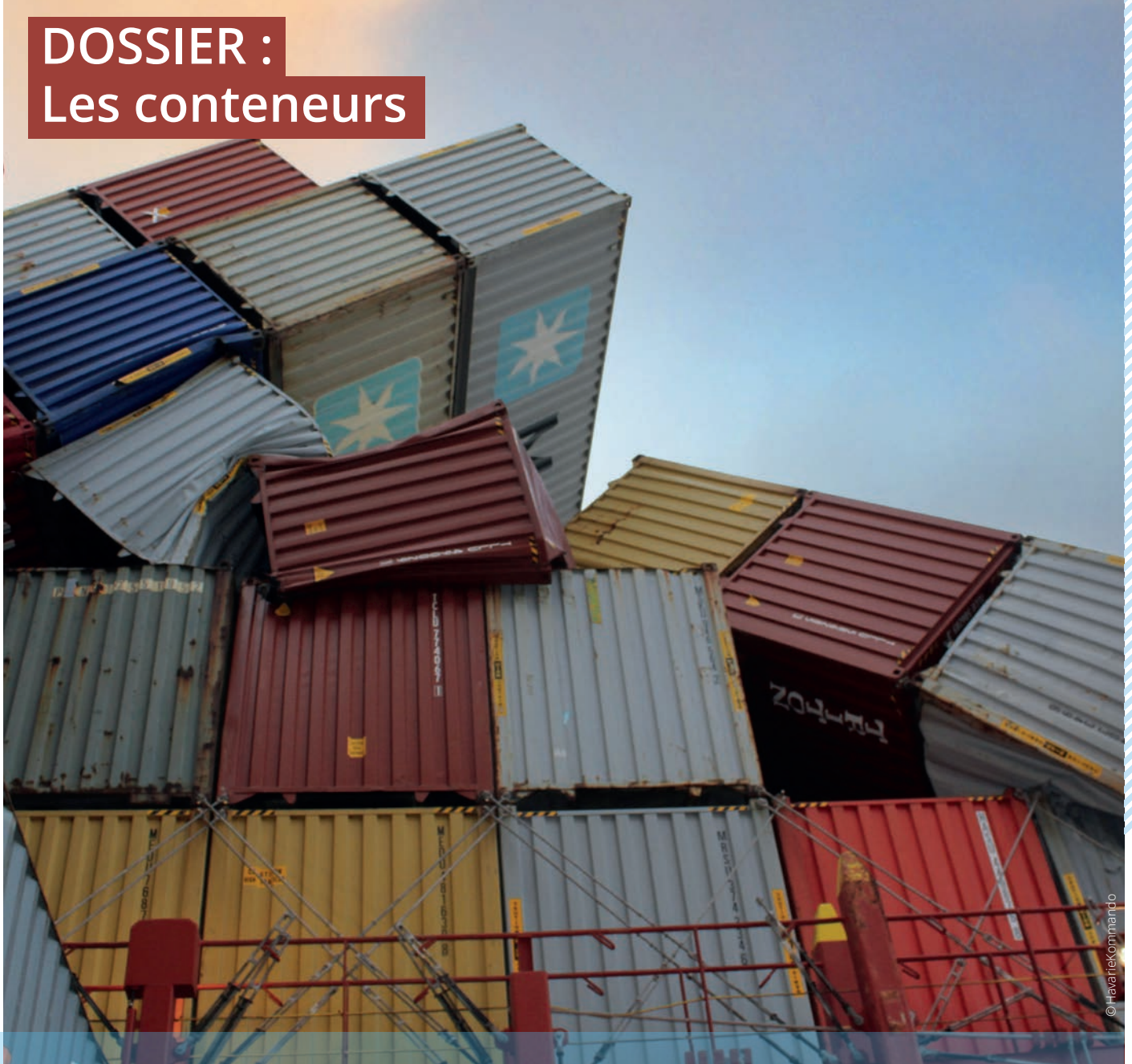


DOSSIER : Les conteneurs



© HavarieCommando

Suivez-nous sur

www.cedre.fr



INTERVENTION

Échouement du
vraquier *Wakashio*
à Maurice

DOSSIER

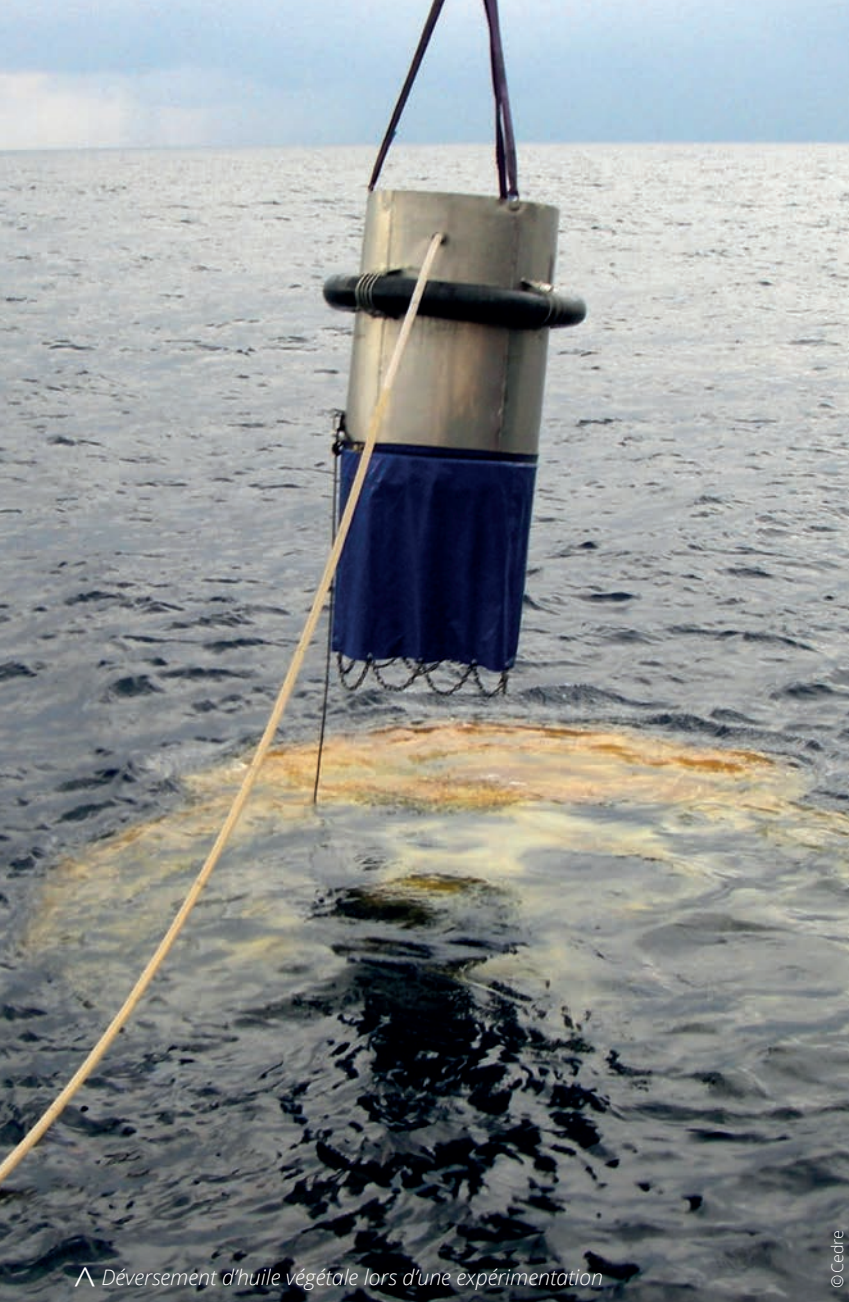
Les conteneurs

ACTU Cedre

- Certifications de nos formations
- Nouvelle formation au catalogue

Sommaire

Édito	03
Les conteneurs pour les nuls	04-05
Les grandes tendances du trafic maritime mondial	06
Le comportement des navires porte-conteneurs	07
Le voyage d'un conteneur de l'Asie à l'Europe	08-09
Les risques conteneurs	10-11
Perte de conteneurs par le <i>MSC Zoe</i>	12-14
La récupération des conteneurs	15
La dérive Mothy des conteneurs	16-17
Analyse des incidents impliquant des porte-conteneurs	18
Les perspectives en matière de transport maritime par conteneurs	19
Évaluation de l'efficacité de dispositifs de filtration	20-21
Potentialité des absorbants pour l'intervention sur produits chimiques	22
Comportement du soufre solide et fondu	23
Caractérisation de la pollution par les déchets sur le littoral atlantique de l'europe	24-25
Échouement du vraquier <i>Wakashio</i> à Maurice	26-27
Partenariats	28-29
International	30-31
Information	32-34
Nouvelles publications	35



^ Déversement d'huile végétale lors d'une expérimentation

© Cedre

n°41

DÉCEMBRE 2020
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 2020
Photo de couverture :
Conteneurs du *MSC Zoe*
© HavarieKommando
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



ÉDITO

La puissante accélération de la maritimisation du monde trouve son illustration concrète dans le transport maritime de conteneurs, dont les chiffres sont saisissants : la capacité d'emport des navires croît sans cesse (de 2 500 Équivalent Vingt Pieds en 1971 à plus de 23 000 aujourd'hui). Cette évolution offre des opportunités extraordinaires mais s'accompagne aussi d'enjeux nouveaux. Les risques de perte de conteneurs en mer s'amplifient ainsi en parallèle de ce développement, constituant une source de pollution hétéroclite, aux conséquences importantes sur la sécurité maritime et environnementale. Plastiques, produits chimiques, inflammables, toxiques, explosifs cohabitent dans ces empilements de milliers de boîtes, dont le contenu reste déclaratif et très difficilement contrôlable.

L'industrie maritime estime que plus de 1 300 conteneurs ont été perdus en mer chaque année au cours de la

dernière décennie. La fuite du contenu, fonction du degré de dégradation du conteneur, est imprévisible et peut intervenir plusieurs années après la perte en mer. Les conteneurs ont également été à l'origine de sinistres majeurs à bord de navires, parfois avec un coût humain.

MSC Flaminia, Svendborg Mærsk, Mærsk Honam, MSC Zoe, Yantian Express, Grande America... La liste des accidents impliquant des porte-conteneurs ne cesse de s'allonger, sans compter les accidents suspectés (le naufrage de l'*Avel Vor* probablement causé par un conteneur). Avoir une connaissance précise et rapide des marchandises transportées est donc aujourd'hui une préoccupation majeure en cas d'accident et je salue l'initiative prise par le Cedre de dédier ce Bulletin à la réflexion sur les problématiques posées par le développement du transport maritime de conteneurs.

Denis ROBIN,
Secrétaire Général de la Mer



Le conteneur pour les nuls

△ Porte-conteneurs à quai

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

Le 3 mai 1966, Rotterdam : en provenance des États-Unis, le Fairland, navire porte-conteneurs, établit la 1^{ère} traversée transatlantique pour délivrer en Europe quelques 220 boîtes, appellation usuelle des conteneurs. En 2019, selon le dernier rapport de la CNUCED (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement), les marchandises transportées par voie maritime conteneu-

risée s'élèvent à environ 2 milliards de tonnes. Cette croissance fulgurante est gouvernée par l'EVP - Équivalent Vingt Pieds (TEU - *Twenty-foot Equivalent Unit*) qui représente la taille standard d'un conteneur soit 6,096 mètres. Partons à la découverte de cette unité de mesure si particulière.

Pourquoi le transport par boîte ?

Le transport d'une marchandise par voie maritime est soumis à de nombreux risques (tempêtes, désarrimages, « mouille », salissures, buée de cale, casse, avaries de maintenance, vols par effraction et chutes à la mer) occasionnant de possibles atteintes aux biens transportés et autres navires. Le conteneur représente ainsi le meilleur emballage qui soit. Il est étanche, robuste, inviolable, très facile à manipuler et réutilisable. Ses atouts importants en matière de transport intermodal, combinés à une limitation des ruptures de charges, expliquent le développement du transport maritime par conteneurs générant maintenant des navires aux capacités impressionnantes de 24 000 EVP. Au total, selon la base de données Alphaliner, plus de 23 millions d'EVP seraient en circulation.

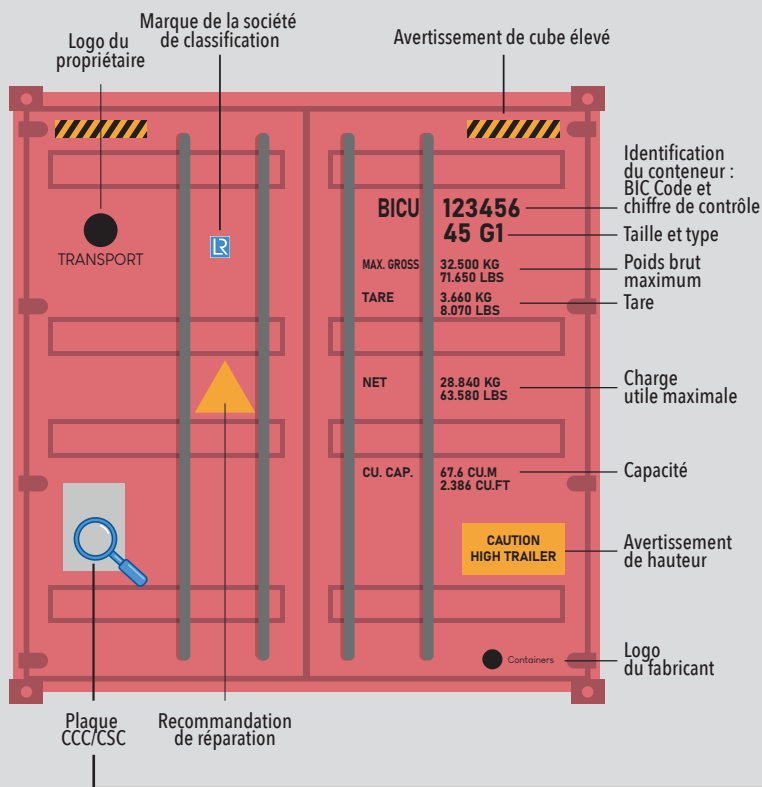
L'EVP : la norme « déstandardisée »

La typologie des conteneurs est complexe. Alors que l'unité de mesure normative EVP était destinée à faciliter le transport, elle a donné naissance à des boîtes complexes rendant les opérations de chargement à bord des navires plus difficiles.

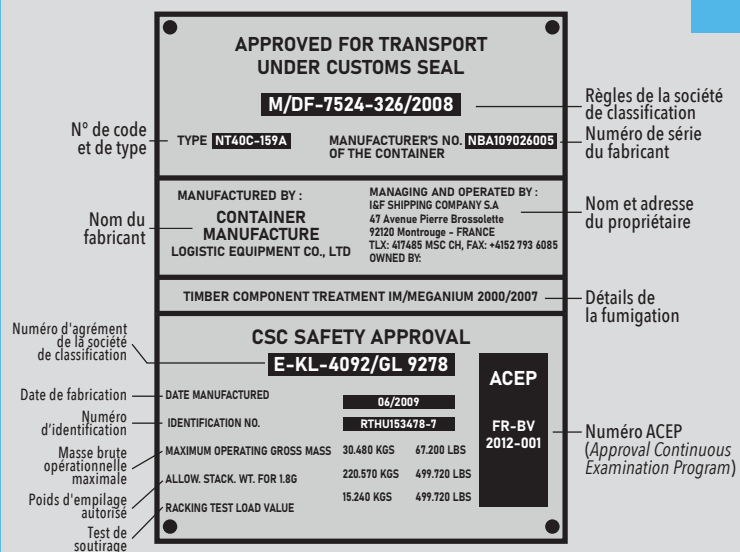
Normalisée selon les normes ISO 1496-1 et 668, une boîte EVP a une longueur de 20 pieds, une largeur de 8 pieds et une hauteur de 8,5 pieds. Ses volume et charge utiles allant de 33 m³ et 23 tonnes d'emport (20 pieds) à 67 m³ et 25 tonnes (40 pieds) pour un conteneur *dry* (dédié au vrac). Rapidement sont apparues des boîtes de 40 pieds (2 EVP) puis des boîtes de hauteurs et de longueurs particulières. On peut citer les *high-cube* (9 pieds de haut, 76 m³ et 25 tonnes de charge utile), les *half-height*

(hauteur 4,25 pieds), les *babytainers* (longueur inférieure à 20 pieds) ou les *pallet-wide* (45 pieds pour 42 tonnes d'emport).

Au-delà de ces critères de taille et d'emport, les conteneurs peuvent également être adaptés aux marchandises transportées. On peut citer les *reefer* (transport frigorifiques), les *open-top* (dépourvus de toit qui est remplacé par une bâche), les *open-side/full-access* (permettant le chargement latéral), les *tank* (citernes), les ventilés (transport de bétail), les *flat-rack* (avec des parois amovibles) ou encore, de façon anecdotique, les *Aquaviva* de CMA-CGM (permettant de transporter des homards vivants grâce à une centrale de filtrage et d'oxygénation).



PORTE D'UN CONTENEUR CLASSIQUE



PLAQUE CCC/CSC

La numérotation des conteneurs

Chaque conteneur est doté d'informations permettant son identification :

Le numéro d'identification :

Attribué en partie par le Bureau International des Containers, il est composé d'un préfixe de 3 lettres identifiant le propriétaire et d'une lettre complémentaire représentant le code du groupe produit (U pour tous les conteneurs de fret ; J pour l'équipement amovible des conteneurs de fret et Z pour les remorques et châssis). Les 6 chiffres suivants sont laissés à l'initiative du propriétaire et le dernier chiffre encadré est une clé de vérification de la cohérence entre le préfixe et les 6 chiffres du numéro de série.

Le numéro de code et de type :

Composé de 4 chiffres et lettres, il comprend une lettre ou un chiffre précisant la longueur de la boîte (2 pour 20 pieds, 4 pour 40 pieds, L pour 45 pieds et M pour 48 pieds) Le 2^{ème} chiffre précise la hauteur du conteneur (2 pour une hauteur normale de 8 pieds, 5 pour un *high-cube*, la combinaison chiffre-lettre suivante identifie le type de boîte (G1 : *dry* ; R1 : *reefer*, U1 : *open-top*, P1 : *platform* ; T1 : *tank*).

La plaque CCC/CSC :

Cette plaque, apposée au bas de la porte gauche du conteneur, constitue son « certificat de navigabilité ». Il est valable 5 ans à la date de la fabrication, puis est renouvelé tous les 30 mois. La plaque combinée précise que le conteneur est conforme aux dispositions de la Convention internationale sur la Sécurité des Conteneurs (CSC) qui a pour objectif de garantir la sécurité des personnes et des biens dans la manutention des boîtes et de faciliter le transport international en uniformisant les règles relatives à la sécurité des conteneurs. La plaque précise également la conformité de la boîte à la *Customs Convention for Containers* (CCC) indiquant qu'elle est conforme à la réglementation douanière internationale.

Des informations complémentaires peuvent figurer sur le conteneur selon la marchandise transportée. C'est le cas des produits dangereux qui doivent répondre au code IMDG et aux marquages spécifiques en découlant, notamment quand le produit est dangereux pour l'environnement marin (cf. p.11).

La traçabilité des conteneurs :

La traçabilité des conteneurs dans la chaîne logistique est assurée par l'association du numéro de la boîte à son numéro de plomb douanier à 6 chiffres au port de départ. Cela garantit ainsi l'intégrité du transport. L'armateur assure en permanence le suivi entre le port de chargement et de déchargement grâce à des outils internes mis en œuvre par son *ship-planner*. Ce dernier établit le plan de chargement d'un porte-conteneurs en fonction de plusieurs paramètres : contraintes techniques, opérationnelles et commerciales du navire, placement de la boîte en fonction de la marchandise contenue (*reefer*, produit dangereux...), de son poids, de sa taille, des matériels de manutention disponibles au départ et à l'arrivée...

La traçabilité en temps réel des conteneurs se met en place progressivement. L'avènement de l'IoT (*Internet of Things*) permet maintenant d'équiper les conteneurs d'une connectivité permettant leur suivi en temps réel. Elle pourrait avoir un intérêt en matière de sécurité maritime dans l'hypothèse d'une chute de conteneur à l'eau.

Les grandes tendances du trafic maritime mondial

Par la [Direction des affaires maritimes](#), Mission flotte de commerce.



▲ Porte-conteneurs Cosco Shipping Lotus en transit par le canal de Panama

Les enjeux des routes maritimes dans les différentes parties du monde portent principalement sur le contrôle d'espaces stratégiques, la liberté de navigation, l'accès aux ressources et l'extension de zones d'influence. Les trafics sont sensiblement différents selon la nature des échanges commerciaux.

Ainsi, pour les vrac secs (minerais, céréales) ou liquides (hydrocarbures), les flux Sud-Nord vont des pays producteurs de matières premières vers les pays consommateurs (pays industrialisés). Dans le cas du pétrole brut mais également raffiné, le Moyen-Orient joue un rôle clé, avec des passages stratégiques comme le canal de Suez ou le détroit d'Ormuz, par lequel passent 30 % du brut transitant par la voie maritime.

La ligne Est-Ouest constituée de trois axes (transatlantique, Asie-Europe, transpacifique) reliant l'ensemble des grandes régions économiques est la principale route maritime dans le transport conteneurisé. Elle emprunte deux canaux interocéaniques (Panama, Suez) et trois détroits (Malacca, Bab-el-Mandeb et Gibraltar). Sur cette artère, les échanges transpacifiques ont dépassé les échanges transatlantiques en 1985 avant de faire jeu quasi égal avec les flux Europe-Asie au milieu des années 2000. Aujourd'hui, les axes transpacifique (27,8 millions d'EVP) et Europe-Asie (24,8 millions d'EVP) dominent les échanges, loin devant l'axe transatlantique (8,1 millions d'EVP).

Depuis la crise de 2008, même si les routes Asie-Europe et transatlantique restent dominantes, la croissance du trafic conteneurisé à l'échelle mondiale est soutenue par l'augmentation très rapide des routes interrégionales, Nord-Sud et Sud-Sud. Les échanges Sud-Sud et intrarégionaux représentent désormais 40 % du volume global des échanges de marchandises conteneurisées. Parmi ceux-ci, les seuls échanges intra-asiatiques pèsent plus de 30 millions d'EVP par an.

L'élargissement du canal de Panama en 2016 a permis de répondre à la demande croissante de transport de vrac sec et de conteneurs à bord de navires de très grande taille et d'accéder à de nouveaux marchés. C'est le deuxième canal le plus emprunté après celui de Suez. Sur la période 2018/2019, plus de 13 000 navires ont ainsi franchi le canal de Panama pour un tonnage de 442,1 millions de tonnes en hausse de 9,5 % sur un an. Grâce aux économies d'échelle et à la réduction des délais de transit, l'élargissement du canal a permis d'attirer les expéditions en provenance d'Asie à destination de la côte est des États-Unis. Il contribue également au développement d'une capacité importante de transbordement dans la région des Caraïbes. Le transport gazier bénéficie aussi de l'élargissement du canal, puisqu'une bonne partie du gaz américain est exporté depuis Houston vers l'Asie.

Le nouveau canal de Suez, ouvert en 2015, avait pour principal objectif de fluidifier le trafic en diminuant le temps nécessaire au passage. Il s'est traduit par le creusement d'une nouvelle voie de 35 km permettant la suppression d'une zone d'attente et surtout la possibilité d'une navigation croisée. Le canal est un passage clé pour le transport par conteneur et les échanges d'hydrocarbures. Toutefois, les effets de l'ouverture du nouveau canal restent mesurés pour des raisons économiques : niveau de redevance, prix du pétrole bas encourageant à contourner l'Afrique, concurrence avec d'autres routes, stagnation des échanges mondiaux. Sur l'ensemble de l'année 2019, 18 880 navires ont transité par le canal de Suez, une flotte en croissance de près de 4 %.

Avec la fonte de plus en plus précoce des glaces, des perspectives d'une route maritime polaire reliant le Pacifique à l'Atlantique se sont fait jour il y a quelques années. En dépit de ces projections, le développement important d'une route polaire n'est pas d'actualité pour diverses raisons. D'une part, la navigation maritime y demeure difficile et risquée et, d'autre part, l'exploitation commerciale des navires repose sur un modèle inadapté à la navigation polaire.

Finalement, que deviendront ces tendances à l'avenir ? Ne seront-elles pas bouleversées par les nouvelles règles environnementales ? Il est certain que l'internalisation des coûts environnementaux dans le prix du transport maritime pourrait favoriser la régionalisation des échanges. Toutefois, il ne faut pas occulter les effets possibles d'un développement accéléré de certaines zones du monde (Afrique, Asie du Sud) sur la croissance continue des grandes lignes maritimes commerciales.

Le comportement des navires porte-conteneurs



Par François-Xavier Rubin de Cervens, Directeur du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer (BEAmer).

Le sujet de la perte des conteneurs est sensible pour la France du fait de son exposition géographique aux accidents. Au niveau de l'Organisation Maritime Internationale, même s'il y a eu des évolutions avec la mesure obligatoire du poids des conteneurs avant embarquement, des progrès restent à faire. Une prise de conscience émerge cependant en raison d'accidents qui ont touché d'autres côtes que celles de la France.

Si les pertes massives lors d'accidents majeurs sont bien identifiées avec enquêtes après accident *CMA-CGM Otello* (rapport BEAmer), *Svenborg Maersk*, *CMA-CGM G. Washington*, *MSC Zoe*..., les pertes minimales sont moins alors que quelques conteneurs, isolés non déclarés, constituent également un danger non négligeable pour la navigation. Le BEAmer a mené une étude dans un rapport à paraître qui démontre que même sous un angle faible, une collision avec un conteneur semi immergé peut engendrer une brèche suffisante pour entraîner le naufrage d'un navire d'une soixantaine de mètres.

Les rapports d'enquêtes techniques après accidents font des constatations similaires et complémentaires. Les quelques lignes qui suivent se penchent plus particulièrement sur le saisissage et les *twistlocks* (verrous tournants).

Dans le principe, le sujet est assez simple : si des conteneurs sont perdus au cours du voyage, c'est tout simplement parce que leur saisissage à bord est insuffisant ou que la structure des conteneurs ne résiste pas aux accélérations. Les pertes plus importantes sont à rapprocher de l'évolution des porte-conteneurs, passant de 1 500 TEU (conteneurs équivalent 20 pieds) en 1968 pour 24 000 TEU de nos jours, soit un facteur seize en nombre. Pour autant, le système de saisissage qui concerne le conteneur, moyen de transport multimodal (et pas seulement maritime) a peu évolué, alors que les contraintes ont largement augmenté dans le transport maritime. La largeur des navires et le gerbage ont fait un bon et le nombre de plans peut atteindre 8 à 11 au dessus du pont principal.

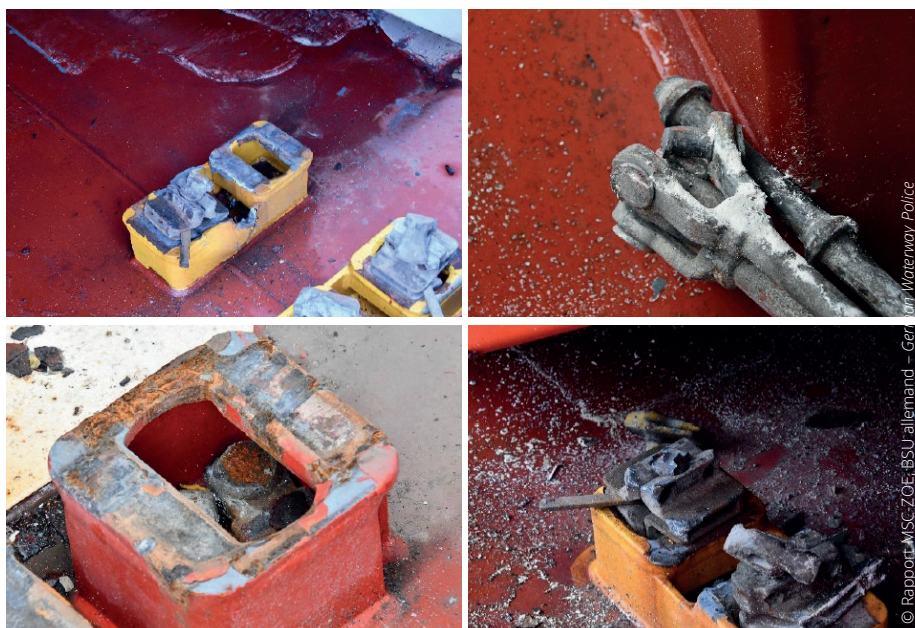
Cela nécessiterait une rigueur absolue dans le placement des conteneurs, en fonction de leur poids en particulier, mais celle-ci peut être bousculée par les contraintes commerciales.

Compte tenu des évolutions en tailles, le comportement des ULCS (*Ultra Large Container Ship*, 400 m de long pour 60 m de large) n'est pas maîtrisable de façon « instinctive » par le capitaine comme par le passé, avec la possible apparition de roulis, parfois paramétrique, d'autant plus important que la stabilité est très élevée sur ces navires. Le capitaine doit alors utiliser un logiciel prévisionnel du comportement du navire pour l'aider dans ses choix de caps. Ces logiciels ne sont pas systématiquement présents à bord ni parfois utilisés ou maîtrisés (*Svendborg Mærsk*).

Le navire est confronté à un roulis rapide pouvant aller jusqu'à trente degrés, ce qui, rapporté à la largeur du navire engendre de très amples mouvements des conteneurs. Les piles de conteneurs sont alors soumises à des accélérations qui sortent des épures classiques de calculs, rendant les références habituelles obsolètes. Dans ce cas, même s'il n'y a pas

d'anomalie relevée concernant le saisissage des conteneurs conforme au plan pré-établi, les *twistlocks* ainsi que les conteneurs eux-mêmes ne résistent alors plus aux forces auxquelles ils peuvent être soumis. Dans le cas d'un ULCS comme le *MSC Zoe*, qui disposait d'une stabilité phénoménale combinée à une longueur de 397 m, le rapport du BSU (*Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung - Federal Bureau of maritime Casualty Investigation*) allemand relève que des éléments du *Code of safe practice for cargo stowage and securing* (CSS code) deviennent inapplicables. Les prescriptions du « cargo securing manual » peuvent également ne plus être adaptées aux navires porte-conteneurs de très grande taille. Ainsi, au-delà des défauts de certains verrous automatiques ou semi automatiques évoqués dans le rapport du BEAmer (*Otello*), force est de constater que des ruptures peuvent se produire dans certaines conditions de mer sur des pièces conformes avec un saisissage non moins conforme.

Cela amène à la conclusion que les normes de saisissage et de résistance des conteneurs devraient être revues pour prendre en compte l'évolution de la taille des navires.



▲ Pièces brisées : pièces de pont, twistlocks, ridoirs

Le voyage d'un conteneur de l'Asie à l'Europe

23 millions de conteneurs sont détenus par les compagnies maritimes. Afin d'assurer leur livraison à bon port, chaque conteneur est l'objet d'un circuit logistique précis mettant en œuvre de nombreux acteurs. Découvrons étape par étape et de manière simplifiée l'ensemble des opérations permettant le bon acheminement d'une marchandise entre son pays producteur en Asie et son client ven Europe du Nord.

Étape 1 : le booking

Il est effectué par un transitaire (commissionnaire de transport et en douane qui gère la chaîne logistique multimodale de l'expéditeur au destinataire) auprès d'une compagnie maritime. Il s'agit de la réservation d'une « place » pour acheminer un conteneur d'un port de chargement à un port de destination. Le *booking* se matérialise par l'envoi de documents au transitaire lui permettant de mandater un transporteur pour aller chercher un conteneur dans le parc de la compagnie maritime.

Étape 2 : l'empotage

Il consiste à charger le conteneur et à arrimer son contenu. Il peut être fait en FCL (*Full Container Loaded*) ou en LCL (*Less than Container Loaded*) qui sera un groupage de marchandises, économiquement plus rentable. Cette opération est faite par le producteur ou par une société spécialisée en manutention. L'inventaire des marchandises contenues, les noms de l'expéditeur et du destinataire, les marques et numéros, le nombre et la nature des emballages, la quantité et la désignation des marchandises sont inscrits sur un manifeste de chargement. Le conteneur est alors plombé.

Étape 3 : l'arrivée au terminal conteneurs

Le transporteur (routier/voie ferrée) est autorisé à accéder au terminal conteneurs après avoir déclaré à l'autorité portuaire le numéro de conteneur et celui du plomb qui lui est associé. Cela lui permet de déposer la boîte en zone d'opérations terrestres du terminal. Elle va ensuite transiter en zone de stockage puis en zone d'opérations portuaires afin d'être chargée à bord du navire de la compagnie maritime à l'aide d'outils spécifiques de manutention. Entre-temps, le transitaire aura effectué les opérations de déclaration en douane à l'exportation.

Étape 4 : le chargement à bord

Il est effectué conformément aux directives du *ship-planner* de la compagnie maritime. Ce dernier conçoit un plan de chargement du navire en répartissant les conteneurs en fonction de leur destination finale, de leur taille, de leur cargaison, du poids par pile de conteneurs, des contraintes d'arrimage et de la stabilité du navire. Une fois le conteneur chargé, le capitaine du navire établit le connaissement du conteneur qui est une sorte de « ticket de transport » comprenant les noms de l'expéditeur et du destinataire des marchandises, celui de la compagnie maritime qui a édité le connaissement, du transitaire d'origine, du transitaire de destination et du payeur du fret.

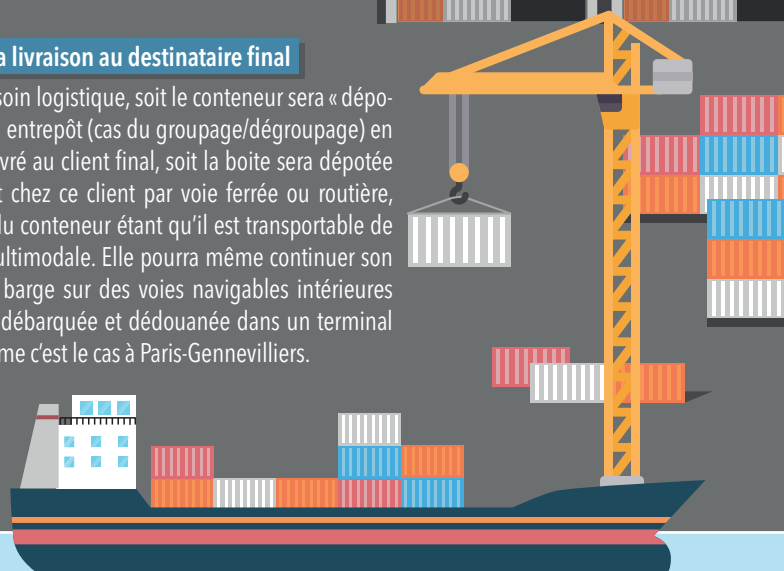
Étape 8 : le retour du conteneur dans le circuit logistique

Une fois le conteneur dépoté, il est déposé dans le parc à conteneurs de la compagnie maritime la plus proche dans l'attente d'être utilisé pour un nouveau transport. Le conteneur finira sa vie après 10 à 15 ans de service environ. Il peut être alors recyclé surtout s'il s'agit d'un *dry*, c'est-à-dire un conteneur simple composé d'acier et de bois. Il peut aussi s'offrir une seconde vie en devenant une structure de stockage, un élément modulaire de logement ou une piscine !



Étape 7 : la livraison au destinataire final

Selon le besoin logistique, soit le conteneur sera « dépoté » dans un entrepôt (cas du groupage/dégroupage) en vue d'être livré au client final, soit la boîte sera dépotée directement chez ce client par voie ferrée ou routière, l'avantage du conteneur étant qu'il est transportable de manière multimodale. Elle pourra même continuer son périple par barge sur des voies navigables intérieures pour y être débarquée et dédouanée dans un terminal fluvial, comme c'est le cas à Paris-Gennevilliers.

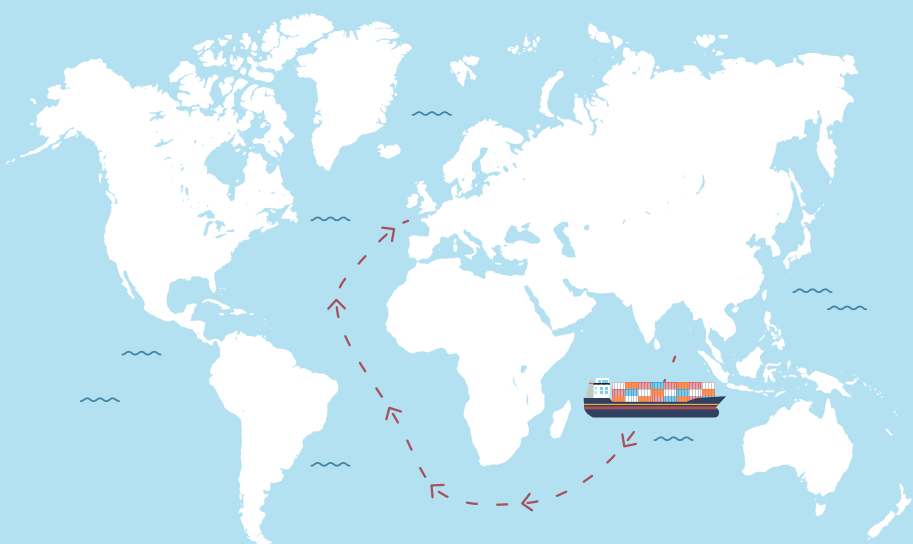


Étape 6 : le déchargement

Le déchargement du conteneur est opéré dans le sens inverse de celui de son chargement en passant par les zones d'opérations portuaires, de stockage et d'opérations terrestres. Entre-temps, le transitaire procédera aux formalités de dédouanement de la marchandise.

Étape 5 : le transport maritime

Le navire va utiliser la route commerciale la plus avantageuse financièrement et la plus sûre. Il peut être conduit à faire des escales avant de livrer le conteneur. Selon le plan de chargement et certaines contraintes logistiques, le conteneur peut être déchargé sur le quai d'escale puis rechargé avant de reprendre la mer vers son port de destination finale. À proximité de l'entrée en mer Manche, le porte-conteneurs, s'il est propulsé par du *Fuel Oil* et s'il n'a pas de dispositifs d'épuration des gaz des navires (*scrubbers*), devra procéder à un changement de combustible afin de respecter la réglementation SECA (*Sulphur Emission Control Area*) qui impose l'utilisation de fioul de propulsion à très basse teneur en soufre (0,1 %) pour limiter les rejets atmosphériques d'oxyde de soufre en Manche, Mer du Nord et Mer Baltique). À l'approche du port de destination, le transitaire de l'expéditeur et la compagnie maritime informent le transitaire du destinataire de l'arrivée prochaine du conteneur.



Les risques conteneurs

Par **William Giraud**, ingénieur au Cedre.

Quelle est la définition d'un conteneur et que transporte-t-il ?

La Convention sur la Sécurité des Conteneurs de 1972, adoptée par l'ONU et l'OMI, a défini le terme conteneur comme un engin de transport (cadre, citerne amovible ou autre engin analogue) d'un volume intérieur d'au moins un mètre cube, destiné à contenir des marchandises et conçu de manière à être aisément manipulé, notamment lors de son transbordement d'un mode de transport à un autre (maritime, fluvial, ferroviaire ou routier). Dès lors, nul besoin de préciser qu'une diversité très importante de produits peut être transportée dans des conteneurs. Les risques concernent plusieurs aspects, notamment ceux liés à la navigation et ceux inhérents à la nature de la cargaison transportée et aux conséquences en cas de rupture des emballages ou contenants.

Quels sont les risques liés à la navigation ?

Les conteneurs peuvent certes être transportés sur les porte-conteneurs, mais également sur tout type de navire qui remplit les conditions définies par la Convention SOLAS*. Il peut s'agir de ferrys, de rouliers voire d'autres types de navires qui transportent occasionnellement des conteneurs, comme le transport fluvial. Malgré l'existence du Recueil de règles pratiques de l'OMI pour la sécurité de l'arrimage et de l'assujettissement des cargaisons (Recueil CSS*) ou encore la mise à jour de la Convention SOLAS qui, depuis 2016, adosse au chargeur la responsabilité de déclarer le poids brut vérifié du conteneur, les accidents maritimes récents (voir p. 12 ou p. 15) montrent que la perte des conteneurs tombés par-dessus bord pose encore problème aujourd'hui.

Le Cedre et la Marine nationale avaient déjà travaillé sur cette problématique dès 2008 avec le projet Interreg LostCont (Bulletin d'Information du Cedre n°25).

Quels sont les risques liés à la cargaison présente dans les conteneurs ?

Du point de vue de la réglementation, les risques liés au transport par conteneur sont conditionnés par la nature de la cargaison mais également par son conditionnement.

Le Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH)

Son objectif est de permettre la mise à disposition d'information pour protéger la santé humaine et l'environnement au cours de la manipulation, du transport et de l'utilisation de ces produits. Le SGH prévoit de sensibiliser l'utilisateur susceptible d'être exposé à une substance chimique ou un mélange substances. Pour cela, le SGH définit les critères de classification, d'étiquetage et d'emballage des substances chimiques. Il propose notamment une structure normalisée des fiches de données de sécurité, reprise dans les réglementations européennes CLP et REACH. Il définit également la taille des étiquettes normalisées qui doivent être accolées sur le contenant des substances et sur lesquelles doivent apparaître le nom de la (des) substance(s) et le(s) pictogramme(s) de(s) danger(s).

Les « Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses » de l'ONU, aussi appelé TDG (*Transport of Dangerous Goods*)

Ce document invite à normaliser les règlements de transport des marchandises dangereuses dans le monde. Ce document, dont le 2^{ème} volume prend la forme d'un règlement type, est suivi par différents règlements modaux tels que le Code Maritime International des Marchandises Dangereuses (Code IMDG*) de l'OMI, l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN), le Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID) ou l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR). Le TDG s'attache aux dangers liés au transport

ou au stockage tels que les risques physiques, l'inflammabilité/l'explosion, les dangers immédiats pour la santé (toxicité aiguë par inhalation, par voie cutanée ou corrosion de la peau) ou les graves dangers environnementaux pour l'eau. Les conteneurs transportant des articles ou substances dangereuses doivent être listés dans le manifeste des cargaisons dangereuses et chacun des conteneurs doit être marqué avec le placardage et les pictogrammes de dangers, conformément au règlement du mode de transport concerné.



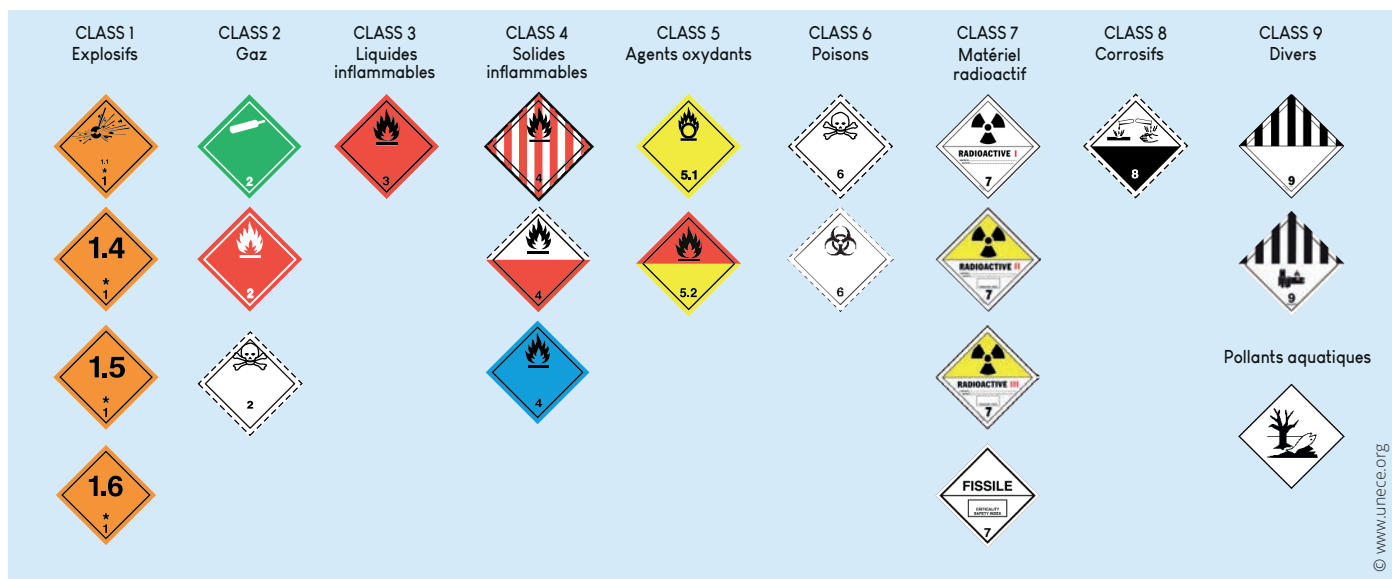
^ Pictogrammes SGH

Le TDG a été créé avant le SGH ce qui explique qu'il sert de référence pour définir certains critères de classification qui sont communs à ces deux systèmes. Certains articles, substances ou mélanges peuvent être classés comme dangereux par le TDG (et donc IMDG) mais pas par le SGH. C'est par exemple le cas des batteries au lithium.

Le Code de bonnes pratiques OMI/OIT/CEE-ONU (CTU)

Le CTU donne des conseils sur la sécurité de l'emportage aux personnels ou formateurs concernés. Même en l'absence de produits dangereux, certains risques sont liés à la conteneurisation. C'est par exemple le cas de la fumigation. Par ailleurs, un mauvais conditionnement ou emportage de la cargaison dans un conteneur peut présenter un risque pour son intégrité.

Les différentes réglementations sont supposées être respectées et les conteneurs transportant des substances chimiques ou articles dangereux sont connus sur la base des déclarations faites par l'expéditeur et le chargeur, les contrôles ne pouvant pas être faits de manière systématiques. Des contenus non ou mal déclarés peuvent donc



△ Pictogrammes du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques

présenter un risque supplémentaire pour leur transport, leur stockage ou en cas d'intervention d'urgence.

L'intervention d'urgence sur les conteneurs

À bord du navire, l'équipage doit être formé et avoir accès au supplément de l'IMDG qui intègre le guide GSMU (Guide des Soins Médicaux d'urgence) et les consignes d'intervention d'urgence pour les navires transportant des marchandises dangereuses (Guide FS). Lorsqu'un accident ou un risque d'accident se produit lors du stockage ou du transport de conteneurs, l'astreinte du Cedre peut être notifiée ou alertée de différentes manières, notamment par le réseau MAR-ICE.

Quelle est l'expertise du Cedre en cas de problème avec des conteneurs ?

L'analyse du risque est étroitement liée aux conditions de l'accident. Elle sera différente pour des conteneurs tombés à l'eau suite à une collision ou en cas d'incendie à bord. L'astreinte du Cedre pourra apporter son expertise à partir des informations transmises sur l'accident, dans un délai qui peut aller de quelques heures à plusieurs jours. L'analyse du risque tiendra compte de la cause de l'accident, de sa localisation et de toutes les informations sur le ou les conteneurs concernés. Les documents de déclaration de transport de marchandises dangereuses, avec en premier lieu le manifeste, permettront

d'accéder à des informations essentielles : numéro ONU, classe de danger, groupe d'emballage, numéro du conteneur, position sur le navire ou le type de conteneur et le poids de la marchandise. L'information pourra être rapidement obtenue lorsque le problème concerne un ou quelques conteneurs clairement identifiés. En revanche, lorsque le risque doit être évalué pour tout ou partie du navire transportant des conteneurs, un long travail de classification devra être mis en œuvre, autant que possible par une équipe d'experts présents en cellule de crise (par exemple, le LASEM*, les marins-pompiers au Centre de Traitement des Crises d'une préfecture maritime) pour extraire et traiter les informations. Des informations complémentaires pourront être exigées auprès de l'armateur ou au DPA (*Designated Person Ashore*) telles que le certificat d'emportage pour mieux connaître le contenu.

En cas d'impossibilité d'accès aux documents de transports, toute information remontée par des observations faites sur le lieu de l'accident, si cela s'avère possible, pourra être utile. Il pourra s'agir par exemple de la position du conteneur sur le navire, de son placardage, du/des pictogramme(s) présents.

Cas des conteneurs perdus en mer

Il est important de connaître le risque pour la navigation. Un conteneur à usage général va couler, sauf si sa cargaison lui confère une flottabilité, c'était par exemple le cas avec des sachets de chips dans un conteneur du *Grande America*. Un conteneur réfrigéré flotte et un conteneur-citerne pourra flotter ou couler selon la nature du produit transporté et son taux de remplissage. Pour que Météo-France affine la dérive avec le modèle Mothy, il faut connaître le niveau d'immersion du conteneur dans l'eau.



*Convention SOLAS

Convention internationale, adoptée en 1914, pour la sauvegarde de la vie humaine en mer qui a pour objet de spécifier un certain nombre de normes standard minimales relatives à la construction et à l'exploitation des navires de commerce, afin de garantir la sécurité des équipages, des passagers et des navires.

*CSS

Recueil de règles pour la sécurité de l'arrimage et de l'assujettissement des cargaisons (Code CSS)

*Code IMDG

International Maritime Dangerous Goods Code, guide international pour le transport des matières dangereuses en colis, destiné à tous ceux qui sont impliqués dans le transport maritime de ces marchandises.

*LASEM

Laboratoire d'Analyse, de Surveillance et d'Expertise de la Marine

Perte de conteneurs depuis le *MSC Zoe*



▲ Le MSC Zoe en mer du Nord

Dans la nuit du 1^{er} au 2 janvier 2019, le porte-conteneurs *MSC Zoe*, soumis à des vents de force 8, perd des conteneurs alors qu'il se trouve dans le Dispositif de Séparation du Trafic *Terschelling - German Bight*, entre l'Allemagne et les Pays-Bas. Les deux pays ont mené des actions conjointes pour s'efforcer de localiser et récupérer autant de conteneurs et de marchandises que possible, que ce soit en mer ou à terre. Une épave ancienne a été retrouvée à cette occasion.

L'accident

Le 2 janvier 2019, des débris de conteneurs et des marchandises diverses arrivent sur le littoral des îles de la Frise allemandes et néerlandaises. Ces objets et débris sont issus de conteneurs perdus dans la nuit du 1^{er} au 2 par le porte-conteneurs *MSC Zoe*, qui fait route de Sines (Portugal) vers Bremerhaven (Allemagne), chargé de 13 465 EVP (Équivalent Vingt Pieds). Ce navire est l'un des plus gros porte-conteneurs au monde et assure une ligne régulière entre l'Asie et l'Europe.

Le *MSC Zoe*, alors dans le Dispositif de Séparation du Trafic (DST) *Terschelling - German Bight*, est soumis à des vents de force 8 à 9 et prend la houle par le travers. L'équipage ressent de forts mouvements de roulis. Une tournée d'inspection et de vérification de l'arrimage des conteneurs (notamment 3 d'entre

eux, qui contiennent des matières dangereuses) est effectuée dans l'après-midi du 1^{er}.

Vers 23h00, le roulis s'amplifie, au point de réveiller le second du capitaine et de faire voler des objets à bord (dont une imprimante sur la passerelle). Le roulis semble ensuite se calmer.

À 1h00 du matin le 2, une inspection visuelle menée à l'aide d'un projecteur montre qu'un certain nombre de conteneurs est tombé à l'eau. D'autres sont en équilibre sur le pont. L'obscurité et les conditions météorologiques ne permettent pas une investigation plus poussée.

À 1h30, le roulis s'amplifie de nouveau et le commandant voit des conteneurs se désarrimer et tomber par-dessus bord. Les autorités sont prévenues, le navire ralentit et infléchit sa route afin de limiter l'influence de la houle et du vent. À ce stade, le bord annonce la perte d'une trentaine de conteneurs.

Au lever du jour, une ronde est menée, afin notamment de localiser les conteneurs de matières dangereuses. Deux d'entre eux sont partis à la mer, le troisième est désarrimé et suspendu le long du navire. D'autres conteneurs ont également été perdus et l'équipage constate des dégâts sur les saisines, les barres de saisissage, les *twistlocks* (verrous tournants), les goupilles... Des débris de dispositifs d'arrimage sont trouvés sur le pont. Le nombre de

Fiche d'identité

Nom : <i>MSC Zoe</i>	Type de navire : porte-conteneurs
Date de l'accident : 1 ^{er} et 2 janvier 2019	Date de construction : 2015
Lieu de l'accident : mer du Nord DST <i>Terschelling - Baie Allemande (German Bight)</i>	Lieu de construction : Corée du Sud
Zone de déversement : eaux néerlandaises et allemandes	Longueur : 395 m
Cause de l'accident : désarrimage de conteneurs suite à contraintes exercées sur le navire dans un contexte de tempête	Tirant d'eau : 14,5 m
Produits transportés : conteneurs	Pavillon : Panama
Quantité transportée : 13 465 EVP (2 659 conteneurs de 20 pieds, 5 403 conteneurs de 40 pieds)	Propriétaire : Xiangxing International Ship Lease Co Ltd
	Affréteur : Mediterranean Shipping Co SA
	P&I club : West of England
	Société de classification : DNV-GL / China Classification Society



▲ Le MSC Zoe en mer du Nord

conteneurs perdus est réévalué plusieurs fois, pour finalement arriver à un total de 270 le 2 au soir. À ce stade, les autorités disposent du manifeste complet mais ne savent pas quels conteneurs ont été perdus. La garde côtière néerlandaise dépêche un navire pour faire la police sur l'eau et dévier le trafic maritime vers le nord du DST.

Un plan d'action pour récupérer ce qui peut l'être est déjà en cours de mise au point et de discussion entre la société de sauvetage sélectionnée par l'assureur du navire et les autorités néerlandaises.

À 1h00 du matin le 3, le *MSC Zoe* est à quai à Bremerhaven. Une nouvelle inspection est menée à bord, par l'équipage et les autorités allemandes et néerlandaises. Il est encore difficile de déterminer de façon exhaustive ce qui a été perdu, certains conteneurs étant complètement écrasés sur le pont.

Ce n'est qu'au déchargement final à Gdansk, plusieurs jours après, que le bilan final sera établi :

plus de 1 000 conteneurs ont été endommagés et 342 conteneurs sont passés par-dessus bord, ce qui, d'après le manifeste, correspond à 3 200 tonnes de marchandises.

Seuls trois d'entre eux contiennent des matières dangereuses. Pour l'un, il s'agissait de 280 cartons contenant des sacs remplis d'un mélange peroxyde de dibenzoyl + dicyclohexyl phthalate, une poudre blanche irritante, mais surtout un oxydant puissant qui peut subir une décomposition violente à haute température (classe 5.2). Deux sacs pleins (25 kg chacun) ont été retrouvés sur une plage aux Pays-Bas et récupérés de manière sécurisée. Plusieurs sacs vides ont été retrouvés en Allemagne. Le conteneur lui-même a été retrouvé vide.

Le deuxième contenait des batteries lithium-ion (classe 9) à hauteur de 1 400 kg. À notre connaissance, il n'a pas été retrouvé.

Enfin, le troisième était chargé de 22,5 tonnes de billes pour polymère moussé (Granulés Plastiques Industriels, GPI – billes expansibles). Ces billes sont considérées comme dangereuses (classe 9) du fait de leur mode de fabrication, qui fait qu'elles peuvent relâcher du pentane (quelque pour cent) durant leur transport, ce qui peut générer une atmosphère inflammable. Ce type de billes a déjà été mis en cause lors de fortes explosions.



▲ Billes de plastiques retrouvées sur la plage de Borkum

Ces petites billes (4 mm de diamètre) ont été retrouvées immédiatement sur des plages suite à l'accident. Elles ont ensuite été dispersées par le vent, ce qui a rendu leur récupération particulièrement difficile.

Les opérations en mer et à terre

La fermeture du DST est envisagée dans les heures suivant l'accident, mais cette option est rapidement abandonnée, les premières investigations ayant montré l'absence de risque de talonnage sur des piles de conteneurs tombés au fond.

Aussitôt après la perte de conteneurs, la coopération se met en place entre les autorités allemandes

et néerlandaises et l'armateur du navire (via son P&I club). MSC désigne ainsi la société Ardent pour procéder à la recherche et la récupération en mer. La zone à investiguer est immense, de l'ordre de 4 200 km². Les deux pays s'accordent rapidement sur les zones géographiques où doivent être menées les actions de recherche et de récupération.



▲ Action de recherche en mer menée par le navire Allemand Neuwerk

Il s'agit d'abord de localiser les conteneurs et leurs débris (beaucoup n'ont pas résisté à la force des éléments) ainsi que divers objets s'en étant échappés. Les avions de patrouille maritimes (*Dornier 228*) des deux pays quadrillent la zone.

Des recherches sont également menées à l'aide de navires équipés de sondeurs multifaisceaux. Dans un premier temps, les recherches se concentrent dans le rail Sud du DST, puis s'étendent ensuite dans la zone comprise entre le rail et la côte.

En tout, 6 000 « objets » sont détectés au fond et une cartographie précise de chaque km² est effectuée. Évidemment tous ces objets ne proviennent pas du MSC Zoe et il est difficilement envisageable de remonter tout ce qui est retrouvé. Des observations complémentaires sont alors réalisées avec un ROV muni d'une caméra pour essayer de discriminer ce qui est lié à l'accident de débris d'autre nature.

Les objets et débris sont ensuite remontés sur le pont de navires équipés de grues et grappins et amenés dans un centre de collecte central. Un rapport est établi pour chaque objet identifiable. En se basant sur ces rapports, la *Rijkswaterstaat* (agence de gestion des eaux des Pays-Bas) parvient à identifier dans quel conteneur était transporté chaque objet et où il était placé à bord, en recoupant avec le manifeste.

Les pêcheurs sont également invités à contribuer à la récupération dans le cadre du programme « *Fishing for litter* » (cf. Bulletin d'Information du Cedre 40). De fait, les débris flottants en surface et *sub-surface* constituent une gêne, voire un danger pour la navigation. Plusieurs chalutiers ont subi des croches.

Plusieurs îles de la Frise subissent des arrivages d'objets divers : conteneurs, fragments de conteneurs, billes de plastique, pièces automobiles (roues, tableaux de bord...), chaussures, coussins, vêtements,



▲ Pièces de vélo et plastique collectés sur la plage de Borkum

jouets, ampoules électriques... Sont notamment concernées Vlieland, Terschelling, Schiermonnikoog (Pays-Bas) et Borkum (Allemagne). Des débris atteignent aussi le continent (Frise et Groningue aux Pays-Bas, Basse-Saxe en Allemagne).

En Allemagne, le ramassage est géré par les communes, le Havariekommando (institution dont le rôle est de garantir une gestion coordonnée et conjointe des accidents dans la mer du Nord et la mer Baltique, qui coordonne le ramassage), les pompiers, les sauveteurs en mer et des volontaires. Des véhicules amphibies à chenilles sont notamment utilisés sur l'île de Borkum.

Aux Pays-Bas, les services d'urgence (dont l'armée) sont également assistés par de nombreux volontaires.



▲ Opérations de recherches à terre

Au 4 juillet 2019, 2 383 tonnes sur 3 200 avaient été récupérées, en mer ou à terre. En février 2020, on estime que la majorité de ce qui a été perdu en mer a été retrouvé et récupéré.

Un suivi à long terme des impacts liés à des objets perdus (notamment les billes de plastique) sur cet écosystème fragile (la mer des Wadden est classée comme réserve de biosphère par l'UNESCO) a été entrepris.

Une étude a été menée en particulier suite à une surmortalité de guillemots observée en janvier et février 2019 : d'après les estimations, 20 000 guillemots seraient morts, d'abord dans le nord, puis rapidement dans le sud des Pays-Bas. Plusieurs instituts de recherches se sont associés à des centres de soins pour procéder à une séance conjointe de nécropsies :

123 guillemots et 12 pingouins Torda ont été autopsiés. Ces oiseaux sont déclarés morts de faim sans que cela ait une relation établie avec les billes plastiques ou d'autres débris du MSC Zoe.

Causes de l'accident et recommandations

En juin 2020, un rapport d'enquête, « *Loss of containers overboard from MSC Zoe, 1-2 January 2019* » est publié conjointement par le *Dutch Safety Board*, le « *Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung* » (BSU, *Federal Bureau of Maritime Casualties Investigation*, Allemagne) et la *Panama Maritime Authority*. Il reprend en partie les analyses et conclusions du rapport « *Safe container transport north of the Wadden Islands – lessons learned following the loss of containers from MSC Zoe* », publié également en juin par le *Dutch Safety Board*.

En croisant les lieux de découverte des débris et objets divers avec l'étude faite par la *Rijkswaterstaat* et la route du navire, les enquêteurs ont conclu qu'il y avait eu en fait plusieurs épisodes de pertes de conteneurs : à chaque lieu, les arrivages concordent avec des groupes de conteneurs positionnés les uns à côtés des autres en pontée. En considérant ces zones de concentration des arrivages, il y aurait eu en tout 6 séquences de perte de groupes de conteneurs, entre 20h00 le 1^{er} janvier et 01h30 le 2.



▲ Conteneurs endommagés à bord du MSC Zoe

Concernant les causes précises de ces pertes successives de conteneurs, les enquêteurs écartent la vétusté du navire (mis en service en 2015, soit 4 ans avant l'accident), un manque de qualification, de compétences et de vigilance de l'équipage ainsi que des erreurs au moment du chargement ou du saisissage. Les conditions météorologiques rencontrées étaient certes défavorables, mais ni rares ni particulièrement extrêmes pour cette zone.

Le *Dutch Safety Board* a fait appel à deux instituts de recherche. L'un (Deltares) a modélisé les courants, hauteur d'eau, vents et vagues que le navire a ren-

contrés sur sa route, l'autre (MARIN) a appliqué ces paramètres sur un modèle réduit de porte-conteneurs dans un bassin d'essais.

Le BSU a de son côté travaillé avec l'Université de Hambourg. Les tests en bassin ont montré que le navire avait en effet été soumis à de forts phénomènes de roulis paramétrique, et du fait de ses qualités intrinsèques, notamment sa très bonne stabilité, était à chaque fois revenu rapidement à sa position d'équilibre, soumettant ainsi ses structures et son chargement à de très fortes accélérations et à des forces significatives. Ce pourrait être la cause de la rupture des pièces et barres de saisissage. En bassin, le modèle de navire a talonné, du fait de ses propres mouvements mais aussi d'une forte amplitude des vagues. Enfin, dans les conditions des essais, des vagues sont venues impacter non sur la coque mais également les rangées de conteneurs en pontée. La période de roulis de ce type de navire est très proche de celle de la houle observée dans cette zone de la mer du Nord. Quand le navire subit la mer du travers, ses mouvements sont ainsi amplifiés.

À la lumière de ces résultats, le *Dutch Safety Board* a émis un avis aux navigateurs informant de ces risques, et notamment les risques de talonnage (ou quasi-talonnage).

Le choix de la route (rail Sud plutôt que Nord) ne semble pas avoir eu d'impact significatif.

L'inspection par l'état du port (*Port State Control, PSC*) menée à Bremerhaven en janvier 2020 a révélé que plusieurs barres de maintien étaient brisées ou tordues. Des portiques d'amarrage étaient également endommagés, ainsi que des clapets coupe-feu, des ouvertures de ventilation et plusieurs écoutilles. La coque était légèrement enfoncée par endroit au-dessus de la ligne de flottaison.

Une inspection par plongeurs a également été menée à Gdansk. Le rapport de DNV-GL indique que les plongeurs n'ont trouvé aucun dommage compatible avec un talonnage du navire.

Les recommandations finales du rapport conjoint néerlandais-germano-panaméen s'articulent autour des axes suivants :

- Concernant les navires : réformer la législation actuelle concernant les porte-conteneurs, en s'intéressant aux dispositifs d'arrimage mais aussi à la stabilité, notamment en cas de navigation en eaux peu profondes ; installer à bord des instruments permettant de mesurer et enregistrer en temps réel l'amplitude du roulis afin de pouvoir corriger la route du navire mais aussi de pouvoir analyser d'éventuels accidents/incidents *a posteriori* ; proposer des solutions pour aider l'équipage à détecter les pertes de conteneurs en temps réel ;

- Concernant les autorités allemandes et néerlandaises : évaluer la nécessité de modifier la localisation du DST en prenant en compte les facteurs de risques et le fait que la mer des Wadden est classée par l'OMI comme zone maritime particulièrement vulnérable (PSSA) ;

- Concernant MSC : réfléchir à une meilleure conception et instrumentation des futurs porte-conteneurs ;

- Concernant le World Shipping Council et la Chambre internationale de la marine marchande : communiquer sur le sujet et promouvoir les innovations en termes de conception et d'équipement des navires.

Découverte d'objets datant de précédents naufrages

Les recherches en mer ont permis la découverte d'épaves non répertoriées, ainsi que d'explosifs datant de la seconde guerre mondiale.

Plus étonnant, des plaques de cuivre et des poutres en bois ont été trouvées dans les eaux néerlandaises. Les plaques portaient la marque de la famille Fugger, banquiers et commerçants allemands.

Une enquête archéologique a montré que ces vestiges provenaient d'un navire mesurant une trentaine de mètres de long, construit autour de 1540 (les arbres ayant servi à sa construction ayant été abattus en 1536), ce qui en fait la plus vieille épave néerlandaise à ce jour.

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

La récupération des conteneurs

Par **Raphaël Fachinetti**, Directeur Centre d'expertises pratiques de lutte antipollution - CEPPOL.

Le conteneur est devenu la norme pour le transport maritime des produits manufacturés ou destinés au détail. En rationalisant le transport, le conteneur a permis une réduction des coûts et a certainement contribué à diminuer le risque d'accident humain lors des manutentions portuaires. Mais l'image rassurante d'ordre que peut offrir un alignement sur le pont d'un porte-conteneurs ne garantit pas l'absence de risque lié à ce mode de transport. Chaque année, des navires sont victimes d'incendie de cargaison et une moyenne annuelle de 1 400 conteneurs sont déclarés perdus par les compagnies maritimes. Les conteneurs perdus par le *MSC Zoe* en mer du Nord et le naufrage du *Grande America* constituent les épisodes européens les plus caractéristiques et récents. Le premier navire a perdu une partie de sa cargaison par mauvais temps et petit fond avec des arrivées à terre de conteneurs dangereux ; le second a coulé avec le reste de sa cargaison après qu'un incendie s'y est déclaré.

Un conteneur qui reste en surface constitue un danger immédiat de collision pour les usagers de la mer et tout particulièrement les pêcheurs. Si ces conteneurs embarquent des produits nocifs, ils constituent un danger à court terme pour l'environnement, les populations, voire pour le milieu sous-marin s'ils coulent.

Lorsqu'une cargaison prend feu ou tombe à la mer, il est toujours possible d'incriminer l'équipage ou le chargeur pour un mauvais arimage, un mauvais entretien des appareils et équipements, une mauvaise surveillance ou le manque de réaction. Mais bien souvent, des déclarations erronées de chargements, délibérées ou pas, de poids, de contenus ainsi qu'un mauvais conditionnement sont à l'origine de l'accident. Si des conteneurs plus lourds qu'annoncés sont placés dans les « rangements » les plus hauts, il est facile d'imaginer que les efforts de balancier générés par les mouvements du bateau dans la tempête pourront certainement être supérieurs à la résistance de l'amarrage. Une rupture du chaînage faisant écrouler les piles de conteneurs, les contenus se brisent, se répandent et peuvent provoquer des incendies

à bord et souvent se déverser à la mer. Mal déclaré ou mal repéré, un conteneur devant être protégé de la chaleur peut ainsi se retrouver exposé au soleil ou à la chaleur et, risque supplémentaire, proche de produits incompatibles avec son chargement. Une surchauffe pourra alors provoquer un incendie ou une explosion, comme cela est arrivé à bord du *MSC Flaminia* en 2012.



▲ Récupération d'un conteneur en haute mer

L'OMI, les États, les ONG et les opérateurs maritimes ne sont pas sans réaction. Les objectifs de préservation de la vie et de l'environnement mais également de limitations des coûts et primes d'assurance se rejoignent pour faire évoluer la réglementation, l'organisation du transport ou encore la conception des navires. La France soutient plusieurs projets d'évolution de la réglementation telle que l'obligation de contrôle de poids à l'embarquement (portique), le marquage électronique ou la mise en place d'une obligation de déclaration de perte aux autorités maritimes. Les sociétés de classification, les assureurs ainsi que les sociétés de sauvetage réfléchissent à de nouvelles normes à appliquer aux systèmes d'amarrage ou de lutte contre les incendies.

Bien que le statut juridique des conteneurs soit encore un peu flou, ils peuvent être assimilés à une épave dont la gestion et l'obligation à faire cesser tout danger reviennent en premier lieu à leur propriétaire. Lors d'accident en Europe, les armateurs et assureurs font souvent diligence pour traiter les conteneurs en surface. La France n'est pas sans ressource face à un accident ma-

ritime conduisant à la perte de conteneurs en mer. Le préfet maritime dispose de l'arsenal juridique nécessaire et peut contraindre les opérateurs à agir. Il peut également compter sur tous les organismes qui participent à l'Action de l'État en mer et en particulier sur l'expertise du Cedre et les moyens d'action de la Marine nationale. Les aéronefs de surveillance maritime, entraînés au « *search and rescue* » sont à même de repé-

rer et marquer les conteneurs à la dérive avec des bouées GPS. Les bâtiments d'assistance affrétés par la marine comme le *Sapeur* ou appartenant à la flotte militaire comme les BSAM sont capables de hisser les conteneurs à la dérive. Si nécessaire, ils reçoivent le concours de plongeurs, de marins-pompiers spécialisés, des laboratoires d'analyse de la Marine et des experts du Cedre. Le cas échéant, les navires hydrographiques ou les chasseurs de mines de la Marine sont capables d'effectuer la cartographie des fonds et de repérer les conteneurs coulés. Avec ses ROV et autres équipements, la Cellule Plongée Humaine et

Intervention Sous la MER (CEPHISMER) est en mesure d'intervenir pour sécuriser ou récupérer une partie des contenus dangereux, comme cela a été fait récemment pour colmater le *Tanio*. Les plongeurs démineurs de chaque port sont capables de mener un chantier de dépollution et de relevage jusqu'à 60 m de fond. Face aux situations de crise maritime, tout le savoir et les capacités de la Marine nationale sont à la disposition des préfets maritimes pour assurer la sauvegarde de la vie humaine et la préservation de l'environnement.

La perte de conteneurs constitue un risque immédiat pour la navigation et l'environnement. Sous l'impulsion des États, des opérateurs du monde maritime et des ONG, la réglementation internationale évolue, lentement penseront certains. La France est en mesure d'agir sur le plan juridique grâce à son organisation de l'action de l'État en mer, mais également sur le plan technique grâce à l'expertise du Cedre et au savoir-faire de la Marine nationale.

La dérive Mothy des conteneurs

^ Conteneurs flottant à la dérive

Par **Pierre Daniel**, Météo-France.

Le Centre National de Prévisions de Météo-France opère un système de prévisions de dérive en mer pour assister les autorités responsables de la lutte contre les pollutions marines accidentelles et les opérations de recherche et sauvetage. Ce système appelé Mothy est utilisé en moyenne une vingtaine de fois par semaine pour des cas réels de déversement d'hydrocarbures ou d'opérations de recherche et sauvetage.

Le système Mothy est constitué de trois modules : hydrocarbures, cibles SAR et conteneurs. Le module « hydrocarbures » est utilisé pour tout type de polluant qui dérive sous forme de nappe à la surface de la mer. Cela inclut les nappes de pétrole mais aussi les huiles végétales et même les algues sargasses. Le module « cibles SAR » concerne les opérations de recherche et sauvetage et inclut 73 cibles : personnes à la mer, radeaux de survie, engins de plage, différents

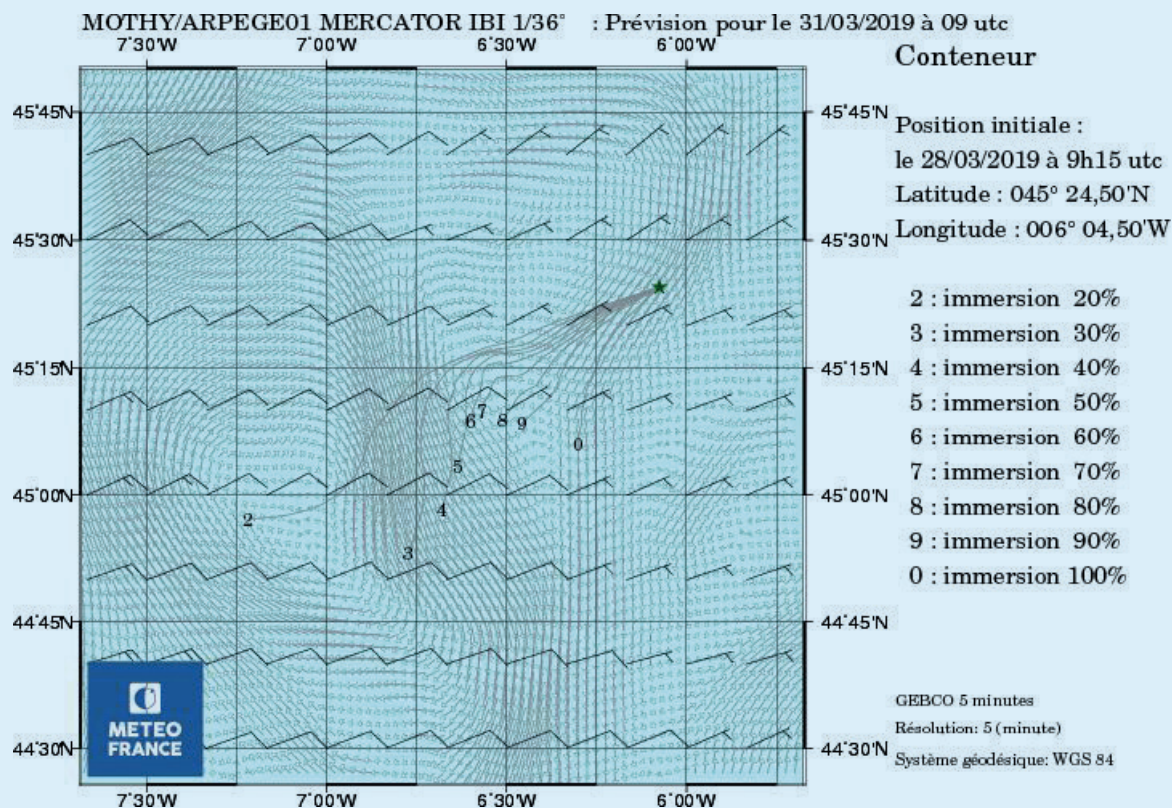
types de navires, etc. Enfin le module « conteneurs » s'applique à la dérive de conteneur ou de tout objet flottant ayant la forme d'un parallélépipède rectangle.

Les conteneurs sont normalisés au niveau international et il existe deux types de conteneurs : 20 pieds de long (6,058 x 2,438 x 2,438 m) et 40 pieds de long. Leur flottabilité dépend du type de conteneur et de leur contenu. Les conteneurs à usage général ne sont pas étanches à l'eau. Ils ne flottent que si leur contenu est de faible densité. Les conteneurs-citernes, destinés au transport de liquide ou de gaz, peuvent généralement flotter plus longtemps en fonction de la cargaison transportée.

Le module « conteneurs » du système Mothy a été développé à partir d'expérimentations de dérive en mer d'un conteneur instrumenté. Elles ont été réalisées en 1991 et 1992, au large des

côtes bretonnes, par le Cedre, avec la participation de l'Ifremer et de la Marine nationale.

Un conteneur de 20 pieds a été instrumenté avec un enregistreur de vent et un système de positionnement GPS. Le taux d'immersion du conteneur s'est révélé être un paramètre essentiel dans la prise en compte des effets combinés du vent et du courant. Comme l'immersion est généralement inconnue, le module a été configuré pour traiter 9 taux d'immersion différents de manière à couvrir la plage d'immersion possible. Ce module a ensuite été testé avec succès sur deux cas de dérive de conteneurs. En décembre 1993, lors d'une tempête en Manche, le porte-conteneurs *Sherbro* perd 88 conteneurs, dont 10 contenant des matières dangereuses. L'un d'entre eux est suivi et récupéré. En février 1996, le navire *Churruca* perd un conteneur à l'entrée de la Manche. Il est retrouvé sur la côte près de Perros-Guirec 5 jours plus tard.



^ Prévion Mothy à 72 heures de la dérive d'un conteneur tombé du Grande America, Golfe de Gascogne, mars 2019. Les chiffres sur la carte représentent différentes hypothèses sur les immersions possibles.

Le module « conteneurs » de Mothy est opérationnel depuis mars 1998 et peut être activé à la demande 24h/24 par un prévisionniste marin du Centre National de Prévisions de Météo-France. Il a depuis été activé de nombreuses fois et a permis la récupération de conteneurs tombés à la mer. Sa précision s'est améliorée au

fil du temps conjointement à l'amélioration de la précision des données environnementales (vents et courants). Parmi les derniers cas traités, on peut citer les conteneurs tombés du navire *Grande America* dans le Golfe de Gascogne en mars 2019 dont plusieurs ont été récupérés en mer.

Un Comité de dérive afin d'améliorer le suivi des nappes de pollutions ou des conteneurs

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. Il peut également comprendre des représentants de tout autre organisme national ou étranger compétent. Les enseignements tirés de la pollution du *Prestige* (2002) ont permis la création de ce comité (Instruction du 11 janvier 2006). Il a dernièrement été activé lors de la pollution du *Grande America* (mars 2019) et sollicité lors de la pollution du *Wakashio* à l'île Maurice (août 2020).

Par Vincent Gouriou, géomaticien au Cedre.

Analyse des incidents impliquant des porte-conteneurs

Un rapport intéressant de l'AESM

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

L'AESM (Agence Européenne pour la Sécurité Maritime) a édité en octobre 2020 une analyse factuelle sur des incidents impliquant des navires porte-conteneurs. Il nous a semblé intéressant de commenter ce rapport qui aborde en détail les principales causes de leurs avaries.

Cette enquête s'appuie sur la plateforme spécialisée EMCIP (*European Marine Casualty Information Platform*) de l'AESM et la directive 2009/18/CE (une des six directives du paquet Erika III) sur l'harmonisation des enquêtes sur les événements de mer au sein de l'Union européenne. Ce rapport fait le point sur la typologie des incidents auxquels sont confrontés les porte-conteneurs.

Les manifestes de cargaison

L'AESM pointe des défauts qualitatifs et quantitatifs dans certains documents. Les opérateurs chargent alors de manière incorrecte certains conteneurs. Un conteneur lourd peut être placé en pontée et en tête de pile alors qu'il aurait dû être chargé en cale au regard de son poids. La stabilité du navire peut alors être affectée, notamment en cas de roulis important, ce qui peut conduire à une projection par-dessus bord des conteneurs car leurs systèmes de fixation ne suffisent pas à contrer cette énorme contrainte physique.

Concernant la nature de la cargaison, le code IMDG impose que « la classification doit être faite par le chargeur ». Parfois, la marchandise est mal déclarée, volontairement ou non, conduisant à un mauvais placement à bord. Or, une marchandise dangereuse peut avoir des comportements très différents en fonction de l'endroit où elle est placée (explosion, auto-inflammation, hydro-réactivité). L'AESM mentionne ainsi le cas du *Caroline Maersk* en août 2015 dont un conteneur était supposé contenir des comprimés pour conduite d'eau. Son chargement était finalement composé de charbon (classe 4.2 - combustion spontanée) occasionnant un important incendie à bord.

Empotage et manutention

La marchandise doit être correctement et réglementairement conditionnée. Le code IMDG prévoit des règles en matière de séparation, d'arrimage et de manutention des matières dangereuses. Mais ses dispositions sont parfois incomplètes. Le cas des batteries au lithium-ion est révélateur de ce problème qui peut générer des feux importants difficilement maîtrisables par les équipages. L'AESM prend l'exemple du *CMA CGM Rossini* en 2016 confronté à un feu de conteneurs de 16 tonnes de batteries au lithium-ion usagées (classe 9). Lors de son enquête, le BEAmer a constaté que ce type de marchandise aurait dû être transporté en pontée et non en fond de cale. Il a également proposé une clarification réglementaire internationale pour ce type de marchandises afin de renforcer significativement la sécurité maritime.

Le dimensionnement des moyens de lutte

Selon l'Union internationale des assureurs maritimes (IUMI - *International Union of Marine Insurance*) la capacité d'emport des navires a été multipliée par trois, leurs moyens d'extinctions par deux alors que leurs équipages ont été réduits de 25 % (27 membres d'équipage en moyenne). L'AESM précise la nécessité de redéfinir les stratégies et les techniques de lutte à bord ainsi que le contenu de la formation des équipages pour éviter la récurrence et l'augmentation du nombre des incendies à bord, répertoriés à 40 pour l'année 2019 (+ 27 % par rapport à 2018). Les acteurs du monde maritime en ont pris pleinement conscience et ont adressé à l'OMI des amendements à la convention SOLAS pour renforcer la sécurité à bord.

Les pertes de conteneurs à la mer

La taille et la conception des porte-conteneurs expliquent en grande partie les pertes de conteneurs à la mer. Le porte-conteneurs n'a pas la rigidité habituelle que l'on trouve à bord

des navires compartimentés. Il subit de forts mouvements de torsion, notamment quand il navigue dans des mers agitées et des météo peu clémentes (Nord-Atlantique, Manche-Mer du Nord-Baltique). Ces différents éléments induisent des mouvements erratiques du navire, notamment le phénomène de roulis paramétrique pouvant engager des coups de gîte allant jusqu'à 41°. Dans certaines conditions de mer peu profonde, le navire peut même toucher le fond marin du fait de son tirant d'eau (16 mètres pour les plus gros navires) conjugué à l'état de la mer et entraîner des chocs violents sur la cargaison. Les piles de conteneurs peuvent alors être soumises à des accélérations fulgurantes de 5G (5 fois la gravité terrestre) conduisant à des effets dominos provoquant l'écrasement des conteneurs les uns sur les autres ou des ruptures d'arrimages et la projection par-dessus bord des conteneurs en pontée, notamment s'ils sont surchargés. L'AESM mentionne à ce titre la perte de 520 conteneurs à bord du *Svendborg Maersk* en février 2014. En réponse, des outils de prévision du comportement des navires, des formations spécifiques au profit des capitaines de navires, des renforcements des systèmes d'amarrage, des logiciels de routages météo sont au nombre des mesures permettant la réduction de ce type de risque mais ne le suppriment pas (cf. notre article sur le *MSC Zoe* en page 12).

Le 23 avril 2020, le *HMM Algeciras* (24 000 EVP, plus gros porte-conteneurs en circulation) était baptisé. Sept mois plus tard, le 2 décembre 2020, le *ONE Apus* perdait 1 900 conteneurs en mer (sur 14 000). La dualité opposant logique économique et sécurité maritime est ainsi malheureusement mais parfaitement illustrée. Elle souligne la nécessité pour la communauté maritime de s'engager pleinement sur les fronts de l'inventivité, de la proactivité et de la vigilance afin de concilier les intérêts en jeu.

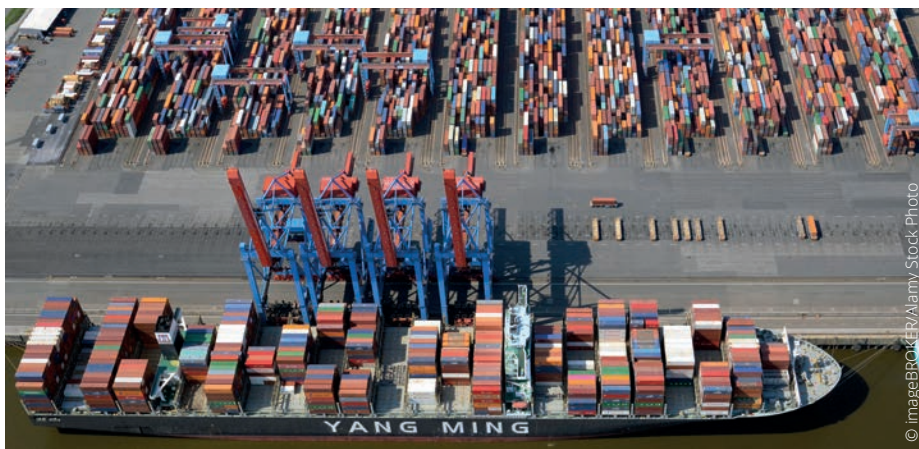
+ d'infos sur

www

emsa.europa.eu

Les perspectives en matière de transport maritime par conteneurs

Par la [Direction des affaires maritimes](#), Sous direction sécurité et transition écologique des navires.



▲ Vue aérienne d'un porte-conteneurs, port d'Hambourg, Allemagne

Nés dans les années 1950 et 1960, les conteneurs maritimes ont connu depuis un développement rapide et constant. La standardisation des conteneurs (20 ou 40 pieds de long) a transformé en profondeur les chaînes logistiques de transport en faisant du conteneur l'unité de transport intermodal par excellence. Le conditionnement des marchandises en conteneurs présente en effet de nombreux avantages (protection, efficacité des opérations de chargement/déchargement, réductions de coûts d'exploitation).

Pour répondre à l'augmentation du trafic par conteneurs, des navires spécialisés, porte-conteneurs, sont nés dans les années 1970. Conçus et équipés pour ce trafic, ces navires étaient initialement de taille relativement modeste (capacité de quelques centaines de conteneurs) mais n'ont cessé de grandir. Aujourd'hui, les plus grands navires transportent plus de 23 000 EVP (Équivalent Vingt Pieds) et mesurent 400 mètres de long.

Les porte-conteneurs sont généralement exploités selon un système de lignes régulières qui prévoit, sur un trajet prédéterminé, des escales à date fixe permettant aux chargeurs d'organiser l'expédition et la réception de leurs marchandises. Actuellement, les lignes les plus importantes relient l'Asie à l'Europe et à l'Amérique du Nord. La conteneurisation accompagne la croissance du commerce international depuis les années 1960 et l'accélération de la mondialisation dans les années 1980 a

été permise par les porte-conteneurs en favorisant les flux entre pays exportateurs et importateurs grâce à un coût du transport longue distance faible via ce mode de transport. Leur part dans la flotte mondiale n'a cessé de croître. Ainsi, le transport par conteneurs a connu une croissance supérieure à 10 % par an entre 2000 et 2008. Malgré la crise de 2008/2009, la croissance s'est encore maintenue autour de 4 % par an sur la décennie suivante. 194 millions d'EVP ont été échangés en 2016. D'après les Nations unies, la croissance devrait se poursuivre et atteindre 4,5 % par an entre 2019 et 2024 (étude réalisée avant la crise sanitaire).

Le développement du transport par conteneurs s'est accompagné de profondes mutations des chaînes logistiques, des infrastructures portuaires, mais aussi des règles de sécurité applicables en matière de navigation et de cargaison. Toutefois, l'apparition de porte-conteneurs plus massifs, voire parfois géants, nécessite aujourd'hui de repenser tous les maillons de la chaîne dans un objectif commun de transport sûr du point de vue humain et durable sur le plan environnemental. Même si les incidents impliquant ces géants restent heureusement rares, la survenue d'un seul incident peut avoir des conséquences considérables.

L'arrivée des très grands porte-conteneurs impacte l'organisation de la filière de transport. Ces *over-Panamax* ou *Malacca-Max* ne peuvent toucher qu'un nombre très réduit de ports aptes à les

recevoir sur le plan nautique et logistique. Les contraintes sont fortes pour les ports qui sont obligés de revoir sans cesse les accès nautiques et leurs infrastructures pour suivre cette course au gigantisme.

Parmi les enjeux de sécurité, les risques liés aux opérations de remorquage demeurent. En effet, compte tenu du volume et de la masse des navires à pleine charge, les remorqueurs ne sont pas toujours suffisamment puissants pour guider les gros navires. Par ailleurs, à la différence des navires pétroliers, chimiques et vraquiers, les porte-conteneurs ne sont pas soumis à l'obligation d'équipement en dispositif de remorquage d'urgence (*Emergency Towing Device* ou ETD) ce qui peut poser problème dans certaines situations.

Le risque d'incendie est également majeur pour un porte-conteneurs, d'autant plus élevé que le nombre de conteneurs transportés est important. L'incendie survenu sur le *Yantian Express* en janvier 2019 à partir d'un conteneur en pontée en est un bon exemple.

Les risques pèsent également sur l'environnement, en cas de perte de conteneurs en mer et du fait que ces navires transportent de grandes quantités de carburant dans leurs soutes. Chaque année, on estime qu'entre 550 et 2000 conteneurs sont perdus en mer lors d'événements liés à des conditions météorologiques défavorables provoquant l'instabilité du navire. Une fois tombés à la mer, il est extrêmement délicat de les retrouver et de limiter la pollution engendrée.

L'ensemble de ces problématiques donne lieu à des discussions au sein de l'Organisation Maritime Internationale et la France contribue activement à faire évoluer la réglementation internationale.

Enfin, les besoins en autonomie et en puissance des navires porte-conteneurs sont tels qu'il n'existe pas aujourd'hui d'alternative crédible aux énergies fossiles pour leur propulsion. Le passage sur certains porte-conteneurs au gaz naturel liquéfié, à la place du fioul lourd traditionnel, n'est qu'une première étape dans la transition énergétique de ces navires.

Évaluation de l'efficacité de dispositifs de filtration

△ Test de filtration : cartouche filtrante garnie d'absorbant spaghetti en polypropylène dans le canal d'essai

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

Il y a eu plusieurs cas de pollutions en eaux intérieures par hydrocarbures ces dernières années du fait de ruptures de pipelines, aussi bien par des raffinés légers (biodiesel à Sainte-Anne-sur-Brivet, avril 2016) que des pétroles bruts (rupture du pipeline d'Île-de-France, février 2019).

Ces accidents majeurs ont notamment posé la question des meilleures techniques d'intervention à appliquer sur des cours d'eau, en particulier l'utilisation de dispositifs de filtration dits « à façon », c'est-à-dire fabriqués sur site à partir de matériaux facilement disponibles. Dans cette optique, le Cedre a mené des essais comparatifs de différents produits absorbants, conditionnés sous formes de cartouches disposées en travers d'une veine d'eau sur laquelle sont déversés divers hydrocarbures. Afin de refléter la diversité des pollutions passées ou à venir, deux raffinés, léger et lourd, ainsi qu'un brut moyen, ont été testés.

Protocole de test

L'évaluation de l'efficacité de différents dispositifs de filtration a nécessité la conception puis la fabrication d'un dispositif de test à l'échelle pilote. Différentes configurations de filtration ont été envisagées, certaines combinant deux filtres successifs. Les dispositifs testés sont aussi bien des cartouches filtrantes garnies de matériaux en vrac (paille végétale ou spaghetti polypropylène) que des toiles (une toile géotextile ainsi que deux toiles de marques Sonitec et Rai Tilliere).

La contrainte majeure de ce type de filtration est la conservation d'un bon débit du fluide en sortie du système de filtration tout en conservant une bonne qualité de l'eau filtrée. Les paramètres suivis pour valider l'utilisation d'un matériau ou d'un dispositif sont les suivants :

- la vitesse de colmatage des filtres ;
- le suivi du débit du fluide circulant dans le système ;
- la capacité de rétention de l'hydrocarbure dans un circuit d'eau.

Ces évaluations sont réalisées au travers de mesures quantitatives, mais également qualitatives.

Après la stabilisation du niveau d'eau dans le canal, la mesure de courant est effectuée à la sortie du nid d'abeilles, ainsi qu'à un mètre de longueur de canal. Selon les cartouches testées, la puissance de la pompe générant le courant est adaptée afin de ne pas monter en charge et risquer un débordement en amont des cartouches. Les hauteurs d'eau sont mesurées en amont et en aval des cartouches de filtration afin de déterminer les pertes de charge qu'elles génèrent.

La quantité d'hydrocarbures présente à la surface de l'eau, à chaque niveau du dispositif expérimental, est estimée après récupération par des absorbants et pesée. Elle est corrigée de l'absorption en eau de chaque matériau, déterminée au laboratoire pour un temps de contact de 30 minutes, similaire aux essais.



▲ Installation du dispositif de test de filtration

Le tableau ci-dessous présente les différentes conditions de filtration testées dans cette étude. Pour simplifier la matrice de tests, certaines combinaisons *a priori* inefficaces n'ont pas été retenues : pouvoir filtrant insuffisant pour des produits légers (paille/diesel) ou, à l'opposé, trop fort pour des produits lourds (risque de colmatage pour la toile Sonitec avec le fioul lourd).

Résultats

Les rétentions en eau des différents matériaux utilisés, exprimées en masse d'eau par masse d'absorbant, sont significatives, entre 1 et 5, y compris pour les plus hydrophobes tels que les spaghettis en polypropylène.

Pour chaque série d'essais, les pertes de charge ont été estimées en mesurant les dif-

férences de niveau avant et après chaque cartouche. Elles sont, par ordre décroissant : Toile Sonitec > Toile Rai Tillière > géotextile > absorbant en vrac (spaghettis ou paille).

Les quantités d'hydrocarbures retenues par les différents filtres ainsi que la localisation des hydrocarbures non absorbés aux différents niveaux du dispositif ont été évaluées.

Dans le but d'évaluer les filtres ou combinaisons de filtres utilisables en conditions réelles, le premier critère a été d'évaluer la quantité d'hydrocarbures traversant l'ensemble du dispositif sans être retenus, sans prendre en compte la quantité demeurant en amont de l'un des filtres :

• rejet dans la colonne d'eau inférieur à 20 % : efficace ;

- rejet dans la colonne d'eau entre 20 % et à 50 % : acceptable ;
- rejet dans la colonne d'eau supérieur à 50 % : inefficace.

Conclusion

À l'issue de ce programme de test, des enseignements ont pu être tirés sur les systèmes les plus adaptés aux différents hydrocarbures. Il apparaît que, pour chaque type de pollution, une solution optimale peut être définie :

- Sur un raffiné léger : utilisation de filtres en spaghettis. Pour éviter des pertes de charges trop fortes au niveau d'un filtre, foisonner les spaghettis et multiplier les dispositifs tout en travaillant à la surface de l'eau.
- Sur un brut : l'utilisation d'une toile en complément d'une cartouche de vrac donne de bons résultats. La perte de charge oblige cependant à limiter la filtration sur la partie haute de la veine d'eau.
- Sur un fioul lourd : tous les systèmes testés semblent efficaces en rétention mais ce sont les combinaisons paille/spaghettis et géotextile/spaghettis qui offrent le meilleur compromis efficacité/pertes de charges.

	1 filtre					2 filtres		
	Spaghettis	Paille	Toile Rai Tillière	Toile Sonitec	Toile géotextile	Paille / Spaghettis	Paille / Géotextile	Géotextile / Spaghettis
Léger	X		X	X	X			X
Brut moyen	X		X		X		X	X
Lourd	X	X	X		X	X	X	X

▲ Matrice de tests de matériaux absorbants

Potentialité des absorbants pour l'intervention sur produits chimiques

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

À la demande de la Marine nationale, Le Cedre a étudié la potentialité des absorbants flottants hydrophobes à retenir les produits chimiques dans le cadre d'un déversement en mer. Les absorbants sont des produits reconnus pour être performants dans le domaine de la lutte anti-pollution contre les hydrocarbures et il paraissait intéressant d'évaluer leur potentiel dans la lutte contre les déversements accidentels de produits chimiques.

Le projet a été mené sur une période de 2 ans et s'est déroulé selon les étapes successives suivantes :

- ▶ Premièrement, une étude bibliographique a permis de sélectionner les produits chimiques à caractère flottant ou présentant une probabilité de déversement accidentel élevée ainsi que les absorbants disponibles dans les stocks ou validés au Cedre.
- ▶ À la suite de ces recherches bibliographiques, 4 protocoles ont été définis et ont consisté à caractériser la résistance physique ou compatibilité des absorbants vis-à-vis des produits chimiques, leurs résistances mécaniques aux effets de traction, leurs capacités de rétention ainsi que leurs capacités à atténuer les processus d'évaporation.
- ▶ Puis, ces protocoles ont été appliqués aux produits chimiques et absorbants sélectionnés.
- ▶ En dernier lieu, et afin de mettre en situation les enseignements tirés de ces différents essais, deux scénarios d'accident ont été proposés et ont permis d'appréhender les conditions pour lesquelles une utilisation des absorbants peut être envisagée.

Cette étude portant sur 15 absorbants de compositions et de conditionnements divers et 18 produits chimiques a mis en lumière ces résultats non exhaustifs :

Résultat obtenu lors des tests de compatibilité

- Les absorbants en vrac d'origine synthétique ou naturelle réagissent fortement avec l'acide sulfurique et peuvent être classés comme incompatibles vis-à-vis de ce produit.



△ Résultats obtenus au test de résistance mécanique

Résultats obtenus au test de résistance mécanique

- En terme de rétention, les capacités d'absorption en hydrocarbures peuvent être corrélées avec celles obtenues avec un produit chimique visqueux et sont notablement différentes des résultats obtenus avec un produit chimique peu visqueux.
- Une perte de résistance d'environ 40 % a été mesurée sur les absorbants imprégnés de produits chimiques.



△ Éprouvette d'absorbant sur le banc de traction

Résultat obtenu lors des essais d'atténuation et du processus d'évaporation

- La forme de l'absorbant joue un rôle déterminant.

Conclusion

Les principales informations déduites de ces essais ont été synthétisées et mettent en évidence la potentialité des absorbants testés à absorber des produits chimiques qui montrent également des différences sensibles entre eux, en fonction de la nature chimique des produits en présence.

Cette étude a permis d'élargir, dans un cadre opérationnel, les possibilités d'utilisation sur produits chimiques des absorbants validés à l'origine pour une récupération des hydrocarbures uniquement.

Ces résultats montrent clairement qu'il n'existe pas un absorbant qui réponde à tous les besoins et que le choix doit se faire en tenant compte du scénario de l'accident : nature chimique du produit déversé (compatibilité), quantités à récupérer (résistance mécanique, capacité de rétention) et des moyens disponibles pour les collecter (vrac ou feuille).

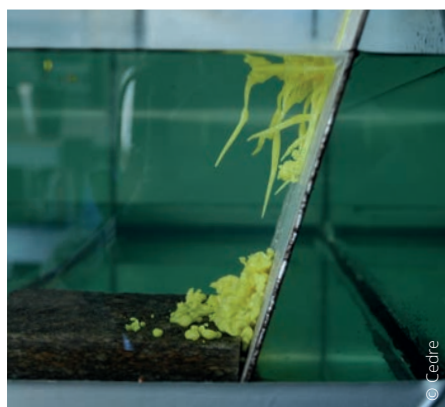
Comportement du soufre solide et fondu

Par **Sophie Chataing-Pariaud**, ingénieure au Cedre.

Le soufre, très majoritairement issu de l'exploitation pétrolière, est largement utilisé dans l'industrie chimique notamment pour la production d'acide sulfurique puis la fabrication de fertilisants. Dans la ZEE, le soufre est produit et/ou importé à hauteur de 1 à 10 millions de tonnes par an. Peu d'accidents documentés en milieu aquatique sont disponibles dans la littérature, ce qui entraîne un manque de connaissances pratiques et de retours d'information sur son comportement une fois libéré/déversé dans l'eau.

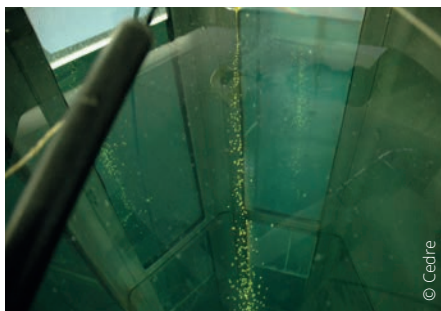
Dans ce contexte, le Cedre a étudié expérimentalement le comportement du soufre solide et fondu à l'échelle du laboratoire et lors de déversements à l'échelle pilote.

La caractérisation en laboratoire a montré que le soufre, qu'il soit solide ou fondu, a tendance à couler facilement lorsqu'il est libéré dans l'eau (eau douce ou de mer). Aucun impact n'a été enregistré concernant les valeurs de pH ou l'émission de sulfure d'hydrogène lors du déversement. La température de l'eau a légèrement augmenté en cas de déversement de soufre fondu.



▲ Déversement de soufre fondu sur un morceau de coque de navire

Les expériences à l'échelle pilote ont confirmé le comportement coulant des déversements de soufre solide et fondu.



▲ Déversement de soufre fondu dans la colonne d'expérimentation du Cedre (CEC)

En cas de déversement de soufre solide dans l'eau, les particules de plus de 1,6 mm de diamètre s'enfoncent immédiatement dans des conditions statiques. Les particules plus petites peuvent couler si l'eau est agitée, ce qui favorise le comportement coulant du soufre dans les eaux libres soumises aux courants, aux marées ou aux vagues.

En cas de déversement de soufre fondu dans l'eau, le produit se solidifie rapidement et est transformé en petits granulés dont la taille dépend du débit du déversement. Les granulés de soufre rebondissent lorsqu'ils atteignent le fond des dispositifs expérimentaux, ce qui augmente l'étalement latéral du produit. Dans les environnements naturels ouverts tels que les rivières ou la haute mer, les courants augmentent le transport, donc l'étendue du soufre déversé et la zone touchée. La température de l'eau peut augmenter localement et de façon transitoire,

ce phénomène étant atténué par un effet tampon en haute mer (grand volume d'eau de mer) ou dans les rivières à fort courant. Le soufre peut également être présent à la surface sous forme de particules de poussière ou même de nappe solide en cas de rejet sur une structure solide partiellement immergée (coque de navire ou quai par exemple). Sur le fond, le soufre fondu refroidi est présent sous forme de billes de différentes tailles qui peuvent être indépendantes les unes des autres, puis remobilisées par les courants et donc dispersées ou, à l'inverse, accumulées ensemble pour former une croûte.



▲ Croûte de soufre après déversement de soufre fondu dans le bassin profond du Cedre

Cette étude a permis d'obtenir des données expérimentales sur le soufre solide et fondu déversé dans l'eau. Les observations faites sont de premier intérêt pour comprendre son comportement, son devenir potentiel et ses impacts et ainsi identifier les techniques de réponse adéquates.

	Soufre solide	Soufre fondu
N°CAS	7704-34-9	
N°UN	1350	2448
Risque		
Transport maritime	<ul style="list-style-type: none"> - Harmless groupe C (sous forme de granulés, pastilles) - Classe de danger 4.1 (gros grains, morceaux écrasés) 	<ul style="list-style-type: none"> Marine pollution : Z (risque mineur pour l'environnement marin ou la santé humaine) Danger pour la sécurité (S)

▲ Différentes catégories de transport pour le soufre

Caractérisation de la pollution par les déchets sur le littoral Atlantique européen

^ Déchet plastique sur le littoral

Par **Silvère André** & **Camille Lacroix**, ingénieurs au Cedre.

Une étude menée dans le cadre du projet CleanAtlantic

Le projet européen CleanAtlantic (2017-2021) qui regroupe 19 partenaires à travers 5 pays a pour objectif de 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. Pour répondre aux objectifs fixés par le projet, la caractérisation *in situ* de la pollution par les déchets apparaît comme une étape essentielle. En effet, en vue de réduire la présence des déchets dans le milieu marin, il est nécessaire de déterminer le niveau et la nature de la pollution afin de pouvoir soutenir la mise en place de mesures ou actions efficaces.

Les déchets sur le littoral, une pollution sous surveillance dans l'Atlantique Nord-Est

Depuis 2001, les déchets marins font l'objet d'une surveillance sur les plages de l'Atlantique Nord-Est. Dans le cadre du programme de surveillance des déchets sur les plages de la Convention OSPAR, un suivi régulier est réalisé

sur près d'une centaine de sites afin d'obtenir des données sur l'abondance et la composition des déchets retrouvés sur les plages. Ce suivi s'appuie sur un protocole harmonisé à l'échelle de l'ensemble des pays membres de la convention et fournit l'ensemble de données de surveillance des déchets sur les plages le plus complet à l'échelle de l'Atlantique Nord-Est.

Les données utilisées dans le cadre de CleanAtlantic sont issues de ce programme sur la période 2016-2019. Elles proviennent de 62 sites répartis sur la côte Atlantique des cinq pays participants et représentent un total de 922 suivis qui ont été analysés en vue de caractériser la pollution du littoral de l'espace Atlantique.

La pollution sur le littoral de la façade Atlantique

Une pollution abondante et représentant un risque pour le milieu marin

L'analyse réalisée sur les 62 sites sur la période 2016-2019 confirme l'abondance des déchets sur le littoral de l'espace Atlantique avec une médiane de 172 déchets retrouvés sur 100 m de plage. Cette valeur est bien supérieure à la

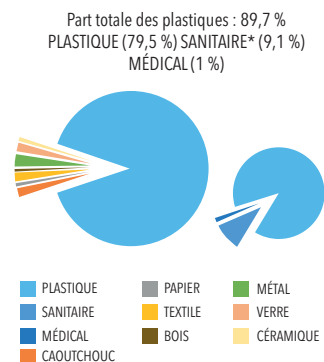
valeur seuil de 20 déchets/100 m adoptée au niveau européen par le groupe d'experts sur les déchets marins mis en place dans le cadre de la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Avec 60 des 62 sites présentant des quantités médianes supérieures à cette valeur, la présence des déchets sur le littoral représente un risque potentiel pour le milieu marin et les activités maritime dans l'espace Atlantique.

Une part importante de déchets plastiques

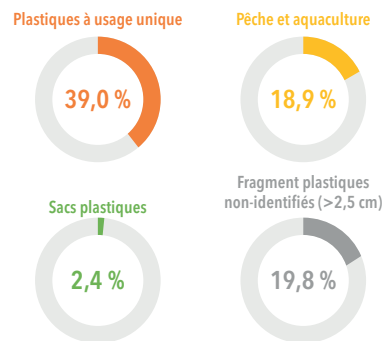
Près de 90 % des déchets retrouvés sur le littoral de l'espace Atlantique sont en plastique. Au sein de cette classe de déchets, différents types particulièrement abondants et fréquents sont retrouvés. C'est notamment le cas des plastiques à usage unique qui représentent 39 % des déchets. Parmi ceux-ci, on retrouve les coton-tiges (7,8 %), les bouchons (7,7 %) ou encore les mégots de cigarette (6 %). Les déchets provenant des activités de pêche et d'aquaculture occupent également une place non-négligeable (18,9 %). Ces résultats mettent en évidence la présence importante des plastiques à usage unique et du matériel de pêche et d'aquaculture dans l'espace Atlantique qui représentent au total près de 60 % des déchets. Ceux-ci font désormais



▲ Espace Atlantique et sites de surveillance OSPAR (en blanc) pour CleanAtlantic



*Les déchets des catégories « SANITAIRE » et « MÉDICAL » sont principalement faits de plastique.



▲ Composition de la pollution par les déchets dans l'espace Atlantique

l'objet de mesures, notamment dans le cadre de la Directive européenne 2019/904 relative à la réduction de l'incidence de certains produits en plastique sur l'environnement, entrée en vigueur en 2019. La surveillance dira à l'avenir si ces mesures sont efficaces et si une diminution de la présence de ces objets est effectivement observée. En parallèle, il est important de poursuivre le travail d'étude des autres déchets qui représentent plus de 40 % des déchets retrouvés dans l'espace Atlantique.



▲ Tri des déchets collectés sur un site de surveillance

De nombreux déchets fragmentés et non-identifiables



▲ Fragments non identifiables en plastique

Bien que la majorité des déchets observés sur le littoral de l'espace Atlantique soient clairement identifiés, les résultats de l'étude indiquent que 19,8 % des déchets retrouvés sont des fragments non-identifiables compris entre 2,5 et 50 cm, résultat de phénomènes de fragmentation liés au vieillissement des matériaux. Ces chiffres confirment l'importante dégradation des plastiques dans l'environnement entraînant la formation de déchets de plus en plus petits. Au-delà du risque que représentent ces déchets sur l'environnement, ils sont un frein à la caractérisation de la pollution et à l'identification des activités sources, nécessaire à la mise en place de mesures de réduction efficaces. Il apparaît

donc important d'approfondir les recherches sur ces fragments afin de mieux comprendre leurs origines, leurs devenir et leurs impacts.

La nécessité d'une stratégie et des efforts conjoints

Les résultats obtenus mettent en évidence des quantités de déchets importantes sur le littoral de l'espace Atlantique traduisant une pollution forte de la zone marine partagée par les cinq pays (Irlande, Royaume-Uni, France, Espagne et Portugal). Cette pollution apparaît omniprésente et présente un risque pour l'environnement marin et les activités socio-économiques maritimes des cinq pays. Ces résultats confirment l'importance de mettre en place une stratégie de lutte commune que ce soit à travers des projets collaboratifs comme CleanAtlantic ou une surveillance harmonisée de la pollution permettant la mise en place de mesures ou d'actions communes tels que le Plan d'Action Régional OSPAR, pour lutter contre les déchets marins.

Échouement du vraquier *Wakashio* à Maurice

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

Le 25 juillet, le vraquier *Wakashio* s'échoue sur un récif corallien dans le sud de l'île Maurice. Si aucune fuite n'est observée dans les premiers jours, le 6 août, des hydrocarbures s'échappent du navire. Les autorités mauriciennes font appel à l'aide internationale. La France dépêche du matériel et du personnel sur place ainsi que des experts du Cedre et du CEPOL.

L'accident

Le 25 juillet 2020, le vraquier *Wakashio*, sous pavillon panaméen et armé par un équipage de 20 personnes, fait route à vide entre Singapour et le Brésil, quand il s'échoue sur un récif corallien à 1,3 milles nautiques de la pointe d'Esny, dans le sud de l'île Maurice. À l'heure où nous écrivons, les causes de l'échouement doivent être confirmées. L'équipage est sain et sauf, mais le navire est en mauvaise posture : échoué sur son arrière, il ne peut se dégager seul. Le *Wakashio* étant léger, le principal risque pour le milieu marin vient de ses soutes : 3 800 tonnes de fioul à très basse (<0,5 %) teneur en soufre (VLSFO) auxquelles s'ajoutent 200 tonnes de diesel marin et 90 t de lubrifiant.

Aucune fuite n'est observée dans l'immédiat. Par précaution, les autorités mauriciennes activent le plan national de lutte antipollution et alertent un certain nombre de pays étrangers, dont la France fait partie (la Réunion). Par ailleurs, elles recherchent des remorqueurs suffisamment puissants pour être en mesure de déséchouer le navire.

Quelques jours après le naufrage, les garde-côtes mauriciens détectent de faibles fuites d'hydrocarbures dans le lagon et déploient préventivement des barrages antipollution autour du *Wakashio*. Les moyens humains et matériels rallient progressivement la zone et, au 3 août, sont présents sur place les experts de la société SMIT (sauvetage), 2 remorqueurs et un *supply* dépêchés par l'armateur ainsi qu'un remorqueur mis à disposition par les autorités françaises. Malgré les moyens sur place, le déséchouement du navire se révèle impossible.



▲ Épave du *Wakashio* échoué le 21 août 2020

La lutte antipollution

Le 6 août, la situation se dégrade : le navire fuit franchement et une nappe d'hydrocarbure est observée en surface. La quantité est estimée à 400 tonnes. À ce stade, les risques pour la Réunion semblent limités. Cependant, le commandant de la Zone Maritime du Sud de l'Océan Indien demande au Cedre la pré-alerte des acteurs du comité de dérive.

EN BREF

25 JUILLET 2020 : ÉCHOUEMENT DU *Wakashio* AU SUD DE L'ÎLE MAURICE

PAVILLON : Panama

TYPE : Vraquier

DIMENSIONS : 400 m de long

TIRANT D'EAU : 18 m

PRODUITS TRANSPORTÉS : aucune cargaison, environ 3 800 t de fioul VLSFO, 200 t de diesel marin, 90 t de lubrifiant

PROPRIÉTAIRE : Okyio Maritime Corporation

ARMATEUR : Nagashiki Kisen KK

AFFRÉTEUR : Mitsui OSK Lines

P&I CLUB : Japan P&I club

Les deux tiers du stock POLMAR-Terre de la Réunion sont ainsi mis à disposition des autorités mauriciennes, le stock POLMAR-Mer étant quant à lui préservé dans l'éventualité d'une pollution atteignant les eaux françaises.

Le 9 août, les fissures qui sont observées depuis quelques jours le long de la coque s'élargissent significativement et menacent l'intégrité du *Wakashio*. On commence à parler de ne remorquer qu'une partie du navire.

Le lendemain, en plus du matériel, 11 experts français sont déployés en soutien sur place pour lutter contre une pollution dont le volume a été réévalué : on parle maintenant de 500 à 1 000 m³.



Le pompage de ce qui reste à bord commence. La plus grosse partie du fioul a été pompée le 12 août. À la fin des opérations, la société de sauvetage annonce avoir retiré 3 200 tonnes du *Wakashio*, ce qui laisse à penser que la quantité déversée est de l'ordre de 600 m³. Des doutes apparaîtront cependant plus tard quant à ce chiffre. Le nettoyage des côtes commence et implique de nombreux volontaires locaux.

La société bretonne Le Floch Dépollution est mandatée par l'armateur du navire.



▲ Récupération du polluant dans des fûts

Le 13 à la Réunion, un expert du Cedre rejoint les experts du CEPPOL arrivés la veille. Ils sont intégrés à la « cellule de crise *Wakashio* » sous l'égide du Préfet de la ZDSOI.

Les fissures continuent de s'agrandir sur l'épave. Le 15, le *Wakashio* se casse en deux lors d'une tentative de remorquage.

Le 17, le Cedre et le CEPPOL arrivent à Maurice. Ils vont participer aux travaux de la cellule de crise nationale, chacun dans leur domaine. Le conseiller du Cedre procèdera notamment à des reconnaissances du littoral, en particulier la zone de mangrove, et fournira aux autorités mauriciennes un rapport assorti de préconisations pour le nettoyage.

Le 17 toujours, la partie arrière est remorquée vers le large. Les autorités mauriciennes envisagent une océanisation, ce qui n'est pas l'option préconisée par les autorités françaises. La France, par la voix de son ambassadeur, exprime cette position aux autorités mauriciennes. Le courrier indique que si cette option est cependant retenue, plusieurs conditions devront être réunies. Les prévisions de dérive effectuées à partir de plusieurs positions géographiques par le comité de dérive animé par le Cedre, ont contribué à l'établissement de certaines de ces conditions. Les sauveteurs continuent de s'activer sur la partie arrière, avec l'objectif de la débarrasser de tous les éléments polluants. L'immersion de la partie avant commence le 20 août. Elle est annoncée coulée le 24.

La partie arrière est toujours sur place, avec une gîte aux alentours de 10°.

Les experts du Cedre et du CEPPOL sont de retour à la Réunion le 25, puis rentrent à Brest.

Les actions du Cedre

En plus de la mission sur place, le Cedre a apporté depuis Brest son soutien aux autorités françaises et mauriciennes via :

- ▶ la mise en relation des membres du comité de dérive. Ce comité, en l'absence de menace avérée pour la côte réunionnaise, regroupe des experts d'Ifremer, de Météo-France et du SHOM. Ce comité a effectué des prévisions de dérive à partir de l'épave et a travaillé sur les scénarios possibles en cas d'océanisation de l'avant du navire ;
- ▶ l'analyse de polluant prélevé par les autorités mauriciennes, en vue de caractériser ce dernier et de confirmer que les arrivages à la côte étaient comparables entre eux et provenaient bien du *Wakashio* ;
- ▶ une étude sur les propriétés absorbantes des cheveux. De nombreuses sollicitations sont en effet parvenues au Cedre quant à l'opportunité d'utiliser des barrages absorbants fabriqués à partir de cheveux. Ce genre de moyen de fortune a été utilisé à Maurice, suscitant un fort engouement, y compris médiatique, et des propositions d'envoi de stocks de cheveux sur l'île. Bien que l'initiative puisse être saluée, les résultats ont malheureusement montré que le pouvoir absorbant des cheveux était limité, mais surtout qu'ils étaient très hydrophiles et se chargeaient rapidement en eau et coulaient avant même d'avoir absorbé le pétrole.

À l'heure actuelle...

Aucune pollution n'a touché les côtes de la Réunion. La partie arrière du *Wakashio* est toujours échouée à Maurice, des solutions de démantèlement sont à l'étude. Le 5 novembre, le contrat de démantèlement a été attribué par l'armateur au prestataire chinois *Lianyungang Dali Underwater Engineering*. Il est prévu que les travaux démarrent en décembre 2020 avec une fin espérée au printemps 2021.

La société Le Floch Dépollution est toujours sur place et assure le nettoyage du littoral.

Le Cedre reste en contact avec les autorités réunionnaises et mauriciennes.

Détection de produits chimiques : essais avec caméras hyperspectrales

Par Stéphane Le Floch, chef du service Recherche au Cedre.

Le transport des substances chimiques par voie maritime ne cesse d'augmenter aussi bien en termes de fréquence qu'en termes de tonnage ce qui a pour conséquence d'accroître le risque d'accidents, souvent synonyme de déversement d'une partie ou de la totalité de la cargaison. Une difficulté majeure d'un tel événement est l'apparition quasi systématique de risques toxicologiques et explosifs inhérents au transfert inévitable de la pollution de la surface de l'eau vers l'atmosphère, à savoir la formation d'un nuage gazeux dangereux. Afin d'appréhender ce risque, il est important de disposer d'outils permettant de détecter, voire de caractériser, une nappe de produits chimiques à la surface de l'eau. Les caméras hyperspectrales apparaissent pouvoir jouer ce rôle mais, pour l'heure, elles ne sont toujours pas opérationnelles par manque de calibration sur des produits chimiques en conditions réalistes.

C'est dans ce contexte que le Cedre a réalisé avec le soutien de l'ONERA (Office national d'études et de recherches aérospatiales) des tests en bassin extérieur pour le compte du département

des Sciences de la Terre de l'université nationale de Séoul, Corée du Sud. Il s'agissait d'évaluer les performances de deux caméras (la VNIR-1600 et la SWIR-1800) pour détecter des nappes de 5 produits chimiques (toluène, xylène, styrène, acétone et acétate de vinyle) choisis car étant très souvent transportés à bord des chimiquiers. Les résultats obtenus montrent que les nappes incolores ont été détectées avec précision et qu'il était possible d'observer des différences de réponse entre les produits. Ce dernier point laisse présager de la possibilité de remonter à la nature chimique du produit se trouvant sous forme de nappe à la surface de l'eau.

Les tests réalisés au Cedre confirment le potentiel de ces caméras hyperspectrales pour la détection et la caractérisation chimique des nappes de produits à la dérive en mer. Ces tests militent pour la réalisation d'essai en mer ouverte sous la responsabilité de la Marine nationale et avec le soutien logistique du CEPPOL afin d'évaluer la réponse des caméras en conditions réelles, et notamment, afin d'évaluer l'effet de la houle sur leur réponse.



^ Tests en bassin extérieur du Cedre

Formations pour l'équipe d'intervention de l'OSRL

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

En avril puis septembre 2019, le Cedre a animé deux sessions de formation à la carte à destination, pour chacune d'elle, d'une douzaine de membres de l'équipe d'intervention de l'OSRL. Ces stages pratiques de 4 jours, réitérés annuellement depuis 2017, se sont déroulés sur le plateau technique du Cedre. Ils ont permis aux membres des équipes d'intervention de l'OSRL de tester leurs procédures d'évaluation et de parfaire leurs connaissances en matière de techniques de lutte sur le plan d'eau et sur le littoral.



^ Nettoyage d'enrochement

Lors de ces formations, les équipes du Cedre ont pu mettre les stagiaires en situation réelle avec déversement d'hydrocarbures afin qu'ils appliquent des protocoles et moyens de confinement et de récupération sur plan d'eau, sur portion routière et émissaires. Ils ont également eu l'opportunité de tester sur substrats pollués, différentes techniques de nettoyage de galets, d'enrochements et de plages de sable.

Les formations se sont achevées par l'organisation d'un exercice d'une demi-journée visant à mobiliser les connaissances acquises durant la semaine sur la base d'un scénario de pollution par hydrocarbures. Comme chaque année, ces stages ont été l'occasion d'échanges techniques fructueux entre formateurs et stagiaires et l'équipe du Cedre aura à cœur de voir cette coopération perdurer entre nos deux organismes.

Renouvellement de la convention MTE/Cedre

Par Nicolas Tamic, responsable des opérations au Cedre.

Le 3 septembre 2020, la convention pluriannuelle d'objectifs entre le Cedre et le ministère de la Transition écologique a fait l'objet d'un renouvellement. D'une part, Stéphane Doll, directeur du Cedre, et d'autre part, Olivier Thibault, directeur de l'eau et de la biodiversité et Thierry Coquil, Directeur des Affaires Maritimes au nom du ministre de la Transition écologique, ont ainsi signé ce document important qui lie le ministère et le Cedre jusqu'en 2022. Articulée suivant cinq axes, la convention engage le Cedre dans les domaines suivants :

La représentation, la coopération nationale et internationale et l'intervention :

- La représentation et la coopération prennent la forme de concours du Cedre dans les actions de développement et d'entretien des réseaux d'échanges et d'informations en matière de lutte contre les pollutions par hydrocarbures, produits chimiques et plastiques sur les littoraux.
- L'intervention permet d'apporter une aide à la décision 24h sur 24 au profit des autorités sous forme de notes et recommandations et, si nécessaire, par des missions sur le terrain.

Elle se traduit aussi par l'activation éventuelle du comité de dérive et par un rapport annuel sur les rejets illicites de polluant.

Le développement des connaissances et de l'expertise :

- Le comportement et l'impact des hydrocarbures et substances dangereuses dans l'environnement, le recensement des déversements accidentels en France et dans le monde, la veille technologique, les programmes d'évaluation et d'amélioration des techniques de lutte par des tests normalisés, la prospective technique et l'entretien d'une base de donnée des équipements et produits de lutte constituent le socle de cet axe.

La préparation à la lutte :

- Le soutien apporté aux autorités se traduit par des avis sur leurs plans d'intervention (ORSEC, POLMAR-Terre, eaux intérieures, espaces protégés), la participation à des exercices pratiques et d'état-major, des formations théoriques et pratiques des agents des autorités et des recommandations pour le choix des matériels et produits de lutte.

La diffusion de l'information et la documentation :

- La mise à disposition des données du Cedre se fait par voie de publications (newsletters, bulletins, guides techniques) et par mise en ligne de sa documentation sur son site internet. Son centre de documentation est également ouvert au public.

Le soutien aux politiques publiques en matière de réduction de la pollution des milieux aquatiques par les macro-déchets et microplastiques :

- Au-delà de son soutien technique apporté au ministère dans la conduite de son programme de lutte contre ces déchets, le Cedre assure le rôle de point focal de l'appui scientifique et technique dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Il est responsable thématique des indicateurs afférents et responsable du programme de surveillance. Il coordonne les réseaux nationaux de surveillance des déchets plastiques sur le littoral et issus des réseaux hydrographiques. Enfin, le Cedre participe aux instances nationales, européennes et internationales du domaine.

La formation, une activité internationale

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

Pour la seconde année consécutive, le Cedre a accueilli en avril et octobre des stagiaires allemands de HavarieKommando, institution conjointe du gouvernement fédéral allemand et des États côtiers fédéraux, créée pour mettre en place et assurer une gestion mutualisée des urgences maritimes en mer du Nord et en mer Baltique.

Organisées au Cedre et par le Cedre, ces sessions de formation essentiellement pratiques ont permis aux stagiaires d'évoluer en milieu naturel (sur les rives de la Penfeld, grâce au concours de Brest métropole) et d'être formés tout au long de la semaine à la reconnaissance de la pollution, l'or-

ganisation de chantiers ainsi qu'aux différentes techniques de confinement, de récupération et de nettoyage.

Comme en 2018, ces sessions ont également été l'occasion pour les stagiaires de tester des équipements récemment acquis par leurs services.

Satisfait de ces prestations à la carte pour son personnel, HavarieKommando a souhaité réitérer sa confiance en signant avec le Cedre un nouveau contrat pour 2021. Un partenariat franco-allemand qui perdure donc et progresse chaque année, sur la base de ses connaissances mutuelles et de ses retours d'expérience.



^ Phase pratique

+ d'infos sur

www

havariekommando.de

L'Accord de Bonn a fêté ses 50 ans

Par **Agnese Diverrès**, cheffe du service Information au Cedre.

Ce sont 50 ans de coopération réussie en matière de protection de l'environnement marin et côtier contre la pollution de la mer du Nord au sens large et de ses approches par les hydrocarbures et autres substances nocives qui ont été fêtés à Bonn le 11 octobre 2019.

50
YEARS



Bonn Agreement
50th Anniversary

Les ministres présents ont reconnu le bénéfice commun de cette coopération entre les États de la mer du Nord au sens large (rappelons que l'Irlande a rejoint l'Accord en 2001) et l'Union européenne (les parties contractantes de l'accord) pour prévenir, préparer et lutter contre la pollution marine accidentelle et illégale due aux activités maritimes et affronter les défis futurs en renouvelant et en élargissant son plan d'action stratégique.

Deux décisions importantes prises récemment ont été soulignées : l'extension du champ d'application en incluant la pollution de l'air par les navires et l'extension géographique par l'adhésion de l'Espagne. Les ministres se sont

félicités d'une série de nouveaux engagements majeurs pour faire face aux nouvelles tendances du transport maritime et d'autres activités maritimes telles que l'exploitation pétrolière et gazière en mer et ont réaffirmé que, malgré la diminution du nombre de déversements observés au cours des dernières années, les risques subsisteront toujours.

Même après 50 ans de travail efficace et axé sur les résultats, l'Accord de Bonn continue de fournir des orientations et reste une source d'inspiration, montrant à quel point une collaboration peut être efficace pour répondre aux incidents de pollution marine dans le but ultime de protéger le milieu marin.

Le Cedre contribue aux travaux de l'Accord depuis de nombreuses années, essentiellement via le groupe de travail OTSOPA (*Operational, Technical and Scientific Questions Concerning Counter-Pollution Activities*) au sein duquel il est conseiller technique de la délégation française.

Révision du Plan de Lutte

Antipollution pour la SGEPP au Gabon

De manière à se préparer à faire face à d'éventuels déversements accidentels d'hydrocarbures liquides pouvant survenir dans le cadre de ses activités, la Société Gabonaise Entreposage Produits Pétroliers du Gabon (SGEPP) a confié au Cedre la révision de son Plan de Lutte Antipollution pour son dépôt d'Owendo ainsi qu'une mission de conseil en matière d'acquisition d'équipements de lutte antipollution visant à renforcer les capacités d'intervention de son site.

Deux ingénieurs du Cedre se sont ainsi rendus à Libreville en début de prestation. Cette mission

de terrain avait pour but d'achever la collecte documentaire nécessaire à l'analyse du contexte, d'échanger sur l'expérience du site en matière d'accidentologie et de réponse apportée, d'effectuer une visite du dépôt, de ses interfaces avec le plan d'eau et de l'environnement de proximité et de lister les scénarios d'accidents à considérer pour définir conjointement les stratégies de réponses envisageables dans le contexte local. Cette visite a également été l'occasion de rencontrer, à l'initiative de la SGEPP, les acteurs clés de la réponse en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures à l'échelle

locale et nationale (autorités portuaires, gestionnaire des infrastructures du NOIP *New Owendo International Port*, sapeurs-pompiers).

Tout au long de cette mission de révision, le Cedre a pu compter sur le personnel de la SGEPP qui, à tous niveaux (opérateurs, équipe HSE et direction), s'est montré très impliqué, coopératif et conscient des enjeux liés à la révision de ce plan. Les livrables finaux ont ainsi pu être transmis et validés tout début 2020.

Nul doute que le Cedre mettra tout en œuvre pour assister la SGEPP dans la mise en application de ce nouveau plan et que nos équipes respectives auront à cœur de faire perdurer cette collaboration fructueuse initiée en 2007.

Merci à la SGEPP pour sa confiance renouvelée.

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



▲ Dépôt de la SGEPP à Owendo, Libreville - Gabon

Accueil d'une délégation norvégienne de MARINENVIRON

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

Initialement prévue en mars 2019 et reportée suite au naufrage du *Grande America*, la venue du *Norwegian Centre for Oil Spill Preparedness and Marine Environment* (MARINENVIRON) s'est finalement réalisée les 10 et 11 mars 2020. Le Cedre a ainsi accueilli dans ses locaux des représentants de cet organisme gouvernemental impliqué dans la lutte contre les pollutions et agissant sous l'égide du ministère des transports norvégien. Composée de sa directrice et d'une équipe de trois ingénieurs, la délégation a visité les installations du Cedre, notamment celles liées aux outils d'expérimentations ainsi

que le plateau technique servant de support aux formations pratiques délivrées par le Cedre à ses stagiaires en provenance des autorités publiques et du monde de l'*Oil&Gas*. Le bassin en eau profonde, la plage artificielle et ses enrochements ont notamment attiré l'attention des norvégiens. La présentation de ces outils a permis d'initier les discussions autour de deux projets de collaboration.

Le premier visait à déterminer les possibilités d'un partenariat destiné à accompagner MARINENVIRON dans son projet de création

d'un centre de préparation à la lutte contre les déversements d'hydrocarbures en mer. Le second point abordé avait trait aux possibilités de collaboration dans le cadre de la lutte contre la pollution des microplastiques et macro-déchets sur les littoraux. L'ensemble des échanges a permis de convenir de l'établissement d'un *Memorandum of Understanding*, en cours d'établissement.

Formation HNS pour le groupe ThaiOil

Par **William Giraud**, ingénieur au Cedre.

Soucieux de répondre efficacement à un éventuel déversement de produit chimique au niveau des bras de chargement ou en mer, un site industriel pétrochimique du groupe ThaiOil a fait appel à l'expertise du Cedre pour répondre à un besoin de formation de gestion de crise sur les HNS (*Hazardous and Noxious Substances* pour Substances Nocives et Potentiellement Dangereuses). Deux formateurs du Cedre se sont rendus sur son site de Sriracha en Thaïlande en mai 2019 pour donner une formation personnalisée au profit d'un groupe de 19 sta-

giaires et répondre au plus près aux enjeux spécifiques des substances chimiques fabriquées ou transportées sur le site. Parmi les produits suscitant l'intérêt de cet industriel de la pétrochimie figurait le soufre solide, pour lequel le Cedre avait réalisé une étude sur le risque en cas de déversement, ce qui a permis de proposer un contenu de formation au plus près des attentes de ThaiOil et de ses employés en charge de l'intervention d'urgence. L'approche pédagogique interactive et des exercices pratiques ont permis de faciliter l'assimilation pour une bonne prépa-

ration et une approche efficace de l'intervention sur HNS. En marge de la formation, le responsable des opérations des quais de chargement du site ThaiOil a invité les formateurs du Cedre à visiter les installations du site. Les échanges ont permis d'identifier les points forts et ceux perfectibles pour répondre efficacement en cas de déversement. La visite a également été marquée par une visite du centre opérationnel de gestion des urgences de ThaiOil pour lequel le caractère innovant des équipements a pu être souligné.

À NOTER

Le nouveau site
du GI WACAF est en ligne !

+ d'infos sur

www.giwacaf.net

The screenshot shows the GIWACAF website with the following content:

- Logo: GIWACAF
- Navigation: Members' Area, Contact Us, English, Français, IMO, ipeica
- Menu: THE PROJECT - CONVENTIONS - NEWS & ACTIVITIES - COUNTRY PROFILES - PROGRESS MAP - PUBLICATIONS
- Header image: A large oil tanker ship at sea.
- Text: The Global Initiative for West, Central and Southern Africa
- Text: Governments and Industries working together to enhance oil spill preparedness, response and cooperation
- Statistics:
 - 5200+ PEOPLE TRAINED
 - 1200+ PEOPLE ATTENDING EXERCISES
 - 123 ACTIVITIES HELD
 - 23 EXERCISES ORGANISED
 - 11 REGIONAL EVENTS HELD

Nouvelle formation au catalogue



« Gestion de crises pollution des ressources en eau »

Par **Arnaud Guéna**, responsable de la production au Cedre.

Ces dernières années, des installations de production d'eau potable ont plusieurs fois été concernées par des pollutions ou des menaces de pollution accidentelle liées à des événements survenant sur l'eau ou à terre : accidents industriels, transport de matières dangereuses, naufrages, inondations, etc.

Une pollution soudaine de la ressource en eau de ces installations de production d'eau potable peut générer une situation critique nécessitant pour les acteurs concernés d'être en capacité de limiter les atteintes sur le milieu naturel, de protéger les populations, mais aussi de répondre par une gestion de crise appropriée à toute rupture de continuité d'activité en matière de production et de distribution d'eau potable.

Si des formations en gestion des crises d'exploitation existent, aucune n'est véritablement centrée sur la réponse aux pollutions de la ressource en eau.

C'est précisément pour répondre à ce besoin, et permettre aux différents acteurs (opérateurs, collectivités, administrations, responsables sûreté

et gestion de crise, sapeurs-pompiers...) de monter en compétences opérationnelles, que le Cedre, l'IMT Mines d'Alès avec qui le Cedre collabore de longue date en matière de recherche, (ES)²* et le réseau AQUA SÛRETÉ*, deux partenaires récents du Cedre, se sont associés pour proposer une formation présentielle de trois jours centrée sur la gestion des crises pollution ressources en eau. La première édition se déroulera sur le campus de l'IMT Mines d'Alès, du mercredi 10 au vendredi 12 mars 2021 à Alès (Gard).

S'appuyant sur un ensemble de retours d'expériences issus de crises de pollutions de la ressource ou de réseaux de distribution d'eau, la formation comprend à la fois des cours théoriques et pratiques faisant intervenir des praticiens issus du Cedre, de l'IMT Mines d'Alès, d'(ES)²*, de SDIS, de services de l'État et des médias.

Cette formation se clôturera par un exercice de simulation destiné à permettre aux stagiaires de synthétiser les enseignements acquis et de mieux appréhender leur rôle au sein d'une cellule de crise.



*Environmental Emergency & Security Services - (ES)

Cabinet d'ingénierie-conseil qui a pour vocation d'accompagner les collectivités locales ainsi que les gestionnaires d'infrastructures essentielles à la vie (eau, assainissement, hydroélectricité) dans l'anticipation et la gestion de crises d'exploitation.

*AQUA SÛRETÉ

Créé pour constituer un cadre permanent de rencontres, de retours d'expérience et d'échanges techniques entre opérateurs de réseaux de vie, services de l'État et fournisseurs de solutions.

OBJECTIFS

Cette formation est basée sur un ensemble de retours d'expériences portant sur des crises liées à la ressource (eau de surface, souterraine, ou de distribution). À l'issue de cette formation, les stagiaires seront capables :

- D'identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration dans la conduite opérationnelle d'une gestion de crise
- De comprendre le fonctionnement des différents acteurs de la gestion de crise (services de l'État, collectivités, opérateurs publics et privés...)
- De mieux gérer la communication de crise, y compris vis-à-vis des réseaux sociaux et des médias du direct
- D'organiser et de gérer efficacement une cellule de crise

THÈMES

Le programme s'articule autour de plusieurs thèmes :

THÈME I : Introduction et retours d'expérience

- Introduction aux pollutions accidentelles en eaux intérieures
- Retours d'expérience
- Les capteurs de détection de pollution

THÈME II : Les acteurs et leur rôle en cas de crise

- Le rôle du Préfet et des services de la préfecture
- Les transporteurs et exploitants de réseaux hydrauliques
- Le rôle de la DREAL
- Le rôle du SDIS

THÈME III : Réponse opérationnelle et modes de gestion des pollutions

- Comportement des produits déversés et stratégies d'intervention
- Les techniques d'intervention
- Les matériels de réponse
- Cas concrets

THÈME IV : La communication de crise

THÈME V : La gestion de crise

Approche théorique :

- Comment une crise peut venir impacter les organisations ?
- Exemples d'accidents qui ont pu polluer l'eau et impacter un exploitant
- Bonnes pratiques de gestion de crise

Approche pratique :

- Comment aménager une cellule de crise ?
- Quelles en sont les composantes ?
- Quels équipements doit-on y retrouver ?

Mise en situation :

Exercice de simulation de crise dans le simulateur de l'IMT : gestion d'une pollution accidentelle d'une ressource en eau ou d'un réseau de distribution.

Audition du Cedre par des parlementaires travaillant sur la pollution plastique

Par **Camille Lacroix**, ingénieure et **Loïc Kerambrun**, coordinateur scientifique au Cedre.

Le 27 avril 2020, le Cedre a été auditionné par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST, organisme commun à l'Assemblée nationale et au Sénat) dans le cadre d'une mission sur la pollution plastique.

Office parlementaire
d'évaluation des choix
scientifiques
et technologiques



À défaut de la rencontre physique et de la visite des installations prévues initialement, cet échange s'est tenu virtuellement en présence de M. Philippe Bolo, député de Maine-et-Loire, Mme Angèle Prévile, sénatrice du Lot, ainsi que de Mme Sandrine Von Campenhausen, conseillère qui assiste les deux parlementaires dans leur mission.

L'audition s'est articulée autour de trois présentations suivies d'un temps d'échange avec les parlementaires. Après une présentation générale des activités, le Cedre a détaillé ses actions portant sur la thématique des déchets aquatiques, notamment sa mission de soutien aux politiques publiques menée pour le compte du Ministère de la Transition écologique, dans

le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) et des Conventions des Mers Régionales.

Cette présentation a permis de présenter le rôle important des réseaux nationaux de surveillance des déchets sur le littoral, pilotés par le Cedre, dans l'acquisition de données sur la pollution plastique à l'échelle nationale. Dans un second temps, une présentation des connaissances acquises sur les quantités, la distribution et les impacts des déchets dans l'environnement marin a été réalisée, en s'appuyant notamment sur les résultats obtenus dans le cadre des projets CleanAtlantic, OceanWise et MICMAC dans lesquels le Cedre est impliqué.

Crise sanitaire et formations à distance

Par **Emmanuelle Poupon** et **Romain Dietschi**, ingénieurs au Cedre.

À l'instar des autres organismes de formation professionnelle, le Cedre a été affecté par la crise sanitaire mondiale Covid-19, les situations de confinement ne nous permettant pas d'accueillir les apprenants ni de nous déplacer jusqu'à eux. Ayant dû reporter, voire annuler parfois, plusieurs de nos sessions de formation, nous avons néanmoins pu nous adapter en offrant la possibilité aux personnes inscrites à la première session de la formation « État-Major lutte antipollution en mer » ainsi qu'à la formation « Navires marchands et acteurs du monde maritime en cas d'événement de mer » de les suivre à distance, depuis leur bureau ou leur domicile.

Initialement programmée du 6 au 9 avril, la première session de notre formation « État-Major lutte antipollution en mer » avait été reportée au début du mois de juin. Début avril, nous commençons à nous interroger sur de possibles alternatives selon l'évolution de la situation sanitaire. C'est ainsi que, forts d'une plateforme d'hébergement de formation déjà existante,

développée en collaboration avec l'Office International de l'Eau et encouragés par le CEPPOL, notre partenaire principal pour l'organisation de cette formation, nous avons opté pour la mise en place de classes virtuelles.

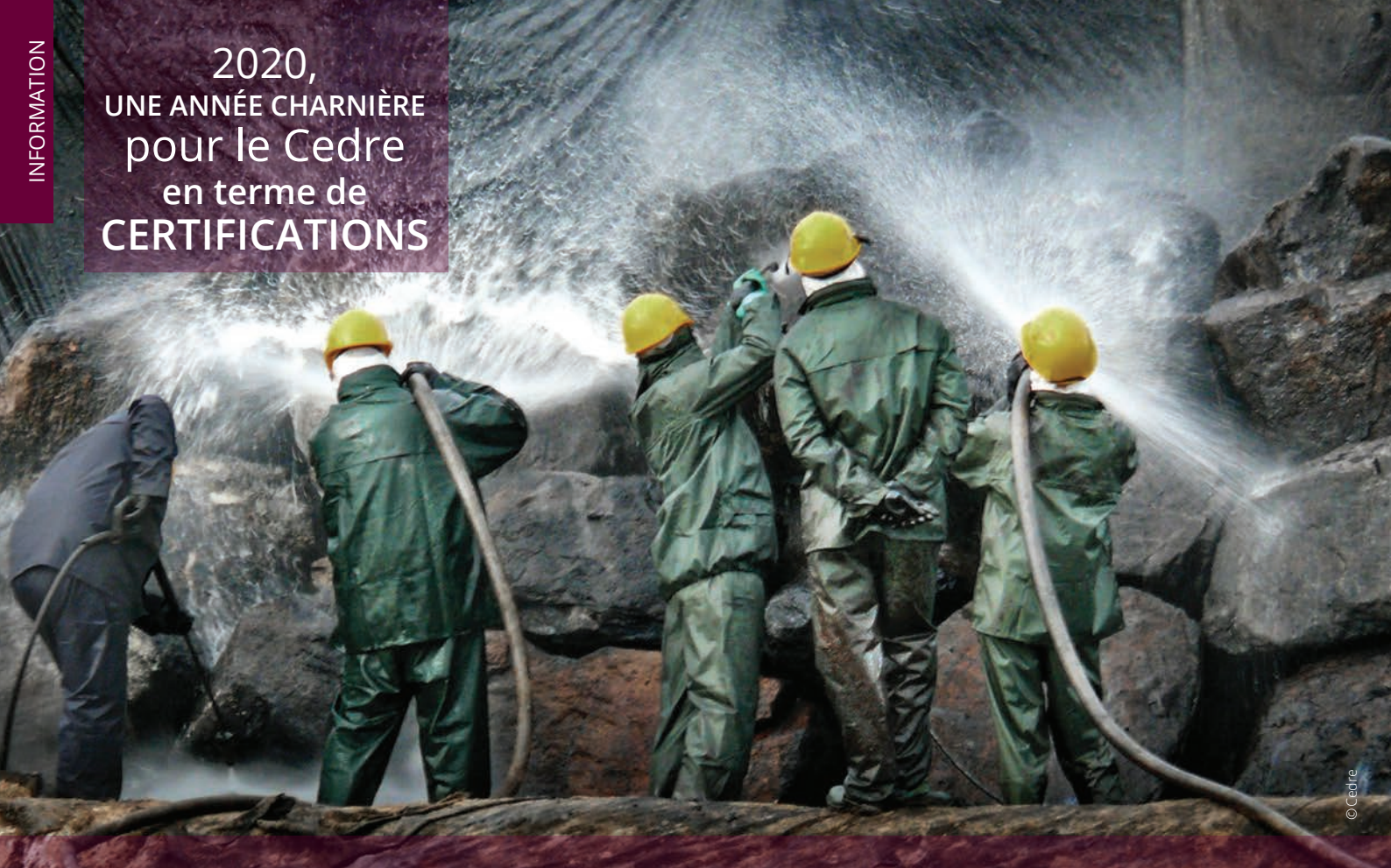
Du 2 au 4 juin, à l'issue de la première phase de déconfinement, une quinzaine d'apprenants ont donc pu suivre les modules de formation dispensés par le Cedre et plusieurs intervenants extérieurs, de manière synchrone ou en décalé, en se connectant à notre plateforme de formation en ligne elearning.cedre.fr. Malgré l'absence de l'exercice sur table qui clôt habituellement la formation, les retours des stagiaires ont globalement été très positifs, plusieurs d'entre eux soulignant leur satisfaction d'avoir pu suivre cette formation malgré les circonstances dégradées imposées par la crise sanitaire.

L'expérience a été renouvelée une seconde fois, du 3 au 5 novembre, à l'occasion de la formation « Navires marchands et acteurs du monde maritime en cas d'événement de mer ».

Ainsi, ce sont plus de 16 formateurs qui se sont relayés en ligne pour dispenser l'ensemble des classes virtuelles aux stagiaires. L'expérience acquise lors de la précédente formation à distance a permis d'effectuer une transition rapide d'un mode présentiel à un mode distanciel. Enfin, la possibilité de suivre les modules en différé a permis à certains stagiaires de profiter de la formation, et ce malgré des conditions de suivi fortement impactées par la COVID-19 (astreinte, convenances personnelles, etc.). Lors du tour de table de fin de stage, les apprenants ont mis en avant la qualité des intervenants, qui ont joué le jeu de la formation à distance, certains en mettant à profit l'interactivité permise par ce système (sondage, travail participatif, etc.).

Et ce n'est pas fini, puisque c'est sur ce même format qu'est construite la session de formation Gestion de crise ORSEC/POLMAR-Terre qui s'est déroulée du 7 au 10 décembre.

2020, UNE ANNÉE CHARNIÈRE pour le Cedre en terme de CERTIFICATIONS



Par **Vanessa Lebriez**, service Études et Formation au Cedre.

Fin 2019, le Cedre entamait des démarches auprès du Nautical Institute (NI), organisme britannique certificateur, afin d'obtenir son habilitation à délivrer des formations aux standards de l'OMI. Cette certification a été obtenue en novembre 2020 pour les formations dédiées à la lutte contre les pollutions maritimes par hydrocarbures de niveaux OMI OPRC 0, 1, 2 et 3 et les formations dédiées à la lutte contre les pollutions maritimes par produits chimiques de niveaux OMI OPRC-HNS 1 et 2. Rappelons ici que pour les formations OMI-OPRC, le niveau 0 correspond à une journée d'introduction sur la préparation et la lutte contre les pollutions par hydrocarbures, le niveau 1 aux formations pour les personnels de lutte, le niveau 2 aux formations pour les commandants sur site et le niveau 3 aux formations pour les administrateurs et les gestionnaires seniors. Dans le cadre

des formations OPRC-HNS, le niveau 1 s'adresse aux premiers intervenants, superviseurs et commandants sur place et le niveau 2 aux administrateurs et gestionnaires seniors.



Début 2020, le Cedre décidait de conforter son activité formation en allant chercher la certification Qualiopi (issue de la réglementation française). À échéance du 31/12/2020 (reportée au 31/12/2021 suite au contexte sanitaire), la loi du 5 septembre 2018 instaurait l'obligation

de certification pour tous les prestataires proposant des actions de formation, intervenant sur le marché conventionnel (fonds publics et/ou fonds mutualisés/paritaires). Cette certification, régie par le Référentiel National Qualité (RNQ) QUALIOPi comporte 7 critères répartis en 32 indicateurs portant prioritairement sur les modalités de conception et de réalisation d'une prestation de formation. À l'issue de l'audit, le Cedre a conforté sa démarche et a ainsi été certifié Qualiopi pour les 4 ans à venir. Cette certification permet de démontrer notre conformité réglementaire et d'assurer le financement de notre activité formation.



NOUVELLES PUBLICATIONS

TOUTES NOS PUBLICATIONS SONT EN TÉLÉCHARGEMENT LIBRE sur notre site

www cedre.fr

Rubrique Ressources



Guide d'intervention chimique « Condensats »
(56 pages)

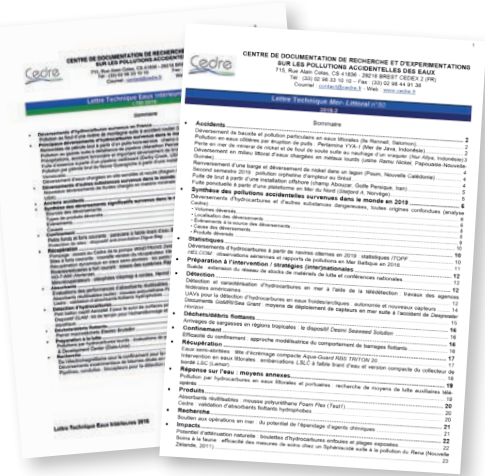
Nous allons éditer dans les prochains jours un nouveau guide chimique dédié aux condensats. Il s'adresse aux professionnels qui peuvent être confrontés à un déversement accidentel de condensats en milieu aquatique. Destiné aux opérateurs aussi bien qu'aux décideurs, ce guide pratique vise à apporter les informations utiles à la conduite de la lutte antipollution ou à l'élaboration de plans d'intervention pour faire face à un tel déversement. Son objectif est de permettre un accès rapide aux in-

formations de première nécessité ainsi que de fournir des sources bibliographiques pertinentes pour la recherche de données complémentaires. Il contient des données expérimentales ainsi que les résultats de scénarios correspondant à des cas réels d'accidents. Sa version numérique sera disponible gratuitement sur le site internet du Cedre (Rubrique Ressources/Publications/Guides opérationnels) et sa version papier est en vente au prix de 25 €.

Lettres Techniques

Véritables mines d'information, nos Lettres Techniques « Mer et Littoral » et « Eaux Intérieures », publications bimensuelles, 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 récupéra-

tion, les techniques de lutte, les produits de lutte, 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. Dernières publications : les « Lettre Technique Mer et Littoral » n°49 et 50 et la « Lettre Technique Eaux Intérieures » n°28. Retrouvez-les en ligne (Rubrique Ressources/Publications/Lettres techniques).



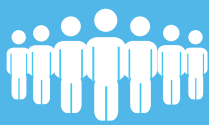
Une nouvelle publication annuelle : « Pollustats »

Dernier né des publications du Cedre, le « Pollustats » est édité annuellement en version bilingue français/anglais. Ce document 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. Retrouvez les Pollustats pour les années 2017, 18 et 19 sur notre site internet (Rubrique Ressources/Accidentologie/Statistiques).





Basé à BREST depuis **40 ans**



50 personnes

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