

DOSSIER : Naufrage du *MV Wakashio*



Suivez-nous sur

www.cedre.fr



INTERVENTION

Incendie Lubrizol
à Rouen

DOSSIER

Naufrage
du *MV Wakashio*

ACTU Cedre

- Création d'un nouveau service
- Coordination d'un projet européen

Sommaire

Édito	01
Échouement du <i>MV Wakashio</i> : qu'en est-il un an après ?	02
Mobilisation de l'ITOPF sur le terrain	04
<i>MV Wakashio</i> : nettoyage des mangroves et plages	06
Efficacité du nettoyage	08
ULSFO et VLSFO : fiouls basse teneur en soufre	10
Coopération régionale	12
L'assistance de la France	13
Retour sur l'étude comparative des modèles de dérives	14
Les zones d'accumulation de déchets marins sur le littoral en France métropolitaine	16
Le laboratoire du Cedre	19
Nouveaux équipements	20
Installation reproduisant une zone portuaire	20
Incendie de l'usine Lubrizol	21
Partenariats	24
Information	26
Nouvelles publications	29

^ Déversement d'huile végétale lors d'une expérimentation

© Cedre

n°42

DÉCEMBRE 2021
Publication semestrielle du Cedre
715, rue Alain Colas
CS 41836 - 29218 BREST cedex. 2
Tél. + 33 (0)2 98 33 10 10
www.cedre.fr

**ABONNEMENT
GRATUIT**
sur demande à
contact@cedre.fr

Directeur de la publication : Nicolas Tamic
Rédacteur en chef : Agnese Diverres
Mise en page & Infographies : Camille Laot
Iconographie : Natalie Padey
Impression : Cloître Imprimeurs

ISSN : 1247-603X
Dépôt légal : Décembre 2021
Photo de couverture :
Naufrage du *MV Wakashio*
© Polyeco
Téléchargeable sur www.cedre.fr



Le Bulletin est imprimé sur du papier
provenant de forêts gérées
de façon durable et l'imprimeur
est certifié Imprim'Vert
et certifié FSC.

Cedre

Centre de documentation,
de recherche et d'expérimentations
sur les pollutions accidentelles des eaux

715, rue Alain Colas - CS 41836 - 29218 BREST cedex. 2
Tél.: +33 (0)2 98 33 10 10 - Fax : +33 (0)2 98 44 91 38
contact@cedre.fr - www.cedre.fr



^ Le Cedre basé au port de Brest

© Cedre



© République de Maurice

ÉDITO

La République de Maurice a été confrontée à une marée noire sans précédent à la suite du naufrage du *MV Wakashio* le 6 août 2020. La marée noire a été estimée à environ 800 tonnes de fioul à faible teneur en soufre affectant environ 30 km du littoral. Les sites touchés comprenaient plusieurs écosystèmes côtiers importants tels que des récifs coralliens, des îlots, des mangroves et des herbiers marins. En outre, deux sites Ramsar internationaux importants, à savoir le parc marin de *Blue Bay* et la Pointe d'Esny, situés à proximité du site de l'épave, étaient menacés par la marée noire. Plusieurs activités socio-économiques telles que la pêche, le tourisme et les activités nautiques ont également été perturbées.

Mon ministère a activé le plan national d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures à la suite de l'échouement du navire, le 25 juillet 2020, avec des mesures immédiates prises pour déployer des barrages flottants afin de protéger les zones côtières sensibles à titre préventif. Le Comité national de crise présidé par l'Honorable Premier ministre a dirigé l'ensemble de l'opération, tandis que le Comité national de coordination du plan d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures dirigé par mon ministère a assuré la bonne coordination de l'intervention, du nettoyage et de la surveillance.

Les autorités nationales, avec le soutien des secteurs public et privé, des organisations de la société civile et des volontaires ont participé activement à la lutte contre la marée noire.

Une aide a également été obtenue de pays amis, à savoir la France, l'Inde, le Japon, la Chine, les États-Unis, l'Australie et le Royaume-Uni et des organisations internationales pour faire face à la marée noire. Le Cedre a aidé mon ministère dans un premier temps à définir les empreintes des échantillons d'hydrocarbures.

Afin de s'assurer que les objectifs du nettoyage ont été effectivement atteints par les entrepreneurs retenus par les P&I désignés fin décembre 2020, mon ministère a sollicité l'appui technique du Cedre, par l'intermédiaire de l'Agence Française de Développement. Le Dr Ivan Calvez (ingénieur au Cedre) a effectué des visites de sites avec les parties prenantes nationales concernées et les entreprises de nettoyage pour effectuer les évaluations du site afin d'établir les objectifs du nettoyage. Au cours de l'exercice, les parties prenantes nationales ont bénéficié d'une expérience pratique concernant la mise en place d'objectifs en cas de déversement d'hydrocarbures. Les recommandations formulées par l'expert du Cedre et les résultats de la surveillance des laboratoires nationaux ont été primordiaux pour lever les restrictions et permettre la réouverture des zones impactées par les hydrocarbures.

Je tiens à réitérer mes sincères remerciements et ma sincère gratitude à toutes les parties prenantes locales et internationales, y compris le Cedre, pour avoir aidé Maurice lors de cet incident majeur.

Hon. Kavydass Ramano, Ministre de l'Environnement et du Développement durable, République de Maurice



Échouement du *MV Wakashio* : qu'en est-il un an après ?

^ Le *MV Wakashio* échoué sur le récif corallien, au large de l'île Maurice

Par **Nicolas Tamic**, responsable des opérations au Cedre.

Le 25 juillet 2020, à proximité de l'île Maurice, s'échouait le *MV Wakashio* sur le récif corallien de la Pointe d'Esny, à quelques encablures de la réserve marine *Blue Bay Marine Park*. Malgré le déclenchement du plan d'urgence national et des tentatives pour renflouer le navire, ce dernier laissait échapper une quantité importante de fioul à basse teneur en soufre évaluée à 800 tonnes. Entraîné par les courants marins, ce fioul s'est rapidement retrouvé à la côte, essentiellement dans des zones de mangroves. Plus d'un an après, le Cedre consacre un dossier au sujet et fait un point de situation sur cet événement qui aura bouleversé la population et le gouvernement de Maurice.

Le facteur humain, cause de l'accident ?

Alors que l'enquête et les investigations sont toujours en cours, il semble que le facteur humain soit à l'origine de l'échouement. Lors de ses auditions par la Cour d'Investigation instituée depuis le 19 janvier 2021 pour déterminer les causes de l'accident, le capitaine du *MV Wakashio* a indiqué le 17 février à

la juridiction qu'il avait donné l'ordre à son second capitaine de se rapprocher des côtes afin de favoriser la réception de signal 4G pour permettre à son équipage de communiquer plus facilement avec leurs familles, certains d'entre eux étant en mer depuis plusieurs mois sans avoir pu toucher terre à la suite de la pandémie de Covid-19. Ces premières conclusions devront cependant être confirmées lors du procès du capitaine et du second capitaine.

Le démantèlement de l'épave

Échoué depuis le 25 juillet 2020 sur le récif de la Pointe d'Esny, le *MV Wakashio* se brise en deux le 15 août du fait de sa position sur le platier et des mauvaises conditions météorologiques. Le 19 août, deux remorqueurs reçoivent l'ordre de tracter la partie avant à un point d'immersion en vue de l'océaniser. Ce point prend en compte les recommandations françaises en cas d'océanisation, scénario non préférentiel pour la France. Après les opérations de dépollution préalables conduites par la société SMIT Salvage, la partie avant est finalement immergée le 24 août dans des conditions météorologiques difficiles. La partie arrière, longue de 75 mètres

et pesant près de 7 500 tonnes, est quant à elle prise en charge par les experts chinois de la société Lianyungang Dali Underwater Engineering pour démantèlement. Aidés de la barge *Hong Bang 6*, les 50 marins en charge de l'opération procèdent à l'allègement et à la découpe des principaux éléments de la poupe. Prévu pour durer une trentaine de jours, le démantèlement s'est heurté à la saison cyclonique qui a généré une météo très capricieuse, ralentissant considérablement le chantier. Au 27 novembre 2021, 1 000 tonnes d'acier avaient déjà été retirées de la poupe échouée. Les autorités mauriciennes ont indiqué que les opérations de démantèlement dureraient encore quelques semaines sans précision quant à la date exacte d'achèvement des opérations, les aléas liés aux démantèlements en zone tropicale étant en effet trop importants pour pouvoir raisonnablement estimer une date de fin des travaux. Même si la taille de l'épave n'est pas comparable, on se souvient du *Kea Trader*, échoué en juillet 2017 sur le récif Durand des îles Loyauté en Nouvelle-Calédonie, pour lequel les opérations de démantèlement avaient duré 4 ans.



▶ Vraquier Panaméen • MV Wakashio

Le Cedre chargé de la clôture des chantiers de nettoyage

Les opérations de nettoyage de la mangrove et de l'ensemble des côtes touchées ont été confiées aux spécialistes grec et français Polyeco et Le Floch Dépollution. Ces derniers ont aimablement répondu à la sollicitation du Cedre de collaborer à ce numéro du Bulletin et font un point dans les pages suivantes sur leurs actions de nettoyage et de traitement des déchets. Durant la réalisation de ces opérations, le gouvernement de Maurice a choisi de s'entourer de l'expertise du Cedre afin de préparer la phase de réception des chantiers de nettoyage. Ainsi, de nombreux contacts entre le Cedre et les autorités mauriciennes ont eu lieu au dernier trimestre 2020 afin de planifier la réalisation de cette mission. Le Cedre tient à souligner le rôle important joué par l'Agence Française de Développement et son antenne locale à Maurice qui ont facilité grandement les procédures de montage financier de cette expertise. L'examen des chantiers de nettoyage a eu lieu en janvier 2021 et a permis de constater l'excellente qualité des travaux réalisés par les prestataires mandatés par l'assureur du pollueur.

Les cheveux en tant qu'absorbant flottant hydrophobe

Depuis de nombreuses années, la thématique des cheveux utilisés en tant qu'absorbant flottant hydrophobe resurgit régulièrement dans les médias et plus fortement aujourd'hui sur les réseaux sociaux. Face à la pollution du MV *Wakashio*, les mauriciens se sont retrouvés démunis pour lutter contre la pollution survenue en juillet 2020. L'idée d'utiliser des cheveux et d'apporter leur contribution à la lutte a mobilisé un grand nombre de personnes qui se sont portées volontaires pour collecter les cheveux et fabriquer des boudins absorbants. Ce matériau, facile à se procurer sur l'île, était une opportunité dès les premiers jours de l'arrivée de la pollution sur le littoral pour intervenir et pallier à un manque d'absorbants reconnus pour être efficaces. Afin d'évaluer les performances en terme de capacité de rétention et d'apporter un avis sur l'utilisation des cheveux en tant qu'absorbant flottant hydrophobe, le Cedre s'est procuré des cheveux et a mené des essais en laboratoire. Les résultats ont montré :

- qu'au contact de l'eau, les cheveux en vrac ou conditionnés en boudin retiennent 1 à 2 fois leur poids d'eau. Ils ne sont

pas considérés comme hydrophobes. Ils s'imprègnent d'eau et coulent ;

- qu'au contact des hydrocarbures, les cheveux sous forme de vrac ou conditionnés en boudin absorbent seulement 2 à 3 fois leur poids d'hydrocarbures.



^ Comportement des cheveux vis-à-vis de l'eau et des hydrocarbures

Malgré l'intérêt marqué par les médias et au vu des résultats obtenus en laboratoire, les cheveux en tant qu'absorbant font partie des bonnes initiatives qui peuvent être mises en place le temps nécessaire à l'approvisionnement d'absorbants performants. Malgré tout, ceux-ci ne présentent pas une efficacité suffisante pour être utilisés au même titre que les absorbants flottants hydrophobes recommandés dont les capacités de rétention sont supérieures à celles mesurées sur les cheveux.

Par **Pascal Le Guerroué**, responsable du laboratoire au Cedre.

Mobilisation de l'ITOPF sur le terrain

Par **Dr. Conor Bolas**, Conseiller technique, ITOPF.

L'ITOPF est mobilisé le 6 août 2020 suite au premier déversement mais n'arrive sur place à Mahébourg que le 12 août, en raison des limitations de déplacements dues à la pandémie de Covid-19. L'entrée à Maurice, après un test PCR négatif, s'effectue par avion charter aux côtés des sociétés de nettoyage et est suivie d'une période de confinement initiale dans une chambre d'hôtel pendant 24 heures avant un autre test PCR négatif permettant l'accès aux secteurs affectés.

La phase d'intervention initiale a consisté à évaluer la situation et à identifier les principales difficultés à anticiper pour les multiples parties prenantes. Étant donnée la présence résiduelle d'hydrocarbures flottant à la surface du lagon et l'incertitude quant aux quantités d'hydrocarbures restant dans les cales du navire, la situation était dynamique et en évolution rapide. La première reconnaissance formelle a été entreprise avec les autorités mauriciennes lors d'une visite en bus aux côtés d'autres

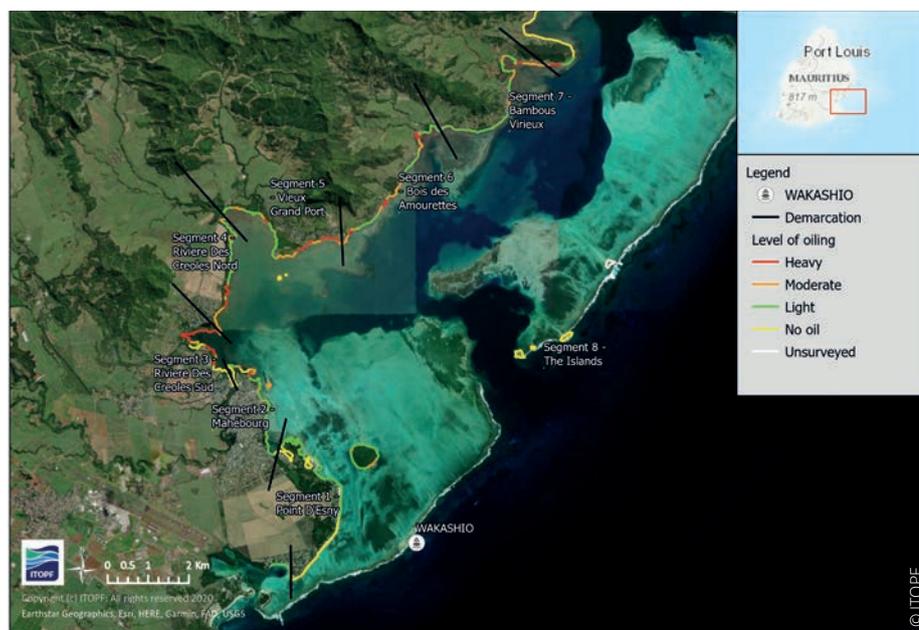
parties prenantes, notamment les sociétés de lutte mandatées par l'assureur du navire, les garde-côtes japonais, les garde-côtes mauriciens et les représentants de l'assureur. Du fait de certains aléas lors de la reconnaissance par bus organisée par le gouvernement et de la longueur du littoral affecté, la reconnaissance complète du littoral n'a pu être finalisée. Ainsi, d'autres reconnaissances ont été réalisées par plusieurs équipes.

Indépendamment, l'ITOPF a parcouru et reconnu l'ensemble du littoral affecté, créant une carte complète du degré de contamination (voir ci-dessous). Cette étude détaillée a permis de localiser des sites contaminés jusque-là non-identifiés ainsi que certaines des problématiques liées au terrain à anticiper. Conjointement, de petites équipes de reconnaissances composées d'ITOPF et de représentants des sociétés de lutte, du ministère de l'Environnement et de l'assureur ont entrepris des reconnaissances détaillées sur les sites affectés et discuté des techniques de lutte.

L'ampleur de la contamination était très forte dans certaines zones, en particulier dans de grandes zones de mangroves et le long du front de mer de plusieurs villages. Au cours de ces reconnaissances, des bénévoles et des groupes de l'agence de défense civile de Maurice ont été observés collectant des accumulations d'hydrocarbures depuis le rivage. Ces tentatives de nettoyage bénévoles, bien que bien intentionnées, généraient de gros volumes de déchets qui s'avéraient très difficiles à transporter et provoquaient également un degré élevé de contamination secondaire.



^ Zone de mangroves contaminée



^ Degré de contamination du littoral affecté

Au cours des reconnaissances, un certain nombre de difficultés, à la fois anthropiques et naturelles ont été rencontrées et ont entravé la progression des opérations. Afin de définir la stratégie de nettoyage de chaque site et pour obtenir l'approbation du gouvernement quant aux techniques de lutte sélectionnées, la présence d'un certain nombre de personnes était nécessaire et il s'est souvent avéré difficile de trouver un créneau de temps qui convienne à chacun, donnant lieu à des annulations ou des changements de dernière minute. Par ailleurs, les reconnaissances du littoral étaient souvent entravées par les restrictions de marée qui empêchaient l'accès aux sites ou la possibilité d'évaluer la présence d'hydrocarbures dans les sédiments. En effet, une grande partie du littoral est constituée de mangroves denses et de vasières qui ne sont pas aisément accessibles. L'accès depuis la mer était également souvent limité de par la faible profondeur et la présence



^ Hydrocarbures et débris littoraux divers flottants

d'obstacles à la navigation. De plus, de nombreux points d'accès étaient des résidences privées ou dans des espaces publics qui nécessitaient une autorisation d'accès ou une présence de sécurité une fois les chantiers entrepris.

Après une reconnaissance de l'ensemble du littoral affecté, il a été entrepris de diviser la zone en différents segments, zones et sites et d'établir un plan de nettoyage officiel. Chaque segment contenait entre trois et quatre zones et au sein de ces zones, il y avait un nombre variable de chantiers. Chaque société de lutte s'est vue affecter quatre segments. Les chantiers au sein des zones ont été définis en fonction des points d'accès des véhicules terrestres, de l'étendue de la contamination et des points de collecte naturels ou du contexte géomorphologique du secteur. En termes de priorité, la hiérarchisation des sites a pris en compte l'étendue de la contamination, la probabilité de remobilisation du pétrole et le potentiel d'utilisation de ce site par le public, par exemple une plage publique ou le front de mer d'une ville. À cet égard, les premiers sites à être nettoyés ont été le front de mer de Mahébourg et les plages publiques de Rivières des Créoles, Vieux Grand Port et Bois des Amourettes ainsi que des installations commerciales à Bambous Virieux.

Au cours de cette période, le gouvernement a insisté pour que les sociétés de lutte mandatées par l'assureur commence le plus tôt possible. Le nettoyage du littoral a toutefois été retardé à la

fois par la nécessité d'extraire, dans un premier temps, les déchets qui avaient été collectés par les bénévoles et qui étaient stockés de manière précaire dans de grands fûts métalliques le long du littoral ainsi que par la nécessité de collecter les barrages de bagasse improvisés, déployés sur le lagon, dont la longueur totale était de près de 50 km. Après avoir résolu ces problèmes, le nettoyage par Polyeco et Le Floch Dépollution a pu commencer sur les sites contaminés.

Toutes les informations recueillies lors des multiples reconnaissances ont été compilées dans un plan de nettoyage produit pour le gouvernement de l'île Maurice par l'ITOPF et Le Floch Dépollution décrivant la segmentation du littoral, les techniques de lutte envisagées et les

éventuelles problématiques associées.

Avec la mise en œuvre des chantiers de dépollution et une présence quotidienne sur les sites, la question de la remobilisation des hydrocarbures et débris littoraux divers du fait des courants de marée et des renverses thermiques du vent s'est rapidement posée. Des barrages et systèmes isolant les sites en cours de nettoyages ont ainsi été déployés pour éviter la re-contamination de secteurs déjà traités. Tout au long des opérations de nettoyage, des suivis réguliers ont été menés principalement par l'ITOPF, des représentants du ministère de l'Environnement et des représentants de l'assureur du navire jusqu'à la clôture des opérations sur le littoral en janvier 2021.



^ Équipes de suivi des opérations de nettoyage

MV Wakashio : nettoyage des mangroves et plages

Les opérations de nettoyage de Le Floch Dépollution

Par **Pauline Morvan**, Le Floch Dépollution.

Cet incident a marqué un nouveau tournant dans le domaine de la dépollution maritime. En effet, le polluant déversé est inédit, de type « VLSFO » (*Very Low Sulfur Fuel Oil*) présentant un comportement différent par rapport aux produits auxquels nous avons l'habitude d'être confrontés et a nécessité une adaptation de nos techniques. De plus, cette catastrophe arrive pendant la pandémie de Covid-19, compliquant l'intervention et l'organisation de notre équipe au vu du protocole strict imposé par l'État mauricien.

Les opérations de nettoyage se sont déroulées en 2 phases :

- **Phase 1** : la collecte manuelle pour la récupération du polluant susceptible d'être remobilisable afin d'éviter la contamination d'une zone non polluée. Cette technique est fastidieuse mais permet une sélectivité limitant ainsi les déchets.
- **Phase 2** : une fois la phase 1 terminée et dans le cas où une intervention supplémentaire est nécessaire, nous utilisons des techniques mécaniques (*flushing*, nettoyage haute pression à eau de mer chauffée, écrémage) en fonction de la quantité d'huile, de la nature du substrat et dans le respect de la biodiversité. Étant donné leur efficacité reconnue, nous sommes fiers de n'avoir jamais eu recours à aucun produit chimique même biodégradable.

Pour cette pollution, c'est la technique du *flushing* qui a été la plus utilisée, notamment du fait de la nature du polluant présentant un aspect beaucoup plus liquide et favorisant ainsi sa pénétration dans le sol. Elle s'est avérée très efficace dans les zones rocheuses et sableuses.

La technique du nettoyage haute pression étant agressive, elle n'a pas été employée dans les mangroves mais uniquement sur les surfaces « dures » et à faible sensibilité écologique (tels que les quais, murs en béton, roches...). D'autres techniques ont été utilisées lors de ces opérations à des endroits très spécifiques telles que l'écrémage mécanique, le nettoyage des galets et graviers à la bétonnière...



^ Nettoyage à haute pression du quai

Une attention particulière a été apportée aux mangroves. La collecte manuelle a été primordiale sur cet écosystème déjà fortement endommagé par la pollution. Il s'agissait d'enlever les accumulations présentes sur les racines et feuilles à l'aide d'absorbants, puis d'effectuer un rinçage en envoyant un volume d'eau très important à faible pression dans le but de retirer les traces d'huile. Le nettoyage des mangroves a été l'étape la plus longue, il s'agit d'un travail minutieux avec un nombre limité d'opérateurs pour minimiser le piétinement de ces zones.



^ Opération de nettoyage avec la technique du flushing



^ Avant/après : nettoyage sur le site de la Pointe d'Esnay

Les problématiques rencontrées lors de cette opération furent :

- les accès limités en fonction de la configuration des sites (intervention le long de routes très fréquentées etc.) ou des marées (difficulté d'accès dans les mangroves ou zones rocheuses à marée haute) ;
- la collecte manuelle a été d'autant plus longue que nous avons rencontré énormément de déchets (plastiques, ferraille, pneus, etc.) qu'il a fallu trier (distinction des déchets souillés/non-souillés).

Une dizaine de personnes a été mobilisée de France afin d'encadrer ces opérations qui ont nécessité le recrutement de plus de 400 opérateurs au total avec une moyenne journalière à 200 opérateurs, tous formés par notre équipe d'encadrants et qui ont travaillé dans des conditions difficiles (chaleur, intempéries, accès difficiles). Au total ce seront plus de 40 km de linéaire qui ont été nettoyés en moins de 6 mois.

Le rôle de Polyeco dans les opérations de nettoyage

Polyeco a assuré le triple rôle d'effectuer des travaux de nettoyage du littoral, de protéger la zone de la lagune et de gérer les déchets solides dangereux collectés lors de la phase 1 de l'intervention suite à l'échouage du *MV Wakashio*.



Lors des opérations de nettoyage du littoral, une forte mobilisation de plus de 250 opérateurs locaux a été nécessaire afin de nettoyer les 21 km de littoral dans le sud-est de l'île Maurice, avec un mois d'avance sur la date d'échéance de janvier 2021. Vingt-et-un sites ont été nettoyés, y compris dans des zones écologiquement sensibles telles que des mangroves, des réserves naturelles ainsi que des destinations touristiques à forte fréquentation.

Une méthodologie en trois étapes a été suivie : la collecte des hydrocarbures flottants à la surface de la mer et des accumulations d'hydrocarbures sur le littoral pendant la phase d'urgence, l'élimination des débris pollués et des hydrocarbures échoués pendant la phase opérationnelle et le nettoyage de la contamination résiduelle et l'élimination des taches pendant la phase de nettoyage fin. Une multitude de techniques ont été employées selon le type de littoral et le niveau de contamination, notamment la collecte manuelle des débris souillés, le tamisage des sédiments pour récupérer les boulettes d'hydrocarbure, le rinçage et l'inondation, le lavage à haute pression des infrastructures, l'essuyage avec des absorbants et le brossage avec des brosses souples sur des surfaces délicates.

Le plus grand défi pour Polyeco était de trouver un moyen de récupérer le polluant enfoui dans les zones de mangrove. Il y a à ce jour peu d'études sur cette question et les quelques méthodologies proposées dans la littérature portent sur la technique du *flooding*, c'est-à-dire la saturation des sédiments à l'aide de jets d'eau basse pression, pour limiter la perturbation des racines des mangroves, en évitant le piétinement et l'érosion du substrat. Compte tenu également du fait que les effets du VLSFO sur les mangroves sont pratiquement inexplorés, que la faible viscosité du VLSFO lui permet de s'imprégner très rapidement dans les sédiments, que la zone touchée était très étendue (1 800 m²) et que l'utilisation d'un dispositif de carottage appelé *Geo-Slicer* a révélé que le polluant avait pénétré jusqu'à des profondeurs de 15 cm, une solution innovante était nécessaire.

L'équipe d'intervention de Polyeco a relevé ce défi en concevant une buse qui pulvérise de l'eau à moyenne/basse pression dans les sédiments dans différentes directions. La buse pénètre dans le sédiment à une profondeur maximale de 15 cm afin de réduire autant que possible les perturbations des racines. Cette méthode s'est avérée la plus efficace pour récupérer le polluant enfoui sans perturber significativement les sédiments.

Concernant la protection de la lagune, Polyeco a déployé des barrages flottants au niveau de la zone des épaves afin de confiner et récupérer un maximum de polluant à la source. À l'aide d'écrèmeurs et d'un navire à faible tirant d'eau (0,80 m) acheminé à l'île Maurice par avion, capable de fonctionner en toute sécurité dans la lagune, 340 m³ de hydrocarbures mélangés à de l'eau de mer ont été collectés. Des barrages flottants supplémentaires ont été déployés pour protéger les zones biologiquement sensibles telles que les embouchures des rivières et les sites Ramsar.

Au total, lors des opérations de nettoyage du littoral, ont été collectées environ 2 714 tonnes de déchets solides dangereux contaminés dans 4 045 big bags de 1 m³, 241 bacs IBC de 1 m³ et 5 108 fûts de 220 L contenant des déchets pâteux non pompables, sols et débris contaminés, matériaux absorbants, fûts et IBC contaminés...

Ces déchets ont été transportés vers l'installation de stockage provisoire pour les déchets dangereux, qui est la seule installation à l'île Maurice habilitée à recevoir les déchets dangereux solides. Exploitée par Polyeco SA et située à La Chaumière à Bambous, à environ 50 km de la zone de Blue Bay, elle comprend entre autres 4 bâtiments de stockage de déchets dangereux distincts d'une superficie de 4 500 m² et un laboratoire d'analyse des déchets dangereux certifié ISO 17025:2017.

Il a fallu plus de 60 personnes (experts Haz-Mat, superviseurs, contremaîtres...) qui ont travaillé pendant plus de 6 mois afin de trier, reconditionner et stocker en toute sécurité les déchets collectés dans 3 980 big bags de 1 m³.



▲ Chantier de nettoyage en zone de mangrove

L'exportation des déchets devait commencer début juillet 2021 après l'approbation de tous les permis pertinents conformément à la Convention de Bâle pour le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux.

L'exportation des déchets de l'île Maurice vers des installations agréées en Europe pour la valorisation énergétique sera effectuée par un navire spécialement affrété en raison de leur volume important.

Par **Konstantinos Chatzatoglou**
et **Nikos Vlachos**, Polyeco.

Efficacité du nettoyage

Retour sur le principe « *How clean is clean* »

Par **Ivan Calvez**, ingénieur, service Recherche au Cedre.

Dans une optique de préservation de l'environnement, la mise en œuvre d'opérations de nettoyage de littoraux pollués par des hydrocarbures tend à intégrer, de façon de plus en plus présente, la nécessité de ne pas générer de dommages environnementaux supérieurs à ceux causés par la pollution elle-même. Cette préoccupation inclut, entre autres, la considération de l'opportunité même de mener l'intervention (faut-il nettoyer ?) mais aussi, le cas échéant, de la qualité de nettoyage à atteindre (jusqu'où nettoyer ?).

Il s'agit, à cet égard, d'évaluer la nécessité de poursuivre ou d'arrêter les opérations, en référence à des « niveaux de propreté » au-delà desquels il est pressenti que le bénéfice induit, en termes de favorisation des processus de restauration des sites, devient peu significatif voire inférieur au risque d'entraîner des dommages environnementaux en compromettant ces mêmes processus.

Cette problématique, qui sous-tend l'établissement de critères d'arrêt du nettoyage, est apparue notamment suite à l'accident de l'Exxon



^ Site sensible de mangrove à *Rhizophora mucronata* intensément souillé en août 2020 (traité par technique de flooding et essuyage manuel) : contrôle de l'absence de débris souillés ou d'épaisseurs de fioul remobilisable, sur les substrats envasés ou sur/entre les racines. Noter l'observation de signes positifs (jeunes pousses, lenticelles ouvertes, ouvertures de terriers de crabes...)

Valdez aux États-Unis où elle a été formulée sous le questionnement « *How clean is clean* ? ».

La définition de niveaux de nettoyage requiert la prise en compte d'éléments contextuels variés, afin d'aboutir à une prise de décision

reflétant un compromis entre ce qui est acceptable écologiquement, économiquement, socialement et réalisable techniquement. Ceux-ci relèvent des connaissances en matière d'impact potentiel des pollutions, des techniques de lutte, mais aussi des particularités

Usages/fonction	Lignes directrices - Objectifs possibles
Littoraux (fonction écologique)	<p>À la surface de/dans l'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> ni nappe ni irisation importante visibles susceptibles de souiller significativement la faune par contact (ex. : oiseaux, mammifères, etc.). <p>Littoral en tant qu'habitat (ex. : mangroves, marais, estrans...) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ne nécessite pas d'être « visuellement propre » (sensibilité à l'intervention) ; le pétrole résiduel (ex. : distribution, épaisseur) ne doit pas inhiber le rétablissement écologique par effet toxique ou physique (étouffement). <p>Littoral en tant qu'élément de l'écosystème (interactions avec les autres habitats littoraux) :</p> <ul style="list-style-type: none"> le pétrole résiduel ne doit pas être mobile et risquer de contaminer les habitats adjacents (eaux côtières, autres sites...).
Infrastructures portuaires (digues, quais, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Pas de pétrole flottant visible ; pas de salissure possible des personnes ou des bateaux, par frottement/contact.
Plages touristiques	<ul style="list-style-type: none"> Absence de résidus goudronneux (baignade) ; pas de pétrole visible ; absence de gêne olfactive, de détection visuelle, ni de sensation de gras au toucher sur la plage ; pas de salissure possible des personnes par frottement.

^ Quelques exemples d'objectifs de nettoyage envisageables, en fonction des usages ou des sites concernés (issus de divers travaux du Cedre, de synthèse des réflexions et cas concrets sur la thématique *How clean is clean*)

propres à chaque cas de pollution : type et quantité d'hydrocarbures ; caractéristiques des sites et habitats affectés (potentiel de dégradation naturelle, type de substrats...) ; sensibilités (écologique, économique) de ces derniers, etc.

À défaut de méthodologie universellement acceptée, l'approche générale du concept « *How clean is clean* » correspond à un principe selon lequel la poursuite des opérations n'est plus nécessaire lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- il n'y a plus de pétrole mobile visible sur/dans l'eau, ou sur les rivages environnants ;
- toutes les actions requises/adaptées pour éviter de nouveaux dommages ont été réalisées ;
- le pétrole résiduel n'a plus d'impact évident sur le fonctionnement des écosystèmes ni sur les usages ;
- la poursuite du nettoyage risquerait d'entraîner plus de dommages à l'environnement que de bénéfices ;
- les techniques envisageables ne sont plus en mesure de favoriser avec succès, ou de manière significative, les processus de rétablissement naturel des sites affectés, notamment des plus sensibles (ex. : les mangroves dans ce cas particulier).

Pour autant, il faut garder à l'esprit que la notion de « propre » et donc d'atteinte d'un niveau suffisant de nettoyage, peut à l'évidence être perçue de différentes manières en fonction de la nature de l'intérêt porté aux sites concernés, des parties prenantes, etc. Dès lors, il n'existe pas de standard universellement accepté, ni

a fortiori figé en la matière, mais plutôt des lignes directrices, issues de réflexions et retours d'expérience, pouvant servir de référence pour définir certains objectifs de nettoyage en fonction de la nature des sites (ex. : valeur écologique, usages, etc.).

Ces objectifs et la proposition de critères d'arrêt du nettoyage correspondants sont à adapter à chaque cas de pollution selon les particularités locales (environnement, enjeux spécifiques...).

Cinq mois environ après l'initiation des opérations de nettoyage des segments littoraux affectés par la pollution du *MV Wakashio* et dans la perspective de se prononcer quant à la clôture des chantiers, les autorités mauriciennes ont sollicité l'assistance technique du Cedre pour lui fournir des conseils sur place en matière d'atteinte de niveaux de nettoyage satisfaisants.

La démarche adoptée dans ce contexte a été celle d'observations directes de terrain (détaillées par des prises de notes, des photographies, etc.) principalement qualitatives et réalisées conjointement avec les parties prenantes. Cette approche, recherchant un consensus général, s'avère relativement souple, rapide et adaptable à de nombreux cas de pollutions accidentelles pour évaluer la nécessité de poursuivre ou non les actions de nettoyage. Elle a été appliquée sur plus de 40 sites, incluant pour une large part des mangroves frangeantes sensibles écologiquement, mais aussi des estrans sédimentaires dont des plages de sable à fort enjeu touristique et des sections de substrats durs s'agissant de roches ou d'infrastructures liées à des usages divers.



^ Réalisation de sondages pour vérifier le niveau de propreté d'un estran sédimentaire (cailloutis sur vases sableuses) traité par brassage immergé (lances basse pression) pour en extraire la pollution infiltrée

Ces reconnaissances de terrain ont visé à évaluer, en chacun des sites nettoyés, la présence/absence de fioul résiduel et, le cas échéant, son état (ex. : pollution libre, débris souillés, irisations, etc.), sa forme (ex. : viscosité/fluidité, film/tâche résiduelles, accumulations...) et sa localisation sur les substrats et habitats. La synthèse détaillée de ces constats, relevant à la fois des caractéristiques de chacun des sites (ex. : habitats/substrats ; présence de végétation, de faune associée, etc.) et du statut de la pollution au moment des visites, a permis de vérifier la cohérence des niveaux de nettoyage atteints avec les lignes directrices, en termes d'objectifs et de critères acceptables, en fonction du type d'environnement concerné.



^ Vérification de l'absence de polluant remobilisable ou susceptible d'entraîner des salissures, par frottement, sur la surface ou dans les anfractuosités/porosités d'une structure portuaire (ici : mur en pierres jointoyées traité par rinçage et par nettoyage final par haute pression)

ULSFO et VLSFO : fiouls basse teneur en soufre

^ Fioul du MV Wakashio après 1 semaine de vieillissement dans le Polludrome®

Le projet européen IMAROS (*Improving response capacities and understanding the environmental impacts of new generation low sulphur MARine fuel Oil Spills, 2020-2022*), financé par le mécanisme de Protection Civile de l'Union Européenne et qui regroupe des partenaires de 6 pays différents (Norvège, Suède, Danemark, Belgique, Malte et France) a pour objectif de mieux connaître les caractéristiques et le comportement des fiouls à très basse teneur en soufre afin de développer des recommandations opérationnelles en cas de déversement accidentel. Une réponse opérationnelle adéquate permettra de réduire les impacts sur l'environnement marin ainsi que les impacts socio-économiques sur les communautés côtières affectées.

Par **Fanny Chever**, ingénieure, service Analyses et Moyens au Cedre.

Les fiouls de soute utilisés par les navires sont principalement des fiouls lourds, issus de la distillation de pétroles bruts. Le soufre, naturellement présent dans ces bruts, se retrouve alors bien souvent à des concentrations élevées. Utilisés par les moteurs à combustion des navires, ces fiouls émettent alors des oxydes de soufre (SOx) dans l'atmosphère. Ces SOx ont des effets nocifs sur la santé humaine et sur l'environnement. La mise en place d'une réglementation visant à abaisser le taux de soufre dans les carburants marins est donc une nécessité pour protéger l'Homme et son environnement.

Nouvelles réglementations, nouvelles zones SECA

Les règles de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) visant à réduire les émissions d'oxydes de soufre provenant des navires sont entrées en vigueur pour la première fois en 2005, en vertu de l'Annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (Convention MARPOL). Des zones dites SECA (*Sulphur Emission Control Area*) au sein desquelles les émissions de soufre sont

plus contrôlées (et où les teneurs en soufre des fiouls utilisés doivent être abaissées) ont ainsi été définies. À l'intérieur de ces SECA (zone côtière de l'Amérique du Nord, zone caraïbe des États-Unis, la mer du Nord et la mer Baltique), la limite en soufre est abaissée à 0,1 %. De plus, depuis le 1^{er} janvier 2020, la limite globale de teneur en soufre des fiouls utilisés à bord des navires a été abaissée à 0,5 % (masse par masse).

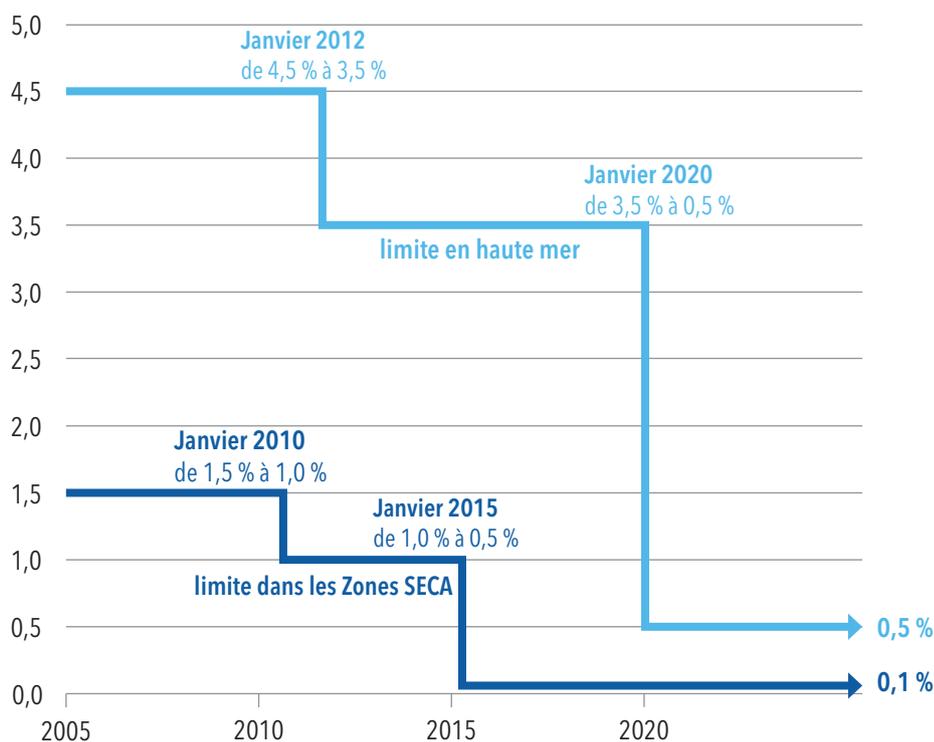
Nouvelles problématiques

Ces changements réglementaires ont conduit à de nouvelles générations de fiouls de soute. Les produits ayant une teneur en soufre inférieure à 0,5 % sont regroupés sous l'appellation VLSFO (*Very Low Sulphur Fuel Oil*), ceux ayant une teneur en soufre inférieure à 0,1 % sont appelés ULSFO (*Ultra Low Sulphur Fuel Oil*).

Difficiles à catégoriser selon les normes existantes, ces fiouls peuvent constituer un véritable défi s'ils sont accidentellement déversés en mer. Sous les appellations VLSFO et ULSFO sont en effet regroupés des produits aux propriétés physico-chimiques très différentes donc au comportement et à la potentielle

Valeurs limites pour le soufre pour les combustibles marins

Pourcentage du poids



▲ Valeurs limites pour le soufre pour les combustibles marins.
Source : U.S. Energy Information Administration, based on IMO

toxicité très variés, issus de mélanges de produits ne répondant qu'à un seul critère final commun : leur teneur en soufre. Une étude précédente menée par l'un des partenaires du projet sur un panel limité de produits, avait déjà mis en évidence la diversité des produits, la complexité de la réponse opérationnelle et les incertitudes quant à l'impact environnemental de ces produits. Le projet IMAROS s'inscrit dans la continuité de ce projet en visant une dizaine de produits à étudier.

Organisation du projet IMAROS

Trois axes de travail scientifiques définissent le projet. Le premier, maintenant terminé, a consisté à dresser un état de l'art des produits LSFO transitant au large des côtes européennes. Un travail de discussion avec des producteurs et des distributeurs de LSFO a été mené par chaque partenaire du projet afin d'obtenir un maximum d'information sur ces produits (part de marché, constitution, processus de fabrication...). Treize échantillons de 2 L ont été obtenus suite à ces échanges et ces collaborations. Un échantillon de VLSFO du *MV Wakashio* a également pu être acheminé au Cedre pour être étudié dans le cadre du projet.

Le second axe se constitue d'une première phase expérimentale consacrée à la caractérisation physico-chimique des 13 échantillons et à l'étude de leur comportement une fois déversés en mer. Les échantillons obtenus ont été analysés au laboratoire afin de les caractériser en termes de teneur en soufre, viscosité, densité, point d'écoulement, point d'éclair, empreinte chimique, teneur en asphaltènes et paraffines, taux d'évaporation et potentielle dispersibilité chimique. Deux températures représentatives des eaux européennes ont été retenues : 5 °C et 15 °C. Les résultats ont montré une grande variabilité des produits pour l'ensemble des paramètres mesurés, menant à des comportements différents en cas de déversement en mer. Ces seuls résultats ont montré la nécessité de mieux connaître les produits pour adapter les stratégies de lutte en fonction des propriétés du produit concerné. Trois de ces 13 produits, représentatifs de la variabilité rencontrée dans le panel d'échantillons recueillis, ont ensuite été sélectionnés pour une seconde phase expérimentale plus approfondie. Leur vieillissement et comportement doivent être étudiés à l'échelle pilote, ainsi que leur écotoxicité. Le fioul de soute du *MV Wakashio* a également été retenu pour cette phase d'essais.

Enfin, le dernier axe de travail est consacré à l'évaluation de l'efficacité de diverses techniques de lutte. Sur les trois mêmes produits, les techniques de récupération, absorption, dispersion chimique, brûlage *in situ*, et nettoyage sur substrats rocheux seront testées.

Les recommandations opérationnelles développées dans ce projet permettront de renforcer les capacités de réponse en cas de déversement accidentel de ce type de produit de nouvelle génération et d'améliorer les méthodes/équipements dans le futur.



▲ Test rapide de dispersibilité

Coopération régionale

Par le **CEPPOL** et la **base navale de la Réunion**.

Le 25 juillet 2020, le *MV Wakashio*, s'échouait sur les récifs Sud-Est de l'île Maurice. En raison du déversement d'hydrocarbures en mer, les Forces Armées dans la Zone Sud de l'Océan Indien (FAZSOI) se sont mobilisées et sont intervenues en soutien de leur partenaire mauricien afin de lutter contre la pollution marine.

Le 6 août, après demande des autorités mauriciennes, une cellule de crise est activée, réunissant le bureau de l'Action de l'État en Mer des FAZSOI, la Direction de la Mer Sud de l'Océan Indien (DMSOI), le Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage (CROSS), les FAZSOI, la cellule diplomatique et l'État-Major de zone de défense.

Cette organisation inter-administrations a permis de réagir immédiatement en envoyant dès le 8 août et simultanément du matériel visant à lutter contre la pollution :

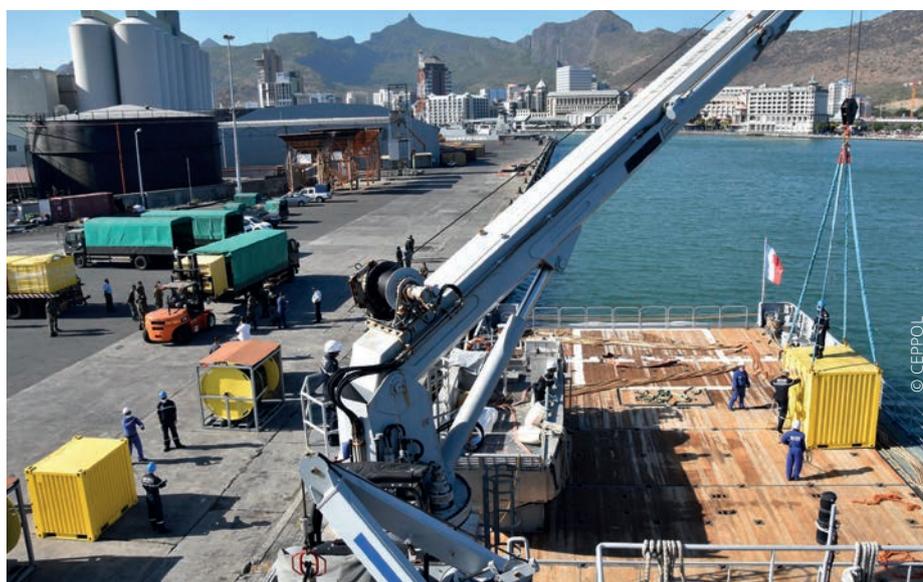
- par voie aérienne, en 2 rotations de CASA CN-235*, 5,5 tonnes de matériel dont un barrage de 600 m et une cellule avancée d'experts militaires et civils ;



▲ Le BSAOM Champlain chargeant le matériel de lutte antipollution

- par voie maritime, depuis la base navale de Port-des-Galets, le *BSAOM** *Champlain* embarquait 700 m de barrages absorbants et hauturiers, plusieurs types de récupérateurs/écrémeurs et d'équipements de pompage, accompagnés d'une équipe de spécialistes de la lutte contre les hydrocarbures en mer et à terre, ensuite renforcée par des experts du CEPPOL* et du Cedre.

Le Premier ministre mauricien a remercié le ministre des Outre-Mer lors de sa visite pendant les opérations et a salué l'action de la France pour sa réponse rapide et efficace, son savoir-faire logistique, technique et organisationnel dans une lutte antipollution internationale majeure.



▲ Embarquement des conteneurs de matériel de lutte antipollution à bord du BSAOM Champlain



*CASA CN-235

Avion de transport tactique

*BSAOM

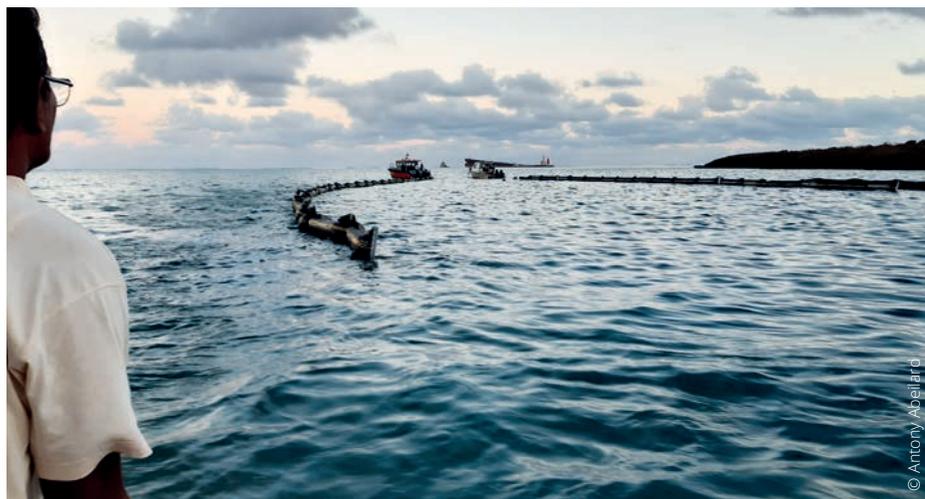
Bâtiments de Soutien et d'Assistance Outre-Mer

*CEPPOL

Centre d'Expertises Pratiques de lutte antiPOLLution de la Marine nationale française

L'assistance de la France

Par [Antony Abeilard](#), DMSOI/Phares et Balises - POLMAR et [Emmanuelle Poupon](#), service Études et Formation au Cedre.



^ Remorquage du barrage hauteurier vers l'épave du MV Wakashio

Suite à l'échouement du *MV Wakashio*, les autorités mauriciennes sollicitent à partir du 6 août l'assistance de la France dans le cadre du plan sous-régional contre les pollutions marines accidentelles des pays de la Commission de l'Océan Indien. À partir du 6 août, la France s'apprête à envoyer du matériel et du personnel. C'est dans ce contexte que le centre POLMAR de la Réunion prépare et conditionne plusieurs équipements destinés à contenir et à récupérer une partie de la pollution : 600 m de barrage gonflable moyen, 400 m de barrage gonflable hauteurier, 2 récupérateurs (avec motopompes, tuyaux et accessoires), 340 m de barrage absorbant, 100 m de tuyaux d'aspiration, 120 m de tuyaux de refoulement.

Compte tenu de l'urgence de la situation (nécessité de protéger le parc marin de Blue Bay) et des restrictions de transport par voie aérienne (capacité limitée en poids et transport d'engins à moteur thermique exempts de tout carburant), il est convenu que les 600 m de barrage moyen, soit environ 5 100 tonnes, soient acheminés par avion (CASA mobilisé par les FAZSOI) et que le reste du matériel (soit environ 30 m³) rejoigne l'île Maurice par bateau (via le *BSAOM Champlain*). Le samedi 9 août, 1 conteneur et 3 tourets contenant chacun 150 m de barrage sont acheminés par camion à l'aéroport Roland Garros de Saint-Denis. Ne pouvant être chargés tels quels dans l'avion, il est nécessaire de dérouler les barrages avant de les charger manuellement dans l'avion. Une première rotation, avec à son bord 300 m du barrage en question, un expert POLMAR-Terre de la DMSOI et un officier de

liaison POLMAR-Mer de l'AEM, est organisée le samedi matin ; la seconde a lieu dans l'après-midi. Le *BSAOM Champlain* appareille le samedi après-midi et arrive à Port-Louis le lendemain matin.

À leur arrivée sur le sol mauricien, les équipements sont pris en charge par les gardes-côtes qui les acheminent à la pointe d'Esny. Dès le dimanche après-midi, les 600 m de barrage moyen sont déployés pour protéger le parc marin de Blue Bay. Quant au barrage hauteurier, il est décidé de le remorquer jusqu'au *MV Wakashio* pour qu'il contienne le fioul s'échappant de la brèche. Compte tenu des conditions météorologiques défavorables et de moyens de remorquage limités, ce barrage hauteurier est finalement positionné entre le navire et le récif.



^ Chargement d'un barrage dans l'avion

À PROPOS

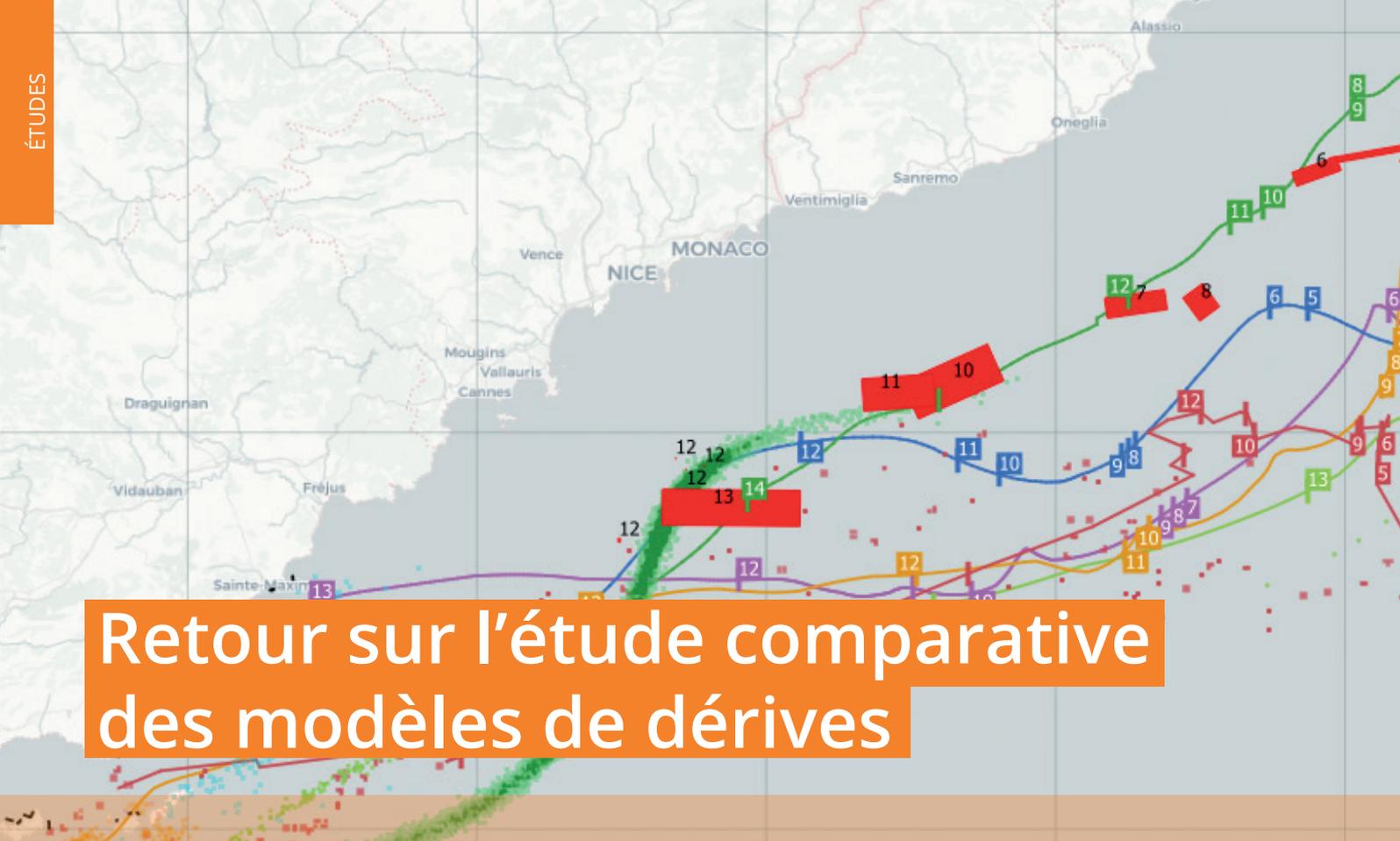
Le Comité de dérive sollicité afin d'aider à trouver une solution qui prenne en compte la protection de l'environnement

Le Comité des observations et de prévision des suivis de dérives de nappes étudie l'évolution des pollutions dans l'espace et dans le temps, afin d'aider la Préfecture

maritime à prendre des décisions en situation de crise. Animé par le Cedre, ce Comité est composé de représentants de Météo-France, de l'Ifremer et du SHOM (et éventuellement tout autre organisme national ou étranger compétent). Ce Comité a modélisé des fuites d'hydrocarbures correspondant à plusieurs hypothèses de zones d'océanisation de la

partie avant de l'épave du *MV Wakashio*. Cela a permis aux autorités françaises de plaider pour des zones épargnant le plus possible le littoral de l'île de la Réunion et de l'île Maurice d'une potentielle pollution.

Par **Vincent Gouriou**, géomaticien, service Information au Cedre.



Retour sur l'étude comparative des modèles de dérives

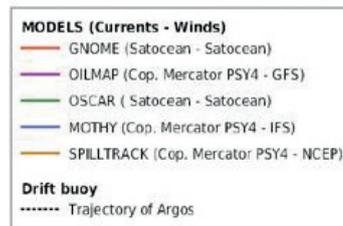
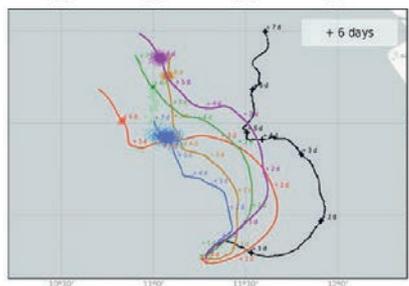
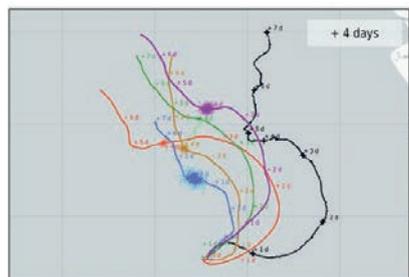
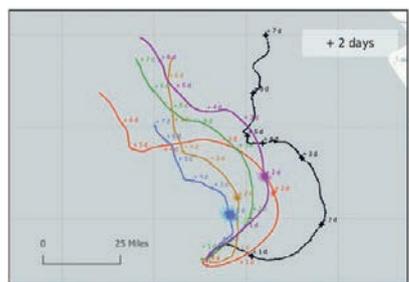
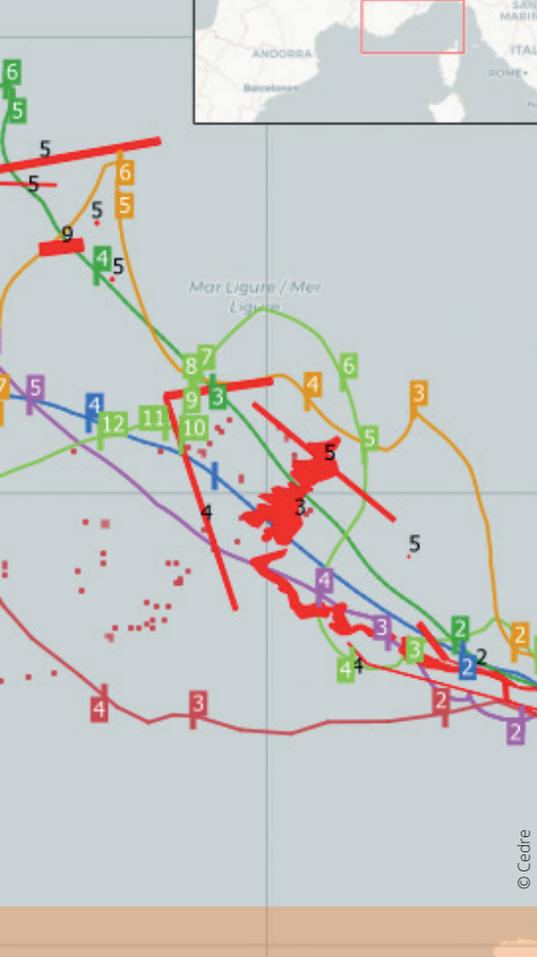
△ Comparaison des modèles de dérive pour l'accident Ulysse/CSL Virginia

Par **Vincent Gouriou**, géomaticien, service Information au Cedre.

Lors d'un déversement accidentel d'hydrocarbures, il est nécessaire de connaître et d'anticiper la dérive des nappes ainsi que leur comportement (évolution physico-chimique) afin d'aider le directeur des opérations qui devra décider et orienter les navires à la mer et préparer la résilience des sites littoraux. Il existe aujourd'hui de nombreux

modèles prévisionnels d'évolution de la pollution qui utilisent eux-mêmes une grande diversité de données météorologiques et océaniques. L'objectif de cette étude était de tester et comparer différents modèles, en s'appuyant sur 5 scénarios différents dont le naufrage du *Grande America* et la collision *Ulysse/CSL Virginia*. Nous avons analysé avec une approche opérationnelle

les performances et limites de 11 modèles (institutionnels et commerciaux). Cette étude, financée par la Marine nationale et Total Energies a été réalisée avec le concours et pour le Comité de dérive : le Cedre, Météo-France, le SHOM et l'Ifremer.



Source : Cedre
 Marine area : Atlantic - Angola
 Polluant : Bock 17 Field CRA353B
 Particules : 1000
 Amount : 1000 m3
 Water / Air : 26 °C / 25°C
 Start of spill : 2018-12-07 10:00
 Release time : Instantaneous
 Simulation length : 7 days



^ Comparaison des modèles de dérive pour l'accident de l'Argos au large de l'Angola

Les modèles d'ores et déjà mobilisés par le Comité de dérive ont obtenu de bons résultats et les nombreux tests de paramétrage enrichis par des discussions approfondies avec les modélisateurs et développeurs ont permis une meilleure connaissance et une amélioration de ces outils : le modèle de transport MOTHY de Météo-France, le modèle de comportement ADIOS de la NOAA et le modèle de transport et de comportement OILMAP de RPS.

D'une manière générale, il a été souligné l'importance d'utiliser différents modèles de transport d'hydrocarbures pour que le comité de dérive puisse comparer plusieurs modélisations et discuter de leurs pertinences.

La qualité des modélisations de transport sont, évidemment, dépendantes de la qualité des données météo-océaniques. De nombreux tests et échanges de qualité avec les modélisateurs ont apporté une meilleure connaissance de ces données et de leurs influences sur les dérives.

L'étude a également confirmé l'importance de recalibrer les modélisations à partir de données d'observations (aériennes et satellites) et

souligné l'importance de la précision des informations associées à ces observations (contours de nappes, quantité estimée...).

De nombreux autres paramètres sont responsables de la qualité de la dérive : prises en compte du vent, de l'effet de Coriolis, des vagues, de l'évolution des paramètres physico-chimiques du produit... Certains modèles proposent un paramétrage manuel quand d'autres les ont directement implémentés. Cette étude a permis de les identifier, de comprendre leurs influences sur la dérive et de pouvoir les paramétrer.

Enfin, cette étude a également donné l'occasion de mieux appréhender l'accessibilité et la disponibilité des données et des modèles, de résoudre des problèmes techniques d'intégration des données afin d'être le plus opérationnel possible en cas de crise.

En 2021, le Cedre a organisé deux exercices (en Guyane et en Méditerranée) au cours desquels, avec le concours du CEPPOL, ont été larguées des bouées de dérive simulant un déversement accidentel d'hydrocarbures. Le Comité de dérive

a été activé et a utilisé les différents outils de modélisation retenus grâce à cette étude. Le Cedre a pu ainsi tester l'accès aux modèles et aux données ainsi que la diffusion des résultats sous forme de cartographies.



^ Comparaison des modèles de dérive pour l'accident du Grande America

Les zones d'accumulation de déchets marins sur le littoral en France métropolitaine

Par **Silvère André**, ingénieur, service Surveillance et Études des Déchets Aquatiques au Cedre.

Sur le littoral, il existe des zones d'échouages préférentielles sur lesquelles les déchets marins sont susceptibles de s'accumuler. L'identification de ces zones d'accumulation est importante afin de mieux caractériser les arrivages de déchets, d'identifier les zones les plus impactées et d'intervenir pour les nettoyer. À ce jour, le nettoyage du littoral reste l'action privilégiée par les autorités locales pour éliminer les déchets échoués sur la côte. Les zones d'accumulation représentent donc une préoccupation importante pour les collectivités littorales puisqu'elles nécessitent des ressources et des efforts supplémentaires pour être nettoyées et pour traiter les déchets collectés.

Un recensement via une enquête en ligne

Afin d'identifier les zones d'accumulation de déchets marins sur le littoral de France métropolitaine, une enquête en ligne a été

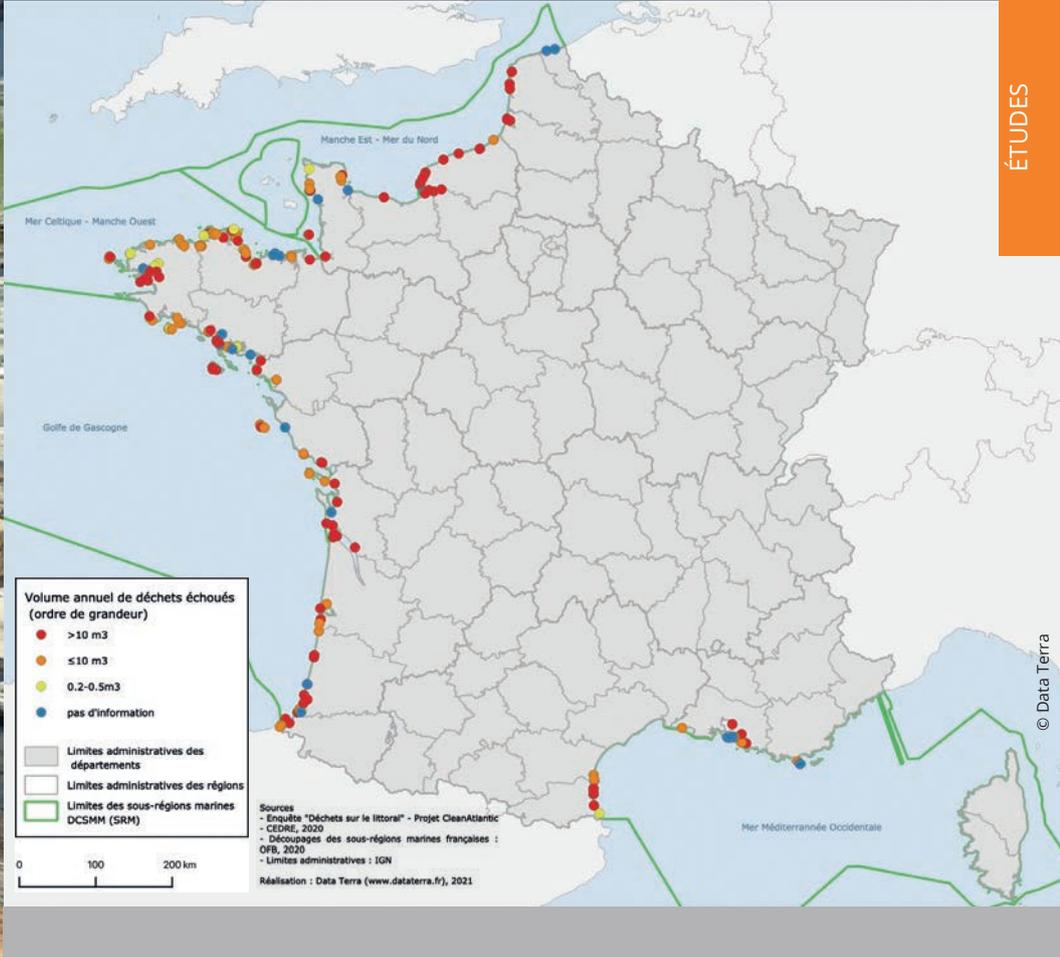
élaborée et diffusée fin 2020 avec le soutien du bureau d'études Data Terra. Cette enquête a ciblé les acteurs nationaux impliqués dans la mise en œuvre du nettoyage du littoral, de sa réalisation et de son financement, notamment les collectivités locales, les aires marines protégées ainsi que les établissements publics, structures associatives et coopératives spécialisés dans les déchets marins.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet Interreg Atlantic Area CleanAtlantic* visant à protéger la biodiversité et les services écosystémiques au sein de l'espace Atlantique en renforçant la capacité de surveillance, de prévention et d'élimination des déchets marins. Il s'inscrit également dans le cadre de l'action 19 « Réaliser un inventaire des zones d'accumulation de déchets sur le littoral » du Plan d'action « Zéro déchet plastique en mer » (2020-2025)* ainsi que dans les actions 55 et 56 du plan d'action régional de lutte contre les déchets marins* élaboré dans le cadre de la Convention OSPAR.

Suite à la diffusion de l'enquête, 105 réponses ont été exploitées. Ces réponses fournissent des informations sur la répartition géographique et la nature de ces zones d'accumulation. Elles ont principalement été collectées auprès de municipalités, gestionnaires de sites et associations qui couvrent des zones géographiques restreintes, traduisant un bon aperçu de la situation et des enjeux locaux associés à ces zones d'accumulation.



▲ Polystyrènes moussés ramassés sur 100 m de plage



^ Principales zones d'accumulation identifiées le long du littoral de France métropolitaine

Des zones réparties sur tout le littoral, des différences géomorphologiques d'une région à l'autre

Des zones présentes sur l'ensemble du littoral métropolitain

Les répondants à l'enquête ont identifié 207 zones d'accumulation sur le littoral métropolitain. Ces sites sont principalement localisés dans le Golfe de Gascogne (79 zones) et en Mers Celtique - Manche Ouest (63 zones). La sous-région marine Manche Est - Mer du Nord présente moins de zones identifiées avec 41 zones. Enfin, la sous-région marine Méditerranée Occidentale n'était à l'origine pas ciblée par l'enquête en ligne puisqu'extérieure au cadre du projet CleanAtlantic. Cette sous-région marine compte donc le moins de zones identifiées avec 24 zones.

De nombreuses zones de forte accumulation

En termes de quantités, près de la moitié des zones d'accumulation identifiées présentent des

quantités annuelles de déchets estimées à plus de 10 m³. Ces zones soumises à des arrivages massifs de déchets peuvent être qualifiées de zones de forte accumulation. Elles sont principalement concentrées en Mers Celtique et Manche Ouest où elles représentent 80% des zones identifiées.



^ Déchets accumulés en haut de plage

Des caractéristiques propres à chaque zone

L'analyse de la typologie des zones d'accumulation identifiées par l'enquête montre que les déchets sont susceptibles de s'accumuler sur tout type de côte : plage sableuse, plage de galets, crique rocheuse, etc. Les criques auront tendance à piéger les déchets tandis que les côtes largement ouvertes possèdent de multiples points d'accumulation qui sont fonction des courants et de la houle. L'enquête réalisée montre toutefois que la nature des zones d'accumulation est fonction des caractéristiques géomorphologiques locales. En Aquitaine, les zones d'accumulation concernent essentiellement de vastes cordons dunaires tandis qu'en Haute Normandie ce sont principalement des cordons de galets.

Différents effets négatifs identifiés

Un environnement touché à plusieurs niveaux

Les impacts environnementaux sont les premiers effets négatifs associés aux zones d'accumulation de déchets identifiés par les répondants, devant les impacts économiques. En effet, ces zones exercent une pression supplémentaire sur les systèmes côtiers parfois déjà dégradés par les aléas climatiques, météorologiques et les activités humaines. Ces déchets sont susceptibles de s'enfouir, d'interagir avec la végétation du littoral par emmêlement ou recouvrement. Ils sont notamment intégrés aux systèmes dunaires et sont remobilisés à chaque événement tempétueux lors de phase d'érosion. Ces déchets ont aussi un impact sur la faune (ingestion, emmêlement, présence de déchets dans les nids).

Une image dégradée entraînant un nettoyage plus important

Les zones d'accumulation ont aussi des impacts économiques, notamment sur l'image du territoire qui peut être dégradée en cas de forte présence de déchets, entraînant des baisses



^ Déchets accumulés et piégés dans la dune

de fréquentation touristique. C'est pourquoi, de nombreuses actions de nettoyages sont entreprises, moyennant des coûts importants. Parmi les techniques de nettoyage du littoral mentionnées par les répondants, la collecte manuelle des déchets reste privilégiée, bien que certaines autorités locales mettent en œuvre de la collecte mécanique des déchets via cribleuses ou ratisseurs mécaniques. Ces actions de nettoyage représentent une pression

supplémentaire sur l'environnement littoral. C'est pourquoi aujourd'hui, les pratiques évoluent afin de privilégier un nettoyage mécanique raisonné et discriminé. Cela passe par le développement de bonnes pratiques qui incluent par exemple la réalisation d'un nettoyage sélectif n'intégrant pas dans les calendriers de nettoyage le bois flotté ou encore la prise en compte des périodes de reproduction de certaines espèces, notamment d'oiseaux.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement l'ensemble des structures et individus ayant pris le temps de répondre à l'enquête. Nous remercions aussi celles et ceux ayant accepté de la diffuser au sein de leurs propres réseaux.



*Projet Interreg Atlantic Area CleanAtlantic

Projet co-financé par le programme européen Interreg Atlantic Area regroupant 18 partenaires représentant les cinq pays membres : l'Espagne, la France, l'Irlande, le Portugal et le Royaume-Uni.
Plus d'infos sur : www.cleanatlantic.eu

*Plan d'action « Zéro déchet plastique en mer » (2020-2025)

Ensemble de 35 mesures issues des Comités Interministériels de la MER (CIMER) visant à réduire l'apport de macro et micro-déchets, notamment plastiques, vers les mers et les océans d'ici à 2025, en vue d'atteindre l'objectif de « Zéro plastique en mer d'ici 2025 » fixé par le plan Biodiversité du Ministère de la Transition écologique.

*Plan d'action régional OSPAR de lutte contre les déchets marins (ML RAP)

Plan d'action de la Commission OSPAR pour la prévention et la gestion des déchets marins dans l'Atlantique du Nord-Est, comprenant 23 actions nationales et 32 actions collectives qui visent à aborder les sources telluriques et marines, de même que des actions d'éducation et de sensibilisation, et des actions d'éliminations.

Le laboratoire du Cedre

Par **Julien Guyomarch**, chef du service Analyses et Moyens au Cedre.

En attendant le projet d'extension du laboratoire, prévu pour 2022, les dernières années ont permis de consolider nos pratiques, de développer de nouvelles capacités analytiques en équipant des systèmes déjà existants, voire en remplaçant des appareils de mesures par des outils plus performants. Ces améliorations vont de paire avec une évolution de notre offre de service composée d'un panel toujours plus large d'analyses et de tests, en routine ou développés à façon.

Les activités du laboratoire peuvent être réparties selon trois grandes thématiques qui traduisent l'évolution des sujets traités par le Cedre au cours des 20 dernières années. L'activité historique des tests et analyses sur des produits pétroliers a été complétée, il y a maintenant une dizaine d'années, par un développement analytique important vers les micropolluants organiques, pour s'étendre récemment aux plastiques et autres additifs associés.

Les hydrocarbures, essentiellement des pétroles bruts, sont étudiés à l'échelle du laboratoire après distillation puis formation d'émulsions. Ces échantillons, représentatifs de différents temps d'évolution en mer, sont alors caractérisés par des mesures chimiques

(compositions détaillées et globales) et physiques (viscosité, densité, point d'éclair), avant d'être soumis à des tests de dispersibilité (le Cedre est équipé des principaux dispositifs développés en Europe et aux États-Unis), de biodégradabilité voire de brûlage *in situ*. Ces évaluations sont complétées par celles des produits de lutte pouvant être utilisés en cas de pollution accidentelle (absorbants, dispersants et produits de lavage), qui intègrent alors les listes publiées par le Cedre en cas de résultats favorables.

Les équipements analytiques permettent de couvrir un large spectre de molécules cibles, issues de pollutions accidentelles par hydrocarbures ou produits chimiques, mais également de pollutions chroniques dans le cas des micropolluants organiques ou des plastiques.

Un système d'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplé à de la spectrométrie de masse GC/MS permet de quantifier les composés dissous les plus volatils directement sur les prélèvements, ou après extraction par sorption des molécules dissoutes sur barreau magnétique (SBSE) pour les semi-volatils. Equipé d'un pyrolyseur, il permet maintenant d'identifier la nature de plastiques, en complément des analyses par infra-rouge (IRTF).

Le second GC/MS est consacré à l'identification des pollutions, soit en comparant un hydrocarbure prélevé dans l'environnement avec une source potentielle de contamination, soit en déterminant la nature d'un produit inconnu (paraffine ou huile végétale solide dans la majorité des cas). Cet équipement permet également de réaliser des analyses en GCxGC pour, notamment, suivre l'évolution d'un produit pétrolier soumis à des processus de dégradation. Les analyses par GC/MS/MS, chromatographie en phase gazeuse couplée à de la spectrométrie de masse en tandem, sont réalisées pour les molécules à l'état de traces dans l'environnement, par SBSE, mais également pour les quantifier dans des matrices plus complexes telles que les tissus biologiques.



▲ Échantillons analysés au laboratoire

Parmi les équipements de préparation et d'analyse, on peut mentionner : un système d'extraction automatique accélérée par solvants (ASE) utilisé pour l'analyse d'échantillons de tissus biologiques ou de sédiments ; un broyeur à bille ou encore une enceinte de vieillissement de matériaux en conditions contrôlées.

Enfin, le Cedre réalise en laboratoire plusieurs tests d'écotoxicité, notamment selon les protocoles OSPAR, sur algues, copépodes et amphipodes. Les procédures de tests des dispersants incluent également des essais sur crevettes, tandis que le test Microtox sur bactéries luminescentes est un outil précieux de criblage, régulièrement utilisé dans nos études.



▲ Le laboratoire du Cedre

Nouveaux équipements

Par **Marie Babinot** et **Anne-Laure Cassone**, ingénieures, service Surveillance et Études des Déchets Aquatiques au Cedre.

Le Cedre a récemment fait l'acquisition de deux nouveaux équipements. Le premier est un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) équipé d'un outil de microscopie. Il sert à analyser la composition chimique de différentes substances. Il permet notamment d'identifier la nature des polymères qui composent les plastiques (polyéthylène, polypropylène,

polystyrène...). Il est utilisé pour déterminer la nature d'échantillons collectés sur le littoral dans le cadre des réseaux de surveillance pilotés par le Cedre.

Le second est une enceinte de vieillissement permettant, en conditions contrôlées, de simuler le vieillissement de déchets dans l'environnement en les soumettant à une radiation (reproduisant une luminosité solaire intense) et une température constante et continue. Cet équipement est notamment utilisé dans le cadre du projet européen OceanWise pour réaliser un vieillissement accéléré de polystyrènes expansés et extrudés ainsi que de plastiques biosourcés et/ou biodégradables, ceci afin d'étudier et comparer leur évolution physique, mécanique et chimique.



▲ Enceinte de vieillissement



▲ Spectromètre infrarouge à transformée de Fourier

+ d'infos sur

www

oceanwise-project.eu

Installation reproduisant une zone portuaire

Par **Loïce Dagorn**, ingénieur, service Études et Formation au Cedre.

Le Cedre s'est doté d'installations caractéristiques de zones portuaires, permettant de s'entraîner au confinement et à la récupération d'hydrocarbures ou de produits chimiques pouvant survenir dans ces milieux complexes, afin de mettre en situation les stagiaires lors de formations pratiques.

Deux pontons en aluminium provenant du port de Concarneau en réaménagement ont ainsi entamé une seconde vie dans les bassins du Cedre. Cette plateforme flottante de 54 m² a été équipée d'une borne électrique et d'un poste d'avitaillement de carburant. Une rétention disposant d'un réservoir de stockage de gazole sous caillebotis relevables, ainsi que des réseaux de caniveaux longeant les berges, permettront de proposer de nouveaux scénarios de déversements réels d'hydrocarbures à nos stagiaires.

Ont également été aménagés :

- une passerelle pour un accès sécurisé des stagiaires et un déploiement facilité des équipements d'intervention ;
- des barrages permanents ;
- différents dispositifs d'amarrage et de compensation de marée ou de niveau d'eau ;
- divers systèmes de confinement d'urgence qui laisseront aux stagiaires la possibilité de mettre

en œuvre différentes solutions techniques face aux scénarios de fuites et de pollutions dans l'eau qui leur seront proposés.

Ce nouvel outil permettra de répondre aux demandes croissantes de nos partenaires et clients du monde portuaire en matière de formation de leur personnel à la lutte contre les pollutions aquatiques.



▲ Installation portuaire sur le plateau technique du Cedre

Incendie de l'usine Lubrizol

Par **Anne Le Roux**, coordinatrice de l'intervention au Cedre et **Arnaud Guéna**, responsable de la production au Cedre.

Le 26 septembre 2019, un incendie affecte les installations de Lubrizol et de Normandie Logistique à Rouen (Seine-Maritime). L'incendie lui-même et les opérations d'extinction ont entraîné la pollution d'une darse près des locaux de ces entreprises. Le Cedre a assisté la DDTM 76 et Lubrizol lors des opérations de dépollution.

L'incendie et les mesures d'urgences

Des moyens d'extinction importants sont engagés. Le SDIS procède aussi à la sécurisation et au déblaiement du site. Les moyens d'extinction sont désengagés le 7 octobre au soir.

Dès le 26 septembre, les risques de pollution de la Seine via la darse du bassin aux Bois, proche du site impacté, sont identifiés par la préfecture. Ainsi, un barrage du Grand Port Maritime de Rouen (GPMR) et un barrage POLMAR sont déployés dans le but de confiner les polluants à l'intérieur de cette darse. Un remorqueur équipé de moyens de lutte anti-incendie est également positionné à la sortie du bassin pour créer un flux d'eau empêchant la sortie des produits flottants.

Les opérateurs du GPMR et de la Coopérative de lamanage procèdent aussi à la récupération (via des récupérateurs et des absorbants) et au chalutage de l'essentiel de la pollution flottante. De nombreuses installations sont souillées et ni la nature exacte, ni le comportement des polluants ne sont connus. Rapidement, les Fiches de Données de Sécurité (FDS) des produits stockés par les deux entreprises sont mises en ligne, mais sans qu'il soit possible d'en déduire toutes les interactions possibles entre elles, a fortiori lors d'un incendie et de la phase d'extinction.

L'engagement du Cedre sur le terrain

La DDTM 76 demande le conseil du Cedre concernant le déversement de différents produits dans le bassin aux Bois, notamment des effluents des produits de type hydrocarbures. Le Cedre dépêche deux personnes pour une première mission sur place les 1^{er} et 2



^ Polluant confiné au fond du bassin aux Bois

octobre 2019. Menée conjointement avec le correspondant POLMAR-Terre du département, la DDTM et l'AFB (devenue OFB depuis), une reconnaissance met en évidence la présence de polluant remobilisable et de dépôts (du simple film à des épaisseurs plus conséquentes) en divers points de bassin aux Bois. La zone de confinement à l'intérieur du barrage présente quant à elle des épaisseurs plus importantes ainsi que de nombreux déchets flottants ou échoués. La présence d'émissaires interroge sur la possibilité de nouveaux apports de polluants à partir du site de Lubrizol. Les autres zones visitées (notamment les terminaux céréalier et forestier) ne semblent pas touchés : les opérations de confinement de la pollution à l'intérieur de la darse ont donc été efficaces. Des préconisations sont émises par les représentants du Cedre.

Cette première mission permet également de prélever des échantillons d'eau et de produit polluant surnageant. Les analyses montreront la présence notamment d'huiles minérales et d'autres composés, dont certains n'ont pu être identifiés par le laboratoire du Cedre.

Lubrizol engage ensuite l'entreprise Sécché Environnement pour procéder au nettoyage des parois et infrastructures du bassin aux Bois. Le Cedre se rend alors à plusieurs reprises sur le terrain afin d'affiner ses premières recommandations et d'adapter ses préconisations techniques à l'évolution de la

situation sur place. Les sites pollués sont divers : gabions, enrochements, zones végétalisées, murs, quais pleins ou creux et émissaires. La zone est de plus soumise à la marée et certains ouvrages sont anciens, voire fragiles. Certains chantiers vont être particulièrement complexes, comme celui d'une partie du quai Sud, sous laquelle des polluants sont piégés.

Au total, le Cedre effectuera 7 missions de terrain du 1^{er} octobre 2019 au 15 octobre 2020, de la reconnaissance initiale à la clôture des chantiers.



^ Quai Sud (creux) à marée basse

Les travaux de dépollution

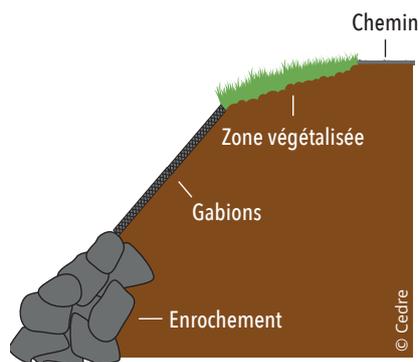
Les opérations de pompage sur l'eau et de nettoyage des parois du bassin sont conduites par l'entreprise Séché Environnement après sectorisation de la zone. Sont ainsi différenciées plusieurs zones aux caractéristiques de pollution et de substrats différentes nécessitant le recours à des techniques et des équipements différents.

Sur l'eau, la première étape consiste en un confinement par le barrage POLMAR initialement déployé, complété par un barrage de chantier ainsi que par des barrages absorbants à jupe. Le polluant est ensuite pompé à l'aide de récupérateurs et pompes puis stocké en camion-citerne avant évacuation. Le dispositif sera complété par la mobilisation d'un navire de la société Efinor afin de faciliter la récupération des petites nappes de polluant et déchets flottants se déplaçant dans la zone de confinement au gré des marées et du vent.

À terre, 3 secteurs principaux sont distingués :

- La paroi nord, récemment réaménagée par la collectivité et constituée de haut en bas d'un enrochement de blocs, de gabions, d'une zone végétalisée puis d'un cheminement parcourant tout le linéaire du bassin. Ce secteur fera principalement l'objet d'opérations de collecte manuelle et

stockage en big bags des déchets échoués et des grosses accumulations de polluant ; de lessivage à la lance-impact et à la lance-incendie des enrochements et gabions ; de fauche de la végétation puis de rinçage à la lance incendie du secteur végétalisé. Les effluents générés par les opérations de lavage sont confinés et récupérés sur l'eau à l'aide d'absorbants sous forme de barrages à jupe et de feuilles. À l'issue, un géotextile est mis en place sur les enrochements et les gabions afin de les protéger d'une nouvelle contamination éventuelle.

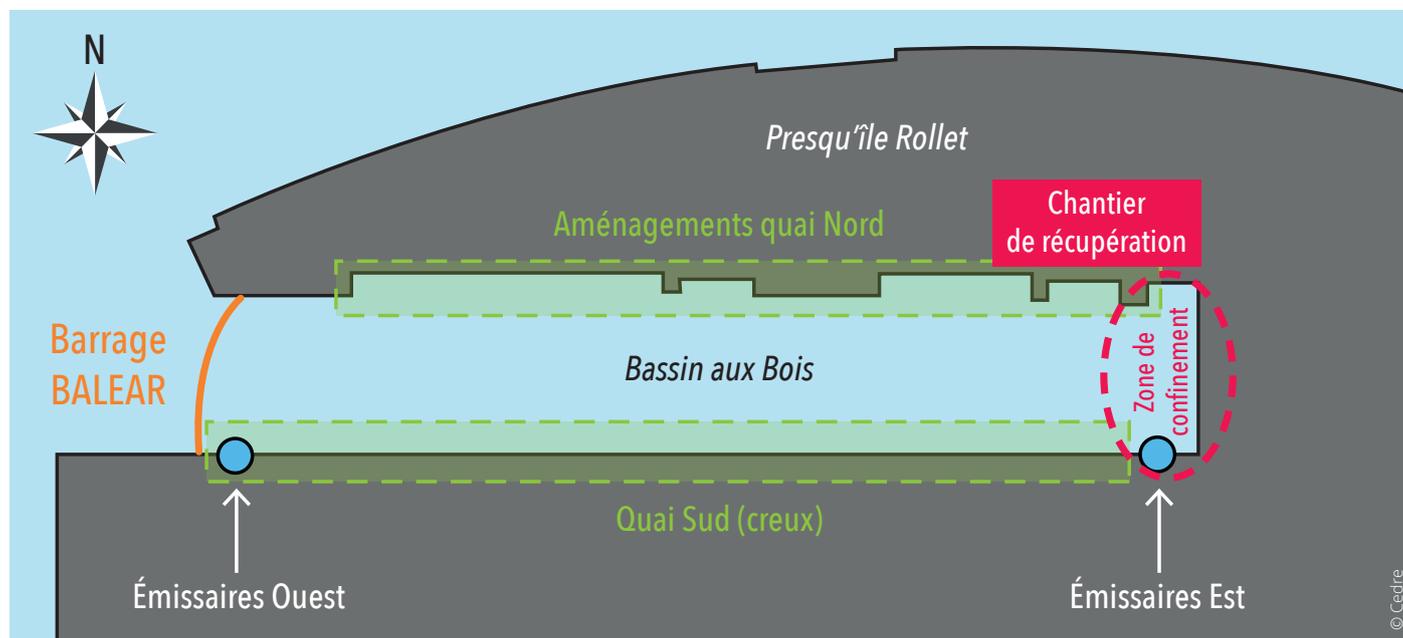


▲ Plan de coupe des aménagements du quai Nord

- Le fond de la darse, constituant la zone dite de confinement car située sous les vents dominants qui ont tendance à y accumuler les plus grosses épaisseurs de polluant flottant ainsi que les quantités les plus notables de

déchets flottants et au niveau de laquelle a été aménagée la principale zone de pompage du polluant flottant. Elle est principalement constituée dans sa partie inférieure de blocs en désordre et de sédiments mixtes, surmontés d'un plan incliné bétonné lisse. La partie nord de ce secteur fait l'objet d'un ramassage manuel des déchets et des petits bois flottés, d'une collecte à l'aide d'un engin de levage des souches et troncs échoués, d'un lessivage à la lance-impact des blocs et finalement d'un lavage au nettoyeur haute pression de la paroi bétonnée. De même que précédemment, les effluents sont confinés et récupérés sur l'eau.

- La paroi sud, constituée selon les zones d'un mur de brique rouge ou d'un mur en béton, constitue en réalité le front d'un quai creux traversé par plusieurs émissaires. C'est au niveau de ce secteur que seront menées les opérations les plus complexes. En premier lieu, les émissaires, susceptibles de constituer des zones d'accumulation feront l'objet de reconnaissance par l'homme et par caméra qui ne révéleront pas la nécessité d'y mener des opérations de nettoyage, le rinçage naturel par les mouvements de marée étant suffisant pour les nettoyer. Le front du quai fera l'objet de nettoyage par lance-incendie et par nettoyeur haute pression. Les opérations les plus difficiles concerneront l'intérieur



▲ Cartographie du site, plan du dispositif antipollution

du quai qui nécessitera la mobilisation de scaphandriers pour y mener des investigations, mettre en œuvre les moyens de pompage, principalement un récupérateur qu'il a fallu adapter afin de pouvoir le déployer à l'intérieur du quai. La validation du nettoyage de la zone nécessitera la mobilisation d'un ROV (véhicule sous-marin téléguidé).

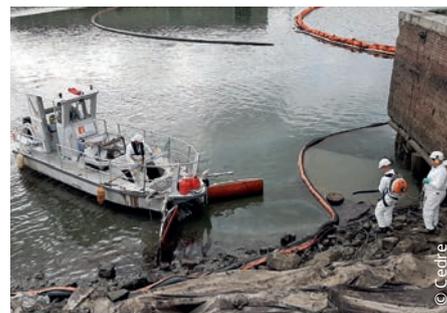
Les opérations de nettoyage de la paroi nord et du fond de darse sont principalement menées jusqu'à novembre 2019, à l'issue des grandes marées de fin octobre. L'intervention au niveau du quai Sud sera quant à elle bien plus longue, les opérations de pompage à l'intérieur du quai n'étant possibles que dans certaines conditions de marée. Ce n'est que le 18 septembre 2020, que la fin de ces opérations est validée par les différentes parties prenantes après inspection par ROV de l'intérieur de l'infrastructure. À cette occasion, il est toutefois recommandé de maintenir un barrage flottant pour confiner tout éventuel relargage de polluant qui aurait pu échapper aux investigations des scaphandriers et du ROV, tout particulièrement dans certaines zones où des désordres de structure ne permettaient ni à l'un ni à l'autre de s'y déplacer. Une dernière visite du site est donc organisée le 15 octobre 2020 et permet de constater l'absence de polluant sur le barrage, témoignant de l'absence de pollution dans la

zone et permettant de valider définitivement les opérations de nettoyage un an après l'accident.

Quelques difficultés rencontrées

Dès leur démarrage, les opérations de nettoyage sont compliquées par plusieurs facteurs :

- La méconnaissance de la nature du polluant nécessite la prise de précautions maximales pour les intervenants, se traduisant notamment par le port de masques faciaux filtrants qui ralentissent les opérateurs et nécessitent la prise de pauses régulières.
- La présence de nombreux déchets et bois échoués ou flottants nécessite leur collecte préalable avant toute opération de collecte ou nettoyage du polluant. Certains d'entre eux (souches) nécessitent même la mobilisation de moyens de levage pour les sortir de la darse. Non seulement leur présence pénalise le rendement des moyens de pompage mais elle contribue également à augmenter la quantité de déchets générés.
- L'importance du marnage dans le bassin aux Bois qui nécessite d'adapter le rythme et le calendrier des travaux aux horaires et durées des marées, particulièrement variables en zone fluviale, et nécessitant pour les opérateurs une adaptation permanente.

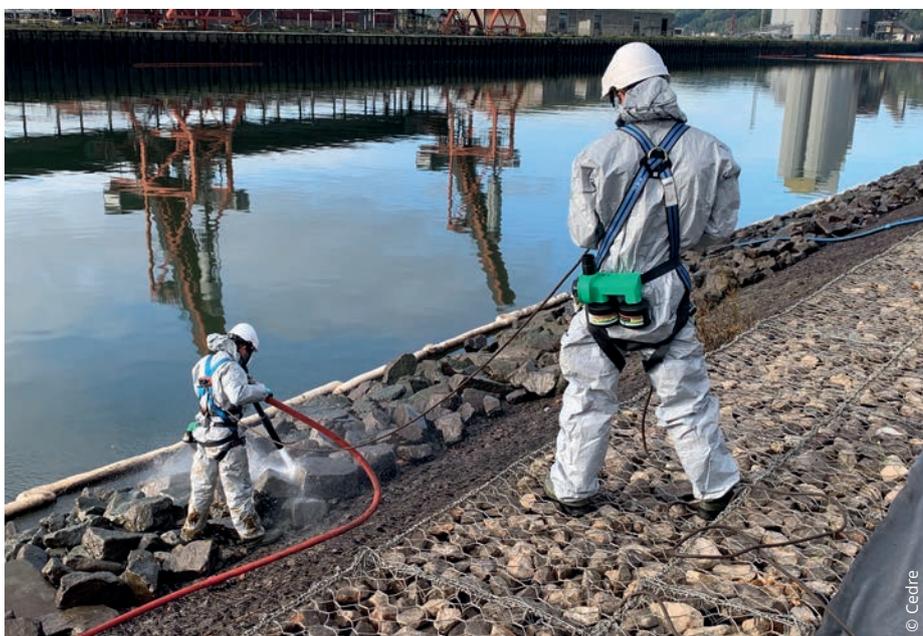


▲ Navire de récupération du polluant

- La fragilité et la structure creuse du quai Sud, qui quoique déjà mentionnées à plusieurs reprises pour d'autres pollutions, ont été dans le cas présent particulièrement renforcées par le fait que le quai n'était pas totalement ouvert mais doté dans sa partie supérieure d'un front ne permettant l'accès à la zone polluée qu'en passant par dessous et nécessitant donc la mobilisation de scaphandriers.
- Le partage des usages dans une darse dont la moitié sud demeure à vocation portuaire et industrielle tandis que la moitié nord a été restaurée pour en faire une zone récréative ouverte au public s'est traduit par une exigence accrue en termes de propreté de la darse afin de pouvoir ré-ouvrir au public le secteur nord.



▲ Vue de la partie haute de la berge Nord



▲ Nettoyage du quai Nord

Signature d'une convention de collaboration avec l'OFB

Par Camille Lacroix, cheffe du service Surveillance et Études des Déchets Aquatiques au Cedre.



Fin 2020, le Cedre et l'Office Français de la Biodiversité (OFB) ont signé une convention de collaboration dans le but de renforcer leur partenariat sur la thématique des déchets aquatiques. Cette convention contribuera à une meilleure ar-

ticulation des actions de surveillance des déchets aquatiques menées à l'échelle nationale par le Cedre et à une échelle plus locale au sein des aires marines protégées, notamment des parcs naturels marins. Plus globalement, cette convention favorisera les

échanges entre le Cedre et l'OFB et permettra de développer des synergies dans la mise en œuvre des politiques publiques de réduction des déchets dans les milieux aquatiques.

Des nouveaux membres au sein de nos réseaux de surveillance des déchets aquatiques

Par Silvère André et Marine Paul, ingénieurs, service Surveillance et Études des Déchets Aquatiques au Cedre.

Le Cedre coordonne aujourd'hui trois Réseaux Nationaux de Surveillance (RNS) qui concernent respectivement les macrodéchets sur le littoral (RNS-MD-L), les macrodéchets issus des bassins hydrographiques (RNS-MD-BH) et les microplastiques dans le sédiment des plages (RNS-mP-P). Dernièrement, 8 opérateurs ont rejoint ces réseaux pour y suivre de nouveaux sites : le CPIE Bassin de Thau, le Groupe Associatif Estuaire (du Payré), l'association Environat,

l'association Explore & Préserve, l'association Marineland, l'association Nature Libre, le Parc national de Port-Cros et la société Veolia. Bienvenue à eux !

Le CPIE Bassin de Thau, *Environat*, *Explore & Préserve* et *Marineland* interviendront pour suivre des sites sur le littoral méditerranéen, à Villeneuve-lès-Maguelone, Hyères et Antibes. Le Groupe Associatif Estuaire suivra un site du littoral vendéen, à Jard-sur-Mer tandis

que Veolia supervisera un site sur la plage de la Baule en Loire Atlantique. Environat et Nature Libre, quant à eux, contribueront au suivi de sites sur les berges à l'amont des estuaires de la Gironde et de la Liane.

Désormais, nos réseaux comptent 57 sites de surveillance qui sont suivis grâce à l'implication de nos 37 opérateurs partenaires.



SDIS29 - Centre de Formation Départemental

Par Natalie Monvoisin, cheffe du service Études et Formation au Cedre.

Dans le cadre de sa mission de prévention, de protection et de lutte contre les incendies, le service départemental d'incendie et de secours du Finistère, SDIS29, se doit d'assurer à ses 2 500 sapeurs-pompiers, professionnels et volontaires, une formation leur permettant de se préparer. Sur la base de ce constat, une réflexion est en cours pour la construction d'un Centre Départemental, au cœur du Finistère à proximité immédiate de l'axe

routier Quimper/Brest. Ce centre de formation spécialisé dans les risques incendie, technologiques ou industriels, comprendra à la fois des locaux pédagogiques, une zone d'hébergement et un plateau technique. Le Cedre a été associé aux discussions dès le lancement des études relatives à l'implantation de ce centre. Il participe notamment à l'étude d'aménagement du plateau où seront recréées des conditions propices à la réalisation de manœuvres

opérationnelles et au déploiement de moyens de lutte contre les pollutions accidentelles par hydrocarbures ou produits chimiques. Ce projet est une véritable opportunité pour les équipes du Cedre et du SDIS 29 de sceller un partenariat existant depuis déjà plusieurs années, de mutualiser leurs ressources et d'élargir ainsi le champ des possibles en matière de formation.

Taiwan - EPA : la coopération perdue autour de la thématique « eaux intérieures »

Par Natalie Monvoisin, cheffe du service Études et Formation au Cedre.

En décembre 2020, une formation dédiée à la gestion de pollutions en eaux intérieures organisée par une compagnie privée taïwanaise (GI Tech) a été animée par le Cedre, à distance depuis sa plateforme de formation en ligne (elearning.cedre.fr). Fort de son expérience dans le domaine et de la connaissance du contexte taïwanais, le Cedre a assuré deux demi-journées de cours pour un peu plus de 70 stagiaires dont 60 de l'*Environmental Protection Agency* (EPA) avec qui le Cedre travaille maintenant en étroite collaboration depuis 2012 ; collaboration

d'ailleurs renforcée depuis la signature d'un *Memorandum of Understanding*, MoU, en novembre 2016.



^ Formation théorique en visio-conférence

L'objectif de ce cours était d'apporter aux participants, une vision globale des enjeux liés à la gestion d'événements de ce type et aux interventions à mener en eaux intérieures en leur présentant les stratégies de lutte, les processus décisionnels et le comportement des produits déversés dans ces milieux complexes. Cette session s'est achevée par la présentation d'un retour d'expérience de pollution en mangrove.

ISMI : un stage OMI 2 à destination de 13 pays du Golfe de Guinée

Par Natalie Monvoisin, cheffe du service Études et Formation au Cedre.

Face aux menaces récurrentes en matière de sécurité maritime dans le Golfe de Guinée, la communauté maritime africaine et internationale a mis en place plusieurs instruments au niveau régional et international. Ainsi, la République de Côte d'Ivoire a créé l'Institut de Sécurité Maritime Interrégional - ISMI avec le soutien de partenaires clés parmi lesquels la France et le Conseil d'Administration de l'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM).

Dans le cadre de sa mission visant à former et renforcer les capacités des cadres civils et militaires des administrations et entités privées ayant des compétences ou des activités en mer, l'ISMI a inclus dans son programme 2021 une formation à la lutte contre les pollutions accidentelles. Après une expérience de coopération réussie en 2018 pour l'organisation du séminaire « Environnement maritime et exploitation des ressources offshore en hydrocarbures », le Cedre s'est vu confier cette mission.

Deux sessions de cours théoriques ont ainsi été assurées en distanciel, à destination des publics francophone et anglophone. Deux formateurs du Cedre se sont ensuite rendus à Abidjan pour animer des exercices sur table, ainsi qu'une journée de phase pratique réalisée avec le soutien du port et de la SIR (Société Ivoirienne de Raffinage). 25 stagiaires représentant 13 pays du golfe ont ainsi pu être formés aux standards de l'OMI 2, grâce à cette initiative financée par la coopération française.

Exercice Balex. Delta 2021

Par Anne Le Roux, coordinatrice de l'Intervention au Cedre.

À l'invitation de la garde-frontière finlandaise, deux ingénieurs du Cedre ont participé à l'exercice Balex. Delta 2021 organisé aux abords de Kotka, en Finlande.

Cet exercice de grande ampleur, organisé comme chaque année par l'une des parties contractantes d'HELCOM, suivait un scénario ambitieux : la collision entre un chimiquier et un pétrolier occasionnait une fuite de xylène et le déversement de 20 000 tonnes d'hydrocarbures. La partie « lutte en mer » était assurée par les navires des parties contractantes d'HELCOM ainsi qu'un navire

de l'EMSA qui jouait le chimiquier accidenté. La lutte côtière et le nettoyage du littoral était mis en œuvre par les services de secours et des volontaires. Le Cedre a joué un rôle d'observateur et d'évaluateur lors du déclenchement de MAR-ICE par les autorités finlandaises, de la lutte en mer contre les HNS, de la phase de préparation au nettoyage du littoral et de la mise en place d'un centre de soins à l'avifaune. Nous avons également pu observer une partie des opérations de lutte en mer contre la pollution par hydrocarbures.

Cet exercice représentait le premier test de l'utilisation opérationnelle du Manuel

d'intervention en cas de déversement en mer des HNS pour lequel la rédaction a été coordonnée par le Cedre dans le cadre du projet West MOPoCo (voir p. 29).



^ Opération de colmatage d'une fuite par les membres du Maritime Incident Response Group

Le Cedre est coordinateur d'un nouveau projet européen

Par **Laura Cotte**, ingénieure, service Recherche et **Stéphane Le Floch**, chef du service Recherche, au Cedre.

MANIFESTS : Gestion des risques liés à l'évaporation des substances nocives et potentiellement dangereuses, voire explosives



Funded by
European Union
Civil Protection
and Humanitarian Aid

Approximativement 2000 types de substances nocives et potentiellement dangereuses (HNS/*Hazard Noxious Substances*) transitent régulièrement par voie maritime que cela soit en vrac ou sous forme conditionnée. Les volumes transportés ne cessent d'augmenter avec environ 200 millions de tonnes de HNS échangées chaque année par les navires marchands et de ce fait, le risque d'accidents et de pollutions en mer est accru. Le rejet accidentel de HNS volatiles en mer peut entraîner la formation de nuages de gaz toxiques, inflammables, voire explosifs. L'intervention lors d'une telle pollution s'avère extrêmement difficile à gérer car peu de données sont disponibles pour évaluer les risques que les intervenants pourraient prendre en agissant, ou ceux qui pourraient avoir un impact sur les communautés côtières en autorisant l'accès à un lieu de refuge au navire accidenté.

Co-financé par le mécanisme de protection civile de l'UE (DG-ECHO) pour une durée de 2 ans, le projet MANIFESTS (*MANaging risks and Impacts From Evaporating and gaseous Substances To population Safety*) vise à lever ces incertitudes et à améliorer les capacités d'intervention des responsables de la lutte antipollution en

développant des outils innovants d'aide à la décision et des directives opérationnelles et en facilitant l'accès aux connaissances et aux bases de données pertinentes sur les déversements de HNS volatiles en mer.

Les principaux résultats attendus incluent :

1. des directives opérationnelles ;
2. des données expérimentales sur le devenir des nuages de gaz ;
3. des données expérimentales sur la cinétique d'évaporation/dissolution des HNS ;
4. un module de modélisation des incendies et des explosions.

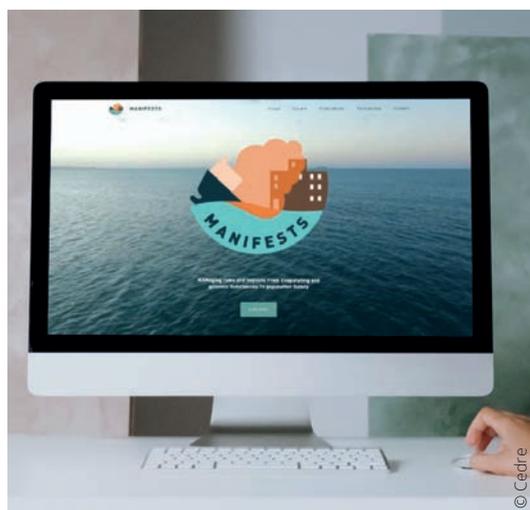
Tous ces éléments seront regroupés au sein d'un outil d'aide à la décision qui sera directement accessible sur le web et qui, par définition, fournira des éléments essentiels d'aide à la gestion de crise en cas de déversement accidentel.

Le projet MANIFESTS a reçu un fort soutien des autorités nationales des différents pays impliqués et en ce qui concerne la France, la Marine nationale apportera son expertise technique et logistique lors des phases d'exercices et d'essais en mer.

PARTENAIRES

MANIFESTS est coordonné par le Cedre et implique 8 autres partenaires :

- CETMAR (*Centro Tecnológico del Mar*) – Espagne
- DG-ENV (Direction Générale pour l'Environnement du Service public fédéral) – Belgique
- ARMINES (Association pour la Recherche et le Développement des Méthodes et Processus Industriels) – France
- RBINS (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique) – Belgique
- IST (*Instituto Superior Tecnico*) – Portugal
- INTECMAR (*Instituto Tecnológico para el Control del Medio Marino de Galicia*) – Espagne
- MET.NO (*Norwegian Meteorological Institute*) – Norvège
- PHE (*Public Health England*) – Royaume-Uni



▲ Les outils de communication du projet Manifests

+ d'infos sur

www

manifests-project.eu

CRÉATION DU SERVICE « Surveillance et études des déchets aquatiques »



Par **Camille Lacroix**, cheffe du service Surveillance et Études des Déchets Aquatiques au Cedre.

Au vu du renforcement de ses missions et de son activité sur les déchets aquatiques depuis plusieurs années, le Cedre s'est doté début janvier d'un nouveau service dédié, intitulé « Surveillance et Études des Déchets Aquatiques ». Autour d'une équipe de cinq personnes, ce service a pour principales missions :

- d'apporter un appui scientifique et technique aux autorités pour la mise en œuvre de politiques publiques de réduction des déchets aquatiques ;
- d'améliorer les connaissances sur leurs devenir et impacts ainsi que sur les solutions ;

- de contribuer au développement de méthodologies pour quantifier ces déchets dans l'environnement ;
- de prendre part à la sensibilisation et l'information des parties prenantes.

L'activité du service s'articule autour du pilotage de la surveillance nationale des déchets sur le littoral et issus des bassins hydrographiques qui s'inscrit dans le cadre de la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) et des conventions des mers régionales OSPAR et Barcelone. Elle comprend également une mission d'expertise avec la participation à différents groupes de travail nationaux ou

européens et l'implication dans des projets nationaux et internationaux.

Ces actions sont réalisées en collaboration avec de nombreux partenaires, notamment la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère de la Transition écologique, l'Office Français de la Biodiversité, l'Ifremer ainsi qu'avec les experts européens travaillant sur les déchets aquatiques et de nombreux autres partenaires nationaux, membres des réseaux de surveillance ou de la communauté scientifique travaillant sur la pollution plastique.

NOUVEAUX ARRIVANTS



Silvère ANDRÉ

Après une licence en physique/chimie, Silvère a validé un master II en Chimie analytique « Optimisation des protocoles expérimentaux » avec une spécialisation en spectroscopie et en chimimétrie. Il a ensuite réalisé un Doctorat au laboratoire LASIRE à l'Université de Lille et présenté en décembre 2016 sa thèse sur les « Apports de la spectroscopie Raman et de la chimimétrie au suivi *in situ* de cultures cellulaires ». Il a achevé ses travaux de recherche durant un post-doctorat de 6 mois au LASIRE puis créé et géré avec deux associés la société LENSKEM, proposant des prestations en chimimétrie et analyse de données. En mars 2019, il a réalisé sa première mission au Cedre en réalisant l'analyse de données physico-chimiques collectées lors des expérimentations *In Situ Burning* réalisées par le Cedre et l'Ineris pour le compte de TotalEnergies. En septembre 2019, il travaille sur la caractérisation de la pollution par les déchets sur l'espace Atlantique nord-est (projet européen CleanAtlantic), puis sur la gestion et l'analyse des données collectées par les réseaux de surveillance des déchets aquatiques. En janvier dernier, il a rejoint la nouvelle équipe SEDA en tant qu'ingénieur gestion et analyse de données.



Marine PAUL

Marine a suivi un cursus de formation pluridisciplinaire comprenant une licence en biologie, sciences de la terre et de l'univers, un master de géosciences et un master d'expertise et de gestion de l'environnement et du littoral avec une spécialisation en géomorphologie du littoral au cours de ses stages. Elle a réalisé une première mission sur les risques du littoral breton à la DREAL Bretagne puis contribué à la production et au traitement de données de la cellule « litto 3D » du SHOM. Elle obtient son premier poste au Cedre en tant que chargée du recensement des initiatives de lutte contre la présence de déchets marins sur la zone Atlantique (projet européen CleanAtlantic). Ses missions se sont ensuite élargies à la gestion des réseaux de surveillance des macro-déchets sur le littoral et issus des bassins hydrographiques. Depuis le 1^{er} janvier 2021, elle est ingénieure environnement au tout nouveau service SEDA, avec chargée de la gestion et du suivi des réseaux de surveillance des déchets aquatiques. Après une formation interne intensive à l'intervention, elle vient de rejoindre l'équipe des astreinteurs du Cedre avec une corde « compétences outils cartographiques » à son arc.



Fanny JOUANNIN

Fanny a suivi une formation d'ingénieur prévention des risques et environnement à l'ESAIP d'Angers durant laquelle elle a intégré en alternance le Centre National d'Équipement de Production d'Électricité (EDF) où elle a étudié les risques d'inondation externe sur les centrales nucléaires. Elle a réalisé son stage à l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA) de Cork (Irlande). Elle a complété sa formation par le master Sciences de la Mer et de Littoral (SML) mention Expertise et Gestion de l'Environnement Littoral (EGEL) de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM). Ce master lui a permis d'intégrer le Cedre en mars 2019 en tant que stagiaire du service Études et Formation où elle a participé à la restructuration et la modernisation des outils pédagogiques de l'exercice final du stage « État-Major antipollution mer ». Fanny a par la suite rejoint le service Recherche du Cedre en août 2019, avant d'intégrer en février 2020 le service Analyses et Moyens où elle travaille depuis en tant qu'ingénieure d'études. À ce titre, Fanny prend part à des projets d'évaluation de technologies antipollution et de développement de connaissance, tout en apportant son soutien aux autres services du Cedre.



Morgane LE GALL

Titulaire d'un Brevet de Technicien Supérieur en Gestion, option « Comptabilité/Gestion », Morgane a commencé sa carrière en tant que secrétaire comptable puis comptable dans la grande distribution et dans le secteur du BTP pendant 2 ans. Elle a ensuite été comptable chargée de la comptabilité générale jusqu'à réalisation du bilan et chargée de l'administration des ressources humaines dans le secteur du prêt-à-porter pendant 8 ans. Depuis le 12 octobre 2020, elle occupe au Cedre le poste de « Cheffe comptable » avec plus particulièrement la charge de la comptabilité générale jusqu'à la préparation de la clôture comptable, la gestion sociale (paie et administration des Ressources Humaines), le suivi de la planification et le pilotage des tableaux de bords de gestion.



Pierre PARENTHOINE

Formé à l'école d'ingénieurs Seatech de Toulon, Pierre est spécialisé en génie maritime, systèmes et technologies marines. Après un stage en tant qu'ingénieur d'études océanographiques à l'Institut Océanographique de Bedford au Canada, il devient chargé d'études météoro-océaniques de sites offshore dans le cadre de projets EMR à Nass & Wind Offshore, puis ingénieur en analyse d'installation offshore *deep water* à SAIPEM. Il réalise un Volontariat de Service Civique en tant que coordinateur logistique des missions scientifiques aux îles Kerguelen. Il prend ensuite la responsabilité du projet de conception du prototype 1/10^{ème} de l'éolienne flottante Eolink de la société éponyme puis devient chef de projet pour les opérations scientifiques de l'institut polaire français dans les îles subantarctiques. Il est ingénieur au service Études et Formation depuis mars dernier.



Alexandre LE PAIH

Alexandre a une formation comptable qu'il a commencée par un DUT de Gestion des Entreprises et des Administrations option « finance compta » complétée par une licence « Diplôme de Comptabilité et de Gestion » et un master II de « Contrôle Comptabilité Audit ». Après une année d'alternance dans un cabinet d'audit financier et comptable, il a été comptable conseil en cabinet comptable pendant 3 ans. Depuis le 12 juillet 2021, il est chargé de la comptabilité fournisseurs du Cedre dont la gestion des commandes et des règlements fournisseurs. Il va se former progressivement aux outils internes de gestion afin de contribuer notamment aux tableaux de bord de gestion et au suivi administratif de la planification et de la production.



Maryline PORHEL

Ingénieure diplômée de l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges spécialisée en maîtrise des risques industriels environnementaux, Maryline a eu une première expérience au Cedre lors de son stage de fin d'études au service Recherche sur une étude d'impact des pollutions acide/base dans les eaux de mer et eaux douces. Durant dix ans, elle a été ingénieure d'études puis chef de projet en sites et sols pollués au sein de la société Inovadia à Quimper. En septembre dernier, elle a rejoint l'équipe d'ingénieurs du service Études et Formation.



Loïc HARANG

Diplômé de l'ESAIP (École d'Ingénieurs en Informatique et Prévention des Risques) d'Angers, Loïc a également une licence professionnelle en qualité, santé-sécurité et environnement et un Diplôme Universitaire de Technologie en Hygiène, Sécurité et Environnement. Après une première expérience d'assistant HSE dans le secteur industriel, il est ingénieur HSE apprenti lors de deux expériences dans le secteur agroalimentaire et un poste dans le domaine du transport et logistique. Bilingue en français et anglais, il a rejoint l'équipe du service Études et Formation en septembre.



Mélanie LE GALL

Trilingue parfaite en français, anglais et espagnol, Mélanie a un Brevet de Technicien Supérieur en tourisme et loisirs qu'elle a pu mettre en pratique au service de plusieurs compagnies de croisière et d'un groupe hôtelier au début de sa carrière professionnelle. Elle s'est ensuite investie dans le secrétariat puis l'assistance de direction à la DCNS et en milieu hospitalier. Elle a rejoint le service Études et Formation en octobre dernier en tant qu'assistante.

NOUVELLES PUBLICATIONS

Guide d'intervention en cas de pollution marine par HNS (version anglaise)

Dans le cadre du projet « *Western Mediterranean Region Marine Oil and HNS Pollution Cooperation* » (West MOPoCo) cofinancé par la Commission Européenne et piloté par le REMPEC, le Cedre a coordonné la rédaction du manuel d'intervention en cas de pollution marine par substance nocive et potentiellement dangereuse (SNPD/HNS) publié sous le titre « *Marine HNS Response Manual, Multi-regional Bonn Agreement, HELCOM, REMPEC* ». Ce guide opérationnel propose une approche complète aux premiers

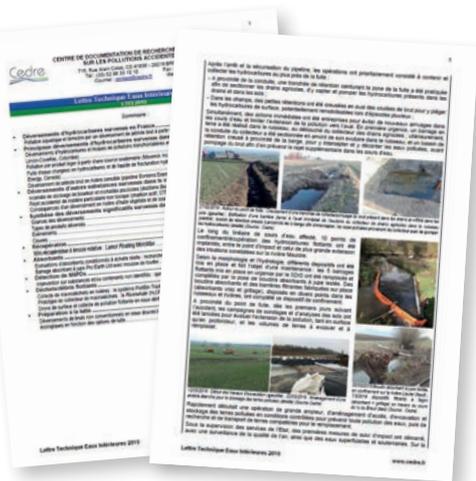
intervenants et aux décideurs lors d'incidents maritimes impliquant des produits chimiques. Rédigé en anglais, en collaboration avec l'ISPRa et l'ITOPF avec la contribution des secrétariats et pays membres de l'Accord de Bonn, HELCOM et REMPEC, il a été publié en avril dernier, au format papier et en version interactive disponible en ligne (www.westmopoco.rempec.org/en/project/specific-objectives-and-activities/hns-marine-response-manual). Il sera très prochainement disponible en français.



Lettre Technique Eaux intérieures n°29

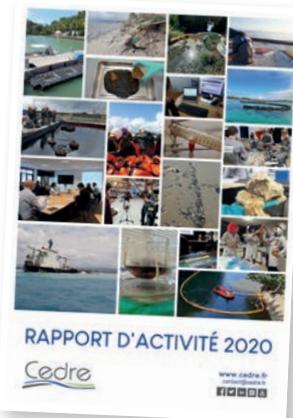
Véritables mines d'information, nos Lettres Techniques « Mer et littoral » et « Eaux Intérieures », publications bisannuelles, sont des synthèses de notre activité de veille technologique sur les pollutions accidentelles des eaux marines et intérieures, passées et récentes. Vous pouvez notamment y retrouver des données d'accidentologie, un bilan des pollutions accidentelles survenues dans le monde, des statistiques, des éléments sur la préparation à la lutte,

la récupération, les techniques de lutte et innovations en la matière, les indemnisations, les impacts sur l'environnement, les retours d'expérience, la dérive de nappe ainsi que des informations sur les guides et des recommandations récemment parues. La dernière publiée est la « Lettre Technique Eaux Intérieures n°29 ». Retrouvez l'intégralité de ces Lettres Techniques sur notre site (Rubrique Ressources/Publications/Lettres techniques).



Rapport annuel 2020

Le dernier rapport d'activité 2020 du Cedre a été validé à l'assemblée générale de juin 2021 et publié à la suite. Reprenant en texte et en images les principaux accidents, projets et événements ayant mobilisé les équipes sur l'année passée, il constitue un reflet de l'étendue de nos activités et de la diversité des compétences du personnel ainsi qu'un rapport sur le budget général de l'association. Il est disponible en ligne à l'adresse www.cedre.fr/Menu-secondaire/Rapport-d-activite et peut être également expédié à la demande.



Pollustats 2020

Édité annuellement en version bilingue français/anglais, cette publication au format pratique destinée à être conservée reprend les données issues d'un inventaire des événements accidentels survenus dans le monde, portés à la connaissance du Cedre et ayant donné lieu à un déversement d'hydrocarbures ou de substances nocives potentiellement dangereuses dans les eaux de surface. Les équipes d'ingénieurs experts sur ces données sont à votre disposition pour toute précision. Cette publication est disponible en ligne sur notre site internet (Rubrique Ressources/Accidentologie/Statistiques) et peut être également expédiée à la demande.



TOUTES NOS PUBLICATIONS SONT EN TÉLÉCHARGEMENT LIBRE sur notre site

www.cedre.fr

Rubrique Ressources



Basé à BREST depuis **40 ans**



50 personnes

5,5 millions d'€ de budget

60 formations par an



EXPERT INTERNATIONAL EN POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX

Eaux marines/Eaux intérieures/Hydrocarbures
Produits chimiques/Microplastiques/Macro-déchets
Autorités/Structures privées



Numéro d'urgence (24h/24)
+33 (0) 2 98 33 10 10



60 plans d'urgence livrés ces 10 dernières années

20 pays visités chaque année

150 sollicitations d'urgence par an

75 hydrocarbures étudiés en 12 ans

Centre de ressources documentaires reconnu

22 000 références

+ de **20** projets multipartenaires menés en 10 ans

RAYONNEMENT À L'INTERNATIONAL

VENIR AU Cedre



www.bibus.fr
www.viaoo29.fr



GARE DE BREST
www.sncf.com



AÉROPORT BREST-GUIPAVAS
www.brest.aeroport.bzh

1 site unique au monde avec un plateau technique de 2,5 ha



Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux

715, rue Alain Colas - CS 41836 - 29218 BREST cedex. 2
Tél.: +33 (0)2 98 33 10 10 - Fax : +33 (0)2 98 44 91 38
contact@cedre.fr - www.cedre.fr