

Effets létaux et sous-létaux de bitumes dilués, dispersés physiquement ou non, pour des invertébrés benthiques d'eau douce

Gaëlle Triffault-Bouchet¹, Nishodi Indiketi^{1,2}, Charles Gauthier², Patrice Couture²

¹ Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

² Institut national de recherche scientifique - Centre Eau Terre Environnement

Contexte de l'étude

L'action 60* du Plan d'action 2015-2020 de la Stratégie maritime du gouvernement du Québec vise à :

"Soutenir la recherche, l'acquisition de connaissances et l'élaboration d'outils en soutien à l'expertise et à la prise de décision municipale et gouvernementale aux fins de préparation et d'intervention d'urgence à l'échelle locale, régionale et provinciale relativement au déversement des hydrocarbures sur le territoire maritime du Québec."

Dans ce contexte, plusieurs études ont été mises en place pour étudier les impacts sur l'environnement maritime des déversements d'hydrocarbures.

* Orientation 2 ("Protéger le territoire maritime et ses écosystèmes"), Axe 2 ("Améliorer la gestion des risques liés au transport maritime")

Le Saint-Laurent est une voie maritime très fréquentée où plusieurs hydrocarbures pétroliers transitent en quantité importante. Si les nouveaux projets d'approvisionnement et de transport d'hydrocarbures pétroliers ainsi que les projets d'exploration pétrolière se concrétisent, les risques de déversement pétrolier pourraient augmenter au Québec. Bien que fortement étudiés à travers le monde, plusieurs aspects du devenir des hydrocarbures sont encore méconnus. Ainsi, de nombreuses études ont été réalisées sur les pétroles bruts conventionnels, mais le comportement et la toxicité des pétroles non conventionnels, tels que les bitumes dilués, dans les eaux froides, comme celles du Saint-Laurent, sont encore très peu documentés. C'est en particulier le cas pour les effets des bitumes dilués pour les invertébrés benthiques d'eau douce.

Les gouttelettes d'hydrocarbures dispersées, ainsi que les hydrocarbures dissous, peuvent interagir avec les matières en suspension (MES) présentes dans la colonne d'eau, tels que les minéraux argileux ou la matière organique, pour former des agrégats hydrocarbures-MES (Figure 1). Leur formation dépend par exemple de la composition chimique et des propriétés physiques des hydrocarbures ainsi que des propriétés physiques des matières en suspension (composition, granulométrie, teneur en matière organique, densité, etc.). Si la densité des agrégats n'augmente pas significativement, ceux-ci deviennent un moyen de transport pour les hydrocarbures dans la colonne d'eau. C'est particulièrement le cas en milieu marin. Par contre, si la densité des agrégats devient suffisamment élevée, les hydrocarbures auront alors tendance à sédimenter. Quels seront alors les effets de ces hydrocarbures sur les invertébrés benthiques ?

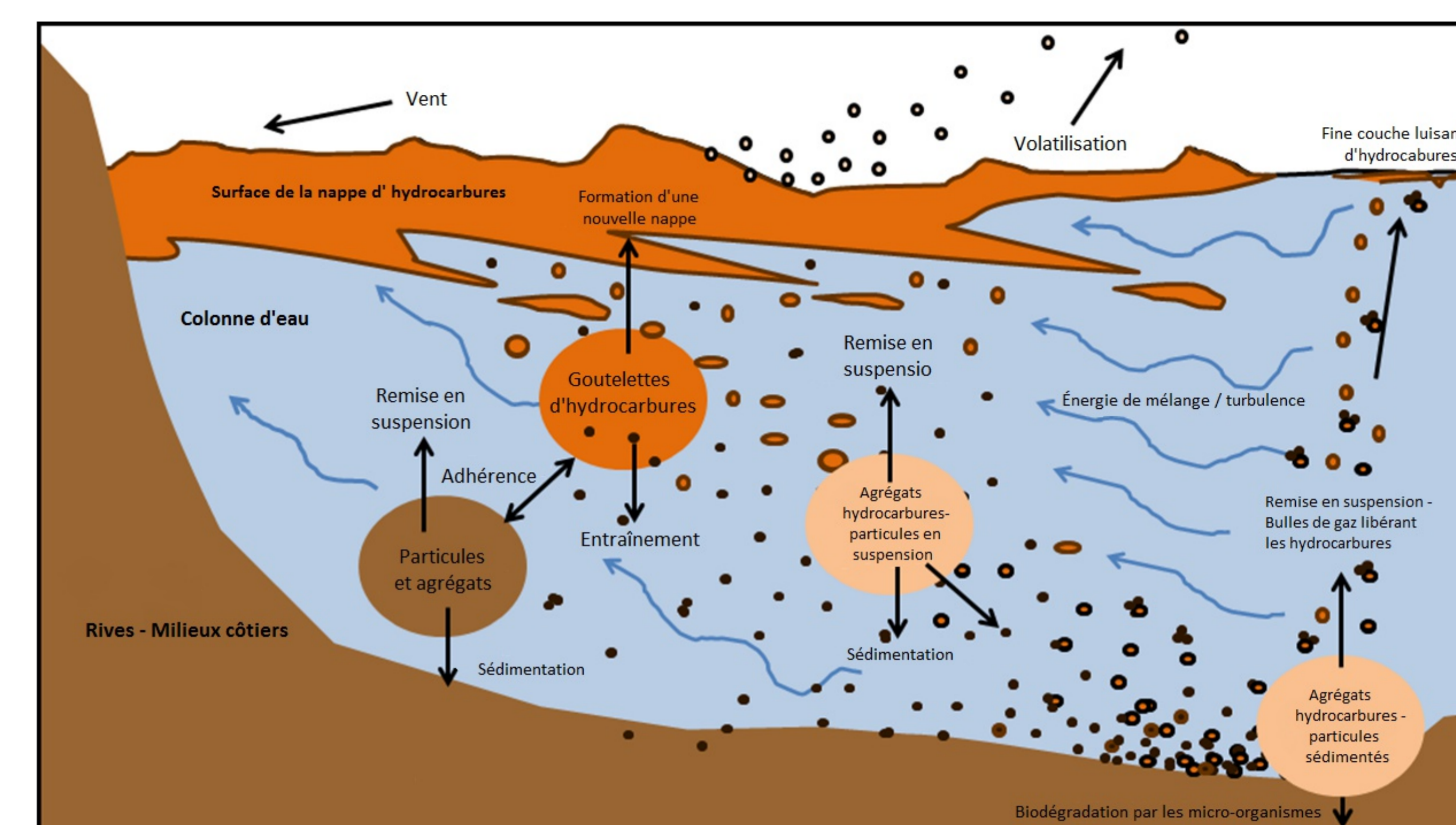


Figure 1 - Formation d'agrégats hydrocarbures-MES et devenir dans le milieu aquatique (adapté de Fitzpatrick et collab., 2015).

Objectifs de l'étude

L'objectif global de cette étude est de déterminer les **effets létaux et sous-létaux** de pétroles conventionnels et non conventionnels, dispersés physiquement ou non, pour des invertébrés benthiques et des communautés microbiennes, représentatifs des organismes présents dans les milieux aquatiques d'eau douce du Québec. Deux invertébrés benthiques couramment utilisés en écotoxicologie ont été retenus pour cette étude. Il s'agit de la larve de chironomes *Chironomus riparius* et de l'amphipode *Hyalella azteca*. Deux bitumes dilués issus de deux gisements de l'ouest canadien ainsi qu'un pétrole lourd conventionnel ont été sélectionnés.

Les objectifs spécifiques de cette étude sont d'évaluer :

1. Les **impacts** des pétroles, dispersés physiquement ou non, introduits par la colonne d'eau à la suite de leur dispersion mécanique (Water Accomodated Fraction ou WAF) ou incorporés dans un sédiment, à différentes concentrations, pour la survie, la croissance et plusieurs réponses sous-létales (reproduction, génotoxicité, activités enzymatiques) des deux espèces d'invertébrés, à l'aide d'essais de toxicité standardisés;
2. Les **capacités de recolonisation** d'un milieu contaminé par les pétroles par les espèces retenues pour l'étude;
3. Les impacts des pétroles dispersés, ou non, sur les activités métaboliques des micro-organismes des sédiments (EcoPlate).



Amphipode mâle adulte



Larve de chironome

Chironome mâle adulte

Méthodologie



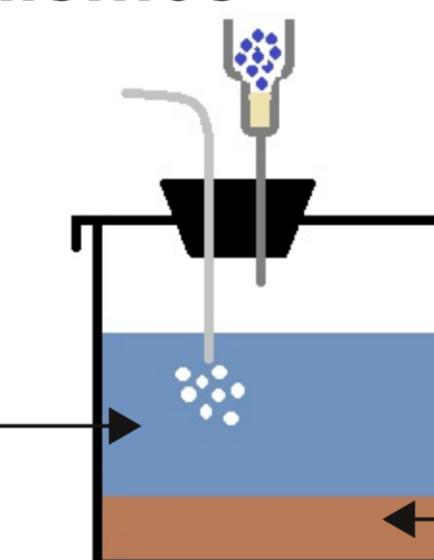
Préparation des WAF (Water accomadated fraction)
Méthode adaptée de Singer et collab., 2000 selon Barron et Ka'aihue, 2003

1. Eau du réseau déchlorée et traitée aux UV ;
2. Ratio pétrole:eau de 1:9 ;
3. 20°C, à l'obscurité ;
4. Agitation magnétique pendant 18h, sans vortex ;
4. Repos pendant 4 h avant de prélever la phase dissoute.

Exposition des organismes



WAF



OU



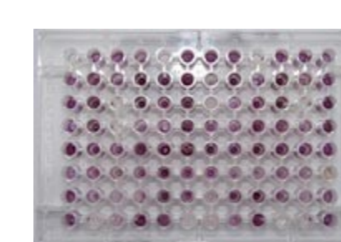
Bitume dilué

Phase I - Toxicité aiguë

Survie et croissance :

- 7 jours d'exposition pour les chironomes (Environnement Canada, 1997 ; AFNOR, 2004)
- 14 jours d'exposition pour les amphipodes (Environnement Canada, 2013)

Activités métaboliques des micro-organismes des sédiments par Ecoplates (Biolog®) dont l'utilisation de différentes sources de carbone



Analyses des hydrocarbures dans les WAF et suivi dans les enceintes d'essai (COV, HAP, HAP alkylés, C₆-C₁₀, C₁₀-C₅₀)

Phase II - Toxicité chronique

Émergence des chironomes adultes (AFNOR, 2003 ; exposition de 21 jours)

Reproduction des amphipodes (US EPA, 2000 ; exposition de 56 jours)

Activités métaboliques des micro-organismes des sédiments par Ecoplates (Biolog®) dont l'utilisation de différentes sources de carbone

Analyses des hydrocarbures dans les WAF et suivi dans les enceintes d'essai (COV, HAP, HAP alkylés, C₆-C₁₀, C₁₀-C₅₀) et bioaccumulation dans les adultes

Biomarqueurs d'exposition et d'effet envisagés

Mesure du stress oxydatif :

- Peroxydation lipidique
- Enzymes de gestion du stress oxydatif : superoxyde dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathion peroxydase
- 8-oxo-7,8-dihydro-2'-désoxyguanosine (8-oxo-dG), biomarqueur de l'oxydation des bases de l'ADN, conséquence du stress oxydant, par méthode immuno-enzymatique ELISA

Inhibition de l'acétylcholinestérase, traduisant une atteinte du système nerveux

Mesure de l'activité l'enzyme 7-éthoxyrésorufine O-dééthylase (EROD), enzyme impliquée dans les activités de détoxification

Mesure de la génotoxicité des hydrocarbures pétroliers par l'essai des comètes

Perspectives

Ce projet est financé par la Stratégie maritime du Gouvernement du Québec et réalisé en partenariat avec l'INRS - Centre eau, Terre, Environnement. Il a été initié en décembre 2016. Les travaux expérimentaux débuteront en mai 2017 et les conclusions de cette étude devraient être disponibles en décembre 2019.