

Étude GENV28 – Développement de
méthodes d'analyse complémentaires aux
méthodes conventionnelles pour
caractériser les hydrocarbures pétroliers et
suivi de l'évolution des impacts d'un
déversement à l'aide de biomarqueurs
spécifiques à ceux-ci dans les eaux de
surface, souterraines et usées

Évaluation environnementale stratégique globale sur les hydrocarbures

Septembre 2015

Équipe de réalisation

Responsable

Paule Emilie Groleau¹, Ph. D., chimiste, chef de division

Sylvie Cloutier², responsable, développement méthodologique – rejets d'eaux usées toxiques

Recherche et rédaction

Paule Emilie Groleau¹, Ph. D., chimiste

Félix Dupont, M.Sc.¹, chimiste

Révision

Lionel Laramée, chimiste, directeur

Mise en page et révision linguistique

Nathalie Veillette¹, adjointe administrative

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

² Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises.

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2015

ISBN :

© Gouvernement du Québec, 2015

Références bibliographiques

Ce document doit être cité de la façon suivante :

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015.

XXX, Québec, XX p.

1. Introduction

La présence d'hydrocarbures dans les matrices environnementales est déterminée conventionnellement par la méthode C₁₀-C₅₀, qui permet une détection de 0,1 mg/L dans les eaux. Cette méthode est un paramètre intégrateur qui fournit un résultat pour l'ensemble des hydrocarbures possédant de 10 à 50 carbones. Elle procure un indice de la contamination, mais ne permet pas un suivi à l'état de traces dans l'environnement ni une caractérisation fine des produits pétroliers. Le développement de méthodes d'analyse complémentaires permettant une meilleure caractérisation des produits pétroliers est essentiel afin de mieux encadrer le suivi environnemental et de mieux gérer une source précise de déversement.

2. Objectifs

Le projet vise à mettre au point des outils analytiques complémentaires aux méthodes conventionnelles pour caractériser les produits pétroliers et évaluer l'évolution des déversements par le suivi de marqueurs spécifiques aux hydrocarbures pétroliers dans les matrices environnementales, notamment pour les eaux usées, souterraines et de surface. Ces techniques permettront de réaliser une caractérisation plus complète de la composition moléculaire des produits pétroliers et d'offrir ainsi un patron précis d'une contamination donnée.

3. Description

En premier lieu, une méthode par fraction, comme celle utilisée dans les autres provinces canadiennes (CCME, Atlantic RBCA), sera mise au point. Cette méthode permet l'analyse des fractions F1 (C₆-C₁₀), F2 (C₁₀-C₁₆), F3 (C₁₆-C₃₄) et F4 (C₃₄-C₅₀) et est donc plus spécifique aux produits à détecter.

Le premier objectif du projet de développement analytique a été réalisé à l'automne 2014. Il consistait à élaborer une méthode d'analyse de la fraction légère des hydrocarbures de chaînes de 10 à 16 carbones, aussi appelée la fraction F2, selon les spécifications du CCME. Cette fraction a été jugée préoccupante puisque du distillat de pétrole léger peut être utilisé comme additif lors du forage et les constituants les plus toxiques sont les moins dégradables (famille des alkylbenzènes). Cette fraction légère peut être estimée par la méthode C₁₀-C₅₀, mais il est justifié de mettre au point une méthode plus sensible et spécifique à la portion C₁₀-C₁₆. De plus, des critères de toxicité seront établis par fraction afin de mieux évaluer la qualité des eaux et des sédiments.

La méthode permet de doser jusqu'à 0,1 ppm de F2 dans les eaux, selon une technique d'extraction à l'hexane, similaire à celle utilisée pour doser les C₁₀-C₅₀. Il n'est pas possible d'abaisser la limite de détection puisqu'une concentration de l'échantillon provoquerait une perte par évaporation des hydrocarbures. L'instrument est calibré avec un standard de kérosène composé d'hydrocarbures de 9 à 16 carbones.

Des méthodes seront développées pour les autres fractions également, la plus légère F1 et les plus lourdes, F3 et F4.

Par la suite, des méthodes d'analyse de marqueurs moléculaires spécifiques aux produits pétroliers seront mises au point selon les travaux de Wang et Stout (2007), ceci afin de : 1) déterminer le profil moléculaire des produits pétroliers; 2) suivre une ou plusieurs de ces molécules à l'état de trace dans les matrices environnementales, comme les eaux usées issues de l'exploration. Les marqueurs les plus connus sont les nC17, nC18, pristane et phytane. Leurs ratios permettent d'estimer l'âge (ou la dégradation) des hydrocarbures. Une méthode a déjà été mise au point pour doser spécifiquement ces composés dans les sols et sédiments par chromatographie gazeuse et spectrométrie de masse GC-MS avec des limites de détection d'environ 0,03 ppm. Le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) a également mis au point une méthode pour doser les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) alkylés qui permet une caractérisation plus complète des hydrocarbures. En effet, les HAP provenant d'une source pétrogénique se présentent majoritairement sous la forme d'HAP alkylés, ce qui permet de les différencier des HAP provenant d'autres sources (pyrogénique, biogénique) et de les suivre d'une manière plus spécifique dans les matrices environnementales contaminées.

Plusieurs autres familles de marqueurs pétroliers seront également visées par les nouvelles méthodes d'analyse en cours d'élaboration.

Par exemple, une famille spécifique à la fraction F2 est le groupe des sesquiterpènes (C_{14} à C_{16}). Ils sont particulièrement stables et résistants à la dégradation, ce qui en fait une caractéristique importante pour suivre une contamination dans le temps au-delà de la dégradation des alcanes linéaires.

Dans les fractions plus lourdes, les marqueurs des familles hopanes et stéranes sont aussi indicateurs de contamination par les produits pétroliers. Comme pour les sesquiterpènes, ces composés de la famille des terpènes se retrouvent en plusieurs isomères et leur présence permet de reconnaître un profil propre à une contamination précise. De plus, certains isomères sont spécifiquement utilisés pour établir des ratios diagnostiques afin de suivre l'atténuation de la contamination dans le temps.

Dans une approche globale, l'utilisation d'un logiciel de chimiométrie permettra l'identification de toutes les molécules présentes dans un échantillon et aidera grandement à caractériser une contamination, tel qu'il serait effectué dans un dossier de criminalistique environnementale. Les marqueurs ainsi identifiés pourront être suivis à de très faibles concentrations.

4. CONCLUSION

Le CEAEQ peut déjà offrir les nouvelles méthodes F2 et nC17, nC18, pristane et phytane depuis 2015 en plus des HAP alkylés. Le CEAEQ prévoit offrir les autres nouvelles méthodes au cours de l'année 2016 et pourra ainsi offrir une expertise fiable en matière de caractérisation fine des hydrocarbures pétroliers. L'expertise développée à la base par Environnement Canada pourra donc être pratiquée au Québec, en respectant les plus hauts standards d'analyses chimiques. De plus, toutes ces méthodes sont les outils qui pourront être utilisés en criminalistique environnementale afin qu'un lien puisse être établi entre un produit déversé et une source précise de contamination, un domaine relativement nouveau et très pertinent à l'exploration pétrolière au Québec..

5. Références bibliographiques

WANG, ZHENDI ET SCOTT A. STOUT. *Oil spill environmental forensics, fingerprinting and source identification*, Academic Press, 2007.

CCME (CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT). *Méthode de référence pour le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol – méthode du 1^{er} volet*. ISBN 1-896997-01-5, numéro de publication 1310, 2001.

ATLANTIC RBCA (RISK BASED CORRECTIVE ACTION). *Guidelines for Laboratories, Tier I and Tier II, Petroleum Hydrocarbon Methods*. Version 3.0, juillet 2010.

