

# Utilisation des biomarqueurs pour distinguer l'origine de la pollution des eaux souterraines

Gil Oudijk  
Hydrogéologue  
Triassic Technology, Inc.  
Hopewell, New Jersey USA  
+1.609.466.9628  
[goudijk@triassictechnology.com](mailto:goudijk@triassictechnology.com)

Intersol '2007 6<sup>ieme</sup> Congrès-Exposition International sur  
les Sols, les Sédiments et l'Eau

# Les pétroles dans les États-Unis

- Notre pays brûle plus de 1.2 milliard litres d'essence par jour.
- Il y a plus de 200 million voitures dans les États-Unis.
- Les Américains conduisent plus de 12 milliard km par jour.
- Il y a plus de 2 million réservoirs dans le pays.
- Dans l'état de New Jersey, il y a (un moyen de) 5 fuites par jour. Nous avons beaucoup de travail!



# Eau Souterraine

- Il y a des problèmes grandes dans l'état de New Jersey avec la pollution d'eau souterraine.
- Il y a beaucoup des fuites dans les réservoirs et il y a beaucoup des puits pour l'eau potable.



# Notre système légale

- Les dépollutions peuvent coûter beaucoup, quelquefois plus de valeur de terre.
- Les avocats veulent savoir s'il y a des autres responsable.
- Enfin, il y a des consultants qui font des enquêtes pour distinguer des panaches de pétroles.

*La vérité a peu des mots*



# Comment distinguer les panaches?

- Avec des empreintes chimiques.
- Nous allons discuter, pour la plupart, les fuites de gazole et huile de chauffage.
- Une méthode, utilisé par l'industrie de pétrole pour plus de vingt ans, pour distinguer les brutes, est les biomarqueurs.



# Gazole contre Huile de chauffage

- Dans les États-Unis, c'est le même chose, chimiquement.
- Dans quelques états, il y a une teinture rouge dans l'huile de chauffage à cause des impôts. Souvent, la police arrêtera les camions pour examiner leur gazole.



Un réservoir d'huile de chauffage pour une résidence près d'Atlantic City. Cette réservoir avait un âge de moins de dix ans.

# Biomarqueurs

- Les chimiques organiques, très complexes dans les brutes, qui n'auront pas de dégradation. Ils vont persister.

- Ils ne vont pas être détruits pendant le procédé de raffinage. Donc, les biomarqueurs seront dans les essences, les gazoles et les autres pétroles et dans les mêmes proportions que dans les brutes.

Souvent, on peut dire que "cette gazole a été originée d'un brut saoudien ou d'Alaska". C'est une méthode avec beaucoup de puissance.



# Biomarqueurs

Il y a beaucoup des biomarqueurs:

- *Hopanes, steranes, terpanes* (plus lourd - les pétroles lourds)(plus  $> \sim C_{20}$ );
- *Bicyclic sesquiterpanes & alkylcyclohexanes* (moins lourds - gazoles et huiles de chauffage)( $\sim C_{15}$  à  $C_{20}$ );
- *Diamondoids et adamantanes* (légère)(essence et kérosène ( $< \sim C_{15}$ )).



# Mes Collègues

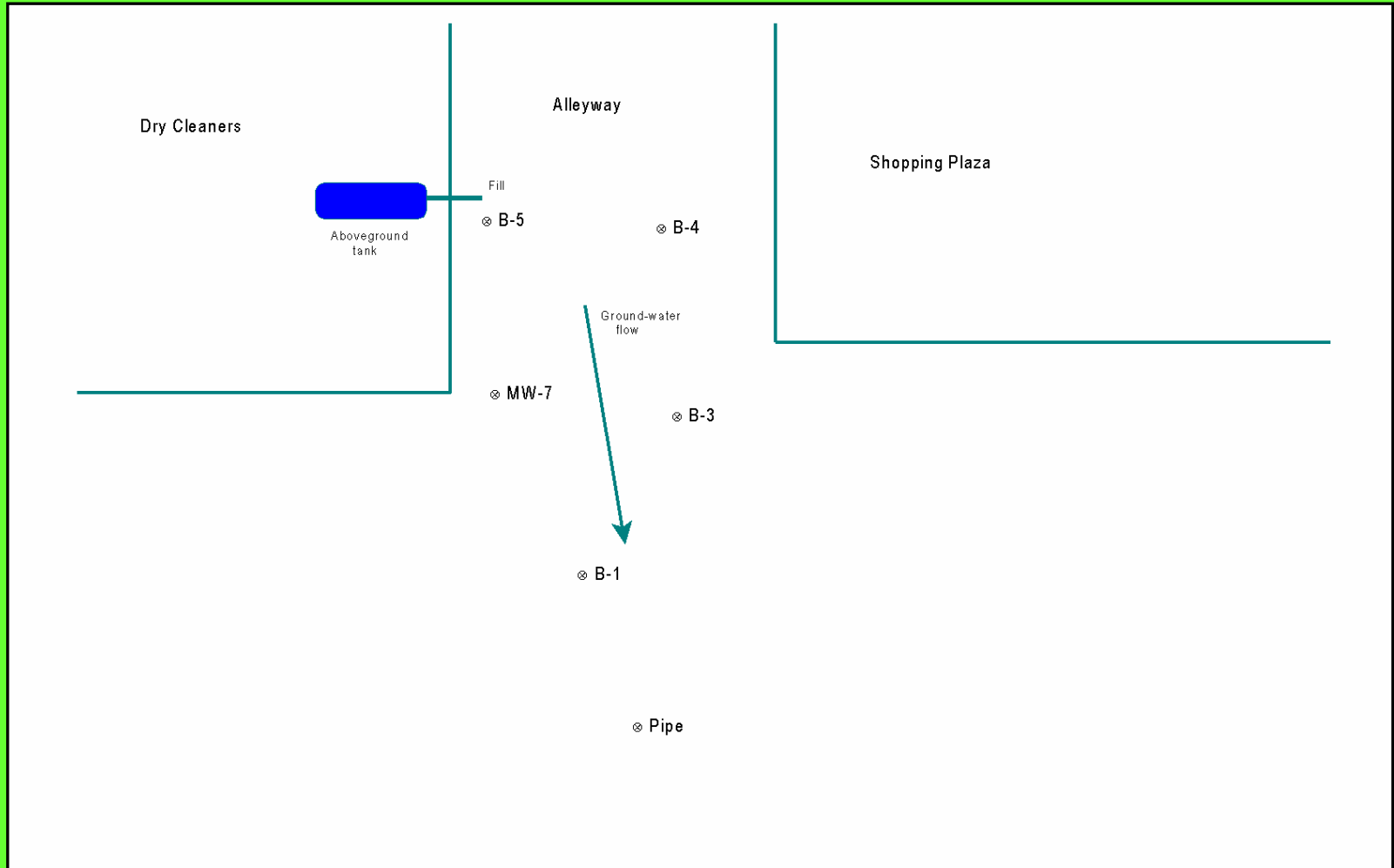
Il faut reconnaître deux personnes qui ont fait la recherche avec les biomarqueurs:

- Dr. Paul Philp (U Oklamoma). Il a donné un discours à l'Intersol il y a deux années.
- Dr. Zhendi Wang (Environment Canada). Il a eu travaillé beaucoup avec les fuites marins.

# Exemple no. 1

- Une laverie dans le nord de New Jersey;
- Ils ont un réservoir pour huile de chauffage (~8,000 litres)(au-dessus le terre);
- Il y avait une enquête pour un station de service à l'autre côte de la rue. Ils ont trouvé huile de chauffage dans leur puits.
- Il n'y avait pas des problèmes avec le réservoir de la laverie. Mais il y avait des fuites petites dans le conduit pour remplir le réservoir.

# Plan du Site



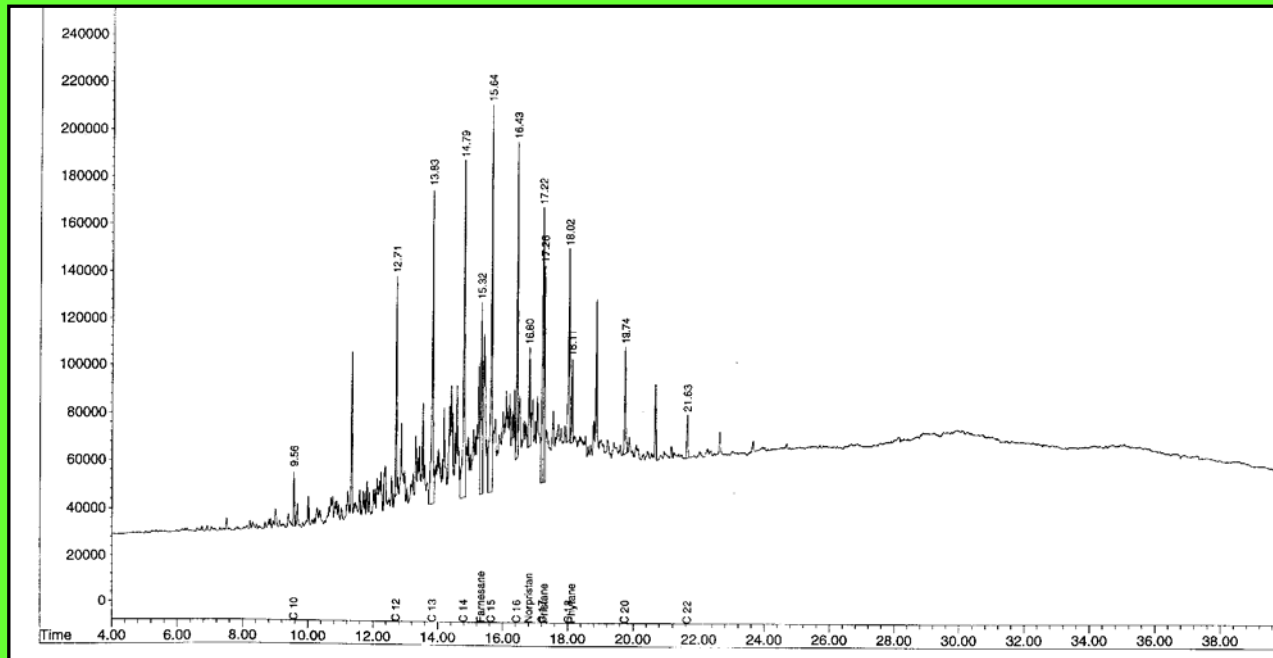
# Nos Tâches

- L'avocat de laverie voulait savoir l'âge de fuite.
- Il avait voulu aussi savoir si la fuite était catastrophique ou c'était une fuite très lente. (Nous ne savions pas pourquoi il voulait ces renseignements, mais nous allons savoir pourquoi bientôt.
- De plus, il voulait savoir si c'était une fuite ou beaucoup des fuites.

# Notre Plan

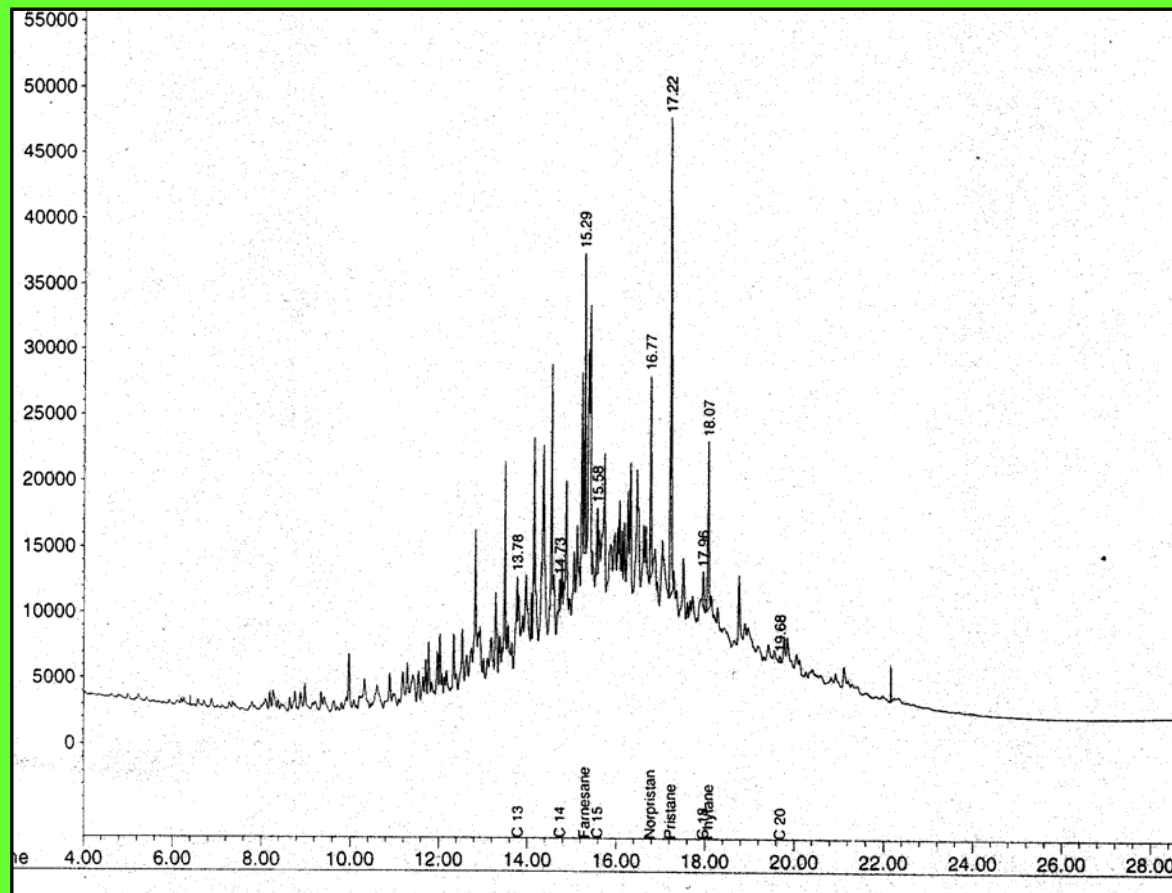
- Nous allons faire des carottes avec un Geoprobe et rassembler des échantillons de sol. Il faut que les échantillons aient produit (NAPL).
- Les échantillons étaient analysés avec un GC-FID et nous allons utiliser la méthode de Christensen & Larsen pour estimer l'âge ( $n$ -C<sub>17</sub>/pristane).
- Pour distinguer les huiles, nous allons faire une analyse avec un GC/MS. Cette analyse de GC/MS sera aussi avec le SIM ( $m/z$  123 pour bicyclic sesquiterpanes).

# GCFID pour Carotte B-1 (le plus en aval)



Il y a beaucoup de *n*-alkanes, leur distribution est régulière et aucune isoprenoids (Nous ne pouvons pas les voir ici). Cette pétrole n'est pas dégradé. C'est bizarre parce que cette emplacement est le plus loin de la fuite.

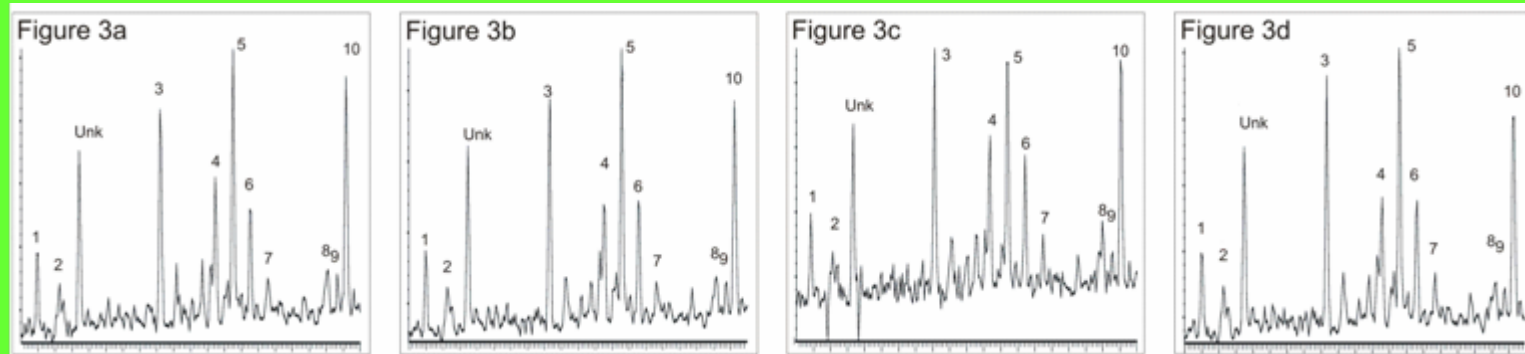
# GCFID pour Carotte B-5 (adjacente à la fuite)



Il n'y a pas des *n*-alkanes, mais plus des isoprenoids, la distribution n'est pas régulière. Cette pétrole est très dégradé. Mais c'est près d'origine de la fuite?



# Analyse m/z 123 pour échantillons B-1, B-3, B-4 et B-5



La réponse était similaire pour échantillons B-1, B-3, B-4, B-5, MW-7 et “pipe” (tous les échantillons). Les proportions pour les apogées étaient très similaires. L’origine de cette pétrole était Alaska.

# Conclusions

- Cette fuite était catastrophique. Les proportions des biomarqueurs étaient très similaires dans tous les échantillons. Donc, l'origine du brut est la même pour toute la panache. Si la fuite était lente et prolongée, la distribution (et proportions) des biomarqueurs seraient variés.

Et oui, l'avocat a confirmé que le distributeur d'huile s'étaient répandus ~5,000 litres d'huile de chauffage une année d'avant. (Nous ne savions pas d'avant)

- Pourquoi le pétrole est-il plus dégradé près de l'origine? Il y avait un système de dépollution et le niveau phréatique avait fluctué beaucoup.

# Conclusions

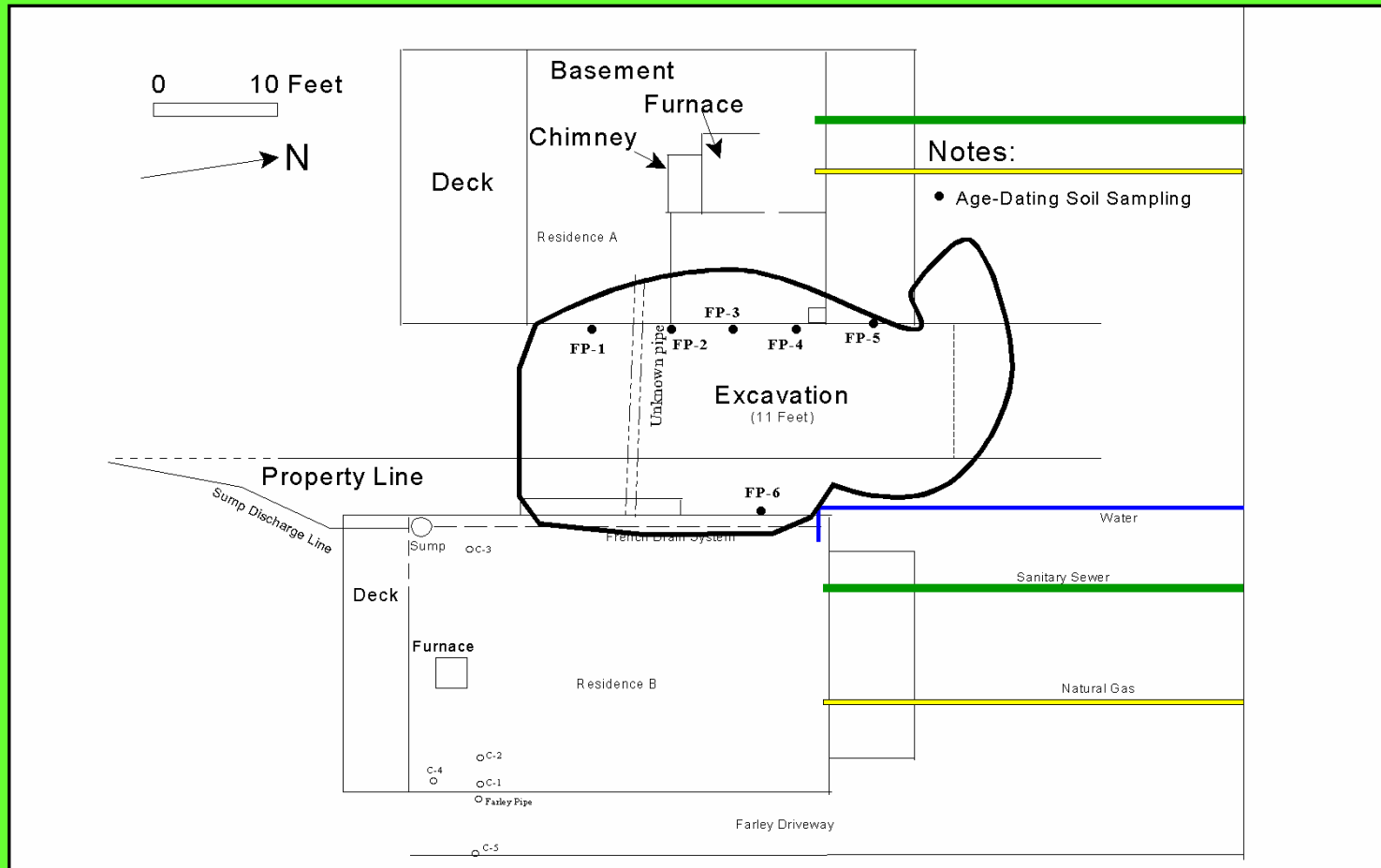
On peut utiliser les biomarqueurs pour déterminer le mécanisme de la fuite: catastrophique ou lente et prolongé.

Les biomarqueurs sont une méthode très efficacement pour empreinter les pétroles.

# Exemple no. 2

- Il y avait un réservoir pour une maison pour l'huile de chauffage. Il y a avait une fuite dans le réservoir et l'huile est arrivé dans le cave de la maison adjacente.
- Nous avons trouvé produit de pétrole sous le cave.
- Il y avait une fuite d'huile de chauffage à la maison de l'autre côte aussi.
- Quelle fuite a contaminé le cave? Et si les deux, combien par chaque?

# Plan du Site No. 2



L'autre fuite était ici

# Qu'est-ce que nous avons fait?

- Nous avons foré des carottes à chaque côte de la maison pour rassembler les échantillons. Nous voulions savoir si l'huile est la même à chaque côte ou différente.
- Les échantillons étaient analysés avec un GC/MS avec le SIM pour bicyclic sesquiterpanes ( $m/z$  123).

# L'origine de Pétrole

Notre client a dit qu'il n'a pas changé son distributeur d'huile pour beaucoup des années.

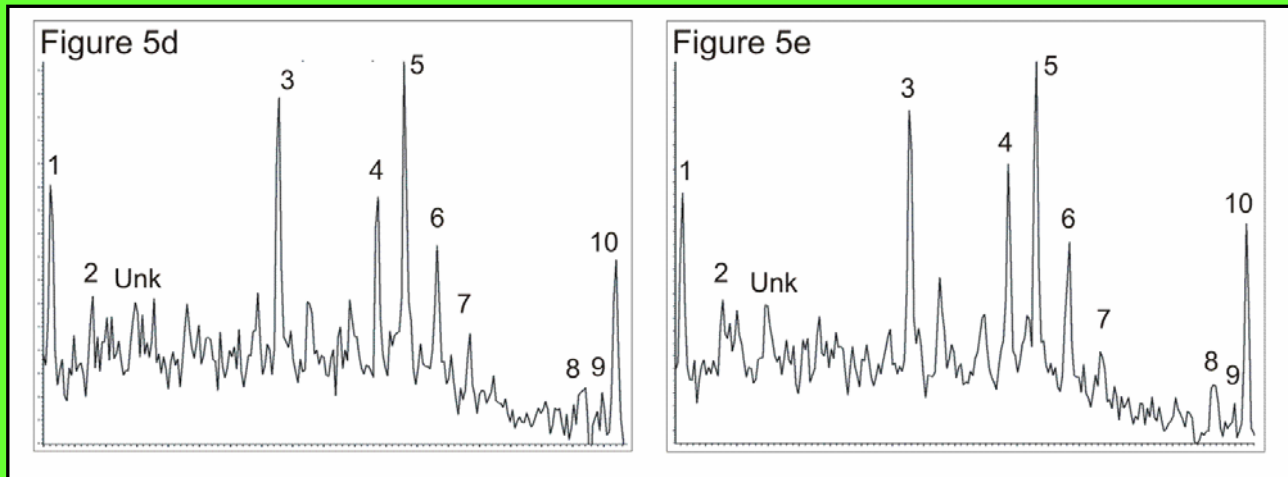
Le propriétaire de l'autre fuite ne parlerait pas avec nous.



# Les Proportions de Bicyclic Sequeterpanes

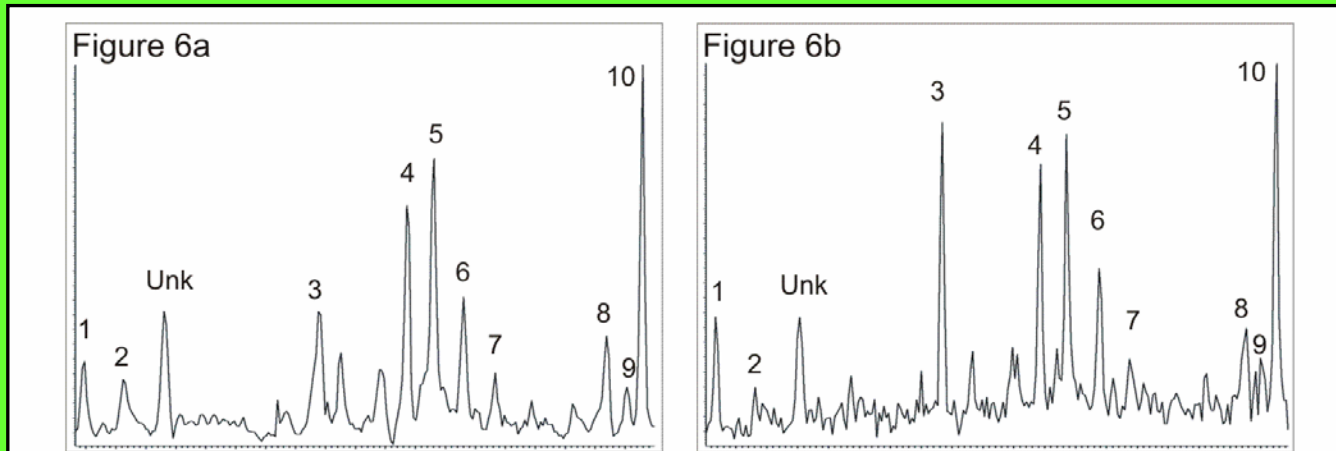
	Depth (ft)	P5/P3	P10/P3	P1/P3
<i>Côte est.</i>				
C-1	5.5-6.0	1.8	2.3	0.75
Pipe	5.5-6.0	0.9	1.2	0.45
<i>Côte ouest.</i>				
FP-1	7.0-7.5	1.0	0.6	0.75
FP-3	6.5-7.0	0.9	1.3	0.4
FP-4	7.0-7.5	1.0	0.6	0.65
FP-5	7.0-7.5	1.1	0.6	0.75
FP-6	7.0-7.5	1.1	0.7	0.75

# Échantillons à l'Ouest



La distribution des bicyclic sesqueterpanes sont similaire à l'ouest (notre client).

# Échantillons à l'Est



Le pétrole à l'est est un peu différente. C-1 (6a) a une apogée (3) plus petite et il a une apogée (2) distincte.

# Les différences pourrait être causé par:

- Il y avait plus d'une fuite.
- Il y avait une fuite, mais le pétrole était un mélange de beaucoup des origines.
- Il y a un environnement très agressif. Les biomarqueurs ont dégradé (moins possible).

# Qu'est-ce qui s'est passé?

- Chaque maison avait assurance et les sociétés d'assurances ont payé pour tous. Nous avons travaillé pour un des sociétés.
- Nous avons eu assez témoignage pour dire que peut-être il y avait deux fuites.
- Les avocats ont avisé le propriétaire de l'autre maison, mais il n'avait rien fait. Après la dépollution, il y aura une procès légal pour récupérer l'argent.

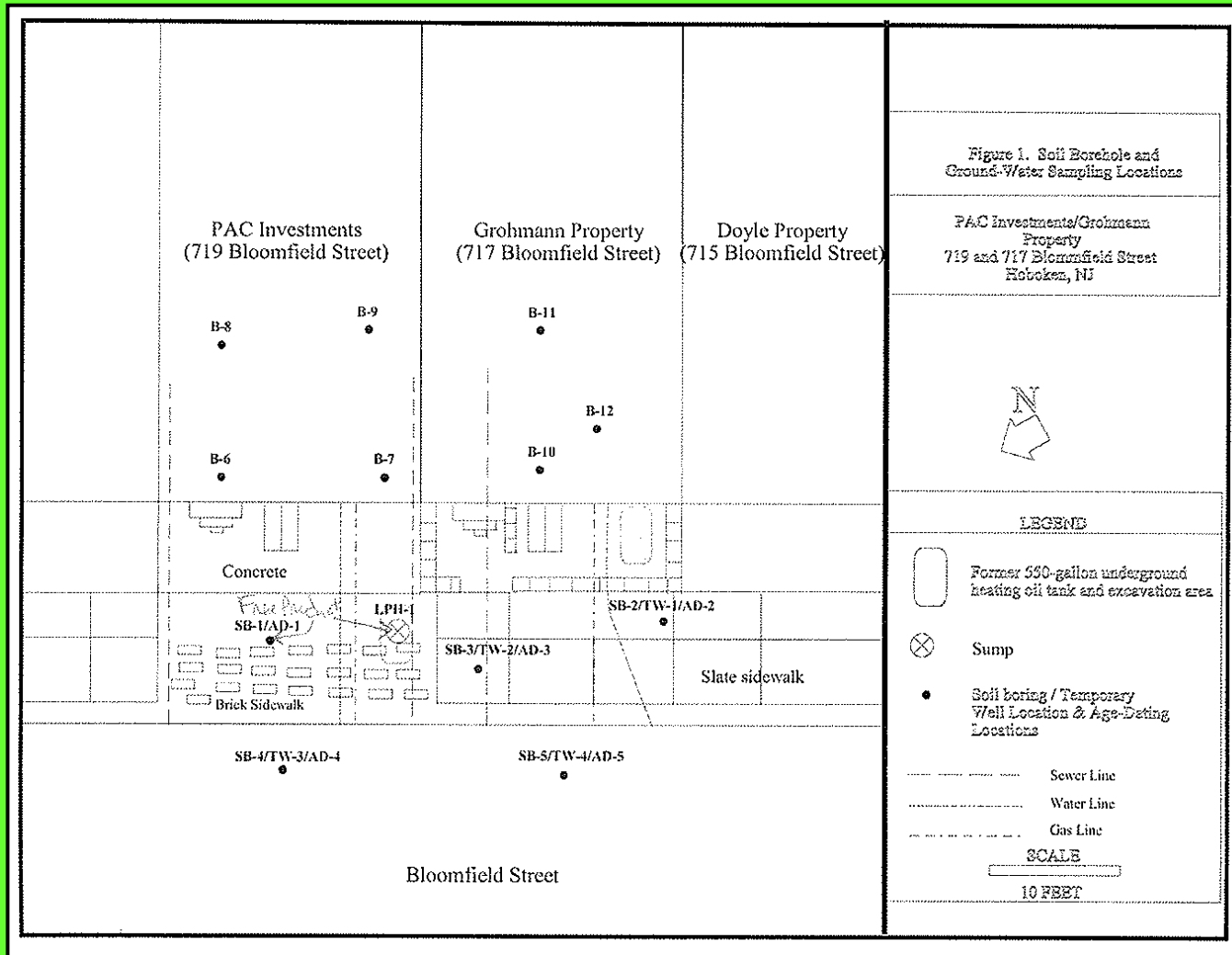
# Exemple No. 3

Une fuite d'huile chauffage dans la ville de Hoboken (où Frank Sinatra est né). Réservoir de notre client était très vieille avec beaucoup des trous.

Il y avait beaucoup de produit sur le niveau phréatique.

Il y a beaucoup des autres réservoirs vieilles près de cet réservoir et peut-être il y a des autres origines de la problème.

# Plan du Site



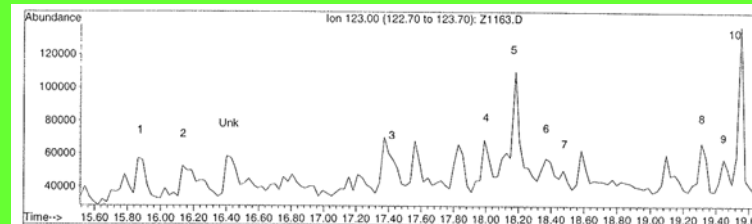
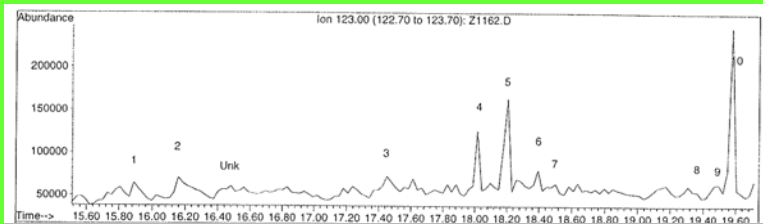
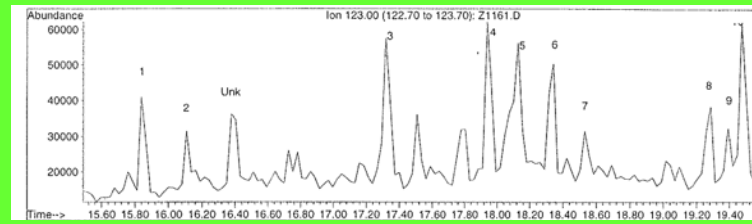
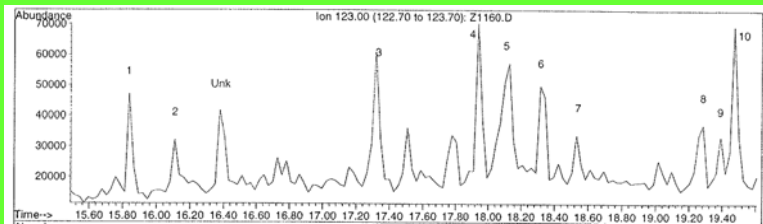
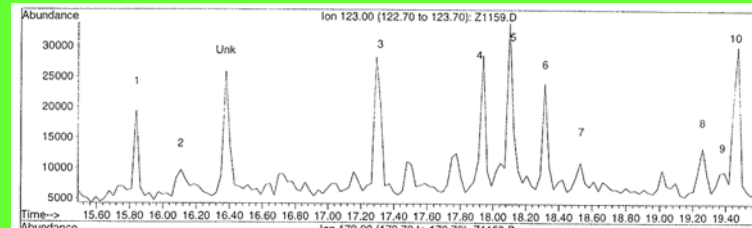
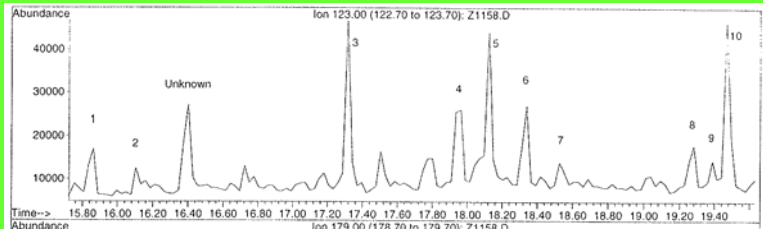
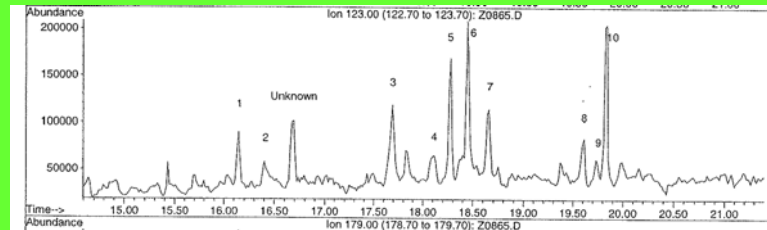
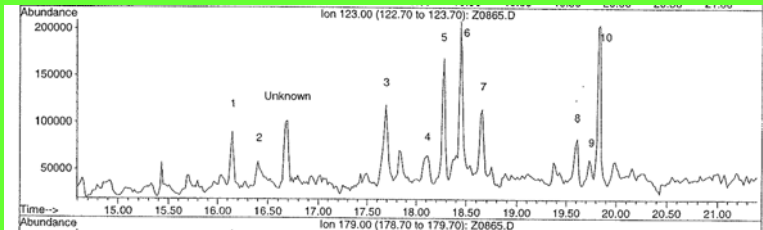


# Qu'est-ce que Nous Avons Fait

Nous avons foré neuf carottes près de notre réservoir et les autres réservoirs et rassemblé des échantillons de sol (avec produit).

Les échantillons étaient analysé avec le GCFID et pour bicyclic sesqueterpanes.

# Les Bicyclic Sesqueterpanes



# Notre Conclusions

Avec ces données, on ne peut pas savoir s'il y a plus d'un origine pour la pollution.

La cause: Je pense qu'il y avait plus d'un distributeur pour l'huile de chauffage. Peut-être l'huile dans la terre est un mélange des huiles très différents.