

FORUM 2012

GÉOENVIRONNEMENT

Tendances, problématiques et solutions.



acle

association des consultants
et laboratoires experts

Ingénierie des sols et matériaux
Géoenvironnement
Toiture et étanchéité

Des partenaires
de qualité



COMITÉ #4

Origine et datation d'une contamination par des hydrocarbures

Membres du comité :

- Marc Paquet, chimiste M.Sc., Maxxam Analytique (Conférencier)
- Guy Châteauneuf, chimiste M.Sc., CRA/Inspec-Sol inc. (Modérateur)
- Serge Delisle, ing. M.Sc., CNRC
- Renée Gauthier, chimiste M.Sc., Service des lieux contaminés et des matières dangereuses, MDDEP
- Paul Granda, avocat, Gowling, Lafleur, Henderson, S.E.N.C.R.L.
- Anne-Marie Vaillancourt, ing., La Compagnie Pétrolière Impériale Ltée
- Sylvain Lévesque, chimiste M.Sc., Laboratoire des pollutions industrielles, CEAEQ



Mise en contexte

- Les hydrocarbures pétroliers sont utilisés dans une vaste étendue d'applications (carburant, source d'énergie, lubrifiant fabrication de nombreux produits commerciaux);
- L'entreposage des hydrocarbures pétroliers est effectué dans des réservoirs souterrains et hors-sol;
- Présence d'un risque de déversement accidentel dans l'environnement;
- Problématique des déversements des hydrocarbures est reliée à leur toxicité, de leur mobilité et de leur persistance dans l'environnement;
- Les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers constituent vraisemblablement la plus grande source de contamination des terrains en Amérique du Nord.



Principales conséquences reliées à la contamination par des hydrocarbures pétroliers

- Risques pour la santé et l'environnement;
- Coûts de réhabilitation élevés;
- Perte de valeur des propriétés;

Détermination du niveau de responsabilité de l'entité qui est à l'origine d'une contamination;

- Réclamations auprès des assureurs
- Poursuites juridiques



Détermination de la responsabilité d'une contamination :

- Quelle est la nature des hydrocarbures pétroliers ?
- Quelles sont les sources de la contamination ?
- Est-ce que les hydrocarbures peuvent être d'origine biogénique ?
- Quelle est la quantité de sols et d'eau affectée par la contamination ?
- Quel est l'âge de la contamination ?
- Est-ce que seule une analyse en laboratoire est nécessaire pour dater une contamination ?
- Quels sont les éléments qui doivent être pris en considération pour faire une investigation crédible et défendable ?



Complexité de la problématique

- La composition chimique des hydrocarbures pétroliers est complexes;
- Suite à un déversement, la composition chimique des hydrocarbures pétroliers varie en fonction du temps;
- Les modes et le temps de dégradation des hydrocarbures pétroliers dans l'environnement sont complexes et dépendent de nombreux facteurs;
- Présence potentielle de substances biogéniques dans les sols naturels qui sont affectés par la contamination en hydrocarbures pétroliers;
- Actuellement, les expertises sont généralement requises après la réalisation des études environnementales. Plusieurs données sont manquantes et rendent difficiles, voire même impossible, la réalisation d'une expertise pour identifier et dater une contamination par des hydrocarbures pétroliers.



Quatre volets ont été considérés par le comité :

- 1) Origine et distinction des contaminations par des hydrocarbures pétroliers;
- 2) Vérification des interférences liées à la présence d'hydrocarbures d'origine biogénique;
- 3) Datation d'une contamination par des hydrocarbures pétroliers;
- 4) Caractéristiques d'un bon dossier juridique;

Quatre familles d'hydrocarbures pétroliers ont été ciblées :

- Essence;
- Diesel;
- Huile à chauffage;
- Huile à moteur;

Objectif principal :

- Identifier les éléments requis pour effectuer une expertise de qualité **avant** de débiter les travaux d'investigation.



Volet 1 :
Origine et distinction des contaminations
par des hydrocarbures pétroliers



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Composés présents dans le pétrole brut et dans les produits raffinés :

- Mélanges complexes contenant des centaines de composés principalement organiques, de concentrations variables et ayant des propriétés physico-chimiques différentes :
 - Paraffines : hydrocarbures aliphatiques, alcanes;
 - Naphtènes : hydrocarbures cycliques saturés, cycloalcanes;
 - Oléfines : hydrocarbures linéaires insaturés;
 - Hydrocarbures aromatiques : HAM et HAP;
 - Soufre;



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Composés présents dans le pétrole brut et dans les produits raffinés

Chaque produit pétrolier a une composition chimique qui lui est spécifique :

- **Essence : Fraction C4-C12 :**
 - Hydrocarbures aliphatiques : 30% à 50%;
 - Hydrocarbures cycliques : 20 à 40%;
 - Hydrocarbures aromatiques : environ 10%;

- **Diesel et huile à chauffage (mazout #2) : Fraction C9-C24 :**
 - Hydrocarbures aliphatiques : 60%
 - Hydrocarbures aromatiques : 40% monocycliques (20% à 25%) / polycycliques (15% à 20%)

- **Huile à moteur : Fraction C18-C34 et + :**
 - Hydrocarbures aliphatiques : 75% à 95%
 - Hydrocarbures aromatiques : Avant 1990 = 25 à 35%, après 1990 < 5%



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Composés ajoutés à l'essence lors du raffinage :

- **Agent réducteur de dépôts de plomb :**
 - 1,2-dichloroéthane EDC (Québec) : années 30
 - 1,2-dibromoéthane EDB (ailleurs au Canada) : années 30

- **Agents antidétonants:**
 - Tétraéthyl de plomb (TEL) :
 - Utilisation à partir des années 20
 - Graduellement remplacé par le MMT en 1979.
 - Non-utilisé après 1990
 - Tétraméthyl de plomb (TML) :
 - Introduit vers 1960. Cessation de son utilisation en 1990
 - Methylcyclo-pentadienyl manganèse tricarbonyl (MMT) :
 - Introduit vers 1959;
 - Augmentation de l'utilisation à partir de 1974 avec diminution de l'utilisation du plomb
 - En 1990, 90% de l'essence vendue au Canada comportait du MMT.
 - Depuis 2004, 5% de l'essence vendue au Canada contiendrait encore du MMT



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Composés ajoutés à l'essence lors du raffinage (suite) :

➤ **Agents d'oxygénation:**

- TBA (Tert butyl alcool) :

Introduit en 1969, remplacé par le MTBE.

- MTBE (Methyl tert butl ether) :

Utilisé majoritairement aux États-Unis à partir de 1979. Importé au Canada vers 1986.

Utilisation pratiquement nulle au Québec.

- TAME (tert amyl methyl éther) :

Introduit en 1991.

- ETBE (Éthyl tert-butyl éther) :

Alternative au MTBE.

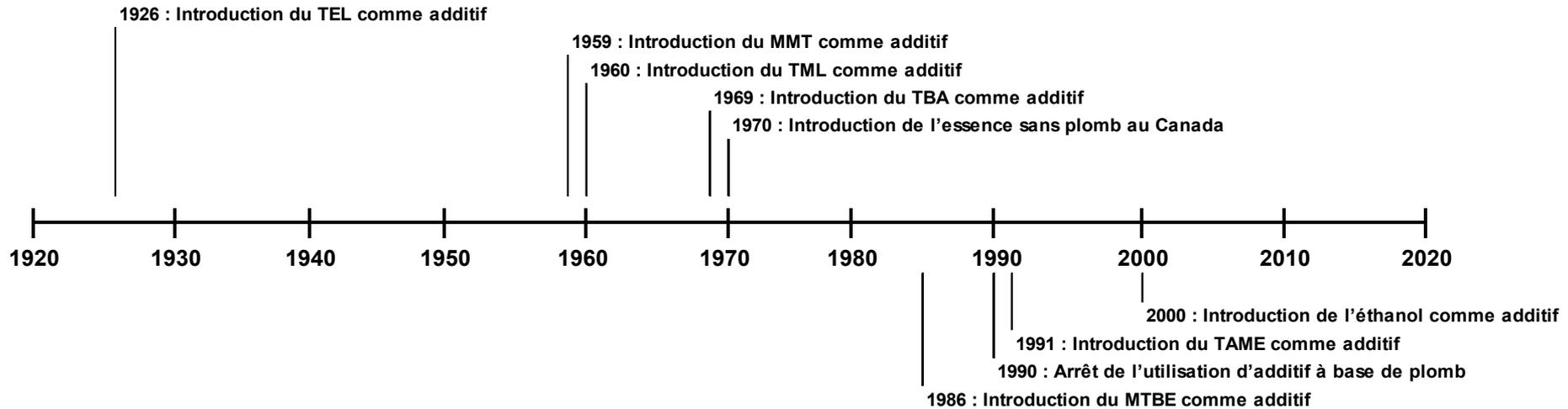
- Ethanol :

En 2010, 35% de l'essence vendue au Canada devait contenir 10% d'éthanol.



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Chronologie du raffinage de l'essence :





1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Composés ajoutés à au diesel lors du raffinage :

- Aucun

Composés ajoutés à l'huile à chauffage lors du raffinage :

- Traceurs chimiques (pour fins de taxation);

Composés ajoutés à l'huile à moteur lors du raffinage :

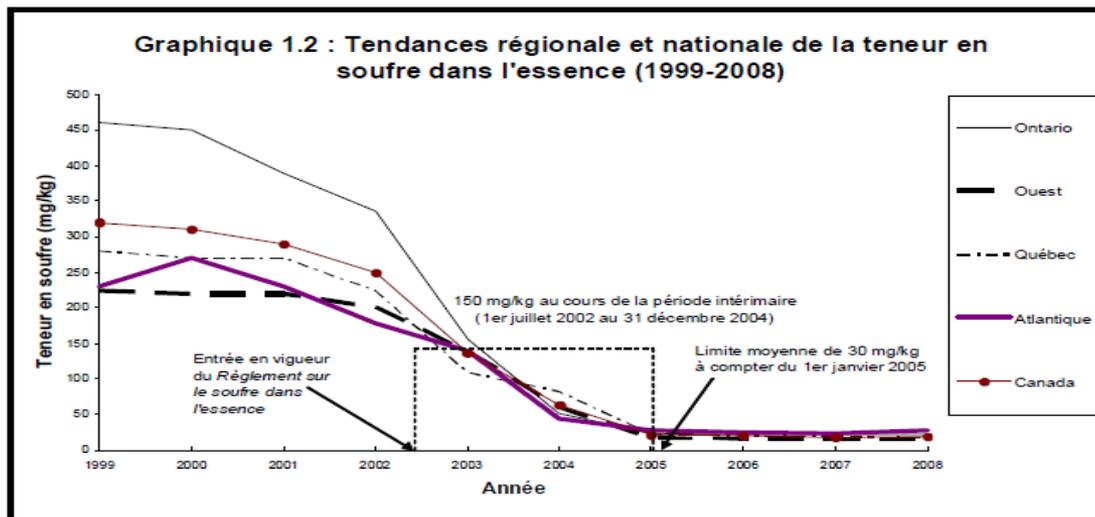
- ZDDP (Zinc Dialkyldithiophosphate)
- Détergents contenant du calcium



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Soufre dans l'essence :

- Avant 1994 : concentration en soufre dans l'essence = 1500 mg/L.
- 1994 à juillet 2002 : diminution graduelle de la concentration (voir graphique)
- Juillet 2002 à décembre 2004 :
 - Entrée en vigueur du Règlement sur le soufre dans l'essence (adopté en 1999).
 - Concentration moyenne = 150 mg/L sans excéder 300 mg/L
- Depuis janvier 2005 : moyenne de 30 mg/L (sans dépasser 80 mg/L).





1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Soufre dans le diesel:

- Avant 1998 : Diminution graduelle de la concentration de 5000 à 500 ppm;
- Depuis 2006 : maximum 15 ppm;

Soufre dans l'huile à chauffage:

- Les concentrations en soufre sont demeurées à 5000 ppm;

Soufre dans l'huile à moteur:

- Avant 2000 : concentration = environ 5000 ppm;
- Actuellement : huile à moteur typiques : concentration = environ 3000 ppm;
- Actuellement : huiles synthétiques : concentration = environ 2000 ppm;



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Analyses chimiques à considérer lors d'une expertise:

- **Identification de produits pétroliers par GC-FID et/ou GC-MS:**
 - Permet de comparer le profil chromatographique des échantillons à ceux d'étalons connus;
 - Composition chimique différente = profil chromatographique différent;

- **Analyses chimiques de base:**
 - Composés organiques volatils (BTEX, HAM, HHT);
 - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
 - Métaux;
 - Soufre;

- **Analyses spécifiques pour distinguer des mélanges d'hydrocarbures pétroliers:**
 - Essence : analyse PIANO (Paraffines, Isoparaffines, Aromatiques, Naphtènes, Oléfines);
 - Diesel : analyse des composés organiques persistants :biomarqueurs, cycloalcanes, profil de HAP, etc.;
 - Essais physico-chimiques (produits purs) : distillation simulée, indice d'octane, indice cétane, etc.;



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Type d'échantillons à considérer lors d'une expertise:

- Hydrocarbures pétroliers purs;
- Eau contaminée;
- Sols contaminés;
- Matières résiduelles contaminées;



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Altération des hydrocarbures pétroliers:

- Rejet dans l'environnement = altération des constituants des hydrocarbures pétroliers par trois principaux mécanismes :

Biodégradation:

- Composés facilement biodégradables : alcanes;
- Persistance des composés difficilement biodégradables : HAP, alcanes ramifiés, composés toxiques;

Évaporation:

- Perte des composés organiques les plus volatils – persistance des composés les plus lourds;
- Point d'ébullition : benzène < toluène < éthylbenzène < xylènes;

Lixiviation/solubilisation:

- Solubilisation des composés les plus solubles;
- Solubilité : benzène > toluène > éthylbenzène > xylènes;

- Dans certains cas, d'autres mécanismes peuvent être impliqués : la dilution et l'oxydation.



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Altération des hydrocarbures pétroliers:

- Les modes de dégradation des hydrocarbures pétroliers sont spécifiques à chaque site et dépendent de plusieurs facteurs :
 - Nature et concentration des hydrocarbures pétroliers;
 - Profondeur de la contamination;
 - Profondeur de l'eau souterraine;
 - Types de sol;
 - Perméabilité et porosité des sols;
 - Contenu en matière organique;
 - Conditions aérobiques/anaérobiques;
 - Conditions physico-chimiques (pH, oxygène, humidité, température);
 - Recouvrement de la surface du site (asphalte, béton, végétaux, etc.);
 - Flore bactérienne;
 - Hydrologie et hydrogéologie du site;
 - Etc.



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Altération des hydrocarbures pétroliers-régimes potentiels de dégradation (Oudijk 2009):

Table 2. Site-specific weathering-potential regimes

	Regime	Examples and description
➤ Très agressif;	Very aggressive	Water-logged soils (as per tank corrosion); areas prone to flooding; surficial or very shallow releases; stray electrical currents, heavily vegetated; nutrient-rich soils or groundwater, moderate pH (7–8); lack of soil cover; high recharge rates, and history of environmental pollution (acclimated microbes).
➤ Aggressif;	Aggressive	High water table; highly-permeable and porous soils; lack of soil cover; shallow release; moderate pH (7–8); high oxygen content in soil and groundwater (> 5 mg/L); high organic-matter content; stray electrical currents; high salinity content of groundwater; high soil sulfide content; high soil moisture; heavily vegetated, and urban environment (not pristine).
➤ Modéré;	Moderate	Moderate water content in soil; moderate depth to groundwater; moderate permeability and porosity; moderate pH (5–9); moderate oxygen content in soil and groundwater (>2 mg/L); lack of stray electrical currents, and moderate vegetation.
➤ Faible;	Weak	Low moisture content in soils; water-logged soil (as per biodegradation); very high or very low pH; low oxygen content in soil and groundwater (<1 mg/L); deep water table; no stray electrical currents; low organic-matter content in soil; nonexistent or sparse vegetation, and pristine environment.
➤ Très faible;	Very weak	Extremely cold, hot or harsh environment; extremely high or extremely low pH; total lack of oxygen; pristine; no soil moisture, and sterilized environment (elevated bacteriocides).



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Altération des hydrocarbures pétroliers:

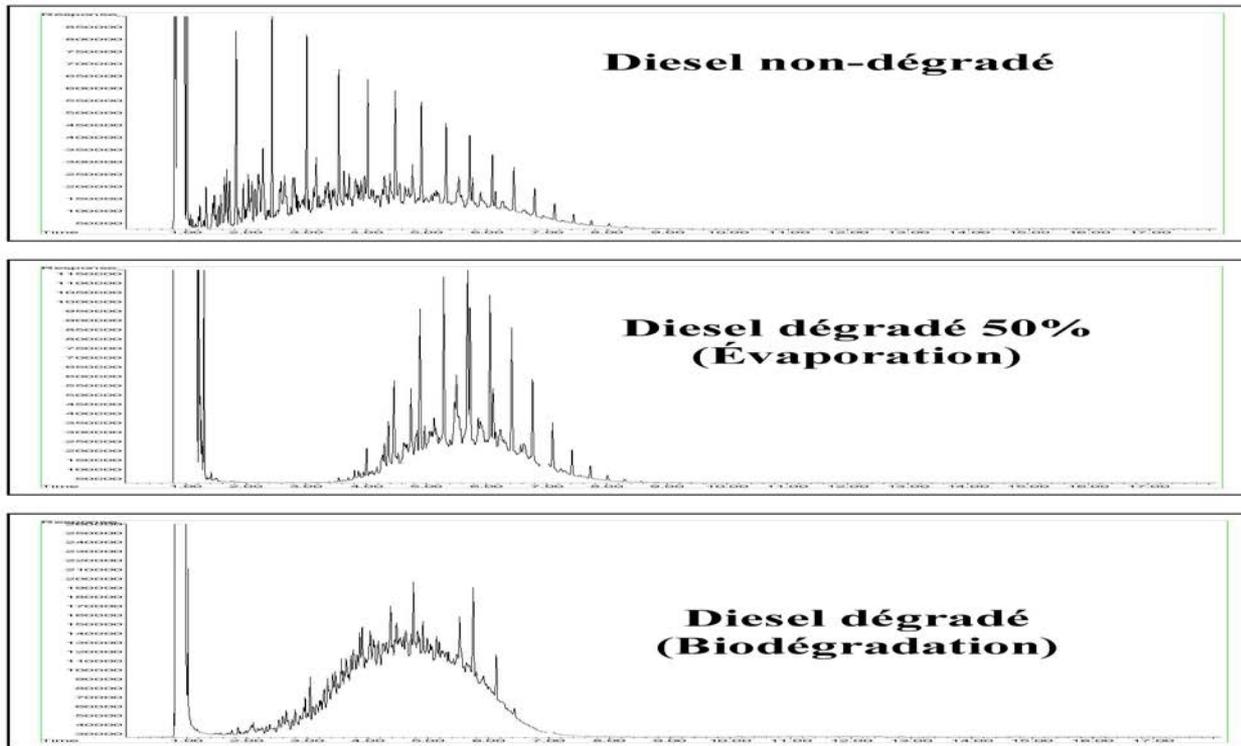
- Dégradation/altération des hydrocarbures pétroliers :
 - Composés observés après la dégradation = fractions les plus persistantes du mélange original;
 - La nature des fractions persistantes peuvent varier selon le type d'altération;
 - Présence de profils chromatographiques différents de ceux des mélanges frais;
 - Interprétation complexe des chromatogrammes;

- Détermination du degré d'altération des hydrocarbures pétroliers :
 - Interprétation qualitative à partir de chromatogrammes;
 - Observation de la présence / absence de catégories de composés organiques;
 - Aucune méthode disponible pour le calcul du taux d'altération;



1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Altération des hydrocarbures pétroliers:





1) ORIGINE ET DISTINCTION DES CONTAMINATIONS PAR DES HYDROCARBURES

Altération des hydrocarbures pétroliers – biodégradation de l'huile à chauffage (Kaplan 1977):

Table 1. Stages in biodegradation of heating oil or motor diesel fuel, known as the Kaplan Stages. Source: Kaplan et al., 1997.

Stage	Description
1.	Abundant <i>n</i> -alkanes, red dye still present*
2.	Light-end <i>n</i> -alkanes removed
3.	Middle-range <i>n</i> -alkanes, benzene, toluene removed
4.	More than 90% of <i>n</i> -alkanes removed
5.	Alkylcyclohexanes & alkylbenzenes removed
6.	Isoprenoids, C ₁ -naphthalenes, benzothiophene and alkylbenzothiophenes removed, C ₂ -naphthalenes selectively reduced
7.	Phenanthrenes, dibenzothiophenes and other polynuclear aromatic hydrocarbons reduced



Volet 2 :
**Vérification des interférences liées à la présence
d'hydrocarbures d'origine biogénique**



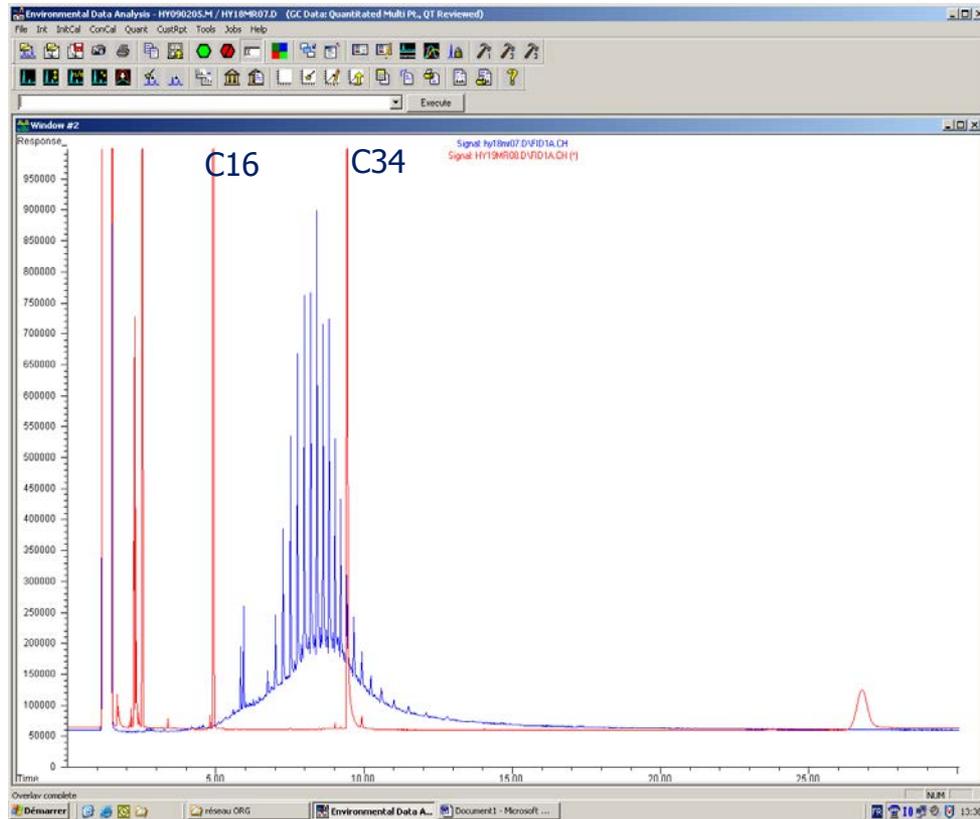
2) VÉRIFICATION DES INTERFÉRENCES RELIÉES À LA PRÉSENCE D'HYDROCARBURES D'ORIGINE BIOGÉNIQUES;

Problématique :

- Des sols contenant de la matière organique peuvent être présents sur de nombreux sites contaminés;
- Détection de concentrations supérieures au critère applicable lors de l'analyse des hydrocarbures pétroliers C10-C50 sur des sols contenant une forte proportion de matière organique;
- Impact variable selon la source et la nature de la matière organique;
- Les hydrocarbures contenus dans la matière organique se situent principalement dans la région C16-C34 (région du diesel et des lubrifiants);
- Difficile de déterminer si une contamination par des hydrocarbures pétroliers est présente lors de l'interprétation des chromatogrammes:

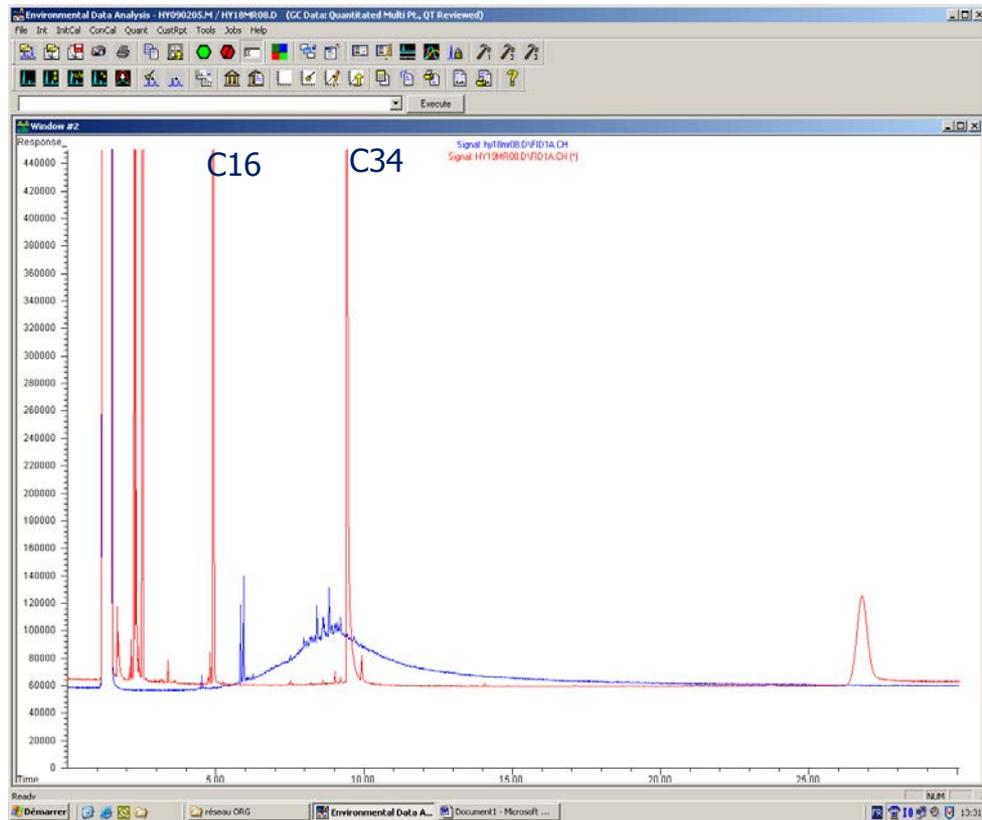


Analyse de composts - L007707-01-végétal



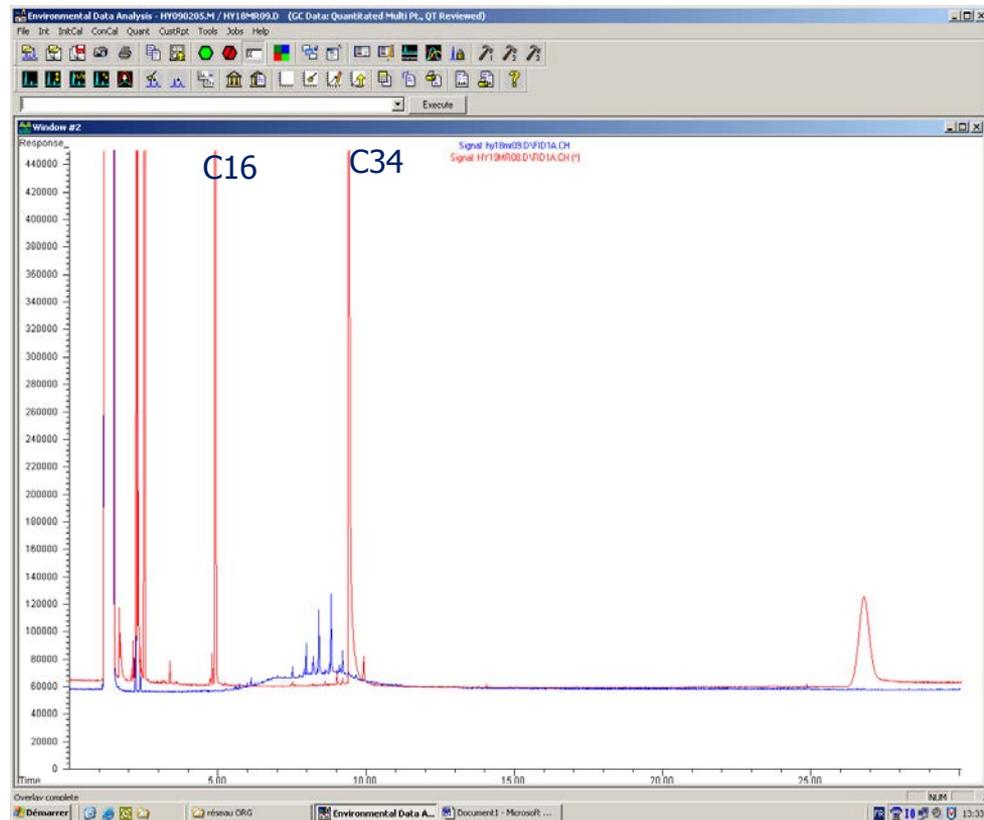


Analyse de composts - L007707-02-végétal&fumier



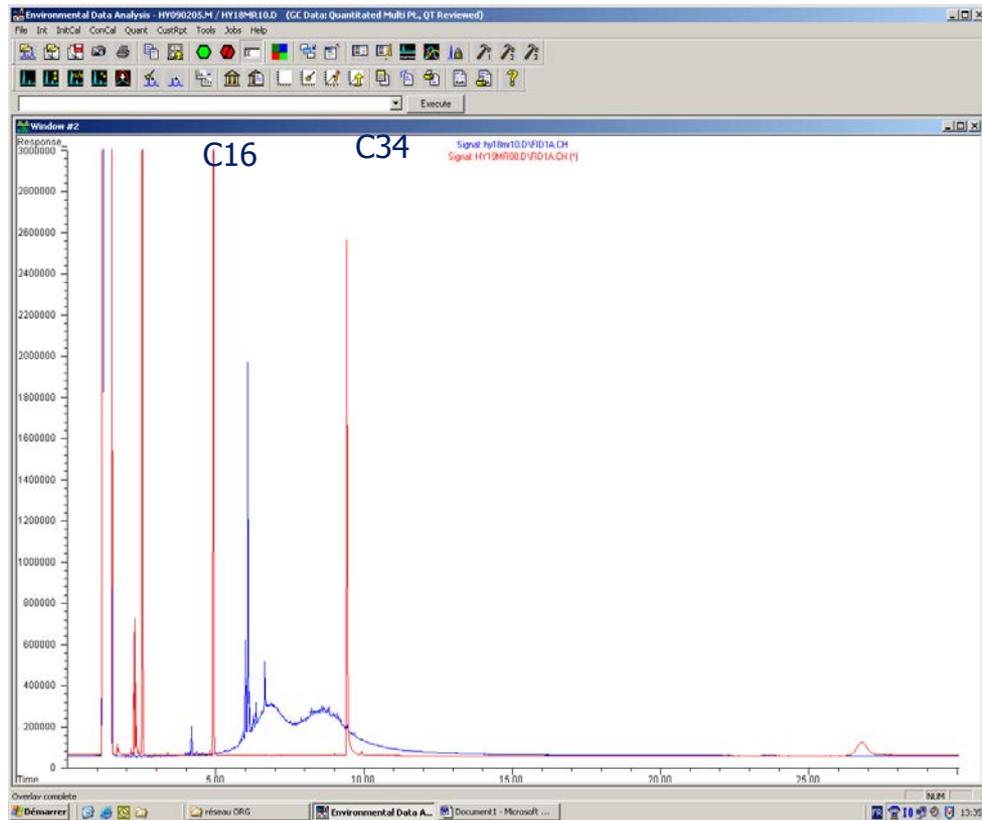


Analyse de composts - L007707-03-fumier



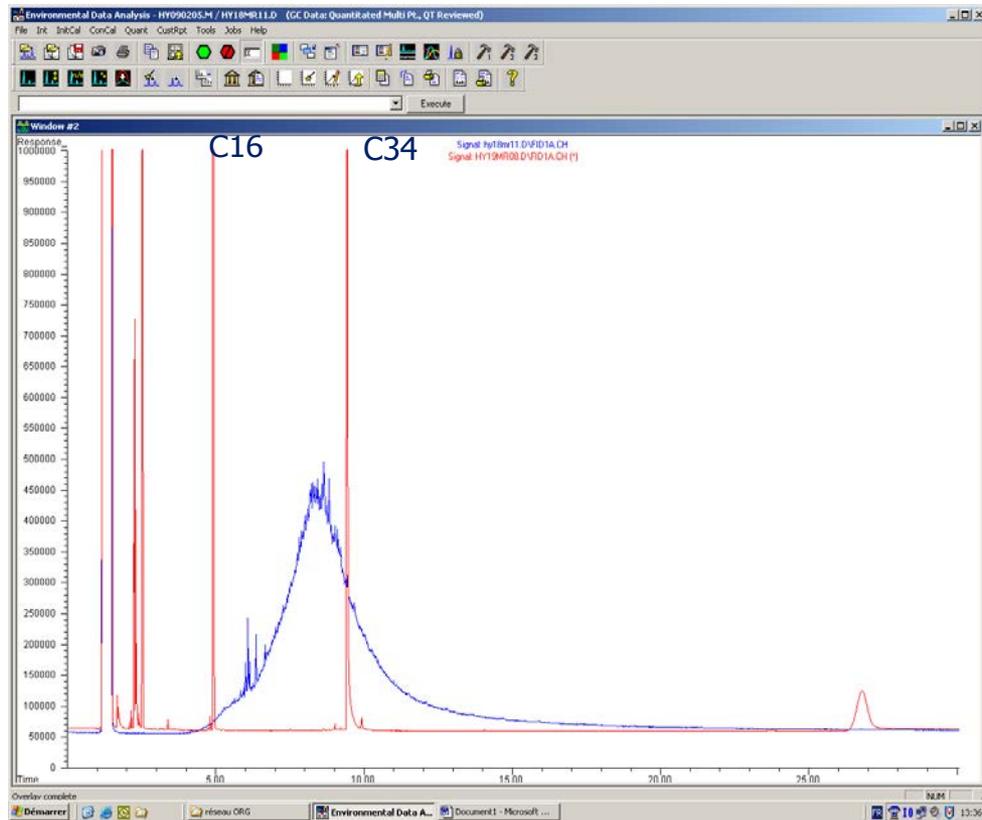


Analyse de composts - L007707-04-biosolides



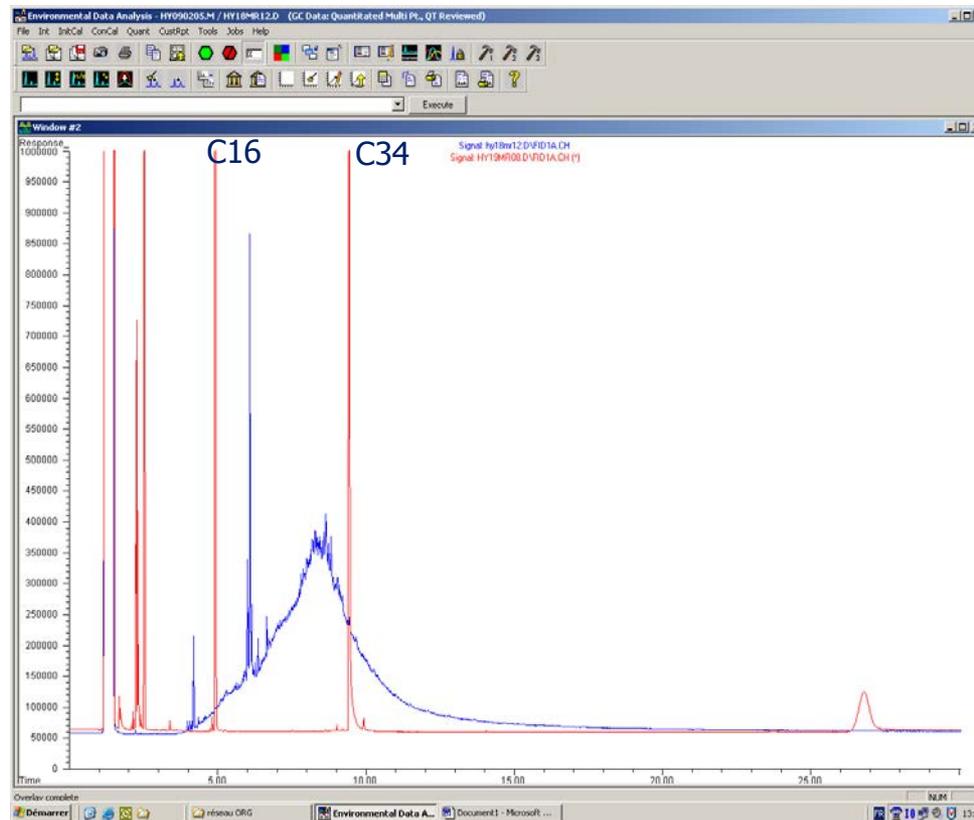


Analyse de composts - L007707-05-putrescible





Analyse de composts - L007707-06-papetier





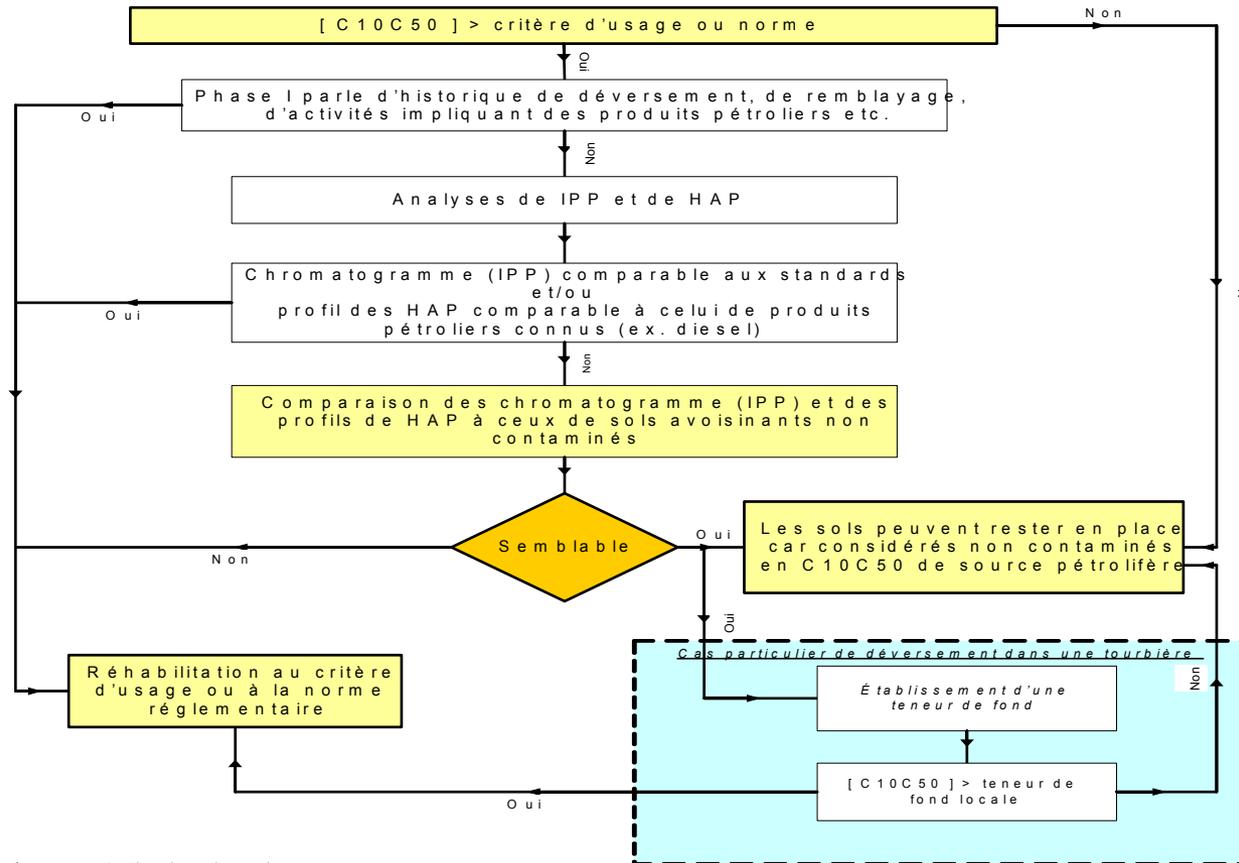
2) VÉRIFICATION DES INTERFÉRENCES RELIÉES À LA PRÉSENCE D'HYDROCARBURES D'ORIGINE BIOGÉNIQUES;

Procédure pour l'interprétation des résultats d'hydrocarbures C10-C50 élaborée par le MDDEP :

- Étude historique du site (Phase I);
- Caractérisation environnementale du site:
 - Stratégie d'échantillonnage des sols
 - Échantillonnage de la zone contaminée et d'une zone de référence non-contaminée;
- Définir un programme analytique avec le laboratoire;
- Analyse des HAP et comparaison des profils en HAP de la zone contaminée et de la zone de référence;
- Interprétation des chromatogrammes;



PROCÉDURE POUR L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE C10C50



[] = concentration dans les sols
IPP = Identification de produits pétroliers



Volet 3 :
Datation d'une contamination
par des hydrocarbures pétroliers



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Objectif visé : déterminer à quel moment un déversement de produit pétrolier a eu lieu.

- La datation permet d'établir de l'âge de la contamination et son incertitude;
- Utilisation d'une seule source d'information peut induire une grande incertitude dans l'estimation de l'âge d'une contamination par des hydrocarbures pétroliers;
- Utilisation d'une seule source d'information peut ne pas permettre de faire l'estimation de l'âge d'une contamination par des hydrocarbures pétroliers;
- Nécessité de considérer plusieurs sources d'informations afin de corroborer l'ensemble des données;
- Une corrélation et une cohérence entre les différentes sources d'informations sont essentielles;
- Il est possible que la datation des hydrocarbures soit limitée voire même impossible.



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Évaluation environnementale - Phase I :

Expertise légale – le recours à des ressources expérimentées est essentiel.

Principal objectif visé : **déterminer l'historique des équipements pétroliers.**

- Réalisation d'une investigation détaillée du site et du secteur en considérant notamment les éléments suivants :
 - Norme CSA-Z768-01;
 - MDDEP - Guides de caractérisation des terrains (2003), cahiers 3,5 et 8;
 - Grille d'attestation du MDDEP (Manuel de l'expert);
 - Visite du site par du personnel expérimenté;
 - Entrevues avec des personnes familières avec le site (propriétaires actuel et passé, anciens employés, etc.);
 - Entrevues avec les voisins;
 - Entrevues avec les autorités municipales et gouvernementales;
 - Entrevues avec les assureurs;
 - Etc.



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Évaluation environnementale - Phase I (suite) :

Expertise légale – le recours à des ressources expérimentées est essentiel.

- Les éléments suivants devront être documentés de façon détaillée :
 - Liste complète des permis d'équipements pétroliers à risques élevés auprès de la RBQ;
 - Chronologie détaillée des réservoirs d'hydrocarbures pétroliers (passés et actuels);
 - Registre de livraison et d'utilisation des hydrocarbures pétroliers (inventaires);
 - Consultation des actes de ventes : obtenir une chronologie détaillée des propriétaires du site;
 - Toute autre information pouvant documenter l'historique des réservoirs;



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Caractérisation environnementale - Phases II et III :

Expertise légale – le recours des ressources expérimentées est essentiel.

Principaux objectifs visés :

- Confirmer la nature des hydrocarbures présents;
- Délimitation de la zone contaminée et de l'extrémité du panache de contamination (3D);
- Localisation des sondages près des sources de contamination et en aval hydraulique;
- Identification de la géologie et de la piézométrie du site à l'étude;
- Investigation à l'endroit du réservoir;



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Caractérisation environnementale - Phases II et III (suite) :

Réalisation d'une étude de caractérisation du site en considérant notamment les éléments suivants :

Programme détaillé de caractérisation environnementale :

- Préparation d'un programme de caractérisation détaillé et adapté en fonction des objectifs cités précédemment;
- Utilisation des « Guides de caractérisation des terrains » du MDDEP;
- Informations requises dans la grille d'attestation des « experts »;
- Réalisation de forages et de tranchées d'exploration;
- Installation de puits d'observation;
- Dans le cas où il est prévu de démanteler le réservoir souterrain, excaver à partir des connexions de surface telles que tuyau de remplissage, pompe de distribution, etc.
- Prévoir un échantillonnage systématique par couche;
- Chaque couche de sol doit être échantillonnée au point le plus contaminé et en périphérie afin d'obtenir plusieurs séries d'analyses chimiques pour chaque couche;
- Effectuer une bonne description des observations visuelles et olfactives des horizons contaminés;
- Prendre des photos;



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Caractérisation environnementale - Phases II et III (suite) :

Prévoir un programme d'assurance et de contrôle de qualité complet :

- Analyses de blancs et duplicatas de terrains;
- Utilisation de formulaire de chaîne de possession et contenants scellés

Planification du programme analytique avec le laboratoire :

- Analyse des hydrocarbures pétroliers;
- Analyse des COV, HAP, métaux, soufre, etc.
- Analyse des composés ajoutés lors du raffinage;
- Autres analyses spécifiques, si nécessaire;

Confirmation de la nature des hydrocarbures pétroliers présents :

- Interprétation et comparaison des chromatogrammes des échantillons;
- Vérification de la présence de substance biogéniques;
- Identification du ou des types de produits pétroliers présents par rapport à des étalons de référence;
- Comparaison des chromatogrammes des échantillons entre eux pour observer les variations dans la composition chimique;



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Estimation de l'âge d'une contamination par de l'essence à partir d'un modèle mathématique:

$$R_b = 6.0 \exp(-0,308T) \text{ où } R_b = BT/EX \text{ (Kaplan et al., 1997)}$$

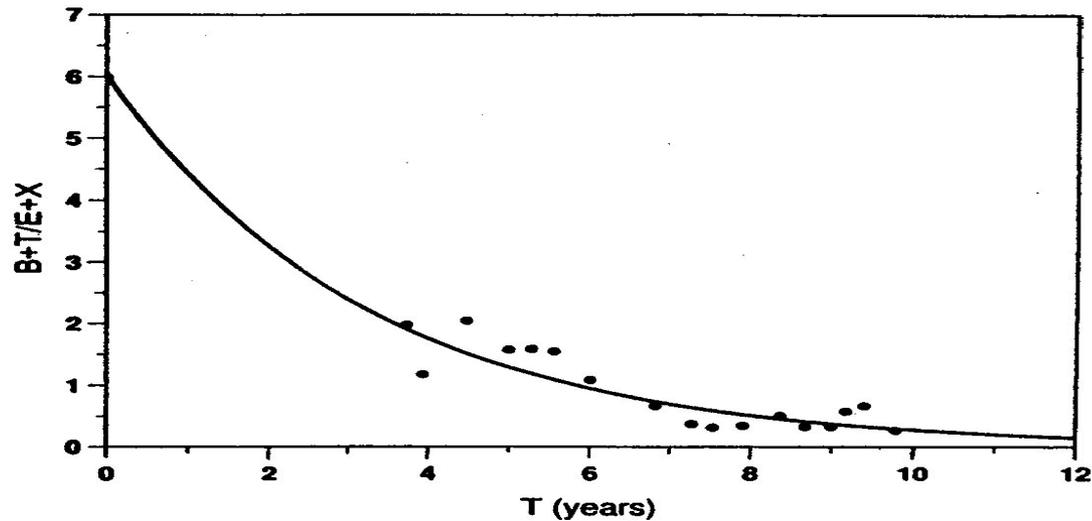


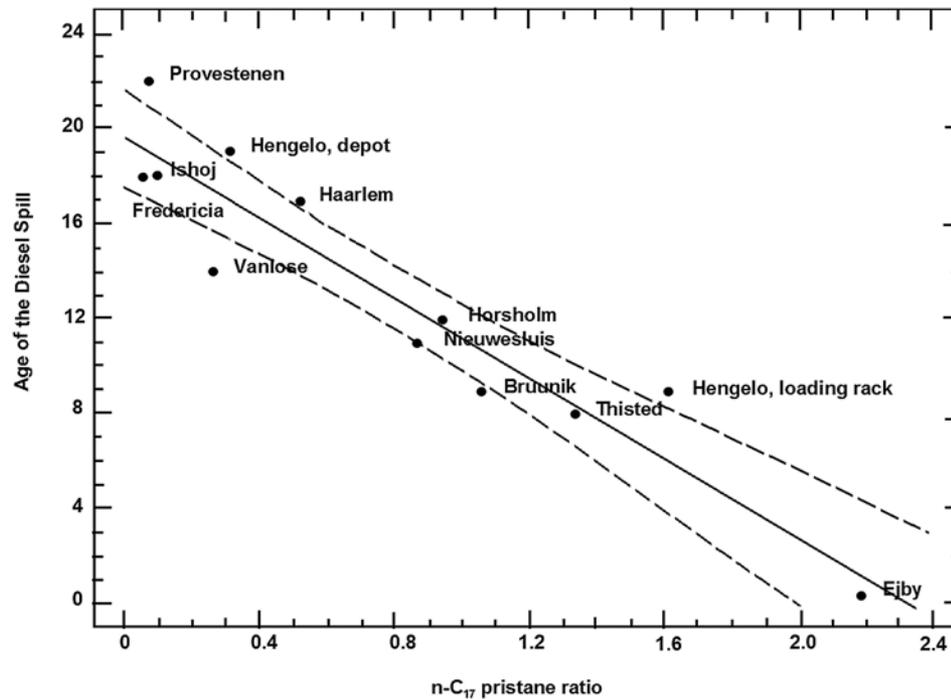
Fig. 19. Time derivation based on historic BTEX data and exponential approximation. $R_b = 6.0 \exp(-0.308T)$.



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Estimation de l'âge d'une contamination par du diesel à partir d'un modèle mathématique:

$$T \text{ (années)} = -8,4 (n\text{-}c_{17}/Pr) + 19,8 \text{ (Christensen et Larson, 1993)}$$





3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Limitations des modèles mathématiques :

- Modélisation effectuée en considérant un seul site;
- L'origine de la contamination provient d'un seul déversement;
- Certains déversements proviennent d'une fuite lente et échelonnée sur une longue période de temps;
- Plusieurs sources de contamination peuvent être présentes sur un site;
- Plusieurs types de produits pétroliers peuvent être présents sur le site;
- La composition chimique des produits pétroliers peut varier selon l'origine du pétrole brut;



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Limitations des modèles mathématiques (suite) :

- **Modèle de Kaplan et al. (essence) :**
 - Variation du contenu en BTEX dans l'essence selon l'origine du pétrole brut et lors du raffinage;
 - Réduction du contenu en benzène par les raffineurs dans le temps;

- **Modèle de Christensen et Larsen (diesel) :**
 - Site recouvert d'asphalte
 - Une seule source de contamination en hydrocarbure pétrolier : diesel
 - Échantillons ont été prélevés 1 mètre sous la surface du sol pour limiter la volatilisation
 - Échantillons ont été prélevés au dessus de la zone vadose pour éliminer la dissolution
 - La biodégradation constitue le seul mode de dégradation des hydrocarbures
 - La concentration en hydrocarbures pétroliers doit être d'au moins 100 mg/kg.
 - Recommandations 1000 mg/kg
 - Le modèle devrait être utilisé pour des climats similaires à ceux du nord de l'Europe.



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Estimation de l'âge d'une contamination en diesel à partir des régimes potentiels de dégradation et du niveau d'altération du diesel (Oudjik, 2009):

Table 4. Matrix of Kaplan Stages and weathering-potential regimes providing potential age ranges in years for a release of no. 2 heating oil

Weathering regime:	Very Aggressive	Aggressive	Moderate	Weak	Very Weak
Fresh heating oil	0	0	0	0	0
<i>Kaplan Stages:</i>					
1. Abundant <i>n</i> -alkanes	<0.25	0–2	0–4	0–8	0–10
2. Light <i>n</i> -alkanes removed, benzene & toluene removed	<0.5	2–4	4–8	8–16	10–20
3. Middle-range <i>n</i> -alkanes removed, ethylbenzene & xylenes removed	<1	4–6	8–12	16–24	20–30
4. More than 50% of the <i>n</i> -alkanes removed	<2	6–8	12–16	24–32	30–40
5. More than 90% of <i>n</i> -alkanes removed, alkylbenzenes and alkylcyclohexanes begin to degrade	<3	8–10	16–20	32–40	40–50
6. All <i>n</i> -alkanes removed, alkylbenzenes & alkylcyclohexanes removed by 50%	<4	10–12	20–24	40–48	50–60
7. Isoprenoid removal significant	<5	>12	>24	>48	>60



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Estimation de l'âge d'une contamination par de l'huile à moteur:

- Aucun modèle mathématique disponible dans la littérature;
- Dégradation se fait lors de leur utilisation mécanique;
- Peu ou pas de différence lors de l'interprétation des chromatogrammes des échantillons et ceux d'étalons de référence;



3) DATATION D'UNE CONTAMINATION PAR DES HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Estimation de l'âge à partir de la composition chimique des hydrocarbures pétroliers

- Chronologie de l'utilisation des additifs dans les produits pétroliers;
- Présence dans les sols et/ou l'eau souterraine de composés ajoutés lors du raffinage (additifs);
- Concentration en soufre dans les sols;



Volet 4 :
Caractéristiques d'un bon dossier juridique



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE

- L'expertise requise dans les volets 1 à 3 implique le besoin d'attribuer une responsabilité au responsable qui est à l'origine d'une contamination;
- Identification du contexte du dossier juridique :
 - Dispute contractuelle ou extra-contractuelle à régler sans recours aux tribunaux;
 - Recours civils (poursuites);
 - Recours pénaux (dépassement d'une norme ou non-respect de la LQE);
 - administratifs (ordonnance du MDDEP);
- Fardeau de la preuve à établir :
 - Recours civils et administratifs : balance de probabilité;
 - Recours pénaux : hors de tout doute raisonnable;
- Datation et distinction de la contamination constituent de bons éléments de la constitution d'un bon dossier juridique;
- La preuve élaborée par expert;



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE

Rôle de l'expert :

- Analyser et évaluer la qualité d'une expertise existante;
- Planification d'une expertise dans le cadre d'un litige;
- Éclairer et aider le tribunal dans l'appréciation d'une preuve portant sur des questions scientifiques ou techniques;
- Témoignage d'opinion ou de faits;

Donner une opinion sur:

- L'état de la contamination affectant un site;
- La source de la contamination;
- La migration de la contamination dans l'eau ou le sol;
- La méthode de réhabilitation environnementale;
- Les coûts de la réhabilitation;



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE

Critères d'admissibilité selon la Cour suprême du Canada :

- Qualification de l'expert dans un domaine donné;
- Pertinence de son expertise à éclairer la cour;
- Utilité de l'expertise ou nécessité pour aider le juge à comprendre les faits;
- Impartialité de l'expert;
- Éclairer le tribunal et non d'être l'avocat d'une partie;
- Être crédible en fonction de la qualification;



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE

Consignes :

- L'avocat ne doit pas véhiculer ses opinions par l'entremise de l'expert;
- Le rapport doit demeurer celui de l'expert;
- L'avocat peut travailler avec l'expert pour:
 - Améliorer la présentation;
 - Améliorer la structure logique;
 - S'assurer que le rapport répond aux questions pertinentes;
 - Assurer une vulgarisation adéquate des informations transmises par l'expert;



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE

Pertinence et choix de l'expert selon:

- Contestation de la source de la contamination (ex.: datation, signature chimique);
- Contestation de la méthode de réhabilitation;
- Contestation du coût des travaux de réhabilitation;
- Travaux réalisés selon les règles de l'art non respectées;

Le choix de l'expert influe sur la valeur probante du témoignage;



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE (suite)

Fondement de l'opinion de l'expert:

Qualité et validité des informations utilisées dans l'expertise :

- Pièces consultées;
- Visite du site;
- Documents du client consultés;
- Procédures judiciaires;
- Interrogatoires;
- Faits observés par l'expert;



4) CARACTÉRISTIQUE D'UN BON DOSSIER JURIDIQUE (suite)

Protocole d'échange de données :

- Mécanisme par lequel les parties s'engagent à donner accès à leurs propriétés pour fins d'expertises environnementales et s'engagent à transmettre les résultats d'analyse de laboratoire;
- Utile lorsque plusieurs parties sont impliquées et la source de contamination est imprécise;



CONCLUSION

1) Origine et distinction des contaminations par des hydrocarbures pétroliers

- Composition chimique complexe et spécifique des produits pétroliers.
- Variable dans le temps;
- Disponibilité de méthodes pour effectuer l'identification et la distinction des hydrocarbures pétroliers;
- Altération des hydrocarbures pétroliers se fait selon trois principaux mécanismes;
- conditions d'altération des hydrocarbures sont complexes et spécifiques à chaque site;

2) Vérification des interférences liées à la présence d'hydrocarbures d'origine biogénique

- Des sols contenant de la matière organique peuvent être présents sur de nombreux sites contaminés;
- Contribution positive aux concentrations lors de l'analyse des hydrocarbures pétroliers;
- Rend difficile l'identification et la distinction des hydrocarbures pétroliers;
- Disponibilité d'une procédure établie par le MDDEP pour encadrer cette problématique;



CONCLUSION (suite)

3) Datation d'une contamination par des hydrocarbures pétroliers

- La détermination de l'âge d'une contamination est très complexe;
- Différentes sources d'informations complémentaires doivent être considérées pour effectuer une datation;
- Nécessité de réaliser des phases I, II et III détaillées;
- La datation de l'essence, du diesel et de l'huile à chauffage est possible.
- Aucune donnée n'est disponible pour l'huile à moteur;

4) Caractéristiques d'un bon dossier juridique

- Les expertises sont requises dans des dossiers de réclamations ou de poursuites judiciaires;
- Identification de l'entité responsable de la contamination est généralement requise;
- L'expertise réalisée doit être de qualité et basée sur des informations crédibles;
- Le choix de l'expert est déterminant pour effectuer une expertise de qualité;



Commanditaires

LVM inc.

Maxxam Analytique

Groupe Qualitas inc.

Inspec-Sol inc.

Les services exp inc.

Exova Canada inc.

Mission HGE inc.

Les Consultants en environnement Progestech

Qualilab Inspection Inc.

Solution EAS

Delsam-AIM