



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

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

Tél : (33) 02 98 33 10 10

Fax : (33) 02 98 44 91 38

E- mail : contact@cedre.fr

Web : www.cedre.fr

Recherche & Développement news

R&D N – 2007.02

R&D News aborde quatre thèmes :

- **Expérimentation sur l'impact de la fraction soluble en fioul lourd sur le système immunitaire du bar commun et de l'huître creuse**
- **Expérimentation en mer DEPOL 07**
- **Tests de toxicité aiguë d'une substance vis -à-vis de la crevette *Palaemonetes varians***
- **Etude de l'effet du temps de contact sur l'efficacité des dispersants (Projet PERF)**

Photos source Cedre

Expérimentation sur l'impact de la fraction soluble en fioul lourd sur le système immunitaire du bar commun et de l'huître creuse

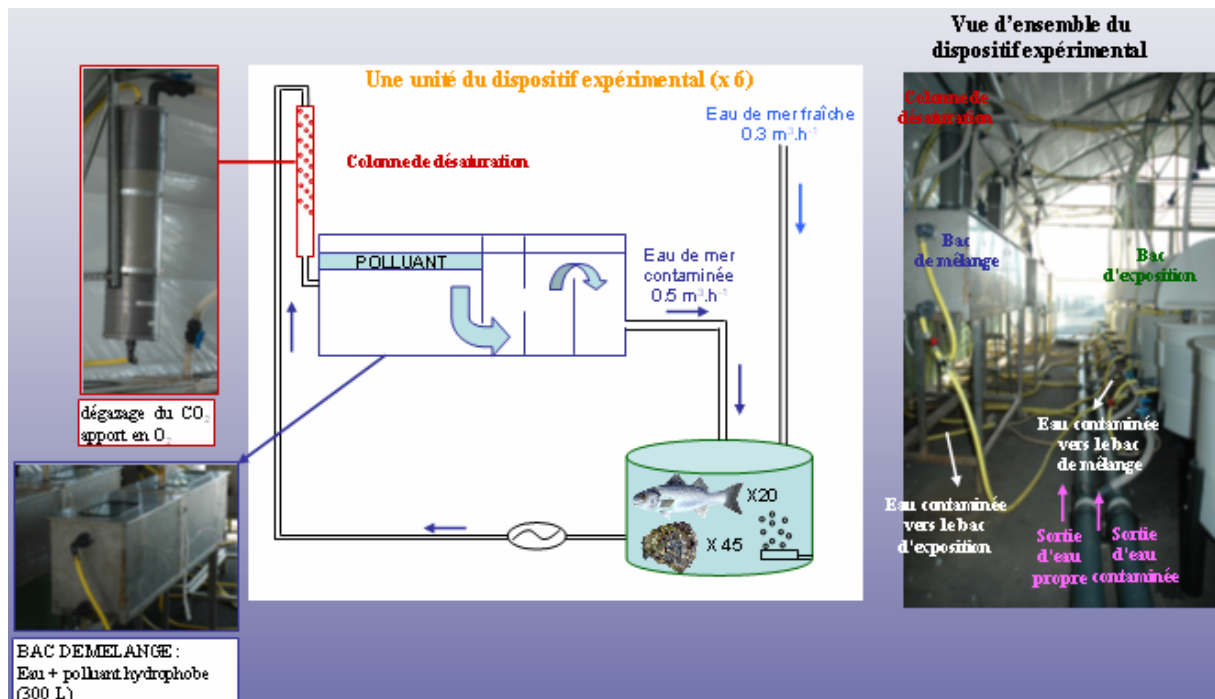
Dans le cadre des études visant à caractériser la toxicité et l'impact de polluant sur des organismes marins, une expérimentation a été mise en place dans la serre le 22 septembre 2007. Cette étude entre dans le cadre de la programmation 2005 (3296) et elle bénéficie d'un financement de la région Poitou – Charente (projet Eurocips), étude réalisée en partenariat avec le CRELA de l'Université de La Rochelle, l'Ifremer (La Tremblade et Brest), l'AFSSA site de Ploufragan-Plouzané et le LEMAR de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (Plouzané).



L'expérimentation a permis d'évaluer l'impact de la fraction soluble d'un fioul lourd et des Light Cycle Oils (LCOs) sur l'immunité de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*, 400 individus) et du bar commun (*Dicentrarchus labrax*, 120 individus). Pour ce faire, le dispositif « banc écotox » a été utilisé. Au total, 3x1 L de pétrole ont été déversés dans 3 unités du « banc écotox », les 3 autres unités servant de témoin. Chaque unité est constituée d'un bac d'exposition, d'un bac de contamination, d'une pompe, de bulleurs et d'une colonne d'oxygénation. En parallèle de la stabulation des polluants, les animaux ont été acclimatés pendant deux semaines



L'exposition des organismes a été d'une semaine puis elle a été suivie d'une semaine de décontamination en eau propre. Tout au long de ces deux phases, un échantillonnage hebdomadaire (par prise de sang) des organismes a été réalisé (90 huîtres et 30 bars par semaine) ainsi qu'un suivi de la contamination de la phase aqueuse (détermination de la concentration en hydrocarbures dissous en GC/MS).



Au vu des premiers résultats obtenus, pour les deux types d'organisme, la capacité de phagocytose, c'est-à-dire l'ingestion de bactéries par le biais de cellules immunitaires, semble être un indicateur biologique optimal pour détecter l'effet d'une marée noire sur le système de défense des deux organismes testés.

Expérimentation en mer DEPOL 07

Du 21 au 24 mai, le *Cedre* a organisé, conjointement avec la Marine Nationale et les Douanes françaises, une expérimentation en mer impliquant des déversements limités d'huile végétale et d'hydrocarbures, traités ensuite par dispersion. Cette opération, nommée DEPOL 07 et placée sous l'autorité et le commandement opérationnel de la Ceppol, avait pour objectif principal l'évaluation de moyens de détection de nappes de polluant, dans un but de guidage opérationnel de navires récupérateurs à échelle locale. Elle a notamment permis d'évaluer le système néerlandais SeaDarq (radar de détection installé sur le navire et permettant de visualiser sur un écran les positions des nappes à proximité du navire), et d'apporter une contribution à deux projets actuellement soutenus par l'ANR, le projet DETHERPOLMAR (détection de nappes par caméra infrarouge thermique), et le projet RAPACE (drone captif permettant de déployer à partir du navire un système de vision déporté).



Déversement d'une nappe par cylindre flottant



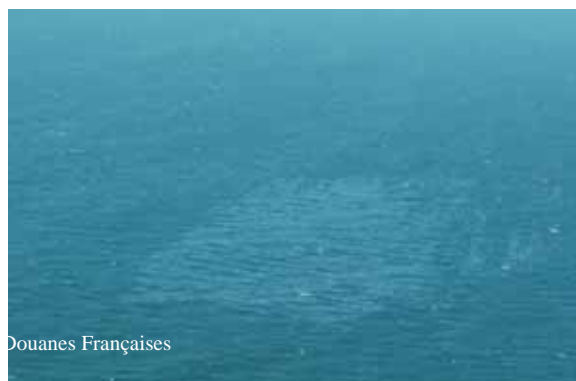
La caméra infrarouge DETHERPOLMAR



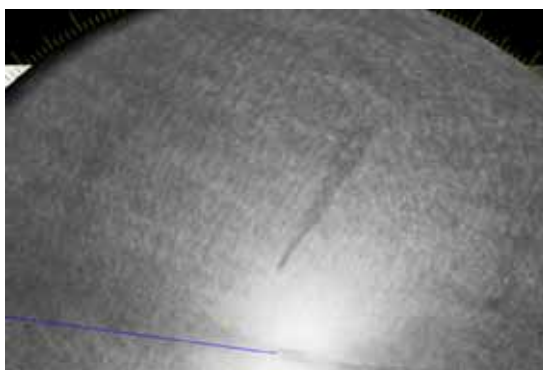
Installation du radar SeaDarq sur l'Alcyon



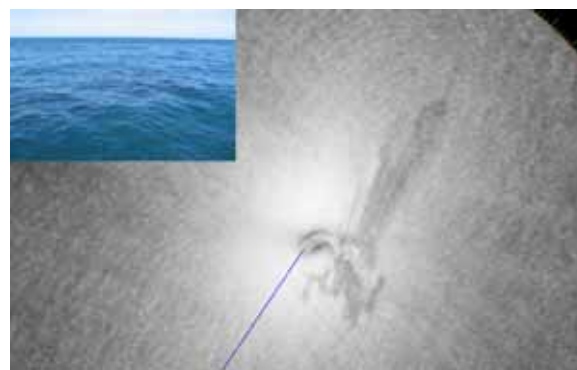
Vols de détection par l'avion des Douanes



Vue aérienne de la nappe B (huile de tournesol)



Visualisation d'une nappe par SeaDarq (en bleu : route du navire)



Visualisation, au SeaDarq, du traitement de la nappe par dispersant

Tests de toxicité aiguë d'une substance vis-à-vis de la crevette *Palaemonetes varians*

En France l'utilisation des dispersants pour le traitement des nappes de pétrole en mer fait l'objet de recommandations et de directives administratives qui stipulent l'utilisation de produits validés. L'objectif de cette étude était de transférer au Cedre la méthode pour l'évaluation de la toxicité aiguë d'une substance vis-à-vis de la crevette marine *Palaemonetes varians*, méthode qui fait partie du protocole français pour la validation des dispersants (NF T. 90-349).



Le dispositif expérimental est placé dans un local thermostaté de $15\pm 1^\circ\text{C}$.

Il est constitué de :

- 2 bacs pour le stockage des animaux, en polyéthylène haute densité (PEHD)
- 1 bac de stabulation de forme rectangulaire, en verre, équipé d'un système de filtration
- 12 bacs de forme cylindrique, en polyméthacrylate de méthyle, pour l'exposition des organismes
- 12 bacs de forme rectangulaire, en verre, pour la décontamination des organismes



Bac de stockage en PEHD pour les crevettes blanches *Palaemonetes varians*:



Bac de stabulation où l'eau circule en circuit fermé au travers d'un filtre de marque EHEIM



Banc écotox constitué de 12 unités comprenant un système d'agitation



Unité de décontamination alimentée en eau de mer courante montée en série

48 heures avant le début de chaque expérimentation, 400 crevettes de taille homogène sont transférées dans un bac de 100L.

Le banc « écotox » est constitué de 12 cuves munies de couvercles, comprenant chacune un agitateur équipé d'une hélice pour assurer la bonne homogénéisation du milieu. La vitesse de rotation de 800tr/min. est assurée par un moteur électrique. Les crevettes mises à jeun sont réparties dans les bacs par une répartition tournante de 10 crevettes, pour obtenir 30 individus par bac.

Les crevettes sont transférées dans une unité de décontamination composée de 12 bacs montés en série alimentés en eau de mer courante non recyclée provenant d'Océanopolis.

La méthode repose sur la détermination de la Concentration Létale (CL50) après exposition des organismes au produit pendant 6 heures, suivie d'une phase de récupération pendant 24 heures. Une gamme de concentration est réalisée avec un toxique de référence le Noramium D.A. 50 afin de tester le bon état physiologique des crevettes. La substance à analyser est ensuite testée à différentes concentrations.

La CL50 est calculée pour le toxique de référence ainsi que pour les substances analysées. Les résultats sont analysés et exprimés au seuil de confiance de 95% au moyen d'un modèle log-logistique.

Objectifs de l'étude

L'objectif de ce projet PERF¹ (Petroleum Environmental Research Forum) était de déterminer si l'application des dispersants était envisageable dans des conditions de faible énergie. Ainsi, la dispersion ne se produit pas directement après le traitement mais uniquement lorsque les conditions locales d'énergie ont suffisamment évolué pour générer une énergie d'agitation. La période de contact dispersant/hydrocarbures testée dans le cadre de cette étude est de quelques heures à plusieurs jours (jusqu'à deux semaines).

Deux cas de figure ont été envisagés : une application en mer sans énergie d'agitation, pour des températures de 0°C à 25°C, ainsi que la possibilité du traitement d'hydrocarbures déposés et/ou piégés par la glace.

Protocole expérimental

Un pétrole de chacune des 4 grandes catégories de natures chimiques (asphalténique, naphthénique, paraffinique et waxy) a été testé. Pour simuler l'évaporation en mer, les pétroles bruts ont été distillés à 200°C (à l'exception du waxy, à 150°C, pour éviter le figeage à 25°C, la température maximale de l'étude). Les deux dispersants commerciaux utilisés pour l'ensemble des essais ont été sélectionnés suite à une pré-étude visant à identifier les plus efficaces sur les 4 bruts caractéristiques. De plus, un dispersant « modèle » a été défini afin de disposer d'un produit dont la composition chimique est connue, et qui peut donc être analysée tout au long des expérimentations.

Le protocole du test de l'IFP a été choisi dans le cadre de cette étude car il se rapproche des conditions environnementales qui devaient être simulées :

- Faible énergie d'agitation, ce qui peut simuler un accroissement d'énergie après une période de calme.
- La procédure standard de mesure d'efficacité des dispersants fait appel à un processus de dilution qui est activé pendant toute la durée du test, soit une heure. Ce processus de dilution a également été utilisé pour tous les essais lors de la phase de latence après application du dispersant, ce qui recrée les phénomènes de lessivage des tensio-actifs rencontrés en milieu naturel.

Les conditions expérimentales étaient les suivantes :

- Températures de 0, 15 et 25°C sans congélation préalable,
- Tests à 0°C après décongélation des hydrocarbures piégés ou déposés sur la glace (la couche de glace est maintenue pendant toute la durée de latence, après application des dispersants).
- Temps de contact de 1 minute (condition standard), 6, 12, 24, 72, 168 et 336 heures.

Les mesures effectuées pour chaque test sont :

- Mesure de l'efficacité selon le protocole standard du test IFP (à l'exception du temps de contact),
- Pour les essais effectués avec le dispersant modèle, analyse, au sein des hydrocarbures, de la teneur des différentes bases constitutives du dispersant modèle.
- Tous les essais ont été effectués en duplicats.

La matrice de test ayant conduit à une mesure d'efficacité est présentée tableau 1.

Tableau 1 Matrice de tests pour les mesures d'efficacité

Pétrole	Troll B 200°C+			Balder 200°C+			Oseberg 200°C+			Ringhorne 150°C+		
Type	Naphthénique			Asphalténique			Paraffinique			Waxy		
Température (°C) Temps de contact (hrs)	DM	D1	D2	DM	D1	D2	DM	D1	D2	DM	D1	D2
25°C (1 min)				✓			✓			✓		
1				✓			✓			✓		
6				✓						✓		
24				✓						✓		
72				✓						✓		
168				✓			✓			✓		
336				✓			✓			✓		
15°C (1 min)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1		✓									✓	✓
6		✓									✓	✓
24	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
72				✓			✓			✓		
168	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
336	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
0°C (1 min)	✓			✓			✓			✓		
1	✓			✓			✓			✓		
6												
24												
72												
168	✓			✓			✓			✓		
336	✓			✓			✓			✓		

DM : Dispersant Modèle

D1 : Dispersant commercial 1

D2 : Dispersant commercial 2

¹ PERF : Petroleum Environmental Research Forum. Association regroupant des compagnies pétrolières (ExxonMobil, Total, Statoil, ...) ainsi que divers organismes impliqués à différents niveaux de la lutte antipollution (COOGER, MMS, OSRL, ...).

Descriptif du projet accessible à partir du site www.perf.org

Conclusion

Les principaux enseignements de cette étude sont que l'efficacité des dispersants demeure globalement satisfaisante, même pour des temps de contact prolongés. Cependant, des variabilités ont été mises en évidence selon la nature des pétroles considérés :

- Pour les bruts naphthéniques et asphalténiques, l'efficacité des dispersants est conservée, même pour des durées de deux semaines, et ce pour toutes les températures d'essais (de 0 à 25°C).
- Pour les bruts paraffiniques, cette efficacité est conservée aux températures les plus élevées, des baisses significatives apparaissant aux basses températures.
- La dispersibilité des bruts « waxy » est rapidement affectée par un temps de contact prolongé, même de quelques heures. Cette tendance est d'autant plus affirmée que la température est basse.

Ainsi, il apparaît que la capacité d'un hydrocarbure à demeurer dispersible après un temps de contact prolongé est d'autant plus élevée que son point d'écoulement est bas.

Pour ce qui concerne les phénomènes de lessivage, il apparaît que l'efficacité de la dispersion est difficilement corrélable à la teneur résiduelle en dispersants. En effet, des efficacités élevées ont été mises en évidence pour des pertes de l'ordre de 75% alors que, à l'inverse, de faibles dispersions ont été mesurées pour des pertes en principe actifs très limitées. Aussi, il apparaît que ce sont majoritairement les propriétés physiques des pétroles qui contrôlent l'efficacité des traitements, la précipitation des paraffines à basse température étant à ce titre l'un des phénomènes majeurs.

Enfin, de manière plus opérationnelle, cette étude montre qu'il est envisageable d'appliquer les dispersants dans des conditions de très faible énergie dans la mesure où des évolutions des conditions environnementales permettent de générer, dans les jours qui suivent, une énergie d'agitation compatible avec une dispersion en mer.