

Recherche & Développement news

R&D-08-01

R&D News aborde quatre thèmes :

- ✓ Mise en place d'un protocole de dispersion d'un produit pétrolier - Détermination de la toxicité aiguë de pétrole dispersé sur le bar commun, *Dicentrarchus labrax*
- ✓ Optimisation du lavage des substrats rocheux pollués par des hydrocarbures
- ✓ Essais de la barge de dépollution Cataglop XL
- ✓ Traitement des Epaves, nettoyage de finition : Problématique, méthodes et mise en œuvre pratique

Photos source Cedre

Mise en place d'un protocole de dispersion d'un produit pétrolier - Détermination de la toxicité aiguë de pétrole dispersé sur le bar commun, *Dicentrarchus labrax*

Dans le cadre des études visant à caractériser la toxicité et l'impact sur les organismes marins d'un produit pétrolier dispersé au moyen de tensioactifs, des expérimentations ont été conduites depuis fin janvier 2008 dans le cadre du projet **DISCOBIOL** (**D**ispersants et techniques de lutte en milieux **c**ôtiers : effets **b**iotiques et apports à la réglementation). Cette étude est réalisée en partenariat avec le LIENSs de l'Université de La Rochelle, l'AFSSA site de Ploufragan-Plouzané et l'UPCI de l'Université de Brest, TOTAL, INNOSPEC Ltd).

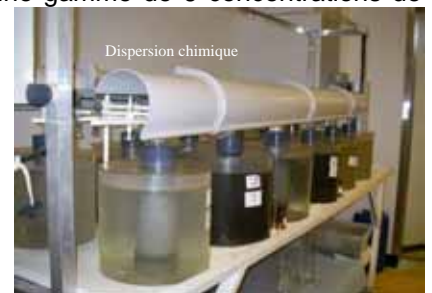
Ces expérimentations ont permis d'évaluer la toxicité du produit pétrolier Arabian light, étêté à 110 °C, dispersé ou non, sur le bar commun (*Dicentrarchus labrax*, 6 x 60 individus).

Le plan d'expérience retenu :

- fraction soluble du pétrole (WAF),
- pétrole dispersé mécaniquement et chimiquement,
- dispersants seuls (OD 4000 et Finasol).



Les organismes ont été exposés à une gamme de 6 concentrations de pétrole dans un banc écotoxicologique. Chaque bac est composé d'une cuve perspex (17 L) dans laquelle tourne une hélice permettant la circulation de l'eau de haut en bas. La décontamination se fait dans des bacs alimentés individuellement en eau de mer.



Afin de valider le dispositif et le protocole utilisé, des essais préliminaires ont été effectués sur des crevettes, *Palaemonetes varians*.

Une période de décontamination en circuit ouvert de 24 heures fait suite à une période d'exposition de 24 heures en système fermé. Les concentrations en hydrocarbures ont été suivies par spectroscopie au cours de la contamination.

Au vu des premiers résultats obtenus, une solution de pétrole dispersé chimiquement serait plus toxique que la solution dispersée mécaniquement ou que sa fraction dissoute. Seule la toxicité aiguë de la solution de pétrole dispersé chimiquement a pour le moment pu être estimée à environ 800 ppm chez le bar commun.



Optimisation du lavage des substrats rocheux pollués par des hydrocarbures

Suite à un déversement d'hydrocarbures, l'efficacité du nettoyage par jet d'eau haute pression des roches souillées est influencée par la nature du polluant et du substrat et également par le degré de vieillissement du polluant, lui-même lié au délai d'intervention sur le site pollué. En 2007, le Cedre a initié un programme expérimental visant à optimiser les réglages d'un nettoyeur haute pression (NHP) en fonction de ces paramètres.

L'étude expérimentale a été réalisée à partir du banc de lavage, un outil automatisé développé au Cedre permettant de recréer de façon reproductible le nettoyage haute pression tel qu'il est entrepris sur le littoral.

Cet outil est composé de :

- un caisson en inox vitré sur 2 de ses 4 côtés ;
- un chariot sur lequel repose la buse du nettoyeur haute pression ;
- un plateau destiné à recevoir les supports sur lesquels sont réalisées les expérimentations ;
- un dispositif de vérins permettant le déplacement du chariot dans un plan parallèle au plateau support des plaques ;
- un nettoyeur haute pression qui alimente en eau la buse et exerce la pression nécessaire au lavage ;
- un coffret électrique permettant le programme de déplacement des 2 vérins ;
- une réserve d'eau de mer.



La pollution du substrat rocheux a été simulée à l'aide de plaques de granite artificiellement enduites d'un fioul lourd. La quantité d'hydrocarbures adhérent aux plaques est déterminée par spectrophotométrie. Les essais de nettoyage ont été réalisés en triplicat pour des températures de 15, 30, 45, 60 et 77°C à des pressions allant de 5 à 100 bars. Le but a été de déterminer, pour chaque température étudiée, la pression minimale au-delà de laquelle le nettoyage n'est pas significativement plus important.

Les données expérimentales ont mis en évidence l'importance de la température sur le rendement du nettoyage. Ainsi, sans utilisation de produit de lavage, à partir d'une température de l'eau de 45°C et d'une pression de 30 bars, le rendement de nettoyage moyen est de 70 % (i.e. pourcentage de fioul décollé du substrat) [figure 1]. Pour des températures inférieures à 35°C, ce taux de rendement n'est jamais atteint dans la gamme de pressions testée.

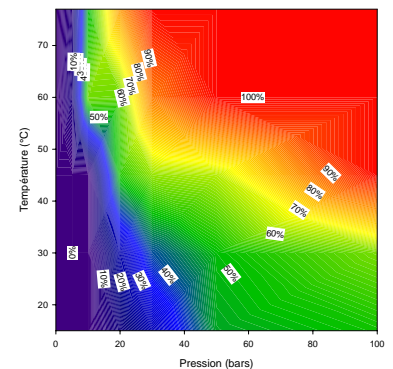


Figure 1 : Rendements de nettoyage de substrats rocheux souillés par un fioul lourd en fonction des réglages du NHP.

Dans le cas de l'utilisation de produit de lavage, nous avons pu constater que globalement pour des températures supérieures ou égales à 45°C, les rendements de nettoyage ne diffèrent pas significativement des résultats obtenus sans produit de lavage. Par contre, pour des températures de 15°C et 30°C, les rendements de nettoyage sont significativement plus importants.

Les essais de nettoyage réalisés sur le fioul vieilli à différents degrés (afin de simuler, par exemple, un délai d'intervention sur une zone difficile d'accès) ont révélé des baisses de rendements de nettoyage significatives dès 2 jours de vieillissement.

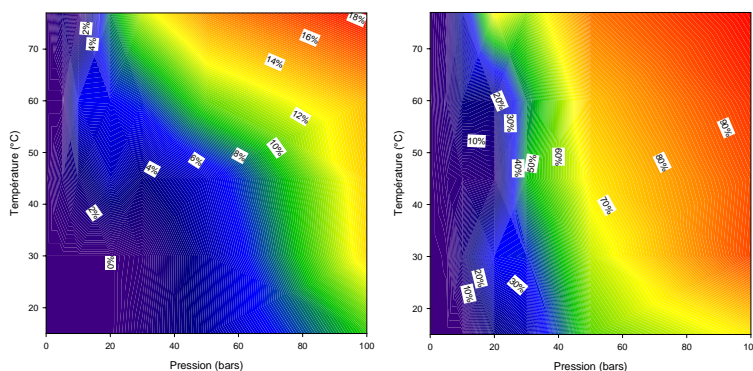


Figure 2 : Rendements de nettoyage de substrats rocheux souillés par un fioul lourd après 61 jours de vieillissement sans produit de lavage (gauche) et avec produit de lavage (droite) en fonction des réglages du NHP.

Essais de la barge de dépollution Cataglop XL

Des essais ont été menés au *Cedre* en mars 2008 sur la barge de dépollution portuaire Cataglop XL proposée par l'entreprise Ecoceane. Cette barge, destinée à la récupération de macro-déchets et de polluants fluides flottants, fonctionne sur un principe d'écoulement continu, au cours duquel la couche de surface du plan d'eau, mise en circulation dans la barge, est écrémée afin de séparer puis stocker le polluant dans une cuve située dans la partie arrière de la barge, avant de le transférer vers un stockage externe.

Cinq types d'essais ont été menés sur la barge, et ont permis de confirmer ses qualités et performances intéressantes pour la récupération de polluants flottants, ainsi que d'identifier divers ajustements susceptibles de l'améliorer :

1. Essais de manœuvrabilité : ils ont révélé une manœuvrabilité relativement bonne, assortie d'une bonne stabilité de la barge, laquelle se révèle donc, après une nécessaire prise en main par l'opérateur, bien adaptée aux zones de travail ciblées (ports, avant-ports, littoral).

2. Essais d'évaluation du pouvoir d'aspiration : ils ont permis de quantifier l'effet d'attraction du polluant vers la barge, avec un phénomène d'avalent particulièrement marqué dans le premier mètre devant l'entrée de la barge, et significatif jusqu'à environ 5 m.

3. Essais de récupération de macro-déchets : ils ont permis de confirmer le bon fonctionnement du principe de panier relevable, et l'efficacité de la manœuvre associée.

4. Essais de récupération d'hydrocarbures : effectués sur trois types d'hydrocarbures et un résidu, ils ont mis en évidence de bonnes performances de la barge pour la récupération, notamment en mode dynamique (15 m³/h sur fioul moyen, 20 m³/h sur fioul lourd, 30 m³/h sur coupe pétrolière légère, et même 35 m³/h sur des résidus de mélanges de fiouls). Enfin, ces essais de récupération ont permis de déterminer les paramètres optimaux de la barge pour la récupération, en fonction du type de produit.

5. Essais de remplissage de la capacité de stockage : ils ont été effectués sur un résidu d'hydrocarbures. Limités, par rapport au programme initial, par la quantité d'hydrocarbure finalement disponible, ils n'ont pu valider la capacité de stockage interne que jusqu'à 1,8 m³ de polluant, valeur clairement inférieure à la capacité interne effective de la barge dans les conditions de l'essai. D'autre part, ce cinquième essai a mis en évidence les trop faibles capacités de la pompe centrifuge de bord pour le transfert de ce type de polluant.

Outre ces évaluations des performances et qualités intrinsèques de la barge, les essais ont permis d'identifier des voies potentielles de perfectionnement. En premier lieu, la pompe centrifuge de transfert doit être réévaluée pour le travail sur des hydrocarbures moyens à lourds. D'autre part, il est apparu intéressant



Essais sur fioul moyen : rejets en aval de la barge en mode statique

de disposer à bord, d'un kit de matériel annexe, en cas de récupération sur un déversement d'une certaine taille.



Essai d'aspiration de macro-déchets (ici absorbant en vrac), la barge étant à poste fixe



Essai dynamique sur fioul lourd

de disposer d'un système d'alerte permettant de contrôler les rejets au niveau du venturi. La possibilité de diminuer un peu plus la vitesse de rotation de l'hélice pour la phase de récupération pourrait également permettre d'affiner les réglages, notamment en termes de rejets et de remous créés. Par ailleurs, davantage de confort et d'efficacité pourraient éventuellement être gagnés dans la phase de vidage de la cuve, notamment en cas d'utilisation intensive de la barge (intervention sur accident conséquent), par l'utilisation d'une tête d'écumage ou d'un dispositif de type embout sélectif. A titre de perfectionnement, la collecte des macro-déchets pourrait être également affinée par une augmentation du débattement en rotation du panier, et l'ajout de pattes de levage sur la caisse. Enfin, il pourrait être intéressant

Traitement des Epaves, nettoyage de finition : Problématique, méthodes et mise en œuvre pratique

Dans le cadre de la programmation 2007 « **TRAITEMENT DES EPAVES, NETTOYAGE DE FINITION ET MISE EN ŒUVRE PRATIQUE** », des essais sur maquette ont été entrepris dans la « colonne d'eau » du *Cedre*. Il s'agissait de vérifier s'il était possible de neutraliser une épave en solidifiant par injection de produits gélifiants les impompables piégés dans les hauts de ses cuves en vue de garantir dans le temps tout risque de fuite venant de cette épave.



Fig 2

Plusieurs types de gélifiants ont été testés sur plusieurs types de polluants, différents notamment par leur viscosité. Le gélifiant a été libéré depuis le bas [figure 1] de la colonne du hall d'essais (de 5m de haut) remplie d'eau de mer [figure 2], et dans le haut de laquelle une cage de verre souillée de polluant simulait le fond de cale d'un navire coulé.



Fig 1

Une fois le gélifiant libéré, deux heures lui étaient laissées pour agir. Après ces deux heures, la maquette de verre toujours

plongée dans l'eau, un bouchon de liège bouchant un trou au sommet de celle-ci était retiré afin de laisser remonter le pétrole non solidifié à la surface [figure 3]. La mesure de cette masse non solidifiée [figure 4] comparée à la masse initiale de polluant versée dans la maquette permettait alors d'établir un « coefficient de gélification ».



Fig 3



Fig 4

Parallèlement, pour évaluer l'aspect de l'épaisseur de la couche « gélifiable », 4 cylindres ont été remplis de deux polluants de viscosité différente ([figure 5], associés chacun à deux gélifiants différents par leur conditionnement (l'un en poudre, l'autre en flocons). Les cylindres ont été observés durant deux semaines pour juger du comportement de ceux-ci sur du moyen terme.



Fig 5

Les résultats de ces expériences indiquent qu'il est illusoire d'espérer atteindre une gélification **totale** (notamment en cas de structures complexes), mais qu'il apparaît bien envisageable d'assurer la

stabilisation d'une **part majoritaire** de polluant, de façon certaine dans le cas de pétroles légers, mais également dans le cas de fuels lourds (au moins dans les gammes de viscosité utilisées lors des essais). Certaines observations, effectuées ici dans des conditions expérimentales simplifiées, ne pourraient toutefois être confirmées clairement que sur un essai en grandeur réelle. Par ailleurs, l'aspect de la tenue à long terme du gel formé n'a évidemment pas pu être abordé sur la durée du programme, et reste un point clé du succès de telles techniques.