

Dispersion des hydrocarbures déversés dans les eaux glacées



Kenneth Lee

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

Pêches et Océans Canada

Mail : Ken.Lee@dfo-mpo.gc.ca



Fisheries and Oceans
Canada

Pêches et Océans
Canada

Mesures de lutte en zone Arctique

Les difficultés en Arctique :

- Couverture de glace, basses températures, zones isolées, durée d'ensoleillement courte en hiver
- Les outils classiques tels que des barrages et récupérateurs ont été développés pour un usage en haute mer
- La disponibilité d'intervenants et la logistique du stockage et du traitement des déchets
- Prise en compte de la sensibilité des espèces arctiques et des habitats



Technique de lutte favorisée ?

- Pas de technique de lutte unique qui convient à toutes les situations
- Les plans d'urgence doivent tenir compte de toutes les méthodes de nettoyage (*Utiliser l'outil approprié*)
- Pour élaborer des directives opérationnelles, des recherches sont nécessaires afin d'identifier l'efficacité, les limites opérationnelles et les effets biologiques des stratégies de nettoyage
- Les connaissances et coopérations au niveau local doivent être sollicitées afin de s'assurer de la mise en œuvre des moyens de lutte de manière efficace et dans le respect de l'environnement

Technique de lutte favorisée ?

Confinement et récupération mécanique

- Déploiement de barrages et récupération



Brûlage

- Brûlage *in situ*



Biorestauration

- Biostimulation
- Bioaugmentation



Dispersion favorisée

- Dispersants chimiques
- Formation d'agrégats pétrole-minéral (APM)

Atténuation naturelle

- Suivi de la récupération naturelle



Devenir du pétrole : Deepwater Horizon

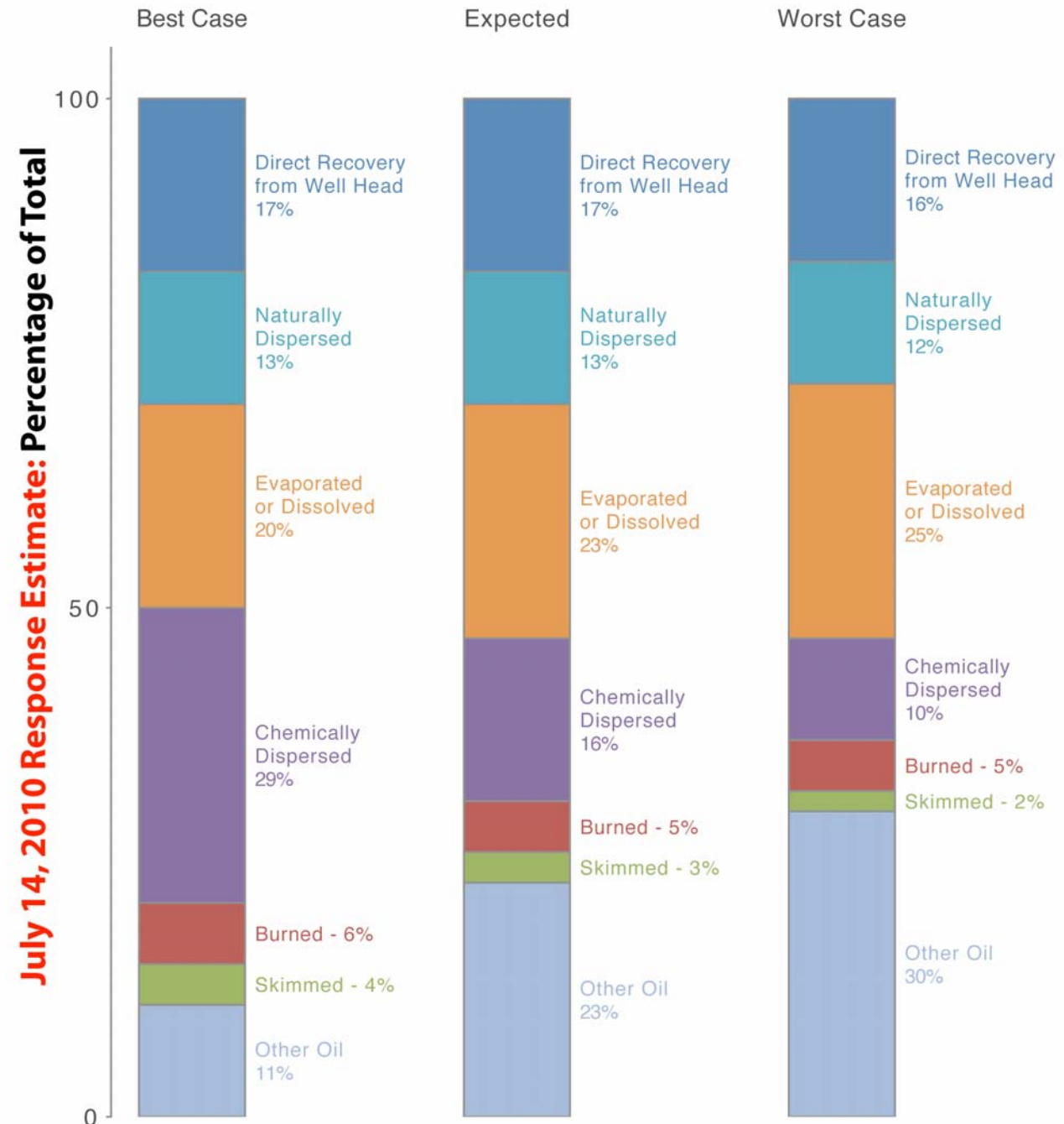
Estimations données en tant que % du volume cumulé du pétrole déversé dans le meilleur et le pire des cas

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



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



**Les hydrocarbures ne sont pas
inconnus au milieu marin**

Échantillonneur de gaz



**Les suintements naturels
d'hydrocarbures représentent 0,2 –
6,0 x 10⁶ tonnes/an**

**Les bactéries naturelles se sont
adaptées pour tolérer et utiliser ces
apports comme source de carbone
et d'énergie**

Bactéries



Scott Inlet, Ile de Baffin – 600 m de profondeur

Dispersants chimiques

- L'emploi de dispersants dans le golfe du Mexique a évité l'arrivée massive de pétrole sur des habitats littoraux sensibles
 - La capacité à assurer efficacement un déploiement et un suivi de dispersants sans précédent s'appuie sur l'expérience acquise durant les dernières décades .
- Nouvelles formulations à faible toxicité développées pour les basses températures/Arctiques et les pétroles visqueux
- Amélioration des méthodes d'épandage à partir de navires de surface (par ex SINTEF JIP), d'aéronefs et par injection au fond

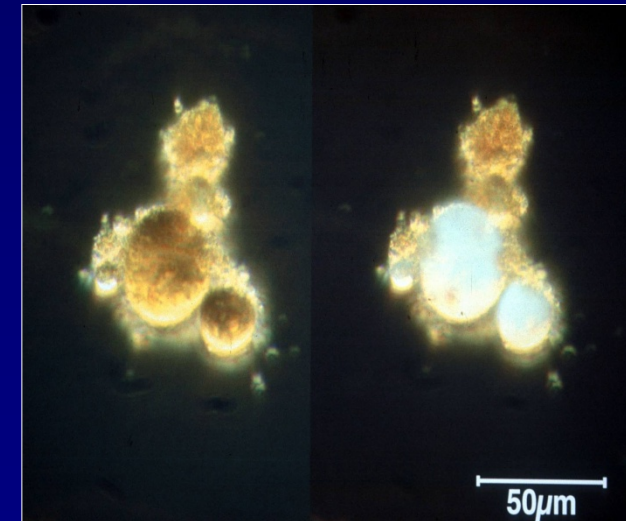
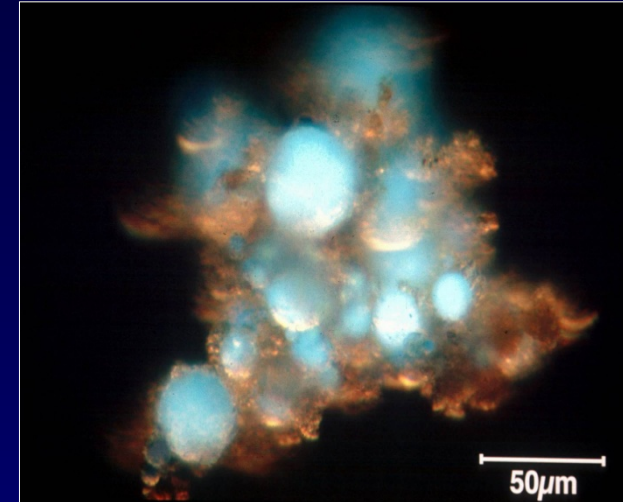


Priorités de recherche sur les dispersants en Arctique

- Développement et amélioration des méthodes d'emploi de dispersants en surface et au fond
- Evaluation des effets biologiques aigus/chroniques des dispersants sur les poissons benthiques et pélagiques et développement de protocoles d'Etudes de suivi des effets sur l'environnement (ESEE)
- Développement de méthodes analytiques de quantification de la dispersion chimiques en mer
- Suivi de la dégradation des dispersants, des hydrocarbures et de la restauration des habitats
- Evaluation de nouvelles formulations de dispersants
- Développement de modèles numériques de prévision pour soutenir l'emploi de dispersants en Arctique
- Résolution des enjeux réglementaires

Formation d'agrégats pétrole-minéral (APM)

- Naturellement créés dans les eaux estuariennes et littorales chargées en particules
- Les APM se constituent avec des particules naturellement en suspension
 - Fines minérales et fractions organiques associées
- Les APM modifient le devenir, le transport et les effets du pétrole
 - Taux de biodégradation
 - Transport horizontal et vertical
 - Effets biologiques



Formation d'APM : une technique de lutte

La formation d'agrégats pétrole-minéral, ou floculation des argiles, peut entraîner un "auto-nettoyage" du littoral souillé.

- **Projet "Pollution de l'île de Baffin" (BIOS) - Le nettoyage naturel a été aussi efficace que les autres méthodes évaluées**
- **Des études en laboratoire sur des sédiments souillés par la pollution du *Exxon Valdez* ont montré que les fines minérales de l'ordre du micron, l'eau de mer et le pétrole vieilli interagissent et forment des "flocs argile-pétrole"**
- **Ce mécanisme a été responsable du nettoyage naturel de la baie de Prince William observé un an après l'accident**

Essai de terrain dans l'estuaire du Saint-Laurent : MPO Science / CCG



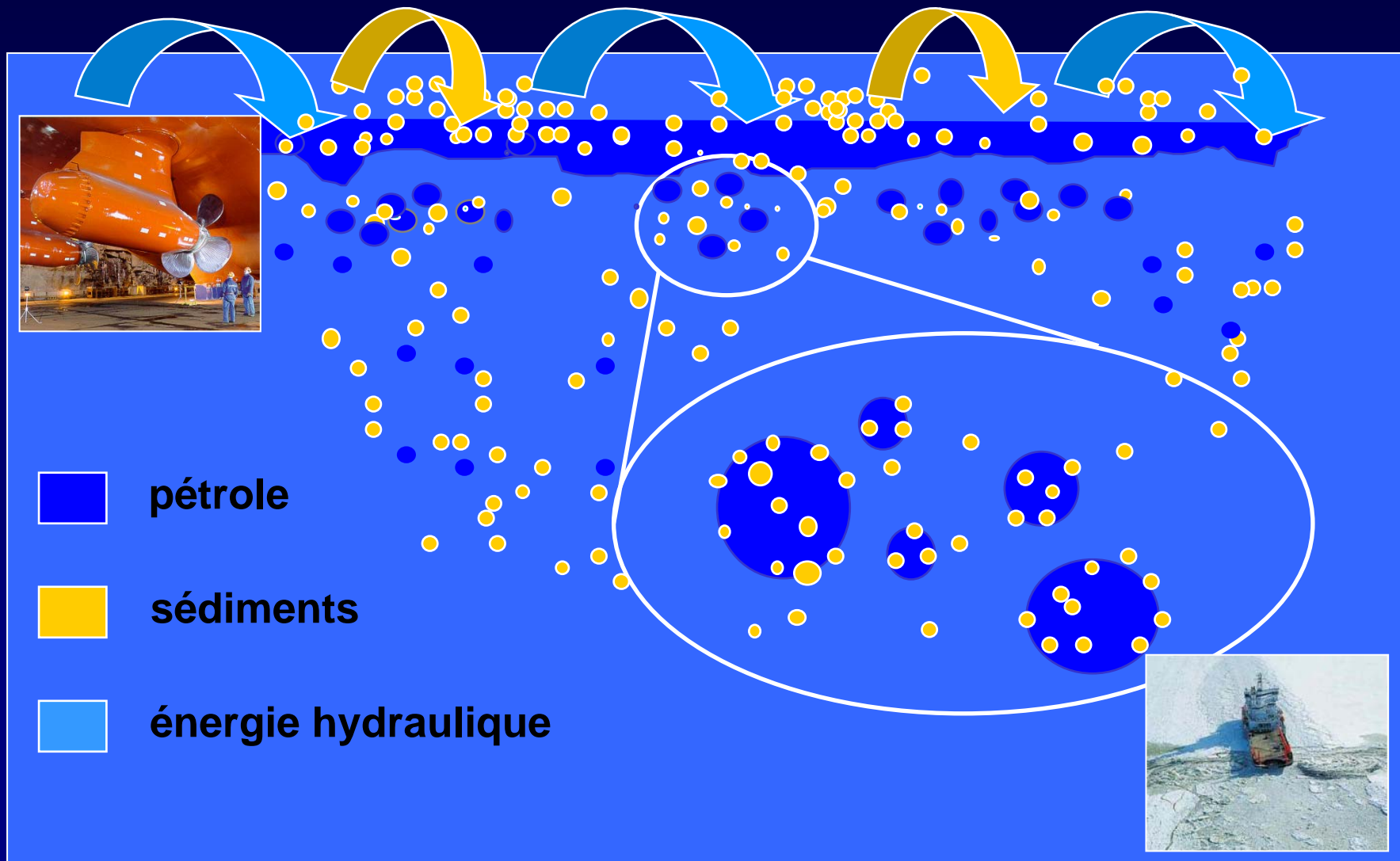
Tester l'efficacité de la formation d'APM comme technique de lutte

Comblent les lacunes entre l'application en laboratoire et en situation réelle

Acquérir une expérience pour des essais de terrain à plus grande échelle

* Déversement contrôlé de pétrole

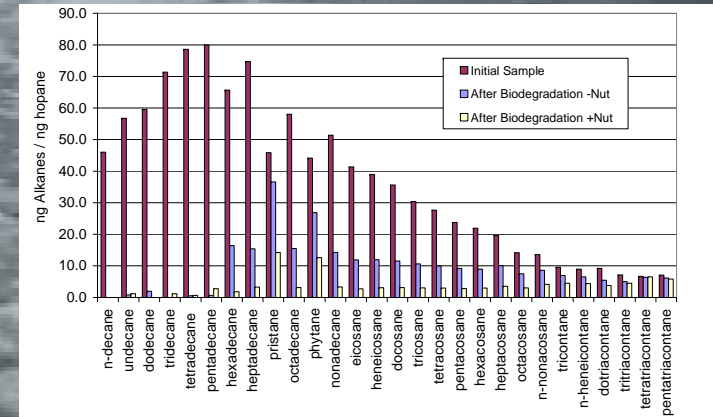
Modélisation de la formation d'APM





**Application d'APM avec
agitation**

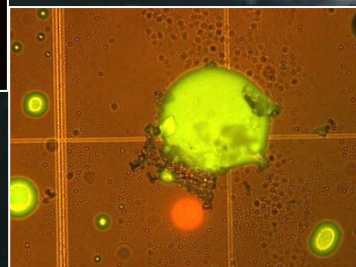
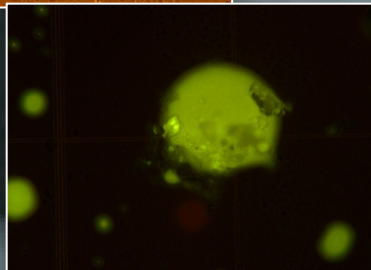
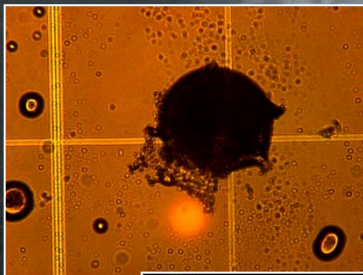
Efficacité de la dispersion avec APM



Dégradation d'hydrocarbures

50 jours à 0,5°C :

- 60% Hydrocarbures totaux
- 75-88% alcanes
- 55-65% HAP



Formation d'APM

Remontée de pétrole à la surface sans APM



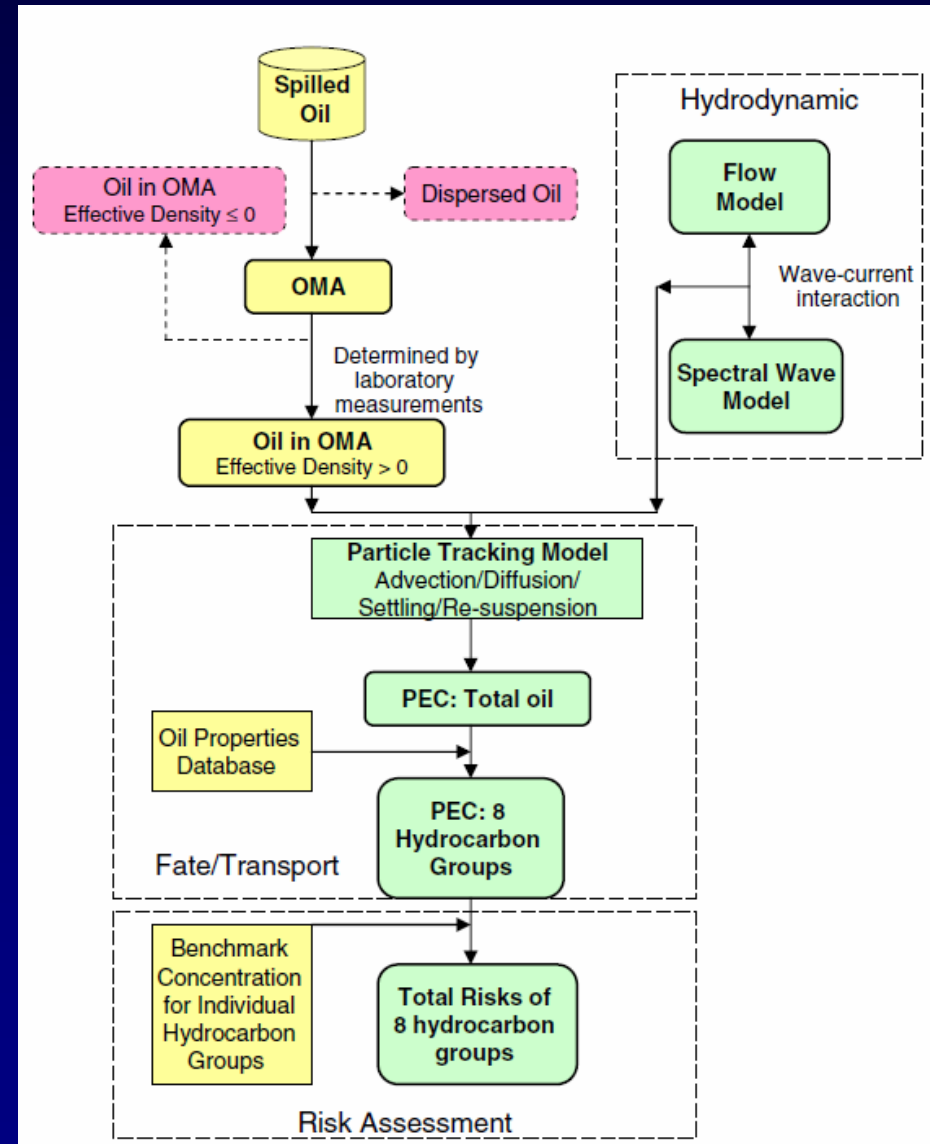
Echantillonnage pour détermination de l'efficacité de la dispersion

- Echantillons prélevés dans la colonne d'eau pour une étude de la dégradation en laboratoire afin de suivre la persistance des hydrocarbures à faible température
- Echantillons d'eau prélevés toutes les 30 min pendant 2 h à différentes profondeurs (surface, 1 m, 5 m et 10 m)
 - Analyse CG-FID de la distribution TPH
 - Microscopie à épifluorescence
 - Analyse UV-Fluorométrie
- Outils *in situ* : suivi de la formation d'APM
 - Caméra sous-marine
 - Analyse granulométrique LISST
 - Turbidimétrie



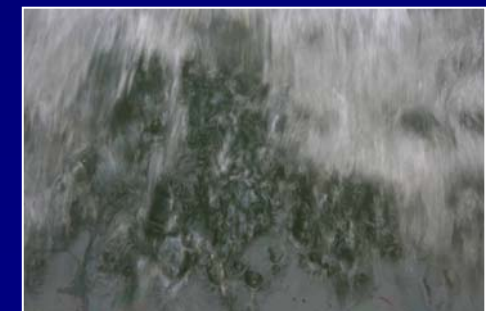
Modélisation devenir/risques des APM

Un modèle hydrodynamique qui tient compte des interactions entre la houle et les courants a été intégré à un modèle devenir / transport qui peut simuler l'advection/diffusion, la sédimentation et la remise en suspension des APM afin d'étudier les impacts potentiels des hydrocarbures sur les organismes benthiques.



Les APM comme technique de lutte

- Le pétrole déversé sur des eaux recouvertes par la glace est dispersé efficacement par la formation d'APM
- Les hélices des navires génère suffisamment d'agitation
- Biodégradation significative du pétrole à basses températures
- Les études en cuve à houle et la modélisation numérique se concentrent sur l'influence de paramètres tels que l'agitation, le type de fines, les dispersants chimiques et la toxicité



Atténuation naturelle

Les stratégies de lutte ne sont pas efficaces à 100 %

Pour soutenir la prise de décision concernant la planification d'urgence et l'évaluation des dommages, il faut améliorer les connaissances :

- des niveaux de diversité microbologique afin d'estimer la capacité d'auto-nettoyage du système (pétrole traité ou non traité) dans le cas d'une pollution**
- de la persistance des contaminants en tenant compte des taux de biodégradation obtenus sur le terrain**

Atténuation naturelle

Quel est l'impact environnemental de la fraction résiduelle suite aux opérations de nettoyage ?

- **L'interaction de processus biologiques, physiques et chimiques contribue à la disparition de ces fractions et autres contaminants dans le milieu marin**
- **De nouvelles preuves obtenues des avancées des biotechnologies (par ex. la métagénomique) montrent que les hydrocarbures dans les eaux Arctiques seraient dégradés par des organismes autochtones plus rapidement qu'imaginé auparavant**

Quand arrêter ?

- **Développement de protocoles de suivi pour la fin des opérations**

Le Futur



La Stratégie pour le Nord du gouvernement canadien valorise la science et la recherche pour le Nord, favorise la coopération circumpolaire, renforce les partenariats et la protection environnementale

- La majorité de nos connaissances sur le comportement des hydrocarbures et la lutte contre les pollutions en eaux glacées provient d'études en laboratoire et en cuve expérimentale, et de quelques expérimentations de terrain à grande échelle
- L'efficacité opérationnelle de nombreuses "nouvelles" technologies de nettoyage et stratégies de lutte reste inconnue
- Il faudra établir des preuves et des directives opérationnelles avant que ces concepts soient acceptés
- Conclusion de nombreux colloques sur la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en Arctiques - **Des essais de terrain avec déversement réel sont absolument nécessaires afin de faire de véritables avancées**

Priorités pour de futures études de terrain

- **Systemes de télédétection pour le repérage, le suivi et la cartographie du transport et de l'étalement du pétrole sur et sous la glace**
- **Vieillessement des hydrocarbures dans les eaux froides/Arctiques**
- **Développement et vérification de modèles de dérive et devenir du pétrole dans la glace**
- **Amélioration du matériel mécanique de lutte (récupérateurs, systèmes de pompage pour les pétroles visqueux, séparation hydrocarbures/ eaux /glace)**
- **Brûlage *in situ* dans la glace cassée (mise au point de barrages anti feu, produits repousseur et systèmes d'allumage)**
- **Favorisation de la dispersion par épandage de dispersants chimiques / formation d'agrégats pétrole-minéral (analyse de l'efficacité, identification des paramètres déterminants et développement des directives d'application)**
- **Biorestauration du pétrole échoué**
- **Caractérisation des composants solubles dans l'eau et des effets biologiques (toxicité) sur les espèces Arctiques**
- **Développement de paramètres opérationnels de fin des travaux de nettoyage**