

Dispersion des hydrocarbures déversés lors de l'accident de la plate-forme Deepwater Horizon suite à l'injection du dispersant Corexit 95000 à partir du fond



Kenneth Lee

Centre de recherche sur le pétrole, le gaz et autres sources d'énergie extracôtières
(CRPGEE)

Pêches et Océans Canada
Ken.Lee@dfo-mpo.gc.ca



Fisheries and Oceans
Canada

Pêches et Océans
Canada

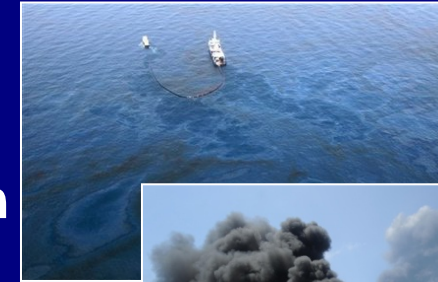
Recherches MPO sur les techniques de lutte

Des expérimentations en laboratoire, en mésocosme et de terrain ont permis au MPO de développer des technologies de lutte contre les déversements accidentels d'hydrocarbures (biorestauration, phyto remédiation et surf washing) ainsi que des méthodologies de quantification de la récupération des habitats.



Pourquoi utiliser les dispersants?

- Pas de technique de lutte unique qui convient à toutes les situations
- Techniques de lutte :
 - déploiement de barrages et récupération
 - brûlage *In-situ*
 - biorestauration
 - dispersion chimique
- Au large, intérêt des dispersants en raison des contraintes présentées par les autres techniques



Dispersion chimique des hydrocarbures

- Transfert des hydrocarbures de la surface de la mer dans la colonne d'eau, en petites gouttelettes
- Celles-ci sont diluées naturellement jusqu'à des concentrations en-dessous des seuils de toxicité
- Les gouttelettes d'hydrocarbures dispersés sont plus rapidement dégradées par les bactéries
- Dispersion naturelle favorisée par les **dispersants chimiques et/ou la formation d'APM**



Priorités de recherches du MPO

Beaucoup d'incertitudes concernant l'utilisation des dispersants en mer

- L'efficacité des dispersants dans différents états de mer n'est pas bien connue
- Les effets biologiques des hydrocarbures dispersés sont peu connus

Le "Committee on Understanding Oil Spill Dispersants" du Conseil national de recherches: Efficacy and Effects (2005) Identifie deux paramètres à étudier en matière d'efficacité des dispersants :

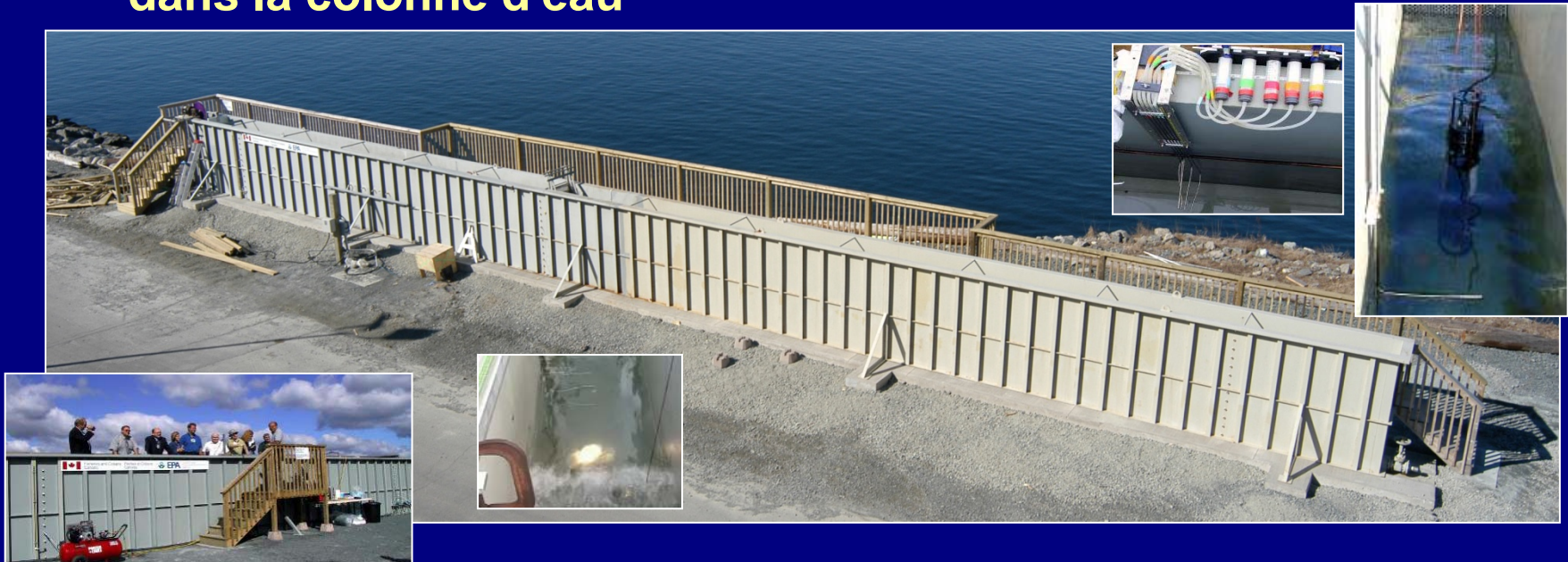


- Le taux de dissipation d'énergie (turbulence / conditions de mer)
- La distribution granulométrique et le bilan massique

Pour répondre à cette exigence, une cuve à houle a été construite par Pêches et Océans Canada (MPO) et l'US EPA (Environmental Protection Agency)

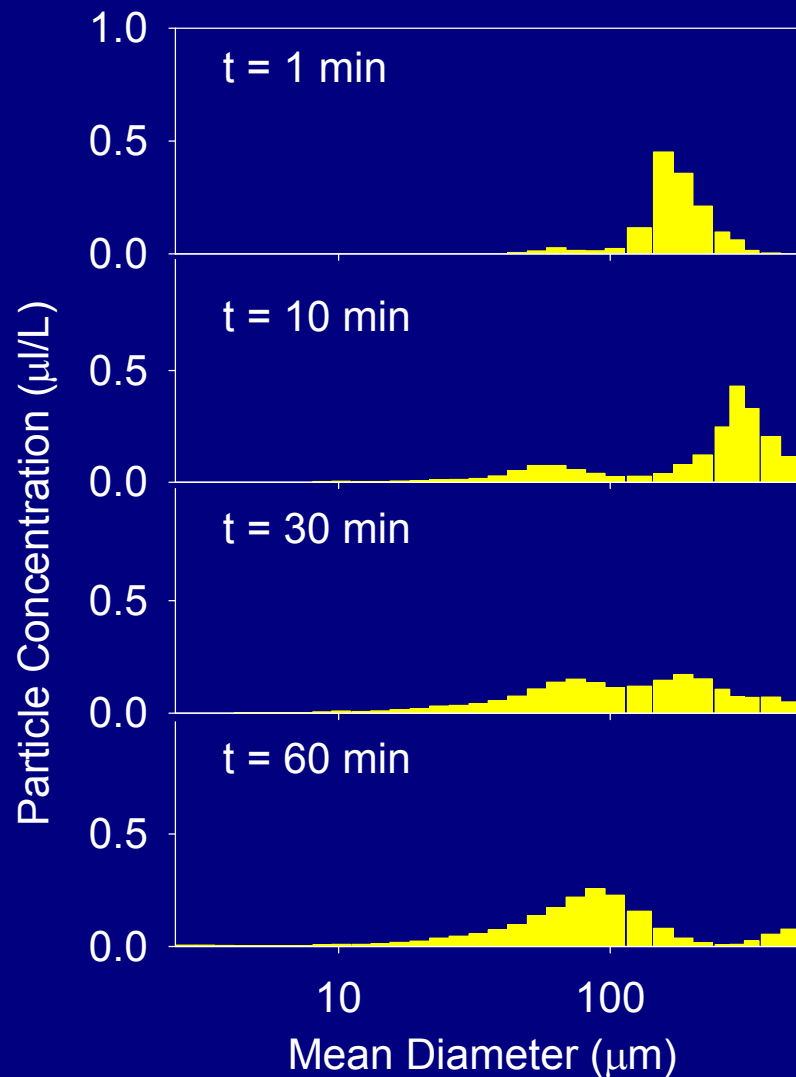
Cuve à houle IOB

- Construction co financée par MPO A-Base, PERD, NOAA, US MMS, PWSRCAC.
- Simulation des courants de marées par des jets dans les parois de la cuve
- Vagues déferlantes reproductible générées (avec un taux de dissipation d'énergie connu) à des endroits précis le long de la cuve
- Développement de protocoles expérimentaux et d'instrumentation pour le suivi des hydrocarbures dispersés dans la colonne d'eau

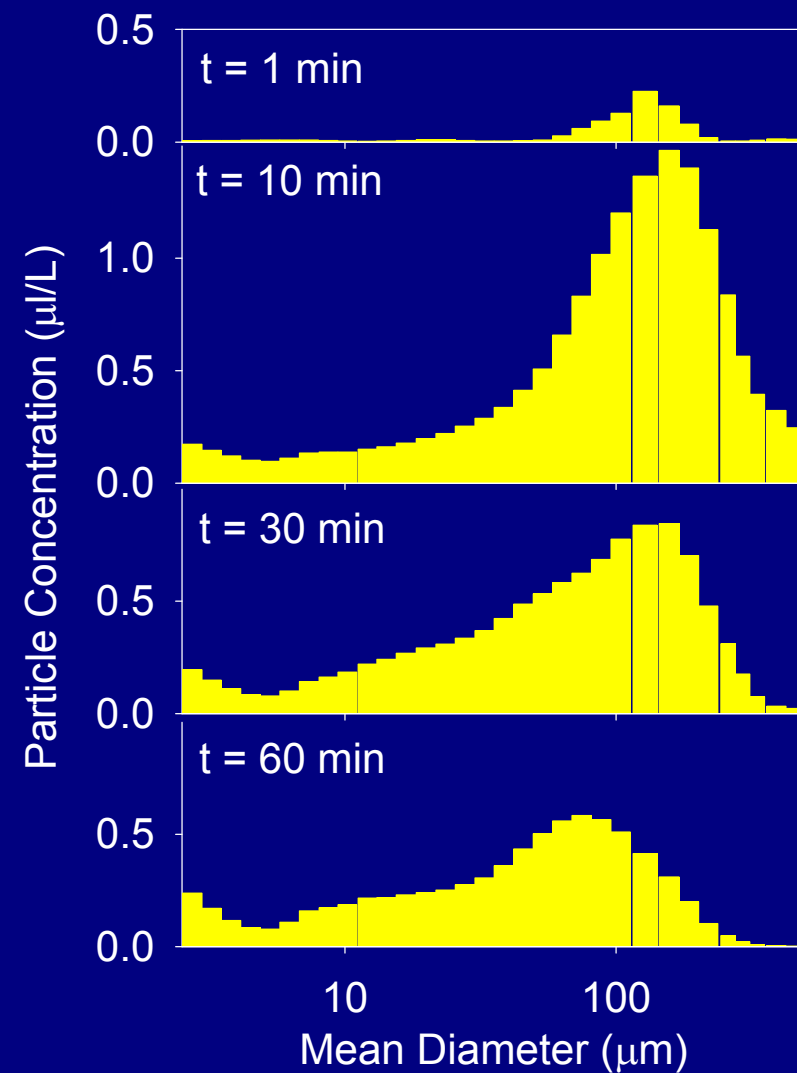


Distribution granulométrique des hydrocarbures

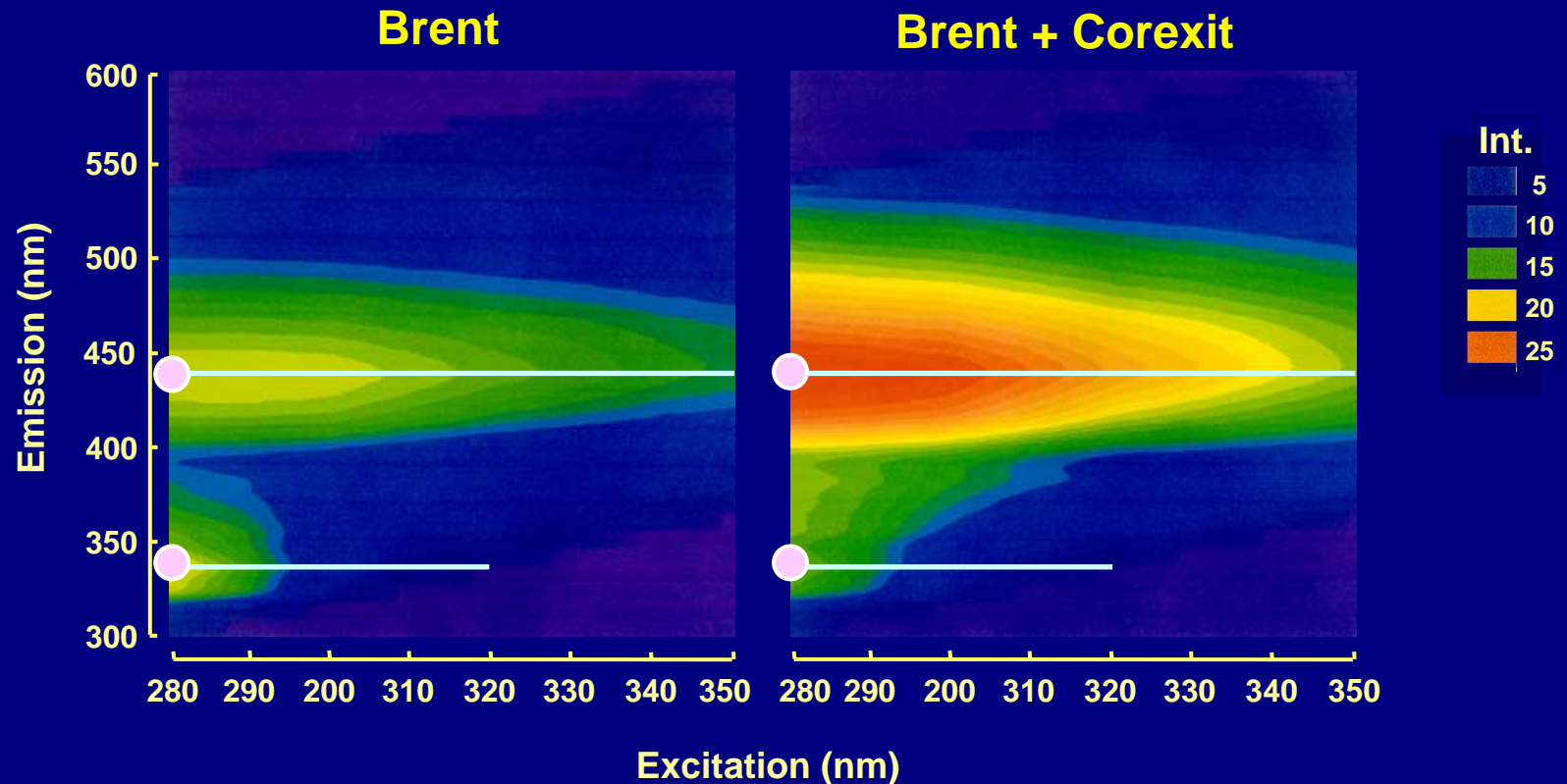
- Dispersant



+ Dispersant



Fluorescence des hydrocarbures - Spectres 3D



Les spectres 3D peuvent être résumés comme le taux de pente ou l'intensité électromagnétique à 340 nm divisé par l'intensité à 445 nm. (FIR)

Accident dans le golfe du Mexique

L'accident du Deepwater Horizon constitue le plus grand déversement accidentel d'hydrocarbures en mer dans l'histoire de l'industrie pétrolière.

- Suite à une explosion sur la plate-forme le 20 avril 2010, 11 ouvriers sont tués et 17 blessés.
- Le 15 juillet, la fuite est arrêtée grâce à un colmatage au niveau de la tête de puits, qui avait libéré 780 000 m³ de pétrole brut.
- Le 19 septembre, la réussite du forage d'un puits de secours permet au gouvernement fédéral de déclarer le puits "effectivement tué".



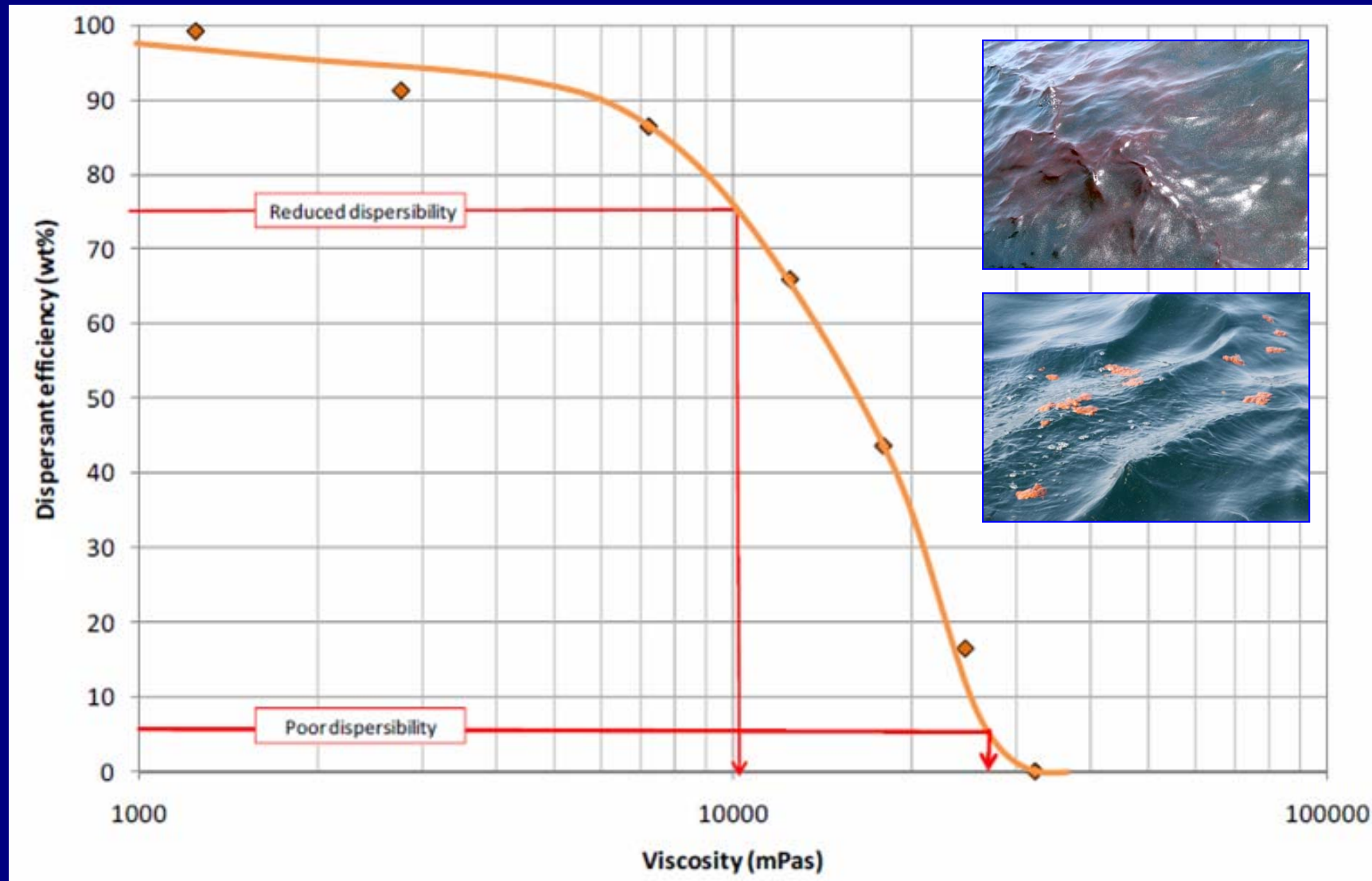
Golfe du Mexique - 24 mai 2010



Epandage de dispersants - GdM

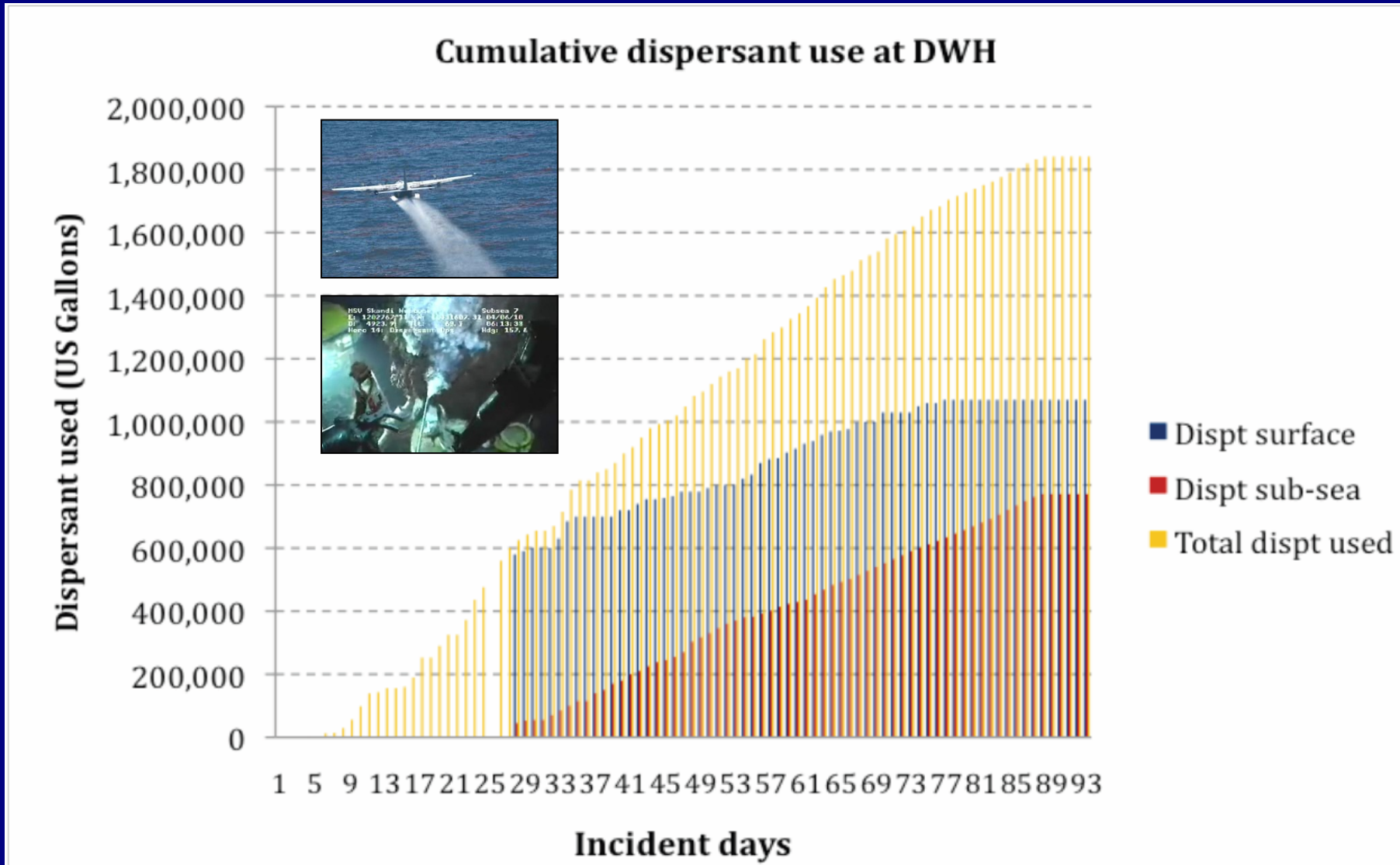
- **Estimation finale de 8,400 m³/jour - chaque jour de l'accident peut être considéré comme un accident majeur**
- **Aux techniques de récupération mécanique (récupérateurs et barrages) et de brûlage in situ s'ajoute la dispersion, dont le but est d'éviter l'arrivée du pétrole sur les côtes**
- **Dès début mai, les intervenants commencent à injecter des dispersants à la source de la fuite (~1500 m de profondeur) afin de limiter les quantités arrivant à la surface**
 - **Avantages de l'injection à la source :**
 - **Réduction des COV (composés organiques volatils)**
 - **Réduction de l'émulsification**
 - **Volume de dispersant nécessaire**

Efficacité en fonction de la viscosité



Source: SINTEF

Cumul des applications de dispersants



* 4 200 000 L de dispersant déployés par injection à la source

Suivi du panache et évaluation de l'injection de dispersant à la source (Directive US EPA – 10 mai 2010)

1e PARTIE : “**Preuve du concept**” afin de déterminer si l'injection à la source parvient à disperser le panache d'hydrocarbure.

Suite à l'évaluation du RRT (Regional Response Team)...

2e PARTIE : Echantillonnage afin de **détecter et délimiter le panache dispersé** à partir des résultats de la 1e PARTIE et contribution de la modélisation hydrodynamique

Le CRPGEE du MPO est sollicité par l'US EPA pour réaliser une expertise scientifique afin de mettre en œuvre la directive

Transmission de toutes les données au responsable terrain de la garde-côtière américaine (USCG) et à l'équipe d'intervention (RRT) de l'US EPA

Echantillonnage MPO

	<i>Jours/homme</i>	<i>Stations</i>	<i>Echantillons</i>
<i>Mai</i>	91	68	1020
<i>Juin</i>	136	107	1674
<i>Juillet</i>	136	65	1060
<i>Août</i>	143	92	1439
Total	506	320	5193

* Indemnisation du gouvernement américain avec BP en tant que responsable des coûts de nettoyage

R/V Ocean Veritas

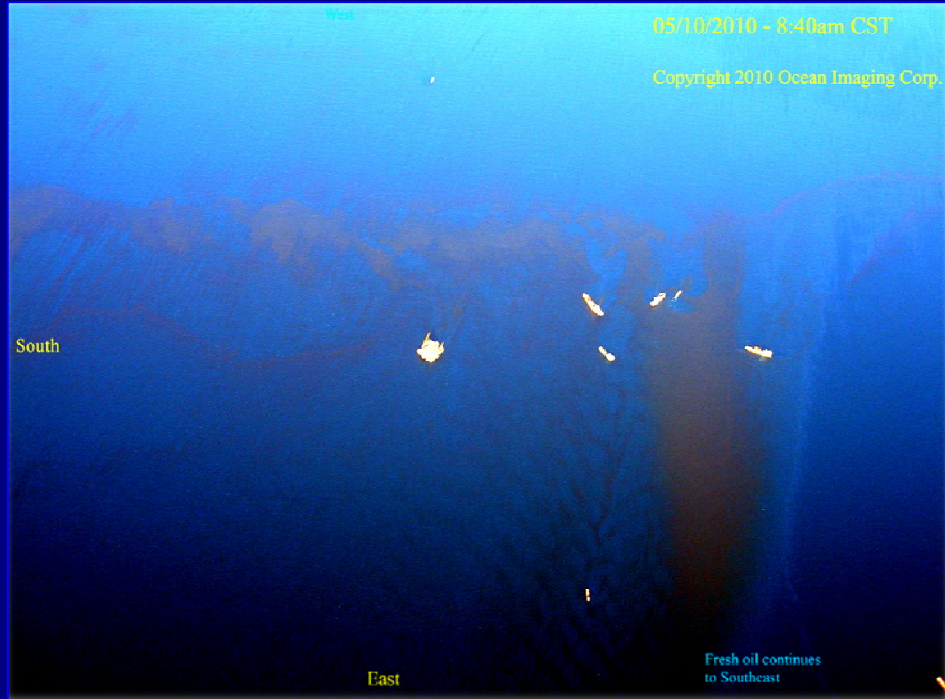


R/V Brooks McCall



Suivi de dispersants et évaluation de l'injection de dispersant à la source

- Les directives émises par l'US EPA et l'USCG ont contraint BP à mettre en œuvre un plan de suivi et d'évaluation de l'utilisation de dispersants à la surface et au fond
 - Critères de clôture
 - Réduction significative d'oxygène dissous (< 2 mg/L)
 - Essais de toxicité aigue sur les rotifères
- Mise en œuvre d'un programme de suivi de niveau 3
 - **Distribution granulométrique (LISST)**
 - Matériel CTD équipé d'un fluoromètre CDOM
 - **Echantillonnage pour analyse fluorimétrique (FIR)**
 - Élimination de l'application en surface
 - Application à la source limitée à < 15,000 galons/jour

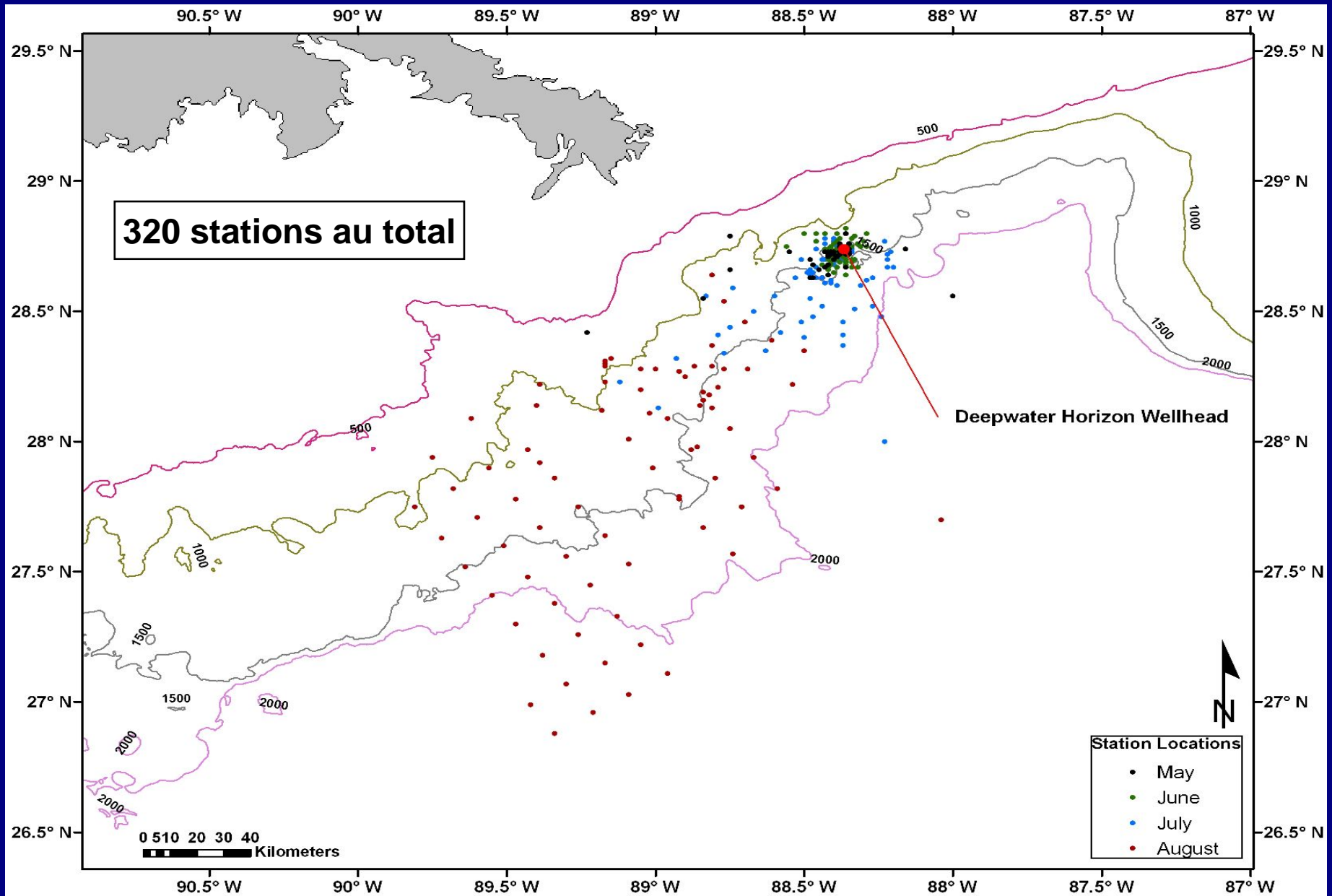


Groupe d'analyse conjointe

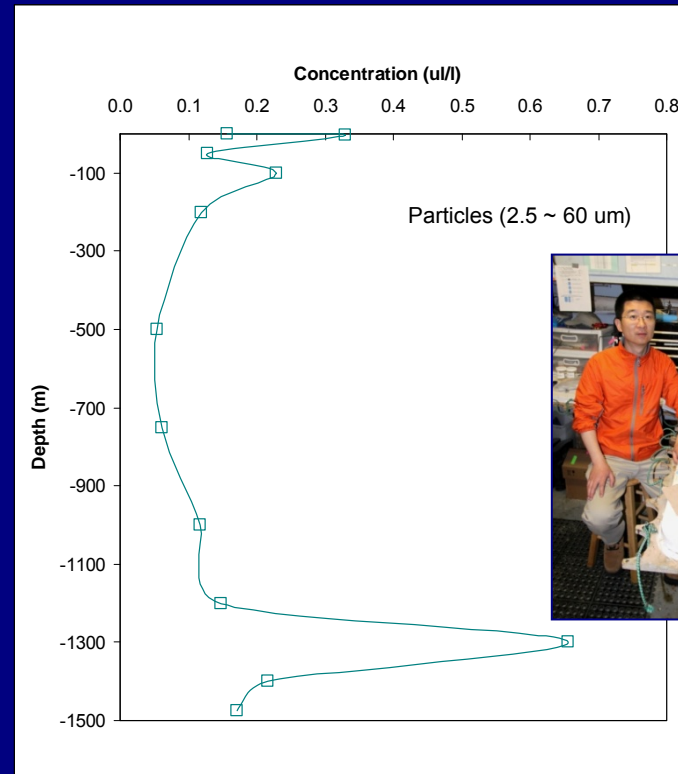
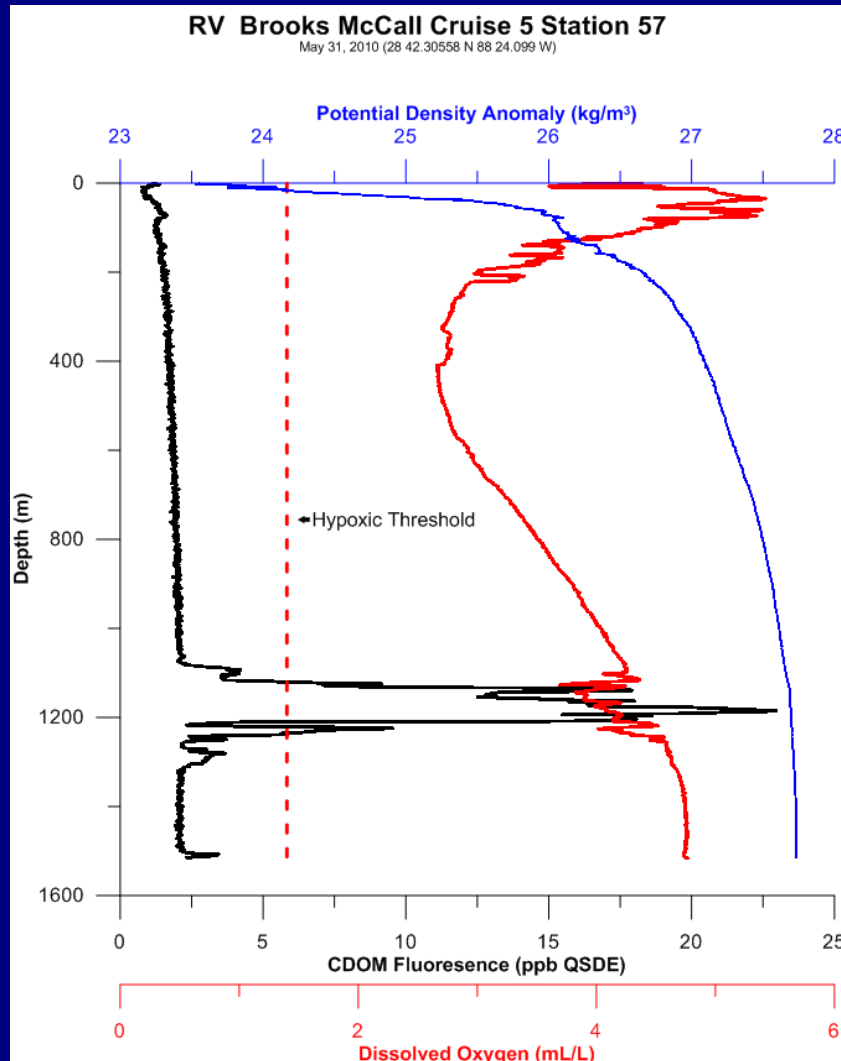
Données océanographiques, sur les hydrocarbures et le dispersant en surface et au fond

- **Groupe de travail de scientifiques de l'US EPA, la NOAA, l'OSTP, BP et le MPO**
- **Analyse d'une base de données évolutive contenant des données de BP, de la NOAA et des scientifiques universitaires**
- **Actions finales :**
 - **Intégration des données**
 - **Analyse des données afin de décrire la distribution des hydrocarbures et les processus océanographiques relatifs à son transport**
 - **Rédaction de rapports ponctuels**

Localisation des stations MPO



Profil vertical - Réduction d'O₂ dissous (correspondant à la fluorescence et <60µm pics de particules LISST entre 1100 et 1200 m)

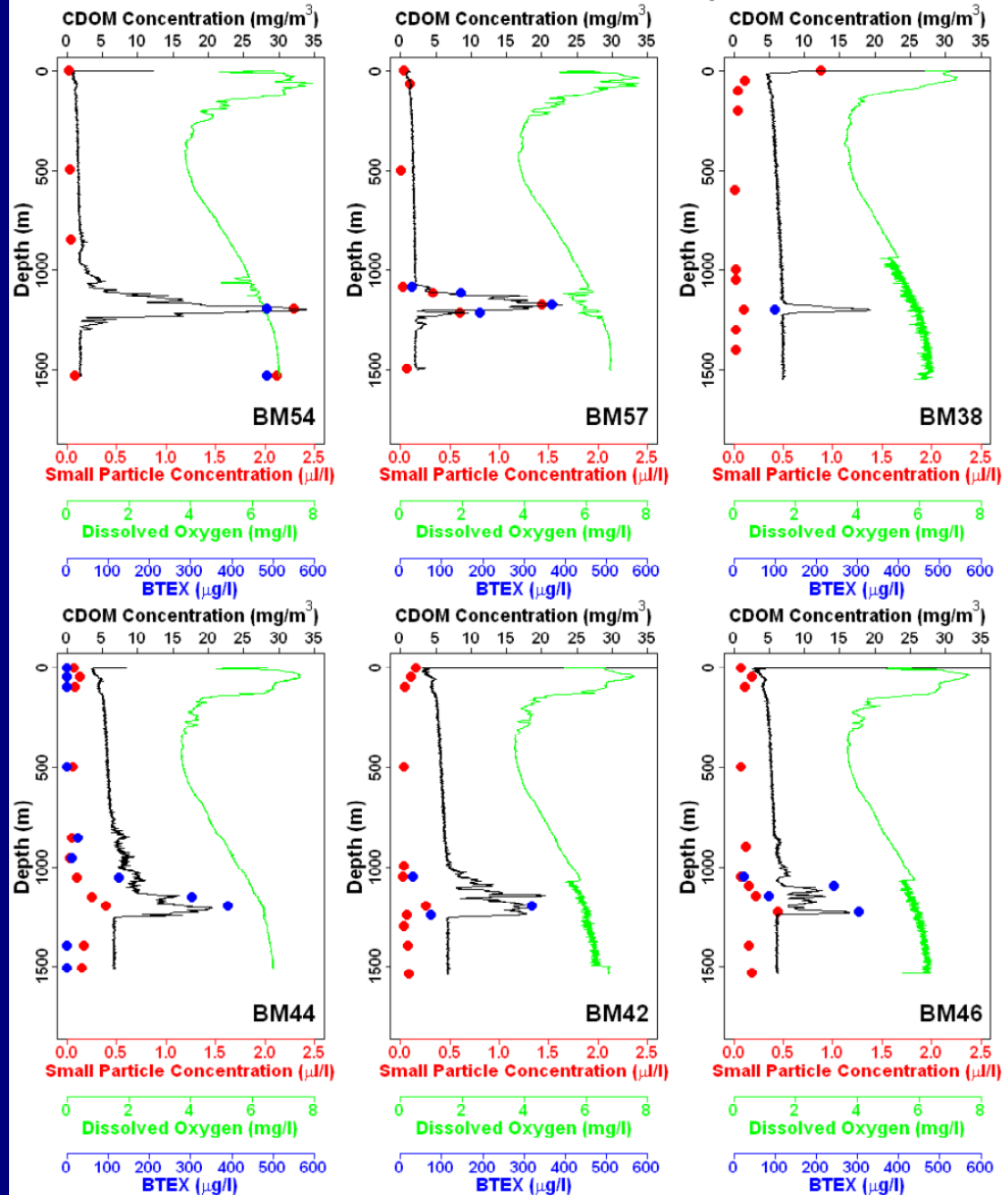


Les petites particules (2,5 - 60 µm)
indiquent des gouttelettes de pétrole
dans le panache

Profils d'hydrocarbures dans la colonne d'eau



CDOM, SPC, DO & BTEX vs. Depth



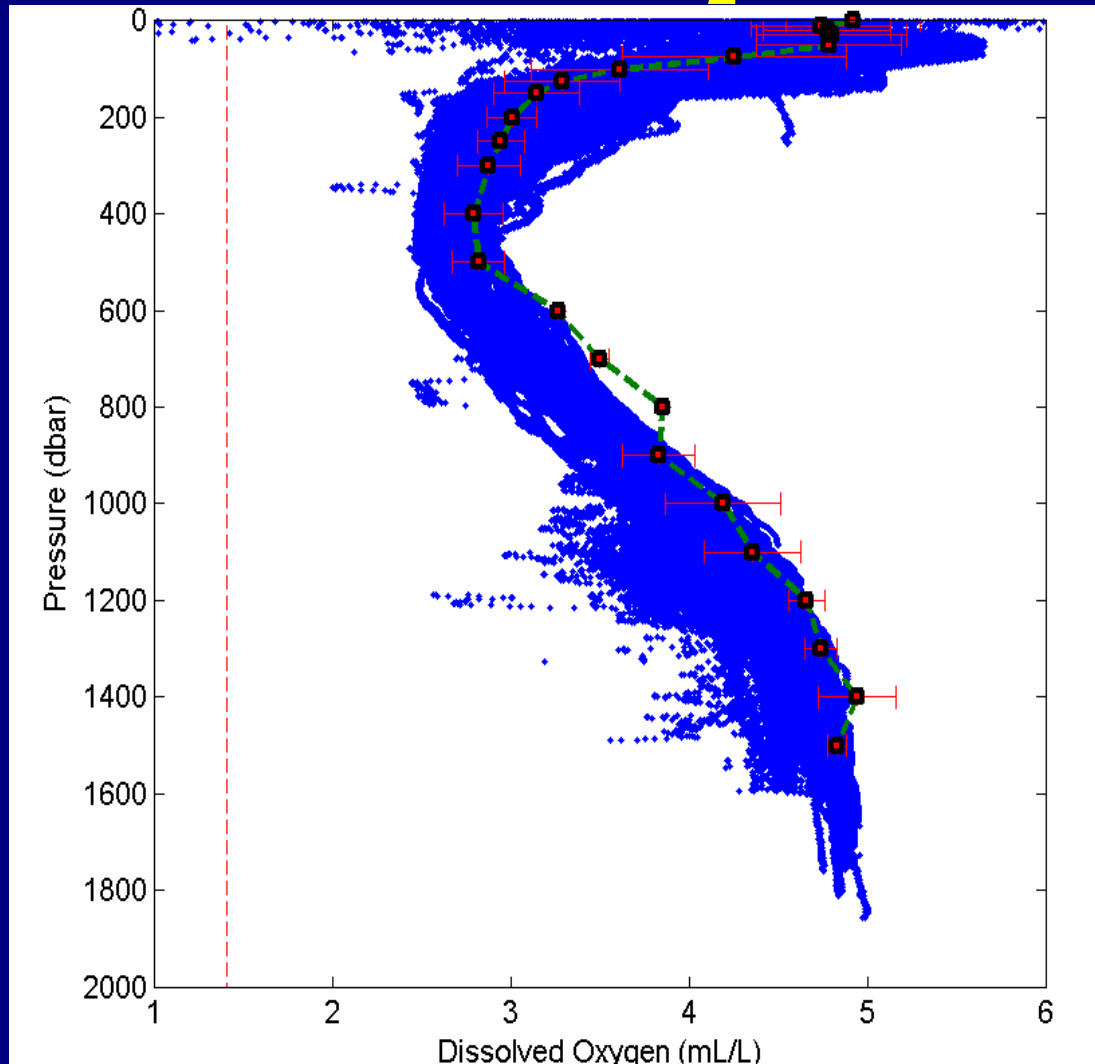
Concentration d'hydrocarbures

Concentrations des échantillons du panache (1000 à 1300 m de profondeur)

Concentration (ppb)	Total AOV	TPH
<10	1484	1836
10 - 100	104	33
100 – 1,000	129	0
> 1,000	16	0

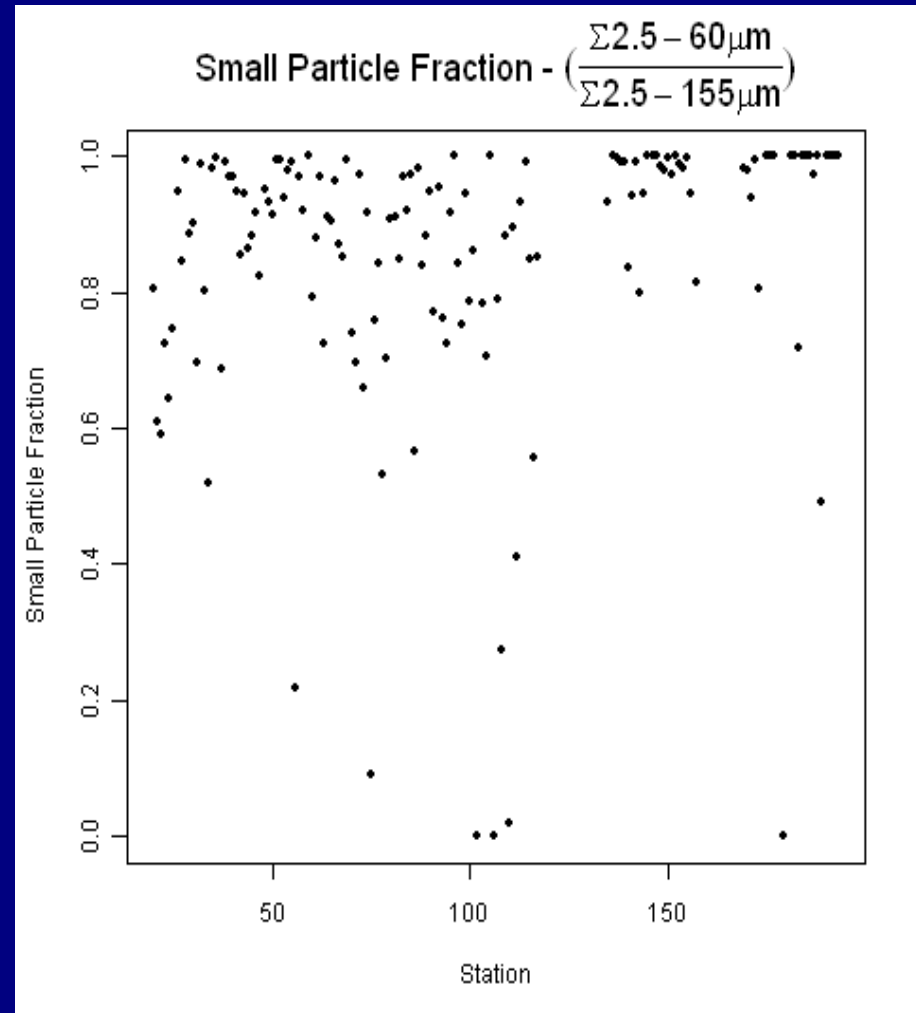
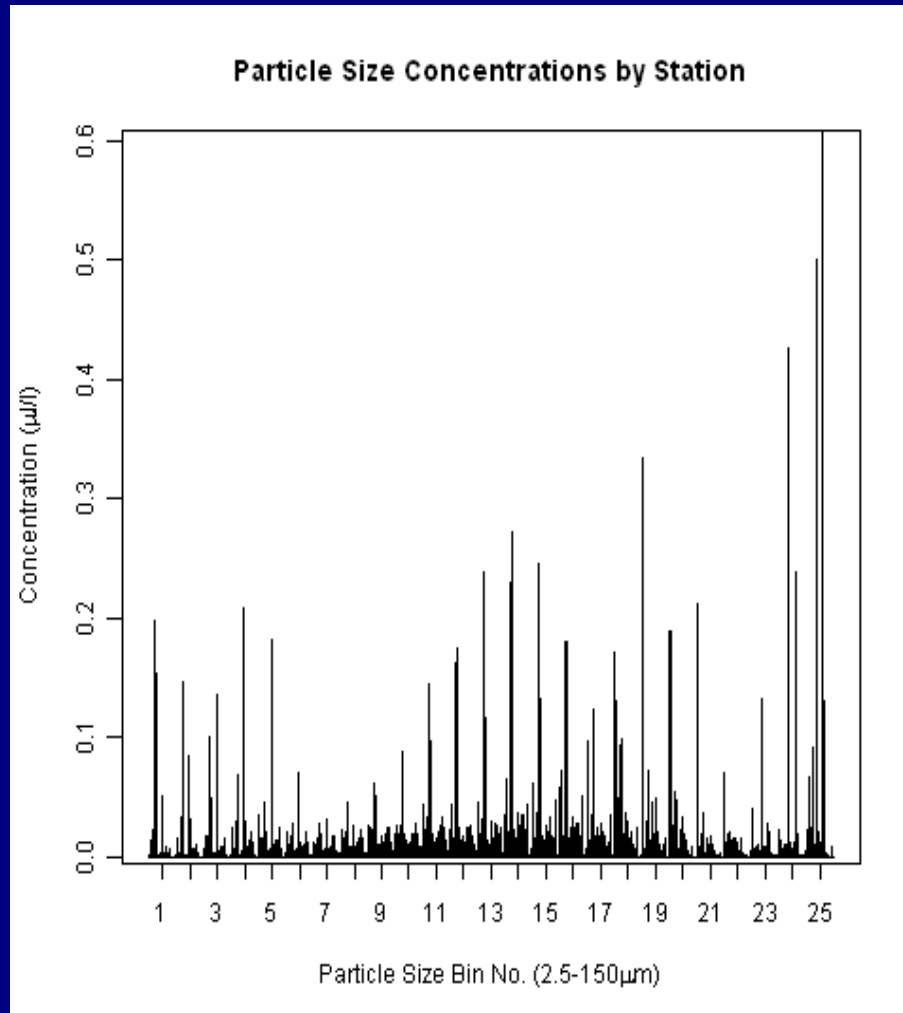
Ces résultats représentent 2779 échantillons individuels prélevés entre le 8 mai et le 22 juillet 2010.

Niveau et évolution des réductions d'O₂ dissous



Total de 419 profils d'O₂ dissous comparée à la climatologie annuelle moyenne

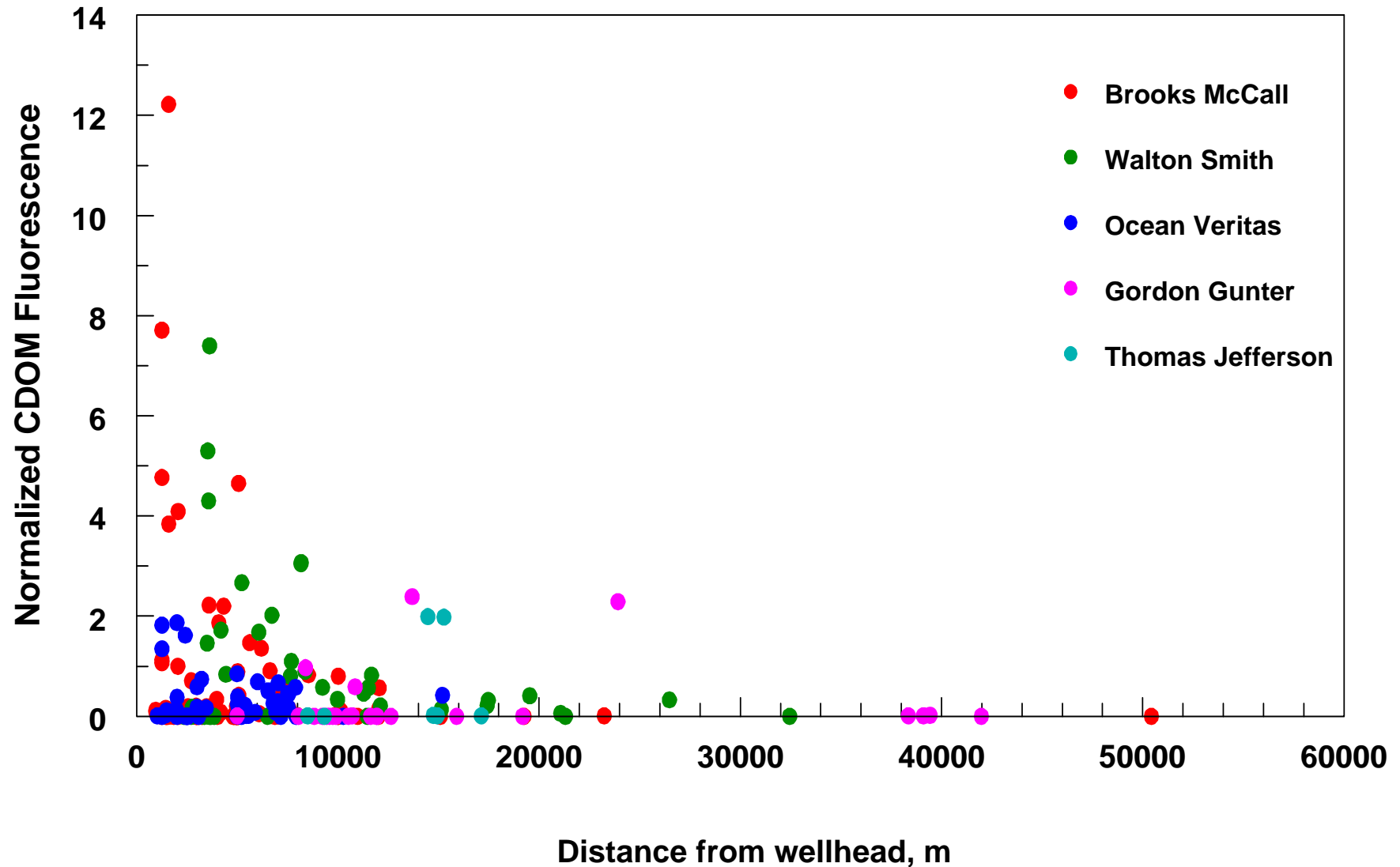
Données granulométriques R/V Brooks McCall - Panache



Panache = concentration maximale de petites particules à plus de 800 m de profondeur

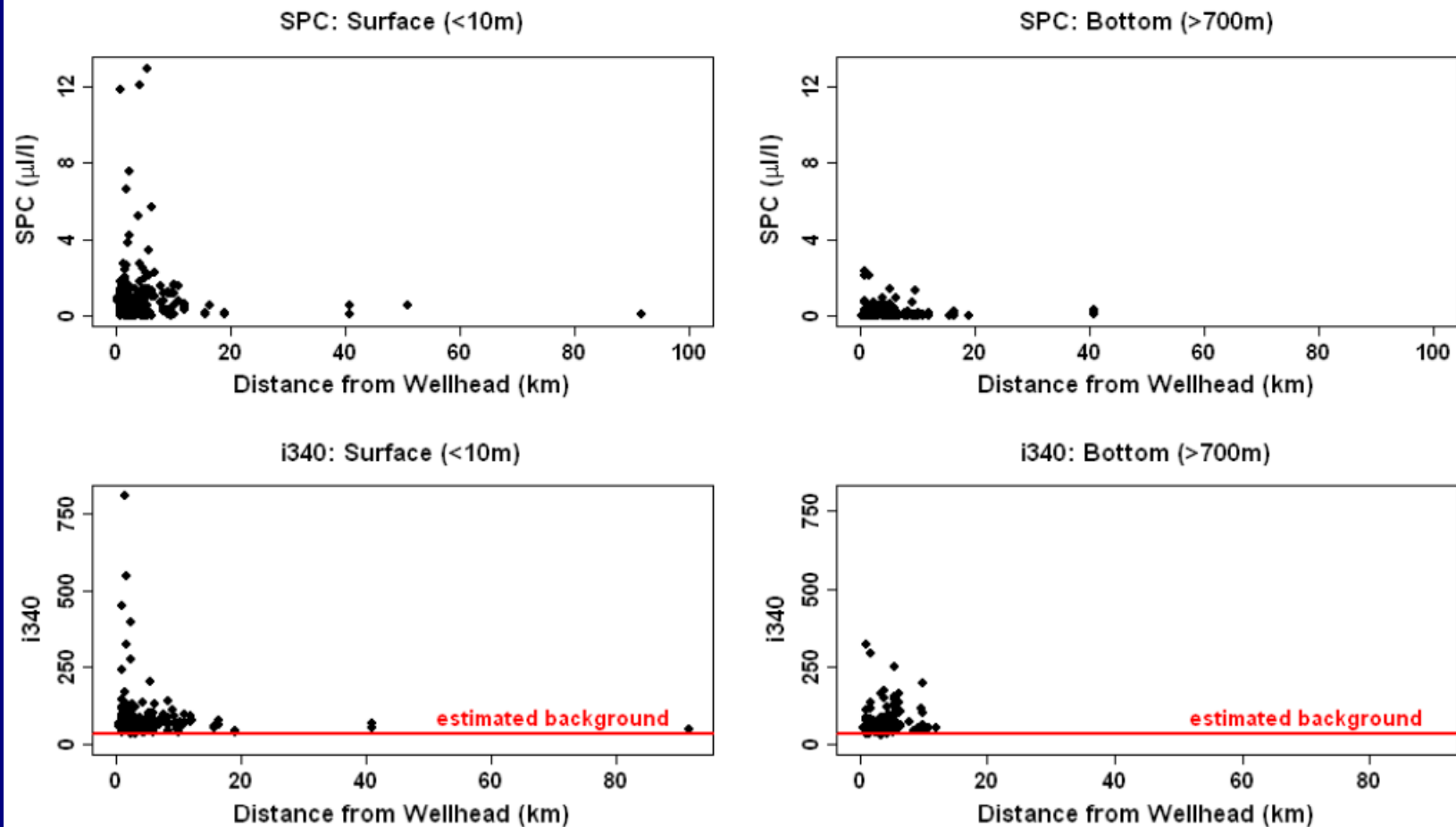
CDOM (Matière organique colorée dissoute)

Normalized Mean CDOM Fluorescence (1000-1300 m) vs. Distance from Wellhead

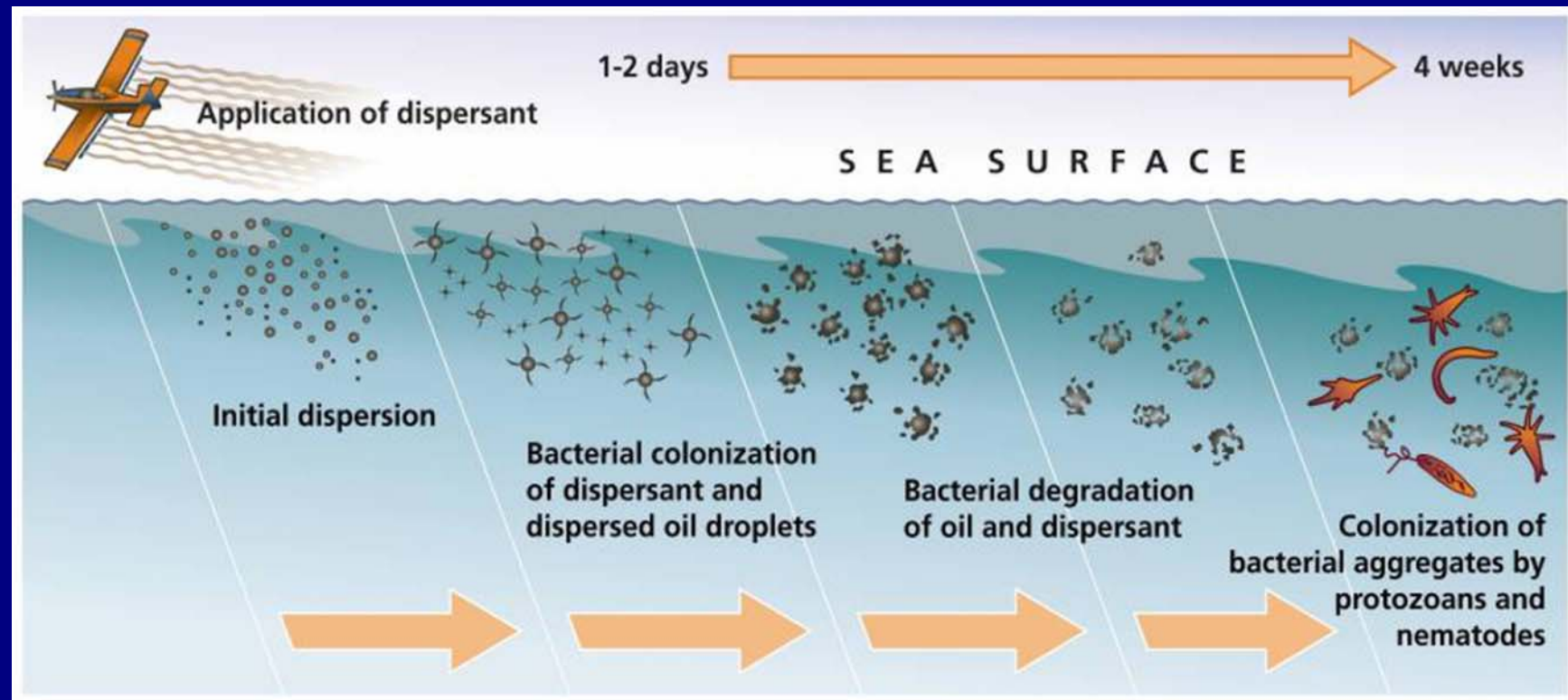


UV-Fluorescence

SPC & i340 vs. Distance from Wellhead



Devenir des gouttelettes d'hydrocarbure dispersées



Source: <http://www.response.restoration.noaa.gov>



Analyse des données d'hydrocarbures près de la zone de déversement

(Données analyse JAG et MPO : Dr. J.A. Galt, NOAA, HAZMAT)

- **A moins de 15 km du puits et en-dessous des 1000 m de profondeur : concentrations d'hydrocarbures (< 65 microns) cohérentes avec un panache en suspension.**
- **Le panache étant filamenteux, une partie significative des échantillonnages ne l'a pas repéré et a donc montré peu ou pas de gouttelettes. Des résultats positifs significatifs, présumés être à l'intérieur des filaments, montrent des volumes de gouttelettes de l'ordre de 10 ppm avec un maximum de 16 ppm.**
- **Les valeurs mesurées semblent diminuer dans un ordre de grandeur de 10 km. Si nous prenons cette distance pour la dilution des filaments ou du panache, on peut s'attendre à des concentrations de gouttelettes réduites au niveau ppb à environ 40 km.**
- **Cette estimation, bien qu'approximative, est cohérente avec la majorité des observations disponibles. Une fois arrivées à 40 km de la zone, les gouttelettes sont soumises à de nombreux autres processus physiques et biologiques qui vont modifier l'état et la composition du panache.**

Devenir du pétrole : Deepwater Horizon

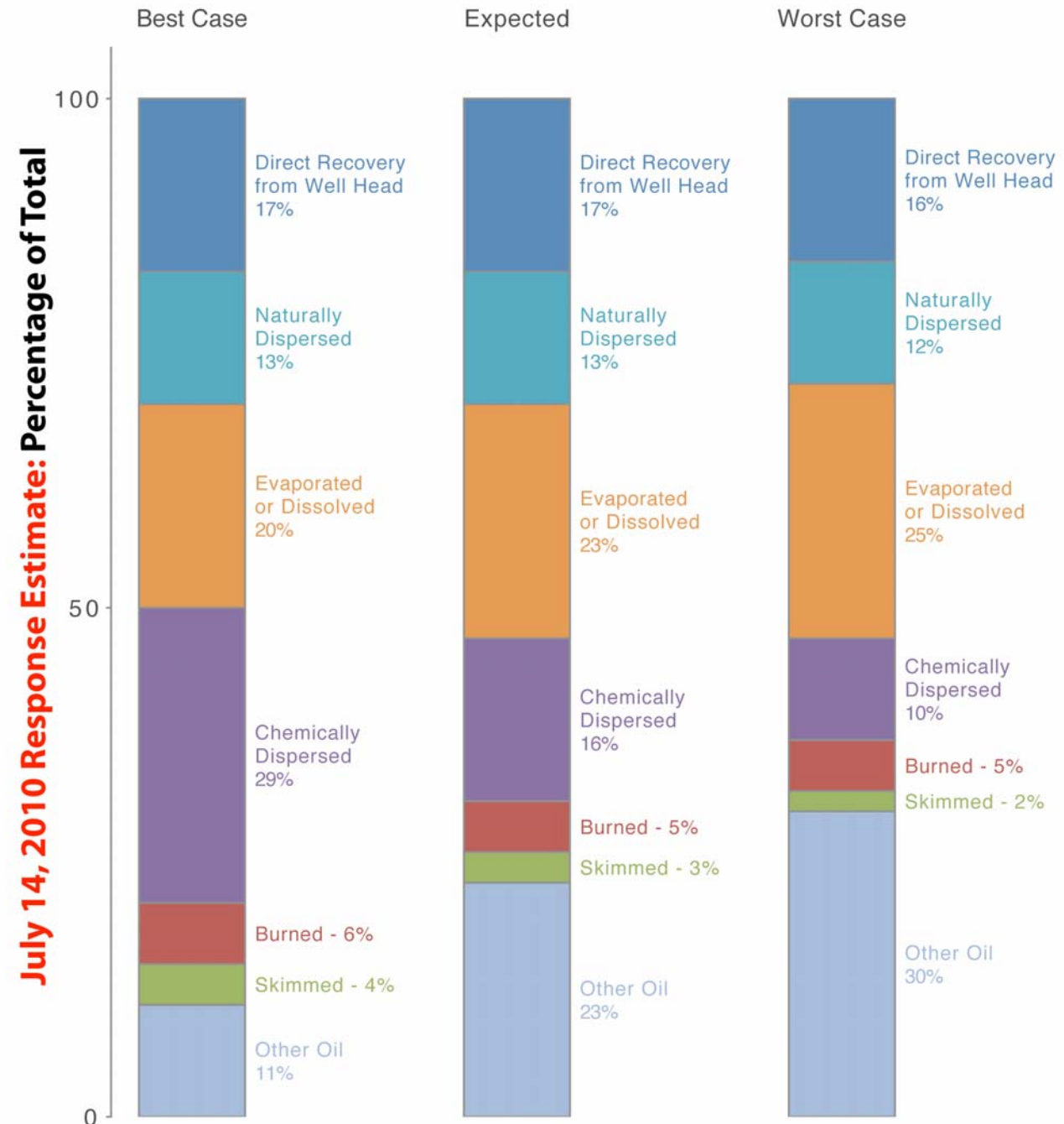
Estimations données en tant que % du volume cumulé du pétrole déversé dans le meilleur et le pire des cas

Calcul du bilan hydrocarbure

octobre 2010

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

Autre : Le pétrole restant se présente en surface sous forme d'irisations ou de boulettes vieilles, biodégradées ou échouées sur le littoral



Futur de l'emploi des dispersants

- **La capacité à mettre en oeuvre effectivement et à suivre un traitement au dispersant de dispersants sans précédent dans le cadre de l'accident du Deepwater Horizon s'appuie sur l'expérience acquise durant les dernières décades.**
- **Il reste aujourd'hui de fausses perceptions et des lacunes de connaissances sur leur utilisation. Les voies d'améliorations comprennent :**
 - **L'établissement d'une compréhension commune des risques et des bénéfices, ainsi que de la sécurité et de l'efficacité des dispersants.**
 - **Des recherches complémentaires sont nécessaires sur le comportement et le devenir à terme des hydrocarbures dispersés dans la colonne d'eau lors de l'injection de dispersants au fond.**

