

POLLUTION ET MARÉES NOIRES, LA LUTTE CONTINUE

Emmanuel Durocher, Noël Baffier, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *La lutte physico-chimique contre les marées noires : trente ans d'expérience* de François-Xavier Merlin publié dans l'ouvrage « La chimie et la mer » EDP Sciences, 2009, ISBN : 978-2-7598-0426-9



Figure 1. Le naufrage de l'Amoco Cadiz au large des côtes du Finistère en mars 1978. Source : NOAA, 16 mars 1978, Portsall, Finistère, France.

Avec un trafic maritime (1) en hausse et l'apparition de situations de guerre, de terrorisme ou de piraterie, les risques de pollution augmentent et le problème des marées noires reste d'une cruelle actualité. Pour les français, les marées noires engendrées par l'Amoco Cadiz, l'Exxon Valdez, l'Erika, le Prestige et le Torrey Canyon sont synonyme de pollution de centaines de kilomètres de plages, de catastrophes écologiques, d'intoxications de la faune et de la flore (Figures 1, 2 et 3).

Pour lutter contre les impacts environnementaux des marées noires, les chimistes développent des techniques et des produits chimiques.

LES TECHNIQUES DE LUTTE ANTIPOLLUTION PÉTROLIÈRE EN MER

Lorsque le pétrole (2) s'est déversé dans le milieu marin, il convient d'entreprendre au plus vite, avant que la situation n'empire, toutes les actions néces-

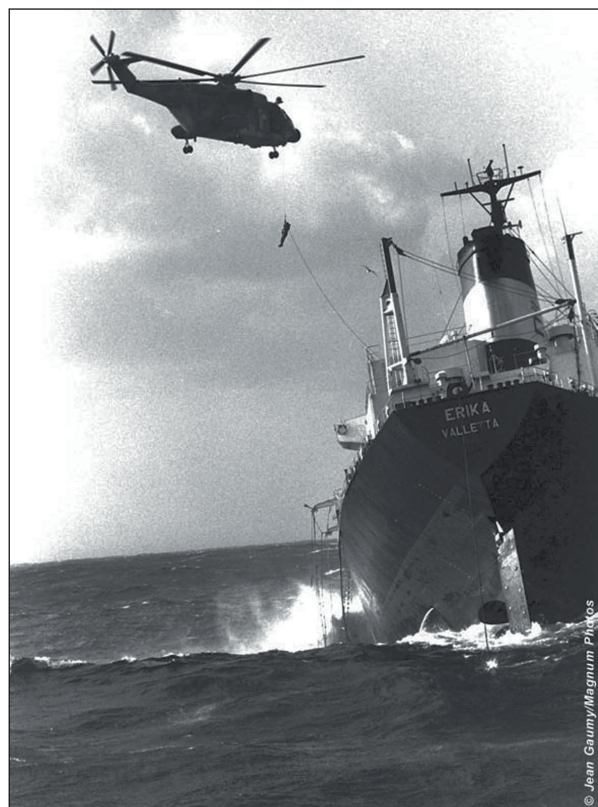


Figure 2. Le naufrage de l'Erika en décembre 1999 a pollué une grande partie de la côte atlantique française. Source : Jean Gaumy/Magnum, 13 juillet 2005. Bulletin du Cedre N°13 – 1^{er} et 2^e semestres 1999 – 1^{er} semestre 2000, page 10. [Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux].

saires visant à réduire l'impact de la pollution, notamment l'impact à long terme. En mer, quatre stratégies existent et peuvent être combinées : la récupération, le brûlage *in situ*, la dispersion ou ne rien faire.



Figure 3. Le Prestige s'est brisé en deux lors de son naufrage près des côtes de la Galice en Espagne, il transportait 77 000 tonnes de fuel lourd. Source : BSAM/Douanes Françaises, 19 novembre 2002. Photo réalisée à bord de l'avion POLMAR II des Douanes Françaises. Rapport d'activité 2002 du Cedre, page 7.

La **récupération** vise à limiter l'extension, confiner la nappe de pétrole en recueillant le pétrole. Pour comprendre les difficultés techniques de cette opération, il suffit de réaliser une petite expérience en essayant de récupérer à la petite cuillère l'huile dans une émulsion d'huile dans l'eau... Cette difficulté est exacerbée lorsque la mer est de surcroît agitée.

Lorsque le pétrole contient assez de composés légers et inflammables, une technique envisageable est de **bruler *in situ* les hydrocarbures** pour s'en débarrasser. Cette technique pose des problèmes environnementaux et de sécurité par l'abondance des fumées qu'elle génère. C'est pourquoi on ne l'utilise que très loin des zones fréquentées, par exemple en zone Arctique.

La dispersion est la technique privilégiée depuis une trentaine d'années. Elle consiste à pulvériser sur les nappes de pétrole, une molécule tensioactive, appelé dispersant (3). Cette technique est délicate à mettre en œuvre en raison de l'éventuel fractionnement des nappes de pétrole, des conditions météorologiques parfois difficiles (vent, vagues), des contraintes géographiques. Les dispersants (Figure 4) sont composés de molécules présentant d'un côté une affinité pour les graisses et de l'autre une affinité pour l'eau. La pulvérisation d'un tensioactif sur le pétrole combinée au mouvement perpétuel de la mer permet de solubiliser le pétrole dans l'eau de mer sous forme de micelles. La toxicité du pétrole s'estompe lorsque les micelles de pétrole sont suffisamment disséminées dans l'eau de mer.

Si le pétrole était resté en surface, le vent aurait poussé le pétrole sur les côtes (Figure 5). Cette technique permet donc de réduire les dégâts sur les

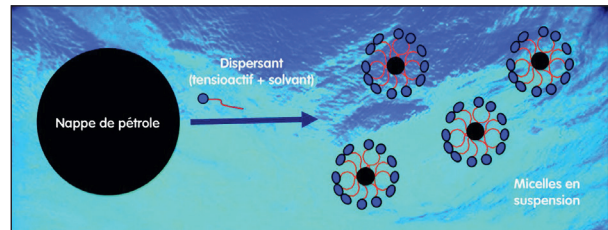


Figure 4. Un tensioactif est un composé qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces.

Les composés tensioactifs sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles présentent deux parties de polarité différente : une « tête polaire » [hydrophile : miscible dans l'eau] et une « queue lipophile » [qui retient les matières grasses]. Grâce à cette structure, les tensioactifs utilisés dans les formules de dispersants ont le pouvoir de piéger le pétrole (matière grasse) dans l'eau de mer, en formant des micelles : on obtient alors une suspension de particules de pétrole dans l'eau. C'est le principe de la dispersion.

côtes (4). Elle est applicable loin des côtes ou des zones écologiquement sensibles et nécessite des conditions de dilution suffisantes en termes d'agitation, de profondeur... De plus, cette technique n'est pas efficace sur un pétrole lourd. Or en quelques heures à quelques jours, un pétrole déversé en mer vieillit et devient de plus en plus lourd. La dispersion est donc utilisable, lorsque le pétrole est frais, en début de pollution pendant la « fenêtre de dispersibilité ».

Lorsque l'on n'a pas d'autre solution, on suit l'évolution de la situation en prenant en compte le navire conduisant à la marée noire, la géographie des lieux, la météo, l'extension de la marée noire... Cette décision est prise en dernier recours quand les autres techniques ne peuvent pas être mises en œuvre.

LA DISPERSION, UNE TECHNIQUE EN PROGRÈS APRÈS DES DÉBUTS DIFFICILES

Initiée en 1967, avec l'accident du *Torrey Canyon* (Figure 6), la technique de dispersion utilisait des

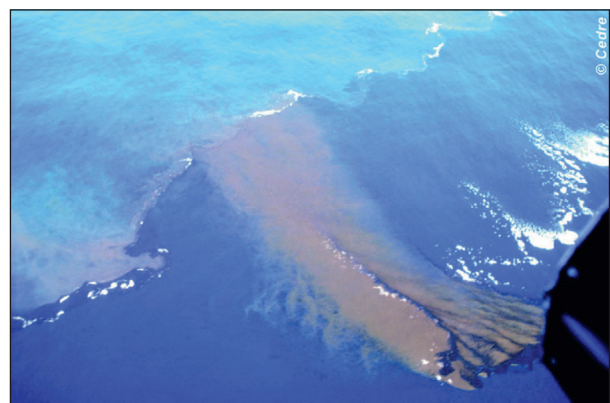


Figure 5. Au passage de la vague sur la nappe traitée, le pétrole se met en suspension : il apparaît un nuage beige. Source : Cedre.

composés fortement toxiques (5), comme des solvants aromatiques, qui attaquaient l'environnement. À l'époque, il aurait été préférable de ne pas agir sur la marée noire, les dégâts sur les côtes auraient été moins dévastateurs qu'avec l'utilisation des dispersants. Depuis, la technique suscite la controverse auprès du grand public. Pourtant les chimistes ont amélioré les produits et la mise en œuvre.

En France et en Angleterre, on teste la toxicité des produits dispersants sur la crevette, tandis qu'en Norvège, on utilise des algues. Depuis les années 1980, ces tests ont permis d'utiliser des produits dispersants qui sont moins toxiques que les hydrocarbures. Aujourd'hui, des dispersants de « troisième génération » ont été développés sans solvants aromatiques et plus concentrés en tensioactifs (6).

L'utilisation d'avions et hélicoptères permet un épandage rapide sur de grandes surfaces, quelles que soient les conditions de mer (Figure 7).

Pour limiter les pertes, plusieurs essais ont été réalisés au sol. Deux paramètres ont été testés : le taux de traitement (dont l'ordre de grandeur est de 5 % de la masse de pétrole) et la taille de la goutte (dont l'optimum se situe autour de 700 µm). Les navires sont moins réactifs mais plus précis. Il leur est par exemple possible d'adapter les doses de dispersants localement, en fonction de l'épaisseur de la nappe. Pour ce faire, ils peuvent moduler leur vitesse et leur taux de traitement. Leur passage dans



Figure 6. Le 18 mars 1967, l'accident du Torrey Canyon fut la première grande catastrophe liée aux marées noires. Source : DR, 18 mars 1967, Îles Scilly.



Figure 7. (A) Épandage aérien dispersant au Canadair. Essai de calibration au sol de l'épandage. (B) Le Cessna équipé du POD en train d'épandre le dispersant. Source : [A] Cedre/IFP, 1980, Cuers ; [B] SAM/Douanes Françaises, 25-27 mai 2004.

la nappe génère de plus une agitation qui favorise la dispersion (Figure 8).

Enfin, les procédures d'intervention ont été définies pour notamment tenir compte de la direction et le sens du vent. Des procédures de guidage des moyens d'épandage ont également été mises au point. Des cartes ont été réalisées qui établissent avec précision les zones où la dispersion est possible sans risque pour l'environnement (Figure 9).

VERS DES AMÉLIORATIONS ET UNE HARMONISATION MONDIALE

Actuellement, les recherches se concentrent sur l'étude de l'évolution et du vieillissement des pétroles déversés en mer et l'amélioration des techniques



Figure 8. Des navires de la Marine nationale sont équipés pour épandre des produits dispersants. Source : Marine nationale, 2004.

d'application dans des environnements hostiles, notamment en présence de glace comme en Arctique.

Les limites géographiques d'emploi sont également susceptibles d'être améliorées : le programme DISCO-BIOL cherche à préciser la toxicité du pétrole dispersé

pour mieux définir les limites des zones traitables [7].

Pour le moment, chaque pays a ses stocks de produits, ses équipements et ses procédures d'efficacité et de toxicité, alors que certains pays n'ont pas de procédure propre. Un effort mondial d'harmonisation est en cours : un groupe international d'experts a rédigé un guide de l'OMI (Organisation Maritime Internationale) [8] De plus, l'Agence européenne de sécurité maritime tente également d'harmoniser la réglementation et favoriser les accords afin de simplifier les procédures en particulier dans des zones frontalières comme en Manche entre la France et l'Angleterre.

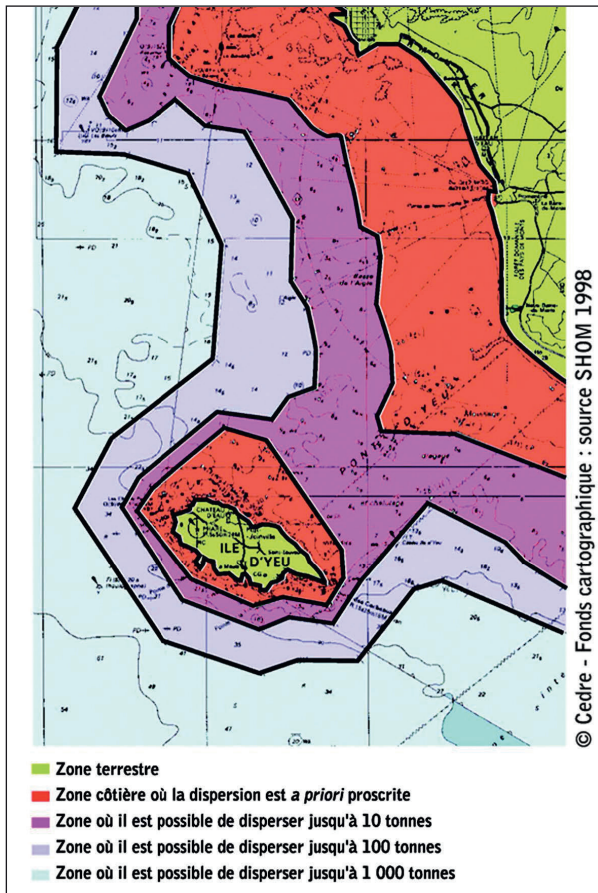


Figure 9. Définition des trois limites géographiques françaises fondées sur la profondeur et les distances pour trois niveaux de pollution. Source : Cedre – Fonds cartographique, SHOM, 1998.

POUR EN SAVOIR PLUS

[1] Chimie et construction navale

<http://www.mediachimie.org/node/572>

[2] L'extraction du pétrole et du gaz

<http://www.mediachimie.org/node/2092>

[3] Tensioactifs basés sur les sucres

<http://www.mediachimie.org/node/248>

[4] L'homme, la chimie et la mer : connaître la contamination pour la combattre

<http://www.mediachimie.org/node/279>

[5] Fiches toxicologiques

<http://www.mediachimie.org/node/572>

[6] Les enjeux de la recherche en toxicologie et écotoxicologie dans le cadre de la mise en œuvre de REACH

<http://www.mediachimie.org/node/1256>

[7] Biochimie naturelle et traitement de l'eau : de la chimie des écosystèmes et des cocktails...

<http://www.mediachimie.org/node/284>

[8] animateur Hygiène Sécurité Environnement (HSE) [fiche métier]

<http://www.mediachimie.org/node/212>

Noël Baffier, professeur honoraire d'université, ancien directeur des Études de l'École d'Ingénieurs de Chimie Paristech, spécialité de recherches : science des matériaux

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

Emmanuel Durocher, professeur de physique-chimie, formateur dans l'académie de Créteil

Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie