mandatés (*SMIT Singapore Pte Ltd*), en vue de colmater la soute fuyarde (effectuée le 14 septembre), et de sécuriser le navire avant

remorquage vers un port pour y être déchargé.

D'abord stationné au large des côtes sri-lankaises, dans l'attente d'un accord quant à la fixation et au remboursement des coûts associés aux mesures de lutte anti-incendie, le *New Diamond* a finalement été remorqué en octobre 2020 vers les Emirats Arabes Unis (Khor Fakkan).

Au-delà des 2,38 M US\$ versés par la compagnie pour les opérations anti-incendie, le gouvernement du Sri Lanka déposera à l'armateur du *New Diamond* (*Porto Emporios Shipping*), en avril 2021, une demande d'indemnisation d'environ 3 423 millions de roupies (17 M US\$) au titre de l'assistance en mer fournie au navire du 3 au 14 septembre.

Le 14 octobre, le commandant du pétrolier avait, quant à lui, écopé d'une amende de 65 000 US\$ ayant été jugé coupable de « *ne pas avoir informé les autorités locales du risque environnemental* » posé par le déversement de gazole.

Arrivages à la côte de granulés plastiques industriels (GPI) suite à une perte en mer (CSAV *Trancura*, Afrique du sud)

Ce sont des usagers qui ont signalé des arrivages significatifs de granulés plastiques, sur les plages de la province de Cap-Oriental (Afrique du Sud) vers le 20 octobre 2020, soulevant des interrogations sur d'éventuelles résurgences en lien avec l'incident du *Susanna* (région de Durban, Octobre 2017)¹⁴. Les recherches de la *South African Maritime Safety Authority* (SAMSA) ont pointé le porte-conteneur CSAV *Trancura* (pavillon Libérien). En route entre la République et la Chine, celui-ci faisait en escale le 27 Août dans le port de Ngqura (Gqeberha), peu après l'effondrement d'une partie de ses conteneurs –dont certains perdus en mer. L'*ITOPF*, expert des assureurs, indique que la SAMSA estime que l'incident s'est produit le 18 août au large de Plettenberg Bay (Cap-Oriental).

Selon la SAMSA, les autorités nationales et locales, soutenues par des associations et bénévoles, se sont immédiatement impliquées dans les premières actions de collecte des granulés échoués. Rapidement, la réalisation et la coordination du nettoyage ont été confiées à la société *SpillTech*, mandatée par le représentant local du *P&I*, pour encadrer les intervenants et organiser la chaîne de collecte et de gestion des déchets (établissement de stockages, élimination des granulés, etc.). Avec le soutien technique de l'*ITOPF*, *SpillTech* a mené des reconnaissances de l'Ouest de la Baie de Sainte-Hélène (une centaine de km au Nord-Ouest du Cap) jusqu'à l'Est d'East London (à près de 900 km à l'Est du Cap).



Répartition et densité des granulés entre le Cap et Gqeberha
(Source : SAMSA)

Les granulés se sont disséminés sur de très grandes distances, donnant lieu à des chantiers de ramassage distribués entre Yserfontein et l'embouchure de la rivière Kei, soit au sein d'un linéaire d'environ 1000 km comprenant des espaces sensibles (réserve naturelle *De Mond*, inscrite au Patrimoine Mondial de l'UNESCO, et aire marine protégée de Sardinia Bay).

Les plus fortes concentrations de dépôts ont été observées sur les plages orientales du Cap, et du cap des Aiguilles à Jorgensfontein (zone où se serait produite la perte de conteneurs).

Le *P&I Club* du navire a estimé que 174,5 tonnes de granulés avaient été déversées en mer. Des analyses des plastiques collectés à terre ont été réalisées, pour tenter d'identifier leur(s) source(s) et d'en établir le lien avec la cargaison du CSAV *Trancura* (nous n'avons pas identifié d'informations quant aux conclusions en la matière).

En Janvier 2021, en plus de bénévoles, 18 équipes de *SpillTech* (totalisant 360 intervenants) collectaient les granulés sur les plages au moyen d'unités mobiles d'aspiration à vide, ou manuellement à l'aide de pelles et de tamis –avec dans certains cas une étape de séparation gravitaire du sable et des granulés (mise en flottation dans des seaux d'eau).

¹⁴ Lequel avait provoqué des échouages de granulés, sur ces même plages, dont les opérations de collecte s'étaient prolongées jusqu'en décembre 2019 (Cf. L.TML n°46)



Tamisage par des sables par les équipes de SpillTech ; Postes de criblage et stockage temporaire des granules sur bâches

La SAMSA a indiqué qu'un *Joint Operations Committee* (dirigé par elle et regroupant des représentants de l'ensemble des parties publiques et privées concernées, pour superviser la réponse), était en charge d'évaluer, durant leur déroulement, la nécessité de poursuivre ou de stopper les opérations en fonction de l'efficacité de la collecte (*i.e.* selon le principe de rendements décroissants)¹⁵. Au 15 juin 2021, 30,2 tonnes de granules avaient été collectées, selon l'autorité maritime SAMSA (sans indication ou prévision relatives à une date d'arrêt des opérations néanmoins). Les représentants de l'assureur du navire ont indiqué la nécessité d'analyses des granules pour déterminer la part du bilan de collecte effectivement assignable au *CSAV Trancura*, afin de préciser sa responsabilité et, in fine, d'estimer les montants de l'indemnisation due au titre du nettoyage.

• Synthèse des pollutions accidentelles survenues dans le monde en 2020

Cette analyse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents survenus en 2020 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 2020, le Cedre a recensé 23 évènements ayant entraîné des déversements de polluants supérieurs ou équivalents à 10 m³ environ, d'une part, et suffisamment renseignés pour faire l'objet d'une exploitation statistique, d'autre part. Ils se sont produits le plus souvent en mer (dans près de 40 % des cas), puis en eaux estuariennes (environ 25 % des cas) ; les déversements sur le littoral, d'une part, et en eaux portuaires, d'autre part, sont survenus à une fréquence comparable, d'un peu moins de 20 % (fig. 1).

Ce nombre d'évènements significatifs recensés en 2020 est relativement peu élevé, et très proche de ceux estimés en 2018 et 2019 (27 et 26 cas, respectivement) (fig.3). A défaut d'une diminution nette, ce bilan vient esquisser l'établissement, sur les 3 dernières années environ, d'une apparente stabilité du nombre des pollutions rapportées parmi les plus faibles estimés depuis 2004 selon la même approche. A l'appui de cette interprétation, les 23 cas significatifs relevés sur l'année placent le bilan 2020 sous la valeur médiane exprimée sur la période 2004-2019 (29 cas/an), comme depuis le début de la décennie (32 cas/an sur 2011-2019).

Selon les informations identifiées, le cumul des quantités d'hydrocarbures et autres substances dangereuses déversées est estimé, en 2020, à un peu moins de 8 000 tonnes (fig. 3). Proche de

¹⁵ A titre indicatif, les chantiers de nettoyage mis en place suite à l'accident du *Susanna*, réalisés d'octobre 2017 à décembre 2019, avaient été levés -au profit d'un dispositif de veille- après qu'une quantité de granules équivalente à environ 70 % des presque 50 tonnes estimées déversées aient été collectées. Le *Joint Operations Committee*, dirigé par la SAMSA, comprenait le *Department of Environmental Affairs (DEA)*, la *Transnet National Ports Authority (TPNA)*, le *Department of Economic Development, Tourism and Environmental Affairs (Edtea)* du KwaZulu-Natal, *Ezemvelo KZN Wildlife*, la société *Mediterranean Shipping Company (MSC)* et *Resolve Marine*, l'*International Tanker Owners Pollution Federation (Itopf)* et la *South African Local Government Association (Salga)*.

celle de l'année précédente, cette valeur figure parmi les plus faibles estimées depuis 2004 et, à titre indicatif, est très nettement inférieure aux médianes annuelles des périodes 2004-2010 (30 500 t./an environ) et 2011-2019 (15 500 t./an environ). Si ce bilan est probablement en partie à mettre en lien avec le nombre relativement faible d'évènements significatifs identifiés en 2020, il est difficile d'en déduire une tendance : les lacunes et incertitudes concernant les chiffres diffusés dans nos diverses sources d'information participent à une sous-estimation de ce tonnage annuel et, *a minima*, conduisent raisonnablement à émettre des réserves quant à sa robustesse.

Sur la base des informations disponibles, l'analyse des quantités associées aux divers évènements identifiés en 2020 en indique la distribution de part et d'autre d'une valeur médiane d'environ 100 m³/évènement.

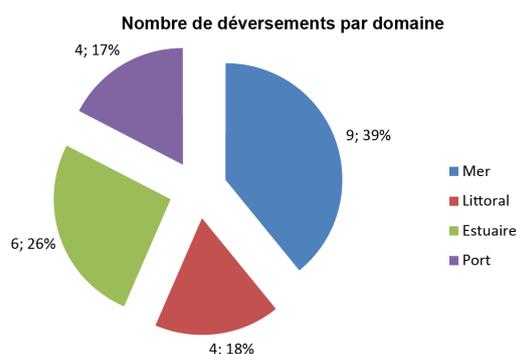


Figure 1

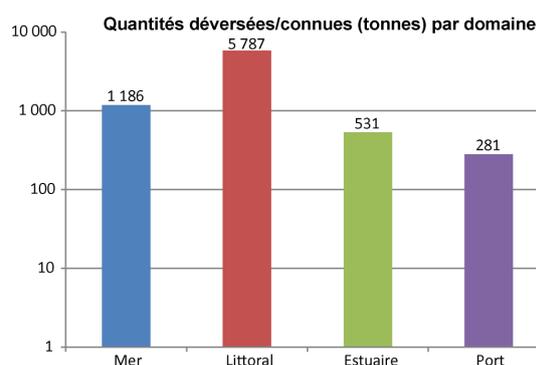


Figure 2

La quantité globale déversée en eaux littorales apparaît, sur l'année, supérieure à celle estimée en eaux marines et, plus largement encore, à celles correspondant aux zones estuariennes et portuaires (fig. 2).

Cette contribution plus importante au bilan annuel (74%) notée en environnement littoral est essentiellement reliée à 2 déversements d'ampleur (en l'occurrence à partir d'une raffinerie au Venezuela, d'une part, et de l'échouement du vraquier *Wakashio* à Maurice, d'autre part ; Cf. supra).

Le bilan en eaux marines, estimé à presque 1 200 m³ de polluants déversés (soit 15 % du bilan annuel total), reflète les apports cumulés d'une dizaine d'accidents : s'ils ont pour la plupart été d'ampleur modérée (quelques dizaines de tonnes), 3 d'entre eux, impliquant des navires de types divers (pêche, porte-conteneurs et citerne), ont dépassé la centaine de tonnes et pèsent pour 90 % dans cette contribution.

La demi-douzaine de pollutions accidentelles significatives identifiées en eaux estuariennes a contribué à un bilan de produits déversés approchant 550 tonnes, dont 80% sont liés à 2 évènements : une avarie de plate-forme pétrolière dans l'estuaire du Mississippi (Etats-Unis), d'une part, et un déraillement de citernes ferroviaires dans un estuaire du sud du Pays de Galles (Royaume-Uni), d'autre part.

La part du bilan estimé correspondant aux eaux portuaires est, en 2020, la moins élevée (environ 280 tonnes, soit 4 % du bilan total ; fig. 2). Cette faible estimation s'explique en partie par un nombre limité de déversements dans cette catégorie, mais reflète probablement une sous-estimation causée par l'imprécision des données disponibles. A défaut de chiffres précis, il semble néanmoins que ces évènements n'aient pas dépassé la centaine de tonnes, à l'exception d'une pollution

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 2020

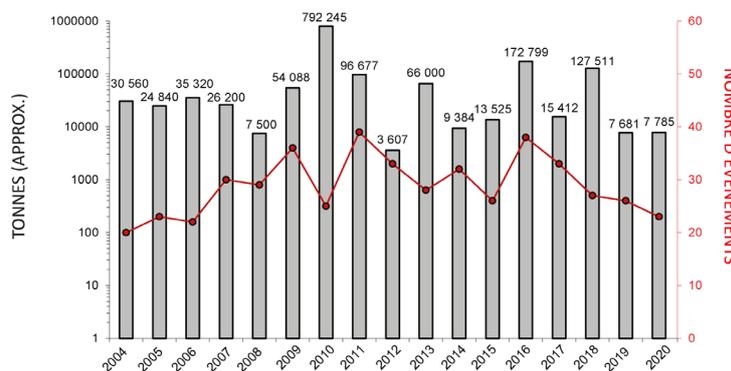


Figure 3

survenue en juillet 2020 aux Philippines (consécutives de l'explosion d'une barge de production d'électricité dans le port d'Iloilo ; Cf. supra).

• 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 2020 (recensement Cedre).

• Evènements à la source des déversements

Les déversements identifiés en 2020 ont en grande majorité (environ 75 %) résulté de **trous, brèches ou ruptures** survenus sur diverses structures ; ils ont également contribué à une part essentielle (> 90%) de la quantité totale de produits déversés sur l'année (fig. 5 et 6) :

- En termes de fréquence, environ 30 % des évènements de cette catégorie ont consisté en **pertes d'étanchéité/fuites** d'éléments divers (stockages, le plus souvent, et conduites/lignes internes) pour la plupart au sein d'installations industrielles pétrolières implantées en zone littorale. Généralement, il s'est agi de déversements d'ampleur modérée à moyenne : on y distinguera néanmoins un évènement d'importance, dépassant, à notre connaissance, le millier de tonnes (déversement d'hydrocarbures estimé entre 3 000 et 4 000 m³, suite à la défectuosité d'éléments au sein d'une raffinerie vénézuélienne, et dont une partie a causé des arrivages le long du littoral du Golfe Triste en début août ; Cf. supra) ;
- Environ 18 % des **trous, brèches ou ruptures** ont procédé d'**explosions/incendies** d'éléments ou de structures. En 2020, la contribution au volume déversé des cas attachés à cette catégorie est relativement peu élevée (un peu moins de 700 tonnes ; fig. 6) ; elle est essentiellement liée à 2 accidents ayant entraîné des déversements de l'ordre de centaines de tonnes (l'incendie du pétrolier *New Diamond* dans le Golfe du Bengale, et l'explosion de la barge *AC Energy Corp.* de production d'électricité aux Philippines, en septembre et juillet 2020 respectivement) ;
- Les **collisions** et les **échouages de navires** apparaissent chacun impliqués dans 12 % dans la survenance des évènements de type **trous, brèches ou ruptures** (soit 9 % environ de l'intégralité des évènements de l'année ; fig. 5). La contribution des **collisions** au bilan déversé en 2020 n'est pas ici appréciée, en l'absence de chiffres précis quant aux volumes de produits impliqués (fig. 6) ; celle des **échouages de navires**, essentiellement due au seul déversement ayant excédé la centaine de tonnes au sein de cette catégorie (celui du *Wakashio*, en août sur l'île Maurice), est d'un peu moins de 15 % (plus de 1 000 tonnes ; fig. 6).

Les autres types d'évènements identifiés, qu'ils aient procédé de **trous, brèches ou ruptures** (**pertes de navires en mer, renversements**, etc.), de **non fermetures**, ou encore de **chutes de colis**, se sont avérés très peu fréquents en 2020 (moins de 5% des cas) et n'ont contribué qu'à faibles hauteurs (≤ 5 %) à l'estimation des quantités déversées sur l'année.

Enfin, les types d'évènements impliqués dans les déversements accidentels significatifs recensés

en 2020 nous sont inconnus (**non précisé ou non déterminé**) dans environ 18 % des cas (fig. 5). La contribution de ces derniers aux quantités déversées sur l'année est cependant minoritaire, avec de l'ordre de 80 tonnes (soit 1% du bilan) représentant le cumul de quelques déversements mineurs (compris entre la dizaine et la trentaine de 30 tonnes).

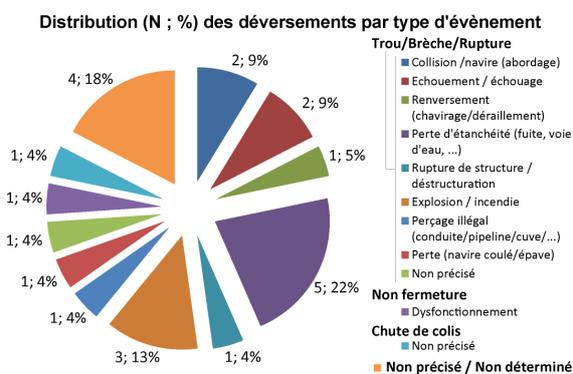


Figure 5

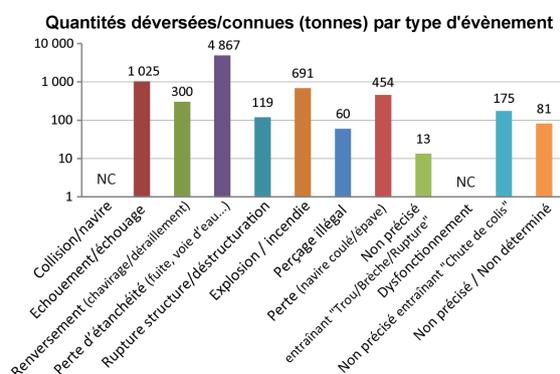


Figure 6

• Cause des déversements

La distribution des causes montre que celles-ci sont **indéterminées ou non précisées** dans nos sources d'information dans 30 % environ des cas recensés (fig. 7). En termes de volume cumulé (estimé à environ 500 t. ; fig. 8), ces cas représentent 6 % du bilan quantitatif estimé en 2020. Les accidents ayant *a priori* généré des déversements d'ampleur supérieure à la centaine de tonnes, m³, et dont nous n'avons pas connaissance des causes, incluent le déraillement de citernes ferroviaires dans l'estuaire de Loughor (Royaume Uni) et la chute de sacs de granules de plastique au large de Plettenberg Bay (Afrique du Sud), tous 2 survenus en août 2020 (Cf. supra).

Environ 30 % des évènements de déversements ont été causés par divers types d'**avaries techniques**, s'agissant :

- d'avaries de bord/installation **non précisées** pour 70 % d'entre elles (soit 22 % de l'ensemble des accidents de l'année ; fig. 7). Leur contribution au bilan annuel, en termes de volume déversé, s'élève à 960 tonnes environ. A l'exception de 2 évènements ayant impliqué des avaries de stockages (sur une plateforme pétrolière dans le delta du Mississipi aux Etats-Unis, d'une part, et au sein d'une installation pétrochimique en France, d'autre part), les volumes de fluides déversés ont été inférieurs à la centaine de tonnes ;
- de **défectuosité/vétusté** de structures, ou résultant de déclenchements **d'incendies/explosions** au sein de l'installation, 2 causes évoquées à égale fréquence (5 %) parmi les cas recensés sur l'année : respectivement, la **défectuosité/vétusté** d'éléments internes au sein d'une raffinerie, en août 2020 au Venezuela, a notamment été pointée comme à l'origine d'une pollution littorale significative, tandis que l'**incendie** à bord du pétrolier *New Diamond*, en septembre, a causé le déversement de plusieurs centaines de m³ d'hydrocarbures en eaux marines au large du Sri Lanka.

Les **défaillances humaines** diverses et les **causes naturelles** ont été mentionnées comme causes des évènements significatifs à des fréquences comparables (13 %) (fig. 7). En termes de contributions respectives au cumul des quantités déversées en 2020 cependant, la part des **défaillances humaines** (16 % approx.) est supérieure à celle des **causes naturelles** (7 % approx.) (fig. 8). Ces dernières ont en effet généralement impliqué des déversements n'excédant pas quelques dizaines de tonnes, tandis que l'échouage du *Wakashio* (attribué à une **erreur de navigation**), et l'explosion de la barge *Power Barge 102* (dû à une **erreur humaine non précisée** en lien avec des opérations de maintenance ; Cf. supra) notamment ont généré des déversements conséquents (1 000 et 250 tonnes, respectivement).

Lorsque mentionnées dans nos sources d'information, les autres causes identifiées (**acte volontaire, intervention externe**) l'ont été dans moins de 10 % des cas ; à la source de pollutions de faible ampleur, leurs contributions respectives au bilan annuel sont faibles (<1%). On citera, par exemple, l'**acte volontaire** de déconnexion en urgence d'une ligne de déchargement, durant le dépotage d'un pétrolier au niveau d'un terminal danois (fjord d'Aabenraa, Mer Baltique) en début janvier, motivé par la dégradation soudaine des conditions météo et ayant entraîné un écoulement de 30 tonnes environ de gazole dans les eaux portuaires ; également le perçage illégal d'un

pipeline a causé la fuite d'environ 60 m³ de brut dans l'estuaire de l'uMbilu (littoral de la proximité de Durban, KwaZulu-Natal, Afrique du Sud) en octobre 2020.

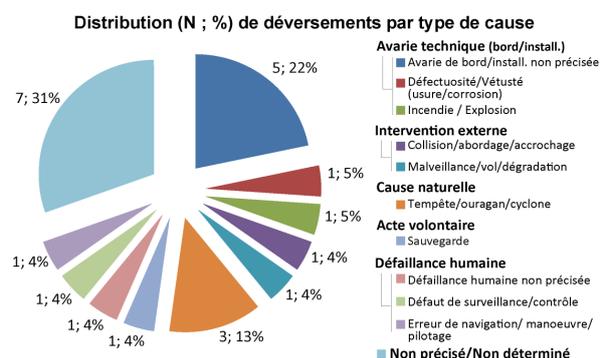


Figure 7

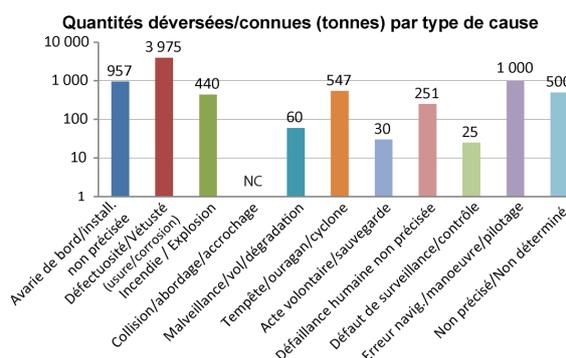


Figure 8

• Produits déversés

En termes de fréquence, les pollutions significatives de 2020 inventoriées ont le plus souvent impliqué des **hydrocarbures** (environ 80 % des cas de l'année), qui ont globalement contribué à près de 90 % de l'estimation du cumul des quantités déversées sur l'année (fig. 9 et 10) :

- ces déversements ont le plus souvent concerné des produits **raffinés** (environ 75 % des cas impliquant des hydrocarbures) -le plus souvent **légers**¹⁶, et moins fréquemment des fiouls **lourds** à **lourds/intermédiaires** (environ 15 % des occurrences de déversements d'hydrocarbures) (fig. 9) ;
- en comparaison, les déversements accidentels de pétroles **bruts** ont été environ 4 fois moins fréquents. A notre connaissance, et dans la limite des informations identifiées, sont restés d'ampleur relativement modérée -inférieure à la centaine de m³.

Les déversements significatifs entrant dans les catégories **substances chimiques** diverses et **huiles** ont été très peu fréquents (moins de 5 % des cas identifiés dans cet inventaire 2020) et, dans au sein des 2 catégories, d'ampleur mineure à l'exception d'une fuite d'environ 800 m³ d'une solution à 40% de chlorure ferrique, à partir d'un bac de stockage au sein d'une installation industrielle de Lavéra (13) en juillet 2020 (Cf. supra).

Peu fréquents également, les déversements de la catégorie **objets** ont impliqué des **granulés plastiques**, dont on retiendra que le plus important a été celui du *CSAV Trancura* qui a vu la perte en mer, au large des côtes d'Afrique du Sud, d'environ 175 tonnes de granulés en sachets.

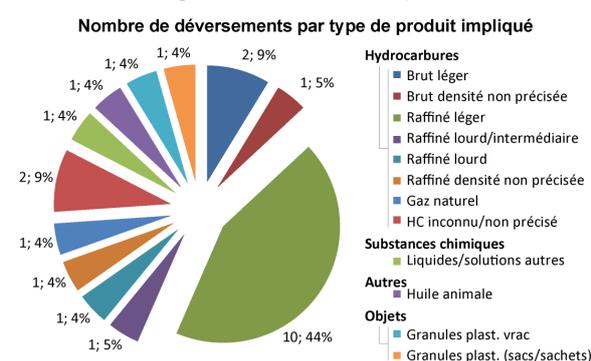


Figure 9

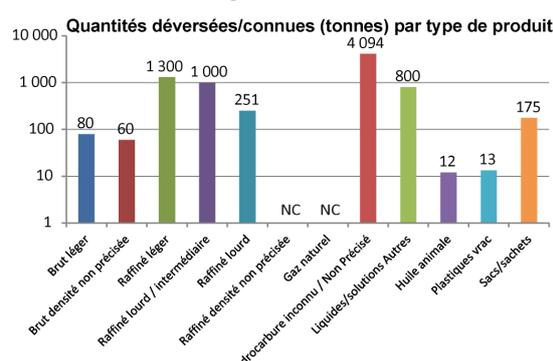


Figure 10

¹⁶ En particulier de type gazole, en 2020.

- **Statistiques**

Déversements d'hydrocarbures à partir de navires citernes en 2020 : 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 2020 s'inscrit dans la tendance à la baisse du nombre de pollutions majeures, observée depuis les années 1970 par l'organisme international.

Sur l'année 2020, l'*ITOPF* n'a enregistré que 3 événements de moyenne ampleur (*medium spills*, selon sa terminologie, qualifiant les déversements compris entre 7 et 700 t.), et aucun d'ampleur majeure (>700 t.). L'organisme expert indique que le cumul des quantités déversées suite à ces 3 accidents de navires citernes (respectivement survenus en Europe, en Afrique, et en Asie)¹⁷ est d'environ 1 000 t. -soit l'un des plus faibles bilans annuels estimés par lui à ce jour.

A l'examen de ses données collectées sur maintenant 50 années, l'*ITOPF* indique que la fréquence des pollutions majeures a décliné au point que ce type d'événements est devenu rare, et exprime les changements observés entre 2020 et les années précédentes sur la base des déversements d'ampleur comprise entre 7 et 700 t. : de 79 cas par an dans les années 1970, ceux-ci ne sont plus que d'environ 6 par an en moyenne sur la décennie 2010 (soit une occurrence des accidents diminuée de 90% ; la proportion relative de cas résultant de collisions ou d'échouements de navires étant par ailleurs en hausse).

Malgré l'augmentation globale du transport maritime de produits pétroliers, ces informations de l'organisme international viennent confirmer, en ce début de décennie 2020, la diminution très significative du nombre de déversements accidentels supérieurs à 7 tonnes impliquant des navires citernes.

Pour en savoir plus :

<http://www.itopf.org/>

- **Préparation à l'intervention / stratégies (inter)nationales**

Renforcement de la capacité de lutte au Canada : centre d'intervention de la Garde Côtière (Colombie Britannique)

Fin 2020, le gouvernement du Canada a annoncé la construction d'un nouveau centre de la Garde côtière canadienne à Port Hardy (Colombie-Britannique), visant à renforcer la capacité d'intervention en cas de pollution accidentelle dans les eaux marines et littorales du nord de l'île de Vancouver et de la côte centrale de la province.

Financée dans le cadre du *Plan de protection des océans*¹⁸ du gouvernement canadien, cette installation de 1 000 m² (qui vient remplacer des bâtiments temporaires, établis en 2018) inclut notamment l'implantation d'un stock de matériels antipollution et la construction d'un quai flottant en béton (4,3 m x 31,6 m) pour le chargement d'équipements à bord des navires de lutte spécialisés de la Garde côtière (CCG). Elle jouera également un rôle de centre de formation, à l'intention des intervenants de la CCG ainsi que des structures locales potentiellement impliqués, et de centre opérationnel de commandement en temps de crise.

Un investissement d'environ 9 M\$CAN a été consacré à l'édification de cette capacité, dont l'achèvement était prévu pour la fin 2021¹⁹. Au-delà du stockage et de la maintenance d'équipements de réponse antipollution augmentés de nouvelles acquisitions (ex : barges récupératrices ; capacités de stockage en mer ; récupérateurs oléophiles *Aqua-Guard*, à têtes multiples et à débit moyen de type *RBS Triton 60* ; barrages flottants ; etc.), la mise en service de l'installation comprendrait l'affectation de 3 experts environnementaux. La CCG a souligné la pertinence de ce projet en indiquant qu'elle était intervenue sur pas moins de 38 incidents de

¹⁷ (Navire et quantité déversée respectifs non précisés)

¹⁸ Vaste projet, disposant d'un fonds de 1,5 milliard de dollars pour financer, sur divers champs thématiques (prévention, réponse, recherche scientifique, etc.), des actions de consolidation du système de sécurité maritime canadien et de prévention des atteintes environnementales aux côtes et voies navigables au sein du territoire fédéral.

¹⁹ Nous n'avons pas identifié d'informations officielles quant au statut des travaux à cette échéance de fin 2021.

pollution marine dans la région de Port Hardy, au cours de la période 2019-2020.

Pour en savoir plus :

Sur la garde côtière canadienne : <https://www.ccg-gcc.gc.ca/>

Sur le Plan de protection des océans : <https://c212.net/c/link/?t=0&l=fr&o=2973678-1&h=2061641618&u=https%3A%2F%2Ftc.canada.ca%2Ffr%2Finitiatives%2Fplan-protection-océans%2Fplan-protection-océans-canada&a=Plan+de+protection+des+oc%C3%A9ans>

Stocks EAS de l'AESM : nouveaux moyens de taille intermédiaire pour navires d'opportunité

Suite à la réunion du groupe de travail OTSOPA²⁰ de l'Accord de Bonn tenue en mai 2020, l'AESM avait indiqué avoir lancé des procédures de passation de marché pour l'approvisionnement des dépôts (Equipment Assistance Service) en équipements de lutte de taille intermédiaire.

Ces derniers, voués à être acheminés par route ou par avion pour équiper des navires d'opportunité, ont commencé à intégrer les stocks EAS de l'Agence en début 2021.

Il s'agit des 3 types d'équipements suivants, chacun étant conditionné en conteneur de 10 pieds, dont il est attendu qu'ils viennent augmenter et diversifier les moyens disponibles dans les eaux européennes :

- Dispositifs de confinement et de séparation *NOFI Current Buster 4*, pour les opérations de récupération en zone à forts courants (jusqu'à 4 nœuds approx.). Cet équipement est associé avec des systèmes accessoires de déploiement/repli à partir d'un navire (comprenant 1 touret de stockage et groupe de puissance hydraulique à motorisation diesel, 1 déflecteur/écarteur *BoomVane*, et 1 ancre flottante avec *kill line*) ;
- Dispositif de confinement en faibles courants *Lamor* (*V-Sweep*), incluant un barrage flottant monté sur tanguon télescopique (amovible, avec système adaptable/universel de fixation sur le plat-bord) et formant un chalut en V. Ce système est également, avec ces accessoires (éléments d'étanchéité en bordé, bride de maintien de la configuration en V du fond de poche...);
- Récupérateurs à seuil *Lamor* de type *LWS 500* (débit moyen, d'env. 20 m³/h comme ici en association avec une pompe de transfert à vis *GTA 30*), avec module amovible à brosses circulaires *Quattro LBA-Q 500*, et opérés *via* un ombilic monté sur touret, le tout avec un groupe de puissance (hydraulique/diesel) de 19kW.

Pour en savoir plus :

<https://emsa.europa.eu/eas-inventory/eas-info-sheets.html>

Flotte antipollution de l'AESM : affrètements récents en Europe du Sud

Trois nouveaux contrats d'affrètement de navires citernes ont été passés en décembre 2020 par l'AESM, pour entrée en service dans la flotte de navires antipollution de l'Agence en fin 2021, au terme de leur préparation et de leur équipement en moyens de lutte.

Couvrant primordialement le secteur sud-atlantique de l'UE, le *Bahia Tres* (propriété de *Mureloil*) est basé à Sines (Portugal) : il dispose d'une capacité de stockage de 7 414 m³. Ses équipements de confinement et de récupération incluent 1 paire de bras rigides *Lamor LSS12* (12 m) avec modules de récupération à brosses linéaires ou à déversoir, 2 longueurs de 250 m de barrage de haute mer (*Norlense NO-800-R, autogonflable*) et 1 récupérateur oléophile individuel à déversoir de fort débit (*LFF 100*). Equipé d'un système *Seadarq* de détection de nappes, il a également reçu 2 rampes (*Jason spray systems*) d'épandage de dispersants et dispose d'une cuve permettant l'emport de 38 m³ de produit (*Radiagreen OSD*, en l'occurrence).

Entré en service en novembre 2021, le *SB Borea* (*société Sarda Bunkers*) est stationné au port de Naples, d'où il couvrera en priorité la zone Méditerranée centrale. Disposant d'une capacité de stockage (chauffée) d'environ 3 500 m³ de déchets liquides. Il a été équipé de moyens de télédétection, ainsi que de confinement et récupération en mer (bras rigides *Koseq* ; sections de barrage de haute mer, écrémeurs individuels avec pompes de fort débit).

La Méditerranée occidentale est le rayon prioritaire d'intervention du *Brezzamare* (sté Ciane/OttavioNovella), basé à Gênes. Affichant une capacité de stockage de déchets liquides de près de 3 300 m³, le pétrolier a été équipé de moyens de confinement et de récupération en haute

²⁰ Operational, Technical and Scientific Questions Concerning Counter Pollution Activities

mer incluant 2 bras rigides *Koseq* de 12 m (avec modules de récupération à déversoir), 2 longueurs de 250 m de barrage *Norlense NO-800-R*, et 1 récupérateur *Lamor* à déversoir à fort débit. Il est aussi doté d'un système (*Consilium*) de détection de nappes flottantes. Le navire est adapté à des opérations sur produits pétroliers de point éclair inférieur à 60°C.

Pour en savoir plus :

<https://www.emsa.europa.eu/oil-spill-response/vessel-technical-specifications.html>

• Initiatives de l'industrie pétrolière

Guides *IPIECA-IOGP*, de soutien à la planification et à l'intervention :

• Mesure et suivi de la pollution *in situ*

Fin 2020, l'*Ipieca* et l'*IOGP*²¹ ont conjointement publié un guide technique présentant, d'abord à l'intention des opérateurs pétroliers *offshore*, leurs recommandations en matière de planification et de mise en œuvre du suivi d'un déversement d'hydrocarbures en milieu marin.

Ce guide décline les bonnes pratiques identifiées par les groupes de travail de l'IPIECA/IOGP, et propose des éléments d'aide à la planification et à la définition du contenu/périmètre d'un suivi, à l'identification des types des missions et opérations requises, ainsi que de connaissance des ressources nécessaires (ex : outils de prélèvement, instruments de suivi ; contraintes et avantages ; type d'expertise technique à mobiliser ; analyse et communication des données ; etc.).

La capacité à mettre en œuvre un suivi du polluant en cas de déversement accidentel dans le milieu marin est le plus souvent imposée réglementairement aux opérateurs pétroliers ; le cas échéant, de telles mesures sont en effet à considérer (et à lancer) dès les premiers stades de la réponse²². Leur préparation en amont est par conséquent un point de grande importance selon l'IOGP/IPIECA, qui entend ce document comme un outil-support (incluant des checklists, des propositions de procédures, etc.) ambitionnant d'optimiser l'intégration de ce volet dans les plans d'urgence dans le secteur de l'exploitation/production pétrolière.

Pour en savoir plus :

<https://www.ipieca.org/resources/good-practice/oil-spill-monitoring-and-sampling/>

• Organisation de la lutte à terre : intégration du rôle des reconnaissances littorales

Egalement, un nouveau guide intitulé *Shoreline Response Programme Guide* a été publié. Il s'agit d'un document expliquant moins les modalités de réalisation de reconnaissances littorales, ou détaillant les techniques de nettoyage (ces aspects sont couverts dans d'autres guides en la matière)²³, que le rôle majeur joué par ces activités dans la réponse à terre -aux enjeux souvent complexes. D'où le bénéfice à planifier leur mise en œuvre et leur bon déroulement, au même titre que pour les autres mesures antipollution (ex : moyens de nettoyage, mobilisation de la logistique, stockage et traitement des déchets, etc.), selon un schéma permettant un dimensionnement adapté selon les cas.

Si sa conception et sa construction sont sensiblement imprégnés du contexte organisationnel nord-américain (ex : commandement de la réponse selon un schéma de type *ICS, IMS...*)²⁴, ce guide propose des suggestions de structurations relativement génériques et adaptables à divers dispositifs de commandement : il s'avère à ce titre un document intéressant pour les éventuelles parties prenantes (privées comme publiques).



²¹ International Association of Oil & Gas Producers

²² Afin de collecter des données permettant d'évaluer précocement le devenir/comportement du polluant (mais aussi éventuellement l'efficacité des opérations de lutte) ou ayant vocation à venir renforcer d'éventuelles investigations scientifiques (notamment s'il est jugé nécessaire d'évaluer de potentiels impacts environnementaux significatifs)

²³ Concernant les publications de l'IPIECA/IOGP, ce document s'appuie sur les recommandations déjà publiées en 2014 et 2015 et présentant, respectivement, les démarches de [reconnaissances littorales selon la procédure nord-américaine SCAT](#) (*Shoreline Cleanup Assessment Technique*) et les [techniques de nettoyage](#), dont il constitue le prolongement. A cet égard, mentionnons les guides opérationnels du Cedre, dont notamment le guide « [Reconnaissance de sites](#) » et, prochainement, l'édition du guide « [Nettoyage du littoral pollué suite à un déversement d'hydrocarbures](#) »

²⁴ Le guide a, de fait et entre autres expériences, intégré d'enseignements issus de la pollution de *Macondo*, suite à laquelle les opérations de reconnaissance à terre dites de SCAT furent menées dans une ampleur probablement sans précédent.

Rappelant l'apport essentiel des reconnaissances littorales aux opérations de dépollution -dès les premiers stades de la gestion de crise à terre, puis tout au long de la réponse, il montre l'importance de positionner clairement cette activité dans le dispositif de réponse. Requérant un effort potentiellement important, dès la phase d'urgence d'une part, et soutenu selon la situation, d'autre part, les reconnaissances littorales représentent un axe important de la planification et de l'intervention à terre... et parfois négligé ou sous-dimensionné en comparaison de l'organisation des actions de « nettoyage » *sensu stricto*.

Pour en savoir plus :

<https://www.ipieca.org/resources/good-practice/shoreline-response-programme-guidance/>

• Détection *in situ*

Détection et caractérisation des tailles de gouttes dans la masse d'eau : capteur LISST-Black

La firme américaine *Sequoia Scientific, Inc.* a récemment mis sur le marché le *LISST-Black*, un système intégré conçu pour la détection et le suivi d'hydrocarbures déversés dans le milieu marin.



LISST-Black (Source : www.sequoiasci.com/)

Il s'agit d'une déclinaison du modèle de granulomètre *LISST-200X*, soit un analyseur de particules par diffraction laser (*Laser In-Situ Scattering and Transmissiometry*), ici équipé de fluorimètres *Cyclops-7F* (de la société spécialisée *Turner Designs*) spécifiquement développés pour cibler les longueurs d'ondes émises par divers composés de produits pétroliers –raffinés, d'une part, et bruts, d'autre part- et la chlorophylle d'origine biologique (phytoplancton, matières détritiques en suspension, etc.).

Le dispositif permet ainsi la mesure en continu des niveaux de fluorescence assignables, respectivement, à divers types d'hydrocarbures ou à la composante biologique, ainsi que l'établissement en temps réel de la distribution de fréquence des particules émettrices (ex : gouttelettes, gouttes, etc.) par classes de taille (jusqu'à 36 classes entre 1 et 500 μm , selon le fabricant) et leurs concentrations dans l'eau de mer.

La fréquence de collecte, et d'enregistrement interne, des données est programmable par l'utilisateur *via* une connectique classique (port USB) en permettant également la récupération.

Le déploiement du *LISST-Black*, de dimension réduite (L*I*H: 63.9 cm x 13.21 cm x 10.03 cm) mais qui emporte également des sondes de température et de profondeur, est possible selon diverses modalités : monté sur les structures typiquement utilisées pour réaliser des traits horizontaux ou des profils verticaux (ex : rosettes, etc), ou porté par un engin sous-marin autonome télé-opéré (ROVs, AUVs...).

Pour en savoir plus:

<https://www.sequoiasci.com/product/lisst-black/>

• Déchets/débris flottants

Initiatives de recensement des moyens de collecte des déchets plastiques

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

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

systèmes de tapis/relevage de débris flottants, pièges, etc.).

Voulu comme un référentiel pour les chercheurs, décisionnaires en matière de politiques publiques, gestionnaires de sites, notamment²⁵, les technologies et leurs contextes d'application (ports, estuaires, eaux littorales, etc.) y sont décrits de manière concise ; des liens renvoyant vers des sources d'information plus détaillées (publications, brochures techniques, etc.) sont également associés à ces descriptifs

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

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

Pour en savoir plus :

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

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

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

• Dérive et suivi de nappes

Bouée *Fastwave VOSTB* : détection et suivi d'hydrocarbures

La société australienne *Fastwave* commercialise depuis plusieurs années une bouée océanographique *Voyager*, conçue pour la mesure et la transmission en temps réel (via un système de double communication *GPRS / Iridium*) des courants et températures de surface, mais aussi de la dérive de nappes flottantes d'hydrocarbures déversés en mer. Un certain nombre de compagnies pétrolières opérant dans les eaux *offshore* australiennes ont semble-t-il souhaité l'intégrer parmi les équipements prévus dans leurs planification de la réponse d'urgence en cas de pollution accidentelle.

Une version spécifique *VOSTB (Voyager Oil Spill Tracking Buoy)* intégrant un fluorimètre *UviLux* de la firme *Chelsea Technologies* afin de vérifier la présence d'hydrocarbures à proximité de la bouée de dérive, est également disponible.

²⁵ Noter que les particuliers peuvent aussi y trouver un intérêt, puisque sont référencés des équipements à usage domestiques, tels que par exemple des modèles de filtres à micro-plastiques, disponibles sur le marché, pour équiper des machines à laver...

Sa forme et ses dimensions²⁶, associant un faible tirant d'air (pour une prise minimale au vent) à un axe immergé vertical, permettent selon le constructeur d'en assurer le maintien dans la couche d'eau superficielle, dans une position la soumettant aux mêmes forçages environnementaux que la surface océanique et, par conséquent, à un déplacement comparable. Un autre intérêt relevé d'une application de l'instrument étendue au marquage de nappes en urgence réside dans la robustesse annoncée de construction (corps en PEHD), qui en autoriserait le déploiement rapide par simple largage à partir du pont d'un navire (ou d'une plateforme) jusqu'à une hauteur de 15 mètres²⁷.

Le système de communication de la bouée permet de programmer à distance la fréquence de transmission des données, soit vers les serveurs de *Fastwave* (où elles sont accessibles via un portail de gestion), soit directement vers d'éventuels systèmes SIG de l'utilisateur.

En termes d'autonomie, le système peut assurer environ 1 200 transmissions de données avant de nécessiter un changement des accus, permettant son déploiement jusqu'à plusieurs mois selon la fréquence de reportage programmée.

Pour en savoir plus :

<http://systems.fastwave.com.au/ocean-data-acquisition/voyager/#Voyager%20Oil%20Spill>



Bouée de marquage/suivi de nappes Voyager Oil Spill Tracking Buoy (Source : <http://systems.fastwave.com.au>)

• Brûlage contrôlé *in situ*

Système de brûlage, à faibles émissions, de pétroles émulsionnés (BSEE, USA)

Accepté aux Etats-Unis en tant que stratégie de lutte antipollution en mer, et particulièrement reconnu suite aux opérations de réponse menées dans le Golfe du Mexique suite à l'éruption du puits *Macondo* (large de la Louisiane, 2010), le brûlage *in situ* (*ISB*) est une technique faisant l'objet de voies d'amélioration. En effet, le brûlage est une option dont l'efficacité, voire la faisabilité, est techniquement limitée par le degré d'émulsification des hydrocarbures à traiter.

Selon le *Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE)* et le *Naval Research Laboratory (NRL)*, l'ignition et le brûlage efficace d'une émulsion ne peuvent être réalisés que lorsque sa teneur en eau n'excède pas 12 à 20% selon le type de pétrole –une teneur rapidement atteinte en cas réel, sous l'action des vents et de l'agitation de la mer en conditions naturelle. De plus, un autre inconvénient de l'*ISB* relevé par ces agences réside dans le fait que le brûlage de concentrations de pétrole (telles qu'obtenues, classiquement, par confinement de nappes en mer), donne lieu à la libération d'importants panaches de suies et de monoxyde de carbone dans l'atmosphère.

Lancé en 2012, un projet de *BSEE* et du *NRL* a conduit au développement spécifique d'un brûleur (burner unit) dont le principe repose sur une injection d'air en basse pression dans l'émulsion de pétrole, puis à la projection du fluide sous forme d'un « spray » turbulent dans l'unité de brûlage.

Le potentiel du concept avait été mis en évidence lors de tests *ex situ* ayant permis d'établir :

- une facilitation de l'ignition des émulsions, résultant de l'apport d'air et de la création de turbulences à petite échelle (*eddies*) et ;
- une combustion (i) efficace, « auto-alimentée » par l'énergie thermique dégagée dans l'enceinte du brûleur, et (ii) produisant significativement moins d'émissions atmosphériques qu'un brûlage de nappes.



²⁶ Hauteur totale : 93 cm ; diamètre : 25 cm ; Poids de 8,3 kgs.

²⁷ Ou à des hauteurs supérieures, à partir d'un aéronef, moyennant l'utilisation d'un parachute

Dans l'objectif d'une qualification du concept au niveau 8 de l'échelle *TRL*²⁸, un prototype de l'unité de brûlage a été monté sur une barge²⁹ pour mener, en 2020, des tests dans les bassins de l'Ohmsett.

L'objectif était d'évaluer si, et comment, l'agitation de la mer pouvait altérer le fonctionnement du gicleur, et donc les performances de l'engin en milieu naturel.

La barge porteuse a été soumise à des conditions d'agitation simulant un clapot modéré jusqu'à de fortes houles lui imprimant des mouvements plus ou moins intenses (tangage, roulis, rebonds...). Les essais (ici menés sans brûlage) ont établi un effet négatif de l'état de mer sur le flux de fluides dans le dispositif, notamment au niveau des conduites d'alimentation en hydrocarbures. Les modifications requises ont été apportées, suite à quoi le gicleur a fonctionné comme attendu dans les diverses conditions de vagues testées.

Les travaux de validation de l'ingénierie du système se prolongent dans le cadre du projet *Low Emission Combustor System for Emulsified Crude Oil*, du *BSEE* (toujours en collaboration avec le *NRL* et *SUPSALV*) : lancé en octobre 2020, il devrait être achevé courant 2022.

Pour en savoir plus :

<https://www.bsee.gov/sites/bsee.gov/files/research-reports//1106aa.pdf>

Vidéos de l'U.S. Naval Research Laboratory:

<https://www.youtube.com/watch?v=ztQ7qfs7cQg>

<https://www.youtube.com/watch?v=g6WmY6uUhPc> ;



Ci-contre : Unité de brûlage montée sur barge, en phase de tests à l'Ohmsett (Source : BSEE)

Prototype de chambre de brûlage avec pulvérisateur basse pression. Mise en œuvre sur un brut émulsionné à 50% d'eau ; débit d'air de $1,60 \times 10^{-2}$ kg/s ; débit de fluide de 0,75 L/min ; ratio air/liquide : 1,32 (Source : Naval Research Laboratory)

• Impacts

Effets écologiques à long terme en mangrove : suivi *in situ* et enseignements opérationnels (pollution du *Era*, Australie, 1992)

Le 30 août 1992 en Australie-Méridionale, le déversement de 296 tonnes de fioul lourd à partir du pétrolier *Era* avait été suivi, 2 à 3 jours plus tard, d'une pollution du littoral du golfe de Spencer, touchant une centaine d'hectares de mangroves monospécifiques à *Avicenna marina* (palétuvier à pneumatophores). Il avait alors été estimé que 57 tonnes d'hydrocarbures persistants avaient souillé cette zone à des niveaux variables : un peu plus d'une dizaine d'hectares étaient modérément à fortement pollués, la majorité de la zone ne l'étant que faiblement.

Si des épandages aériens de dispersants chimiques avaient été réalisés sur les nappes flottantes en mer (au cours des premières heures, puis le lendemain de l'incident) avant leur échouage, aucune option d'intervention en mangroves n'avait été considérée, au vu de leur fragilité et d'un risque d'impact indirect perçu comme trop élevé vis-à-vis des aires adjacentes non affectées. Seul une reconnaissance et un suivi de la situation avaient donc été menés dans ces habitats.

Au cours des semaines post-arrivages, des défoliations plus ou moins marquées avaient été observées dans la mangrove souillée : mineures dans les secteurs faiblement affectés et suivies d'une restauration complète en quelques mois, elles se sont avérées totales à sévères dans les secteurs, respectivement, fortement et modérément pollués. Dans ces derniers, elles se sont en outre étendues, pour atteindre plus de 2 hectares à $t+3$ mois, plafonnant à plus de 3 hectares à $t+3$ ans.

Afin d'approfondir les connaissances sur les impacts à long-terme des pollutions par hydrocarbures en mangroves, une équipe de scientifiques de l'Université de Melbourne et de la *Griffith University* a

²⁸ *Technology Readiness Level (TRL)*, ou niveau de « maturité technologique ». Note : l'accession au niveau 8 correspond à un « Système réel complet qualifié à travers des tests et des démonstrations ». Le niveau 9 (le plus élevé) renvoie à un « Système réel prouvé à travers des opérations / missions réussies ».

²⁹ Avec le soutien du *Navy Supervisor of Salvage and Diving (SupSalv)*

mené une étude, récemment publiée, combinant :

- les résultats du suivi *in situ* de l'état des mangroves, mené au cours des 2 années ayant suivi l'accident, d'une part ;
- l'analyse de l'évolution de la canopée à *A. marina* au sein des aires très impactées/défoliées (*via* la comparaison de photographies aériennes, prises avant la pollution et jusqu'à 25 ans après), d'autre part.

Selon les auteurs, l'analyse des photos aériennes établit que :

- aucune restauration significative du couvert végétal n'a été observable dans les secteurs très impactés, au cours des 10 années post-pollution ;
- au-delà de cette échéance, le processus de récupération s'est avéré visible, traduit par l'accroissement progressif du taux de couverture des palétuviers. Cette reconquête différée opérait néanmoins relativement lentement : les résultats du suivi photographique montrent que, entre t+10 ans et t+25 ans, le taux de couverture de la canopée n'était reconstitué qu'à hauteur de 35 % de son état pré-pollution.

Sur la base de ces données, les auteurs avancent un délai avoisinant 50 ans, pour la restauration complète des canopées sévèrement défoliées en 1992.

Il s'agit là d'enseignements intéressants pour étayer, le cas échéant, les choix opérationnels de nettoyage en mangroves : en l'occurrence, la non-intervention avait ici été l'option retenue.

Cette étude vient à l'évidence souligner la possibilité d'impacts durables, en cas de pollution persistante, dans ce type d'habitats au relativement faible potentiel d'auto-nettoyage. Pour autant, en termes d'opérations de lutte, elle confirme que le choix d'une intervention *a minima* voire, ici, d'une non-intervention est une option à considérer en pareil milieu sensible. Dans le cas de la pollution de l'*Era*, sa justification est rétrospectivement renforcée par les résultats publiés :

- bien que suivis d'une restauration à long-terme, les impacts très significatifs observés au cours des mois suivant la pollution se sont avérés restreints aux aires, ici peu étendues, les plus sévèrement affectées ;
- le choix de non-intervention a, en toute vraisemblance, permis d'éviter de générer des impacts indirects³⁰ dans des aires -majoritaires dans le cas présent- peu (ou pas) polluées et impactées par les arrivages de fioul.

Pour en savoir plus :

Connolly R.M., Connolly F.N., & Hayes M.A., 2020. Oil spill from the Era: Mangroves taking eons to recover. *Marine Pollution Bulletin*, 153, 110965. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110965>

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 ».

³⁰ (ex : piétinement des substrats et des racines ; enfouissement/déstructuration des sols ; enfouissement du polluant...)