



Le projet DISCOBIOL : L'utilisation des dispersants dans les eaux côtières ou estuariennes

François Xavier Merlin (1), Stéphane Le Floch (1), Matthieu Dussauze (1),
Michael Theron (2), Claire Quentel (3), Hélène Thomas (4),

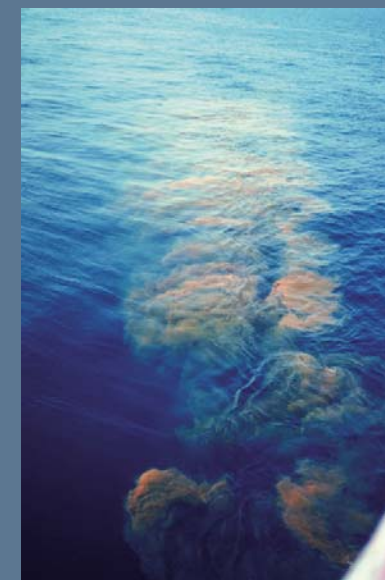
(1) Cedre,
(2) ORPHY-UBO Brest Université Européenne de Bretagne
(2) (3) ANSES , Agence Nationale de Sécurité Sanitaire,
(4) LIENS, CNRS-Université de La Rochelle

Email: Francois.Merlin@cedre.fr

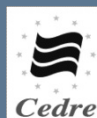


La dispersion chimique

- Mise en suspension de l'huile en fine goutelettes dans la colonne d'eau
- Prévenir ou réduire les arrivages de polluant à la côte
- Favorise le biodégradation de l'huile
- Limitations sur les huiles visqueuses ou vieilles



www.cedre.fr
contact@cedre.fr



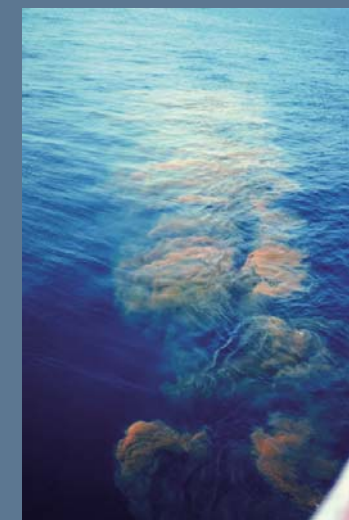
La dispersion chimique

3

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



- **Augmentation temporaire et locale de la toxicité de l'huile**
- La toxicité de l'huile dispersée dépend de sa concentration dans la colonne d'eau et de ce fait des conditions de dilution du nuage dispersé.
- NEBA : (net environmental benefit analysis) l'analyse du bénéfice environnemental



N.E.B.A.

- **Définition**

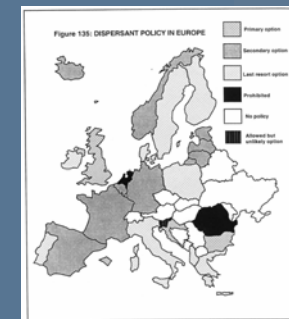
- Analyse du bénéfice environnemental (résultant de l'usage des dispersants)
- Comparaison entre les conséquences résultant de l'usage et du non usage des dispersants pour une situation donnée (pétrole, localisation, saison....)
- Comparaison entre l'impact du pétrole dispersé et non dispersé (laissé tel quel) sur les ressources vivantes locales (et ressources économiques).

- **Objectif**

- Permettre de décider quant à l'usage ou non de la dispersion chimique

- **Exemple**

- Situation hauturière (offshore)
 - Peu de ressources vivantes
 - Fort potentiel de dilution
- Situation côtière
 - De nombreuses ressources vivantes (biotope riche et diversifié)
 - Éventuellement restriction à une dilution rapide du nuage dispersé



www.cedre.fr
contact@cedre.fr



N.E.B.A.

- *En pratique :*

- *L'analyse NEBA est un processus difficile, long (non compatible avec une situation d'urgence).*
- *L'analyse NEBA ne peut être conduite que pendant la préparation de la lutte : la préparation des plans d'urgence*
- *Dans les faits, cette analyse est souvent réduite à la définition de limitations quant à l'usage des dispersant près des côtes basées sur la profondeur d'eau, la distance à la côte et parfois la proximité d'éléments sensibles (biologiquement et économiquement)*

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Limitations à proximité de la côte

Près de la côte les possibilités de dilution et la proximité des ressources sensibles conduisent à limiter l'usage des dispersants.



Limitations dans l'Union Européenne

- Allemagne: interdit dans les eaux côtières peu profondes (<10m), les zones abritées et/ou de profondeurs comprises entre 10 et 20 m font l'objet de restriction
- Italie: nécessité d'une autorisation spécifique lorsque la profondeur est <30 m et la distance à la côte <1 NM
- Malte: généralement interdit quand la distance à la côte est <3 NM et la profondeur <60 m
- Norvège: interdit quand la profondeur est <20 m et la distance <200m
- GB: nécessité d'une autorisation spécifique lorsque la profondeur est <20 m et la distance à la côte <1 NM

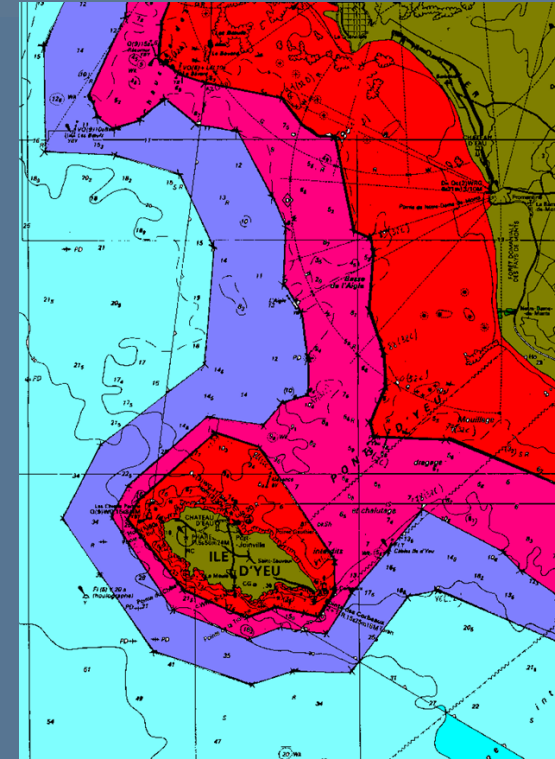
www.cedre.fr
contact@cedre.fr



France : le concept de dilution

La dilution doit tenir compte du volume d'eau disponible qui lui même dépend de la profondeur d'eau et de la distance à la côte.

- Exigence française :
 - 1) concentration en pétrole dispersé < 10 ppm
 - 2) le potentiel de dilution = f (quantité d'huile)



• Huile (T)	Distance (NM)	Profondeur (m)
	10	0.5 5
100	1	10
1000	2.5	15

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Concentrations en huile dispersée

En mer (ex. Pollution du Sea Empress 1995- 72 000t déversées)

Up to 10 ppm straight after dispersant spraying
1 ppm 2 days after
0.5 ppm 1 week after
0.2 ppm 1 month after
Background level 3 months after



Telles que considérées dans des analyses NEBA (NOAA)

Consensus on exposure thresholds of concern in ppm for dispersed oil in ppm

Exposure	Level of concern	Sensitive life stages		Adult fish		Adult crustacea	
		Regular	More protective	Regular	More protective	Regular	More protective
0-8 h	Low	< 5	< 1 – 5	< 10	< 10	< 5	< 5
	Medium	5-10	5 – 10	10 – 100	10 – 100	5 – 50	5 – 50
	High	> 10	> 10	> 100	> 100	> 50	> 50
8-24 h	Low	< 1	< 0.5	< 2	< 0.5	< 2	< 0.5
	Medium	1 – 5	0.5 – 5	2 – 10	5 – 10	2 – 5	0.5 – 5
	High	> 5	> 5	> 10	> 10	> 5	> 5
24-96 h	Low	< 1	< 0.5	< 1	< 0.5	< 1	< 0.5
	Medium			1 – 5	0 – 5	1 – 5	0.5 – 1
	High	> 1	> 0.5	> 5	> 5	> 5	> 1

Objectifs du programme DISCOBIOL

- Recommandations quant à l'usage des dispersants dans les eaux côtières ou estuariennes en climat tempéré
 - Améliorer les guides opérationnels traitant de la dispersion
- Acquisition d'une base d'information technique robuste quant à la toxicité due à l'huile dispersé

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Description du programme DISCOBIOL

- Comparaison de la toxicité et de l'impact de l'huile dispersée et non dispersée dans les principaux environnements estuariens
 - Phase 1 A & B => La colonne d'eau
 - Phase 2 A & B => Vasière & Marais
 - Travaux complémentaires
 - Phase 3 réalisation de recommandations sur l'utilisation des dispersants
- Plusieurs espèces représentatives des environnements étudiés : poissons (pélagique & benthique), bivalves et crustacés
- Tests conduits sur de l'huile dispersée (pas sur la fraction soluble)
- Tests conduits avec de l'huile partiellement vieillie/évaporée (pour simuler une huile qui aurait déjà passé quelques heures en mer)
- Exposition courte 24h (initialement)... puis 48h

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Phase 1A Objectif et contenu

- *Obtenir des données de base sur la toxicité aigue de l'huile dispersée et non dispersée [CL₅₀(24h)]*
 - Sur poisson (Bar, Turbot et Mulet),
 - Sur bivalves (Huître et moule)
 - Sur crustacé (Crevette)



- *Méthode:*
 - *Un pétrole, 2 dispersants*
 - *Exposition à des concentrations croissantes*
 - *Exposition 24h puis 24h de récupération en eau claire*
- *Equipement:*



Conditions expérimentales

DM = Dispersion Mécanique

DC1 = Dispersion Chimique avec le dispersant A

DC2 = Dispersion Chimique avec le dispersant B

T = Témoin ou Contrôle (sans huile)

PS = Particules sédimentaires (minérales)

PSDC1 = Particules sédimentaires (minérales)+ Dispersion Chimique avec le dispersant A

ds1 = dispersant A seul

ds2 = dispersant B seul

WSF = Fraction solubles (Water Soluble Fraction)

www.cedre.fr
contact@cedre.fr

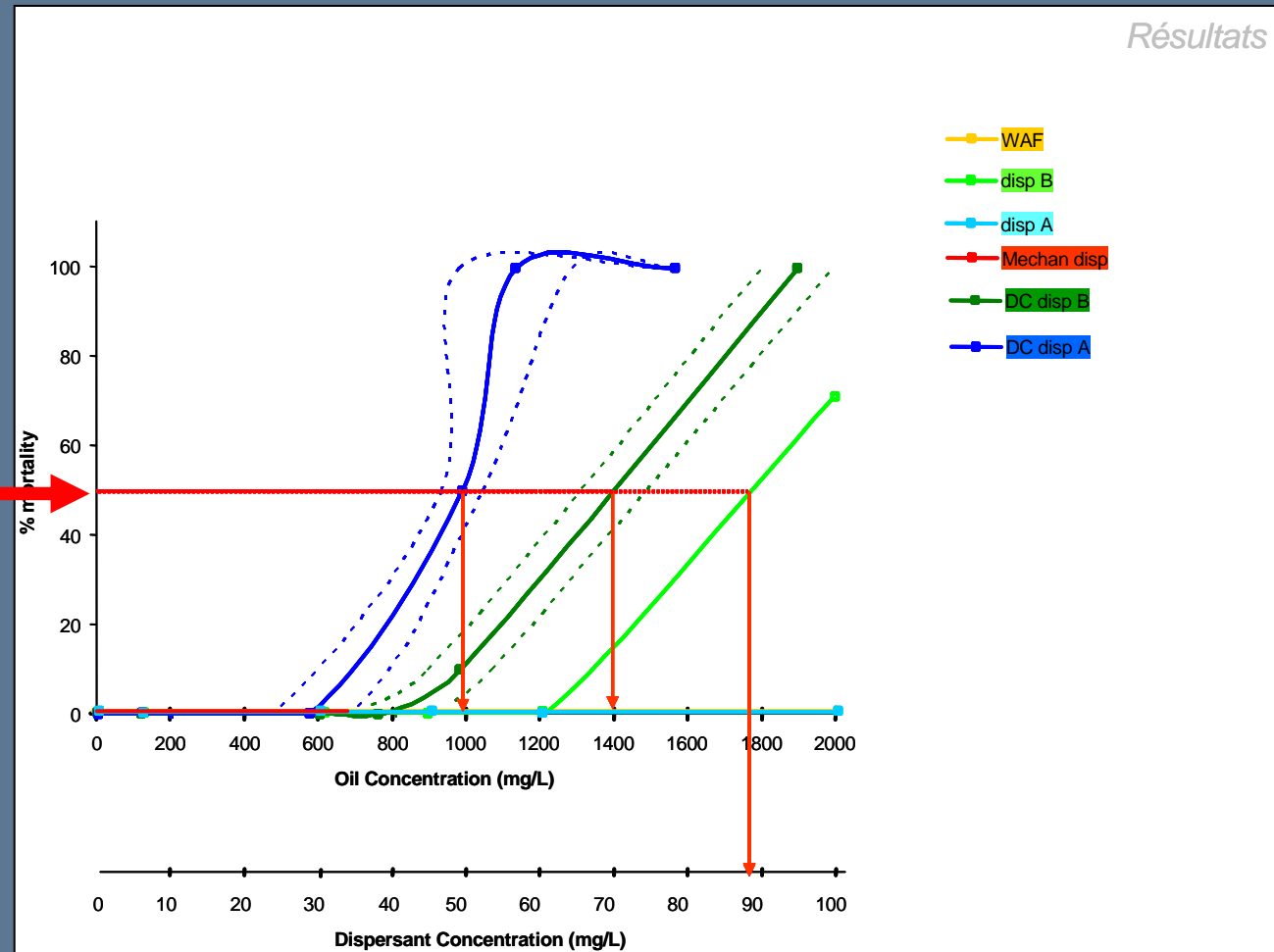


Phase 1 A Résultat sur le poisson

- CL_{50} sur le Bar



50%



Phase 1 A Résultats

- CL_{50}

	DM	DC1	DC2
Crevette	non atteinte	---	700 ppm
Bar	non atteinte	870 ppm	1175 ppm
Turbot	non atteinte	315 ppm	480 ppm
Mullet	non atteinte	680 ppm	1270 ppm

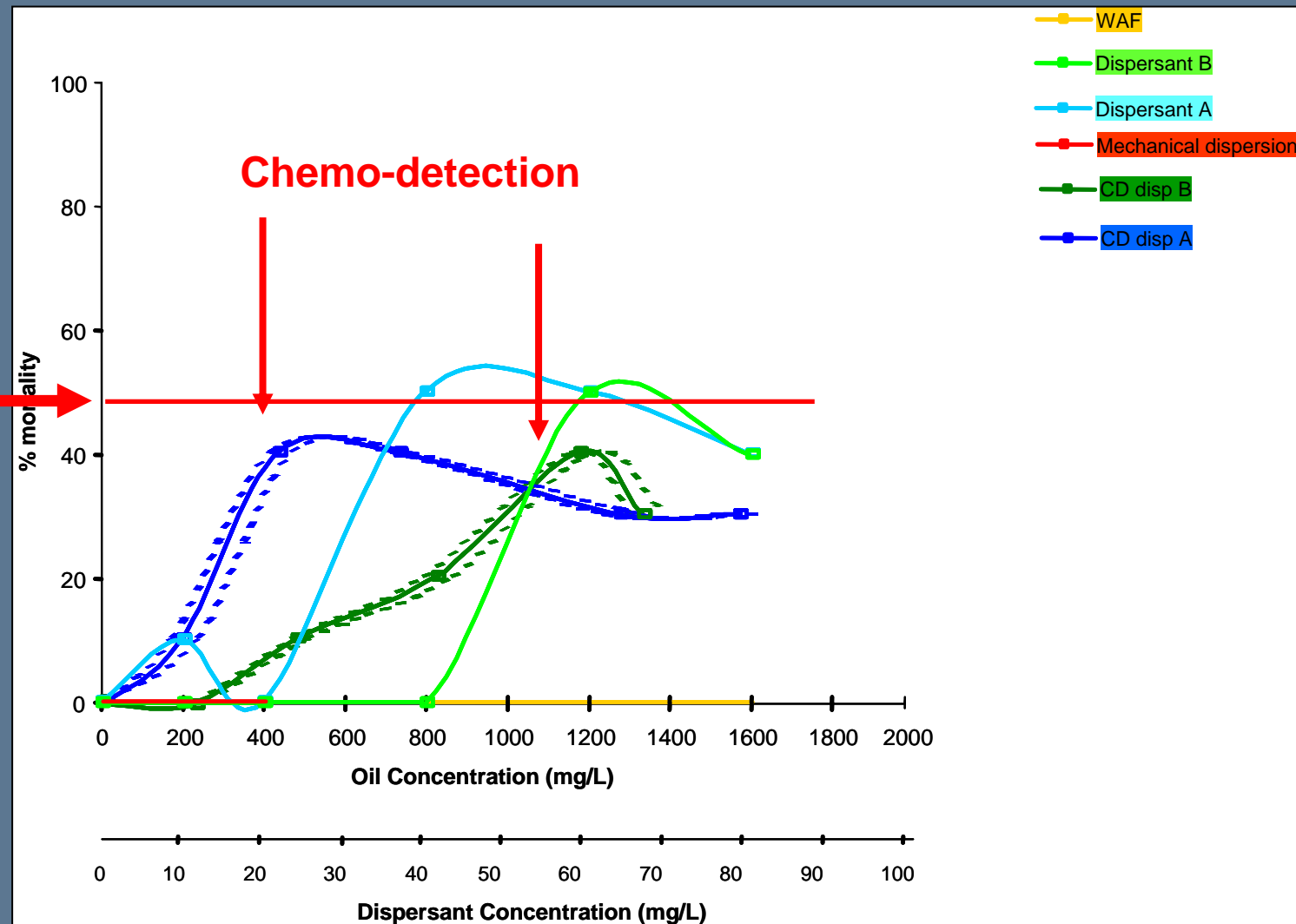


www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Phase 1A Résultats sur le bivalve

- *Courbe de réponse : pas de CL₅₀ 24h*



www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Phase 1 A Conclusions

- *CL50 pour DM jamais atteinte*
- *Toxicité : DC > DM*
- *Effet de la dispersion chimique sur les fonctions respiratoire*
- *CL50 24h >>> les concentrations d'huile dispersée réellement observées lors des accidents (ppm à x10ppm)*
- *Ces résultats montrent qu'aucune mortalité (sur l'adulte) ne devrait résulter de l'usage des dispersants*
- *Cependant, quid de possibles effets sublétaux ??*

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



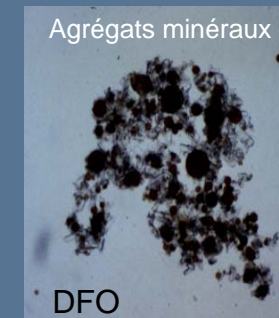
Phase 1B : Objectifs

Objectifs

Chercher les effets sublétaux qui pourraient résulter d'expositions plus réalistes à de l'huile dispersée

Contenu

- Espèces:
 - poisson (Bar, Turbot et Mulet),
 - bivalves (Huître et Moule)
- Exposition: **X10 ppm (30 to 70 ppm), 48 h**
- Particules minérales en suspension: retraduire les conditions estuarienne ; modèle expérimental : argile (*montmorillonite*)
- Paramètres étudiés
 - Chimiques (concentration d'huile dans l'eau – dispersées et dissoutes et bio-accumulation dans les tissus)
 - Biologiques (biochimiques, physiologiques),



www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Phase 1B Analyses et mesures

POISSON:

- HAP bioaccumulation
- Physiologie / Homéostasie cellulaire
 - équilibre Hydromineral, (Osmolalité, [Na⁺], [Cl⁻], [K⁺])
 - échanges Gazeux (pO₂, pCO₂),
 - équilibres Acid-Base (pH, [HCO₃⁻], pCO₂, Bu, fer line slope Contamination level)
- Métabolites biliaires (343 : 383 nm, 380 : 430 nm)
- Système immunitaire (Glucose, cortisol, lactate)

BIVALVE:

- PAH bioaccumulation
- Système immunitaire
 - activités phénoloxidase (catécholase et laccase)
 - stabilité de membrane des lysosomes (LMS)
 - Enzyme - activités antioxidant (SOD, CAT, GPx)

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Phase 1B : Method & equipent



Bacs d'exposition: x14 (300 litres)

Pompes , filtres UV....

Bac de stabulation : x4 (4000 litres)

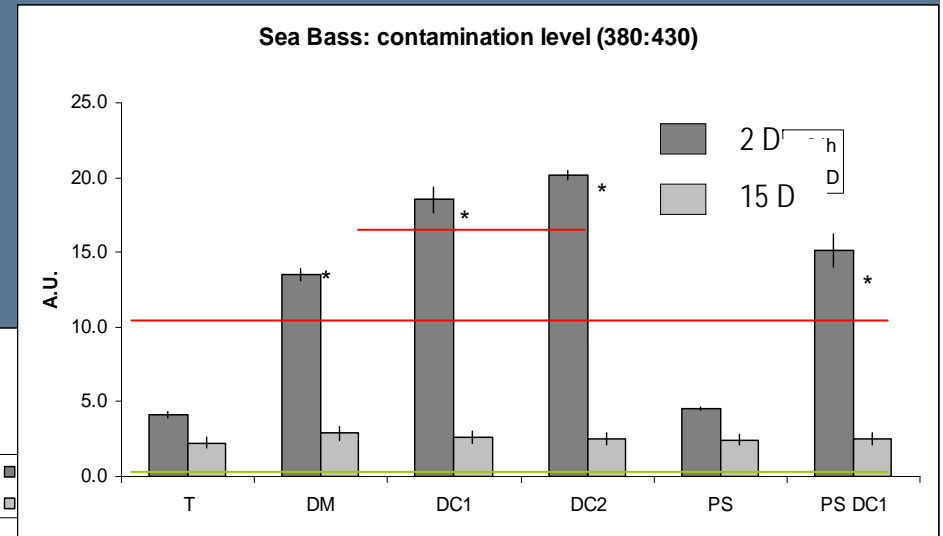
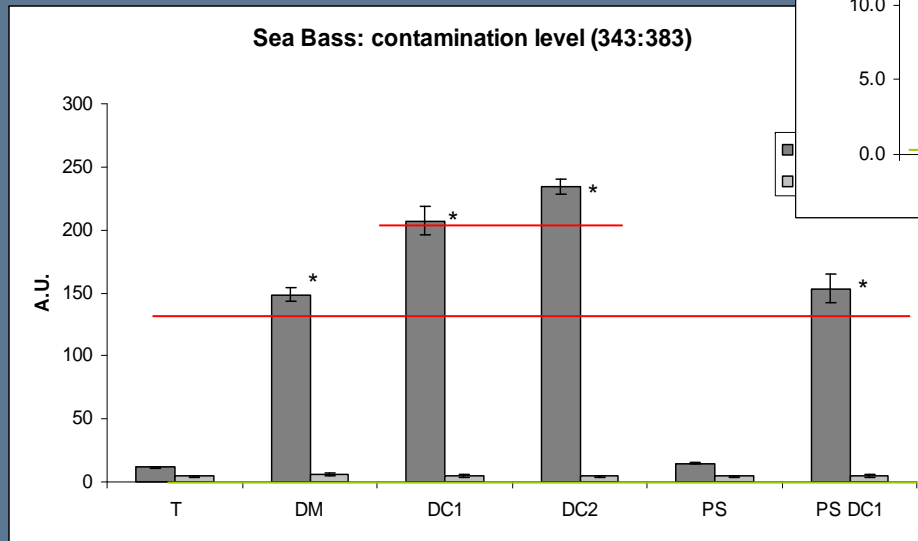
Bacs d'exposition équipés d'un système de pompe destiné à écrémer et remettre constamment en circulation l'huile dans la colonne d'eau



Résultats sur le poisson

- Bar : métabolites biliaires

- Après exposition
- DC1 = DC2 > DM = PSDC1 >> PS = T
- Après 2 semaines
- DC1=DC2=DM=PSDC1=PS=T

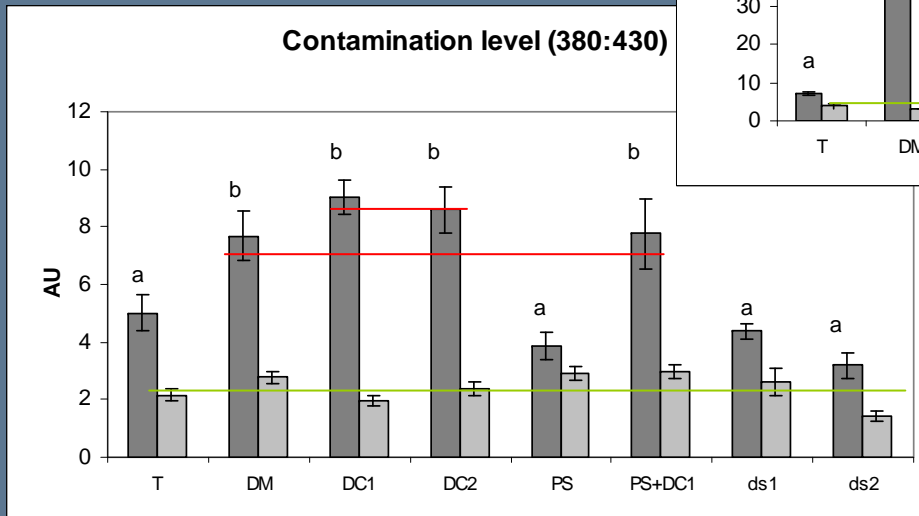
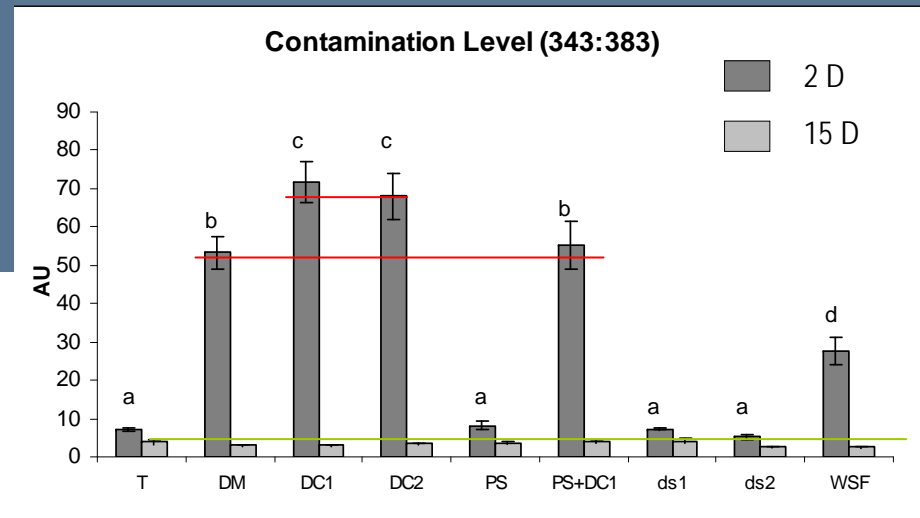


Résultats sur le poisson

- Turbot : métabolites dans le foie

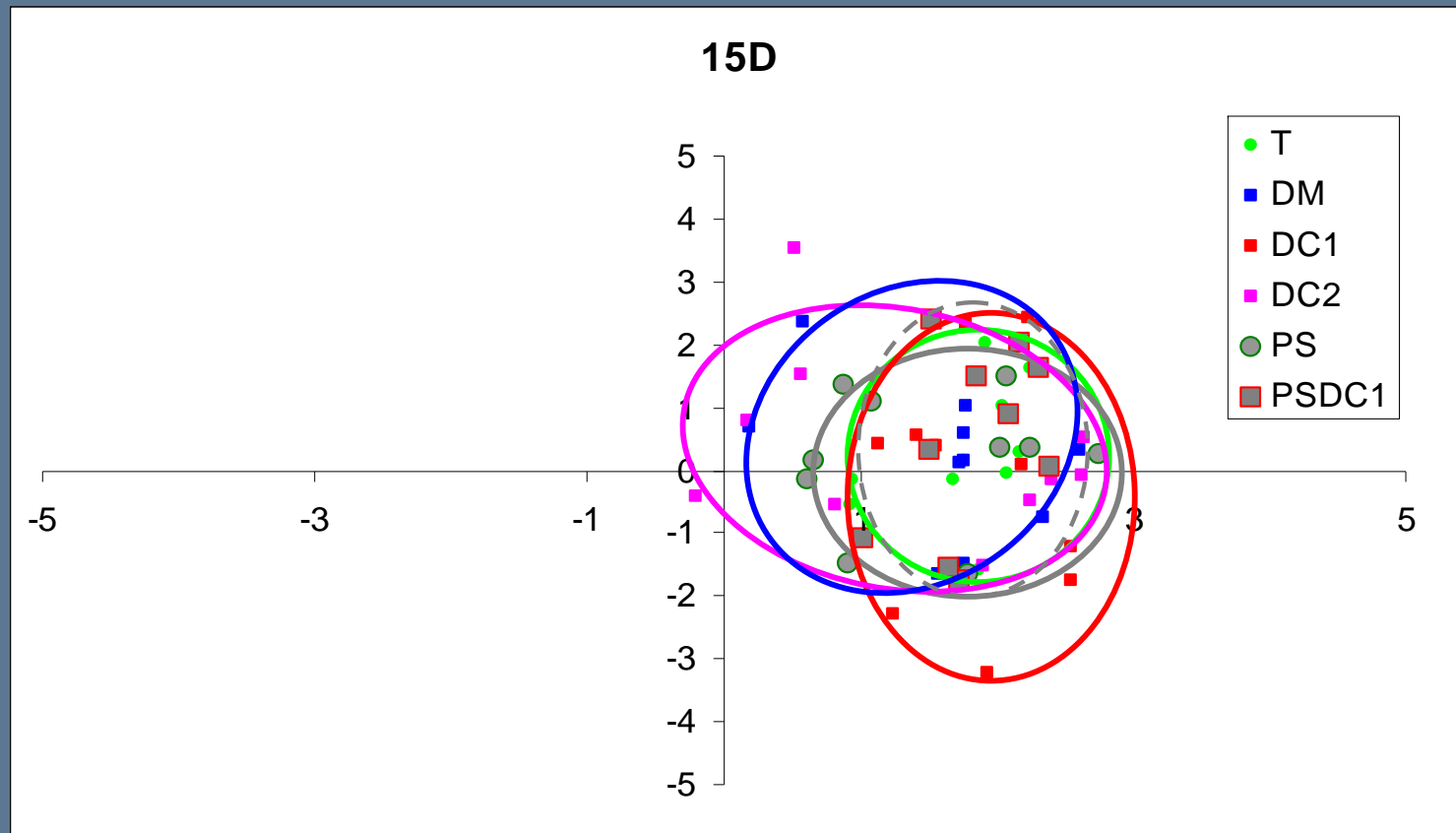
- Après exposition
- DC1 = DC2 # DM = PSDC1 >> PS = T
- Après 2 semaines
- DC1=DC2=DM=PSDC1=PS=T

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Intégration des résultats sur poisson ACP

Bar

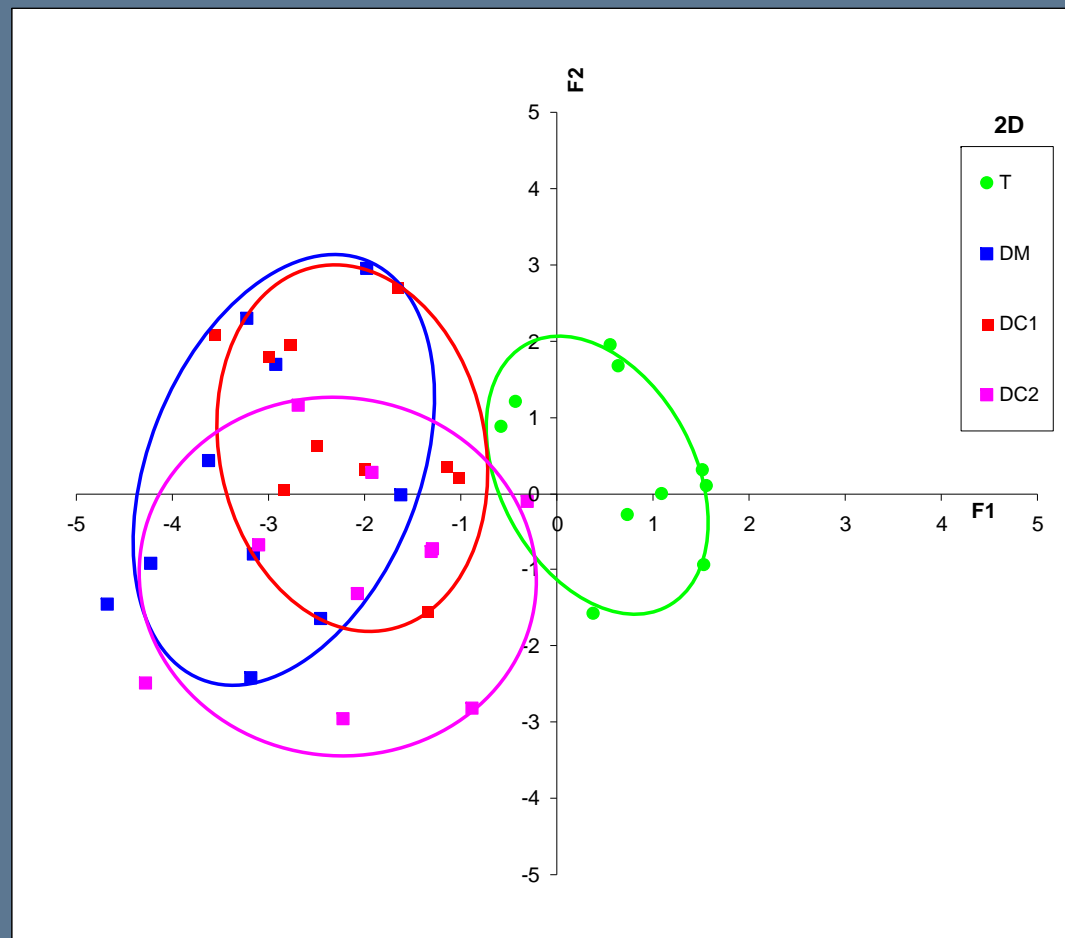


www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Intégration des résultats sur poisson ACP

Turbot



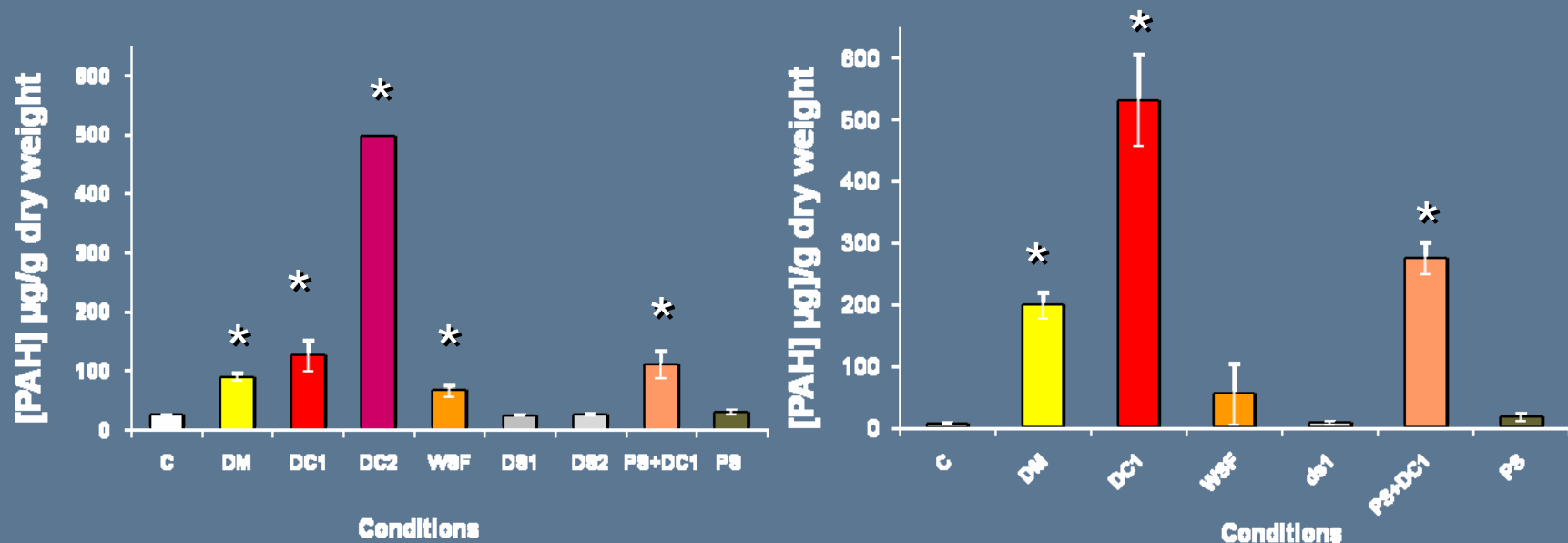
www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Résultats sur bivalves

HAP bioaccumulation : fin d'exposition

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



$n=3, * p < 0.05$



Après exposition : la bioaccumulation est plus importante avec DC



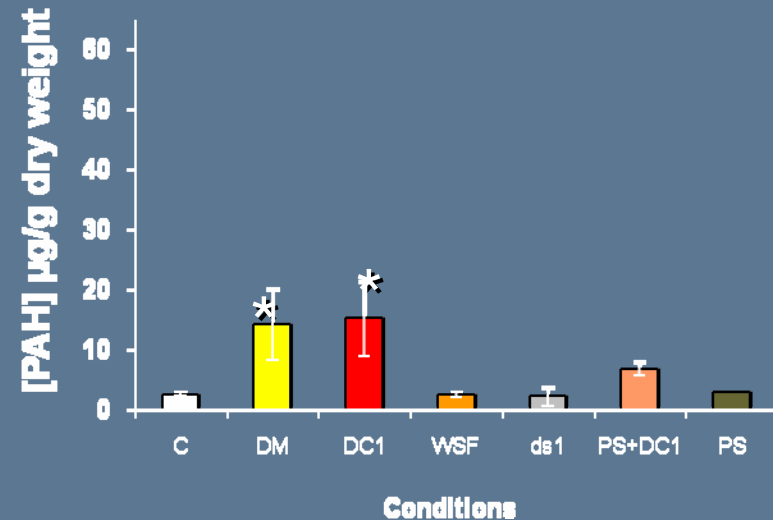
Résultats sur bivalves

HAP contenu dans les bivalves : période de dépuraction

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Données non disponibles



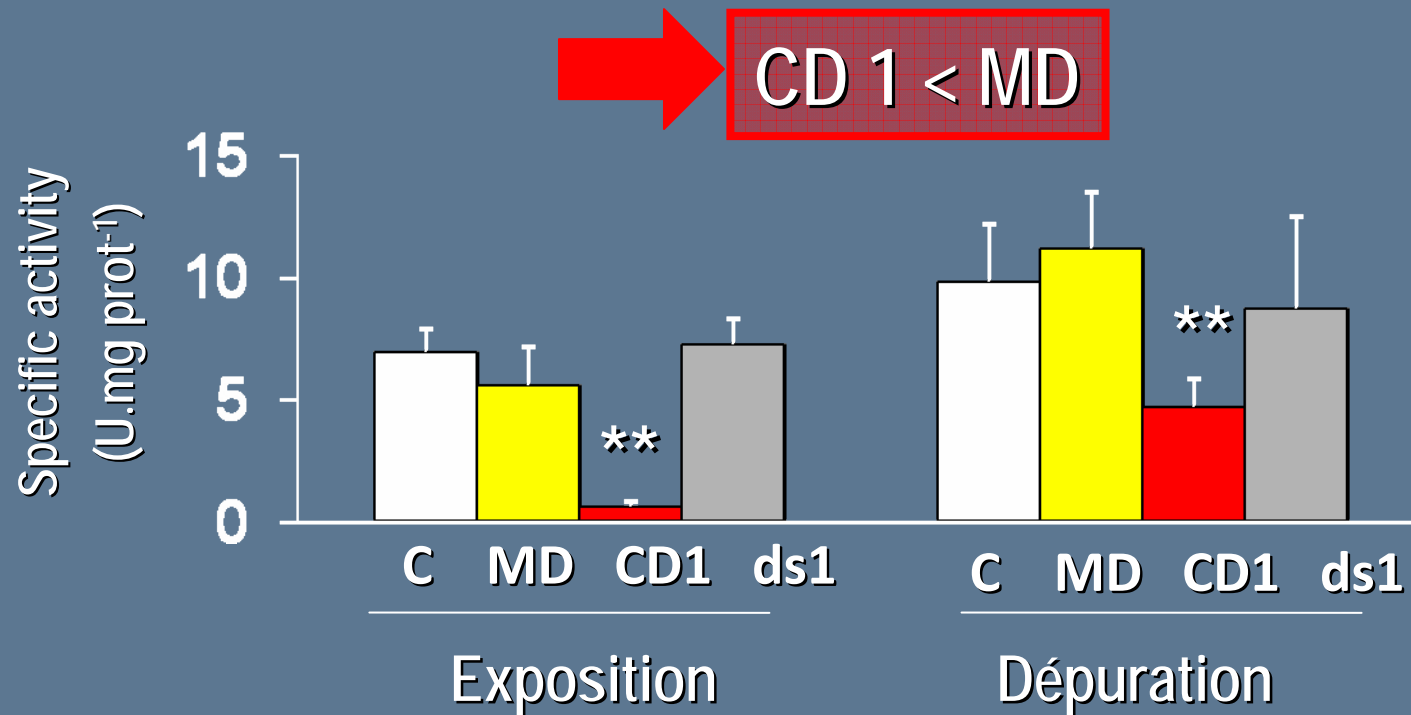
$n=3, * p < 0.05$



Après 2 semaines de récupération les animaux se sont presque totalement épurés même pour DC

Résultats sur bivalves

Activité laccase dans le plasma

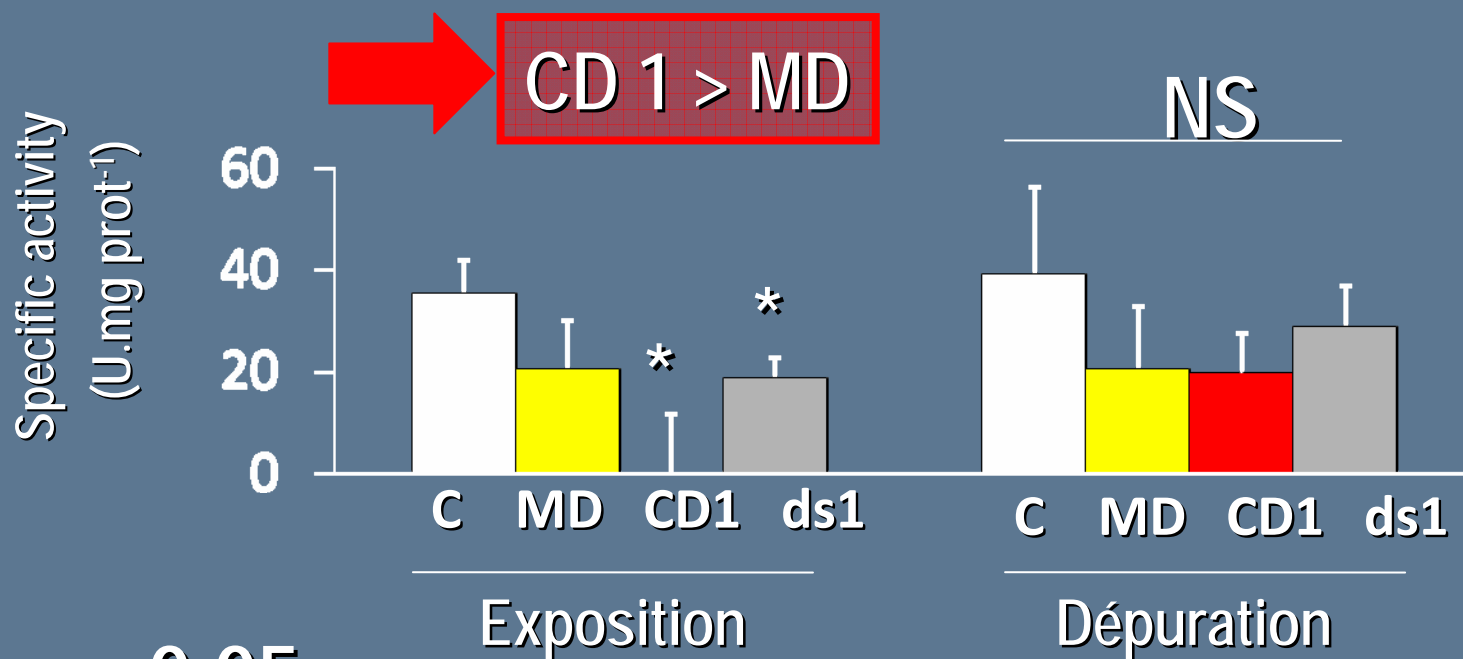


n=9, ** p < 0.01



Résultats sur les bivalves

Effets du Glutathione peroxidase sur le branchies



* $p < 0.05$

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Conclusions

Sur le poisson

- A la fin de la période de contamination (souvent mais pas toujours) on observe des différences entre DC et DM
- Après 15 jours de récupération en eau propre (dépuration), la **récupération est presque complète**.

Sur le bivalve

- A la fin de la période de contamination DC conduit à **des effets plus importants ou égaux que MD**
- Après 15 jours de récupération en eau propre (dépuration), **les hydrocarbures sont presque complètement épurés** ; il subsiste toutefois quelques effets particulièrement pour DC

www.cedre.fr
contact@cedre.fr





Conclusions et conséquences

- Effets létaux

- CL₅₀ trouvées très supérieures à ce qui est observé dans des accidents réels

- Effets sublétaux

- Niveau d'exposition « Discobiol » \geq à ce qui est observé dans les accidents réels
 - 30 to 70 ppm for 48 h $<$ 10 to 1 ppm
- L'impact est réversible pour la majorité des biomarqueurs utilisés
- Il n'y a pas de différence durable (à 2 semaines ou un peu plus) entre DC et DM

• => Ces résultats préliminaires poussent à assouplir les réglementations / recommandations sur l'utilisation des dispersants en eaux côtières ou estuariennes

- Mais Sur la base d'une utilisation occasionnelle des dispersants (pas d'usage chronique)
- Mais En considérant les adultes et juvéniles... pas nécessairement les stades larvaires plus sensibles
- Mais Dans le cadre de pollution de surface, (pas de dispersion au fond)
- Cependant, il convient d'attendre la conclusion finale de l'étude pour confirmer ces perspectives
- *Note : North american studies results often lead to more restrictive results (fresh – weathered oil) and often more sensible stages.*



Conclusions et conséquences

=> Ces résultats préliminaires poussent à assouplir les réglementations / recommandations sur l'utilisation des dispersants en eaux côtières ou estuariennes

Cette perspective est confortée par d'autres études

- *Etude Cedre sur le corail (10ppm/6h, 1000ppm/6h)*
- *Expérimentation TROPIC (DC préférable que MD pour les mangroves, préservation de la flore, recolonisation de la faune et de la flore, effets acceptables sur le corail)*

Cette perspective est confortée par les observations faites lors d'accidents réels

- *Sea Empress....1995 – 440 t dispt*
- *Braer*
- *...*

Conclusions et conséquences

Les limites géographiques françaises pour l'emploi des dispersants :

- Probable proposition d'assouplissement des limites en
 - Rapprochant celles-ci vers le littoral, ou,
 - Conservant ces limites mais en augmentant les quantités d'huile que l'on peut disperser
 - 10 ppm/6heures to 30-70 ppm/48h => x5 à x10
 - => 3 limites : 50, 500 et 5000t ou 100, 1000 et 10 000 t

Incidence sur les documents en cours de révision :

- Politique nationale d'utilisation des dispersants
 - Révision pays par pays.....document standard
 - Algérie, Turquie, Sud-Ouest Océan Indien, Pays de l'Afrique de l'Ouest
 - Révision de documents internationaux
 - Document REMPEC sur les dispersants (Modèle pour les pays de la Méditerranée)
 - Document IPIECA et IMO sur les dispersants

www.cedre.fr
contact@cedre.fr



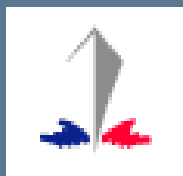
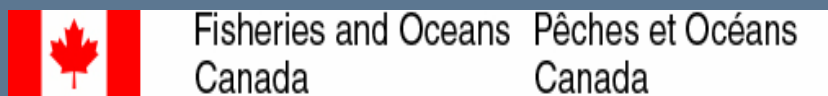
DISCOBIOL

Phase 1b: Remerciements

– Partenaires français initiaux:



– Partenaires complémentaires & support:



www.cedre.fr
contact@cedre.fr



Résumé (1)

Principes de base pour mener une analyse simplifiée quant à l'opportunité de disperser notamment en eaux côtières

- 1) Considérer le recours aux dispersants qu'en mer ouverte / au large / suffisamment loin des habitats et zones sensibles, pour éviter que le polluant ne touche le rivage ou les zones sensibles (zones sensibles = zones pour lesquelles la qualité de l'eau est à préserver)
- 2) D'une façon générale, pas d'utilisation de dispersant sur ou à proximité immédiate des zones sensibles.
- 3) Dans les eaux côtières pour lesquelles plusieurs zones sensibles seraient concernés il est nécessaire de conduire une analyse comparative fine de la situation (NEBA) en se basant sur des études de scénarios réalistes.



Résumé (2)

Principes de base pour mener une analyse simplifiée quant à l'opportunité de disperser notamment en eaux côtières

4) Lorsque qu'un NEBA est conduit :

Les différents zones (ou ressources) sensibles doivent être inventoriées et leur sensibilité / vulnérabilité évaluées.

En cas de conflit entre plusieurs zones :

=> Préserver le maintien des biotopes (« habitats ») avant celui des espèces

=> Préserver la capacité de reproduction avant les stades larvaires ou juvéniles

5) Zones avicoles : des précautions particulières doivent être prises pour éviter d'épandre du dispersant au vent des zones de concentrations d'oiseaux (pas de dispersants sur les plumes des oiseaux).

Note 1: Attention : l'utilisation de dispersants est une technique applicable aux pollutions accidentelles. En zones côtières, le recours répété (chronique) aux dispersants peut conduire à une contamination chronique.

