

Détection de gaz à distance sur un site industriel par imagerie hyperspectrale – (45, poster)

D. Rodriguez¹, S. Payan¹, M. Guinet², J. Bureau¹, L. Guinet¹

¹ LATMOS, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

delphy.rodriguez@latmos.jpl.fr, sebastien.payan@upmc.fr, jerome.bureau@latmos.jpl.fr, laurence.guinet@latmos.jpl.fr

² UMR 8233 MONARIS, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France mickael.guinet@latmos.jpl.fr



1. Introduction

- Nécessité d'un service innovant pour quantifier les émissions localisées et/ou fugitives sur les sites industriels : **imagerie hyperspectrale**.

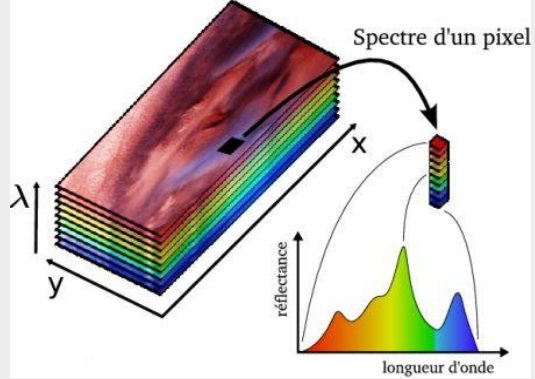


Figure 1 : 3 dimensions d'un hyper-cube.

Deux campagnes de mesures sur un site industriel en activité avec une caméra hyperspectrale qui fonctionne dans l'infrarouge thermique.

identifier et imager des COVs (Composés Organiques Volatils)

- Caractéristiques du spectro-imageur :**
 Domaine spectral : 830 – 1300 cm^{-1} (7.7 – 12.0 μm)
 Résolution spectrale : jusqu'à 0.25 cm^{-1}
 Nombre de pixels : jusqu'à 320 x 256 pixels
 Temps d'acquisition : quelques secondes
 Champ de vue : 6.4° x 5.1°
 Températures de mise en oeuvre : -20 à 40°C



Figure 2 : Caméra hyperspectrale en fonctionnement sur le site industriel.

- Connaître ces émissions de gaz en temps réel → limiter l'exposition du personnel.

2. Méthode de détection de gaz par différences spectrales

- Méthode simple et rapide** de traitement des hypercubes → **détection et identification des émissions de gaz**.

- Description de l'outil

L'outil génère une vidéo dont les images reproduisent une différence de température de brillance. Le calcul est le suivant :

$(TB \text{ (bande absorption max)} - TB \text{ interpolée (bande absorption max)}) \text{ à chaque instant} - (TB \text{ (bande absorption max)} - TB \text{ interpolée (bande absorption max)}) \text{ à } t \text{ fixe, en l'absence de la molécule ciblée}$

avec TB : température de brillance
 bande absorption max : sélection de trois nombres d'onde où l'absorption est maximale sur le spectre.

- Ne prendre en compte qu'un signal dépendant de l'espèce cible.

✓ Suppression des variations du fond de chaque image.

→ observation de la variation du signal autour d'une position spectrale spécifique à l'espèce cible (bande d'absorption de cette espèce).

3. Résultats

Nous avons moyenné 10 images de référence (absence de la molécule ciblée) pour obtenir notre « background » et le soustraire à chaque image. Moyenne spatiale : moyenne des intensités de pixels par blocs de 4 pixels sur 320x256 = 81920 pixels.

- Chargement d'un camion en méthanol**

Les opérations sont déjà en cours et la caméra est positionnée afin d'observer le camion et la station de pompage.



Figure 3 : Camion de méthanol en chargement - image visible vue depuis l'arrière du camion.



Dangers du méthanol :
vapeurs très inflammables et toxiques. L'inhalation peut-être mortelle.

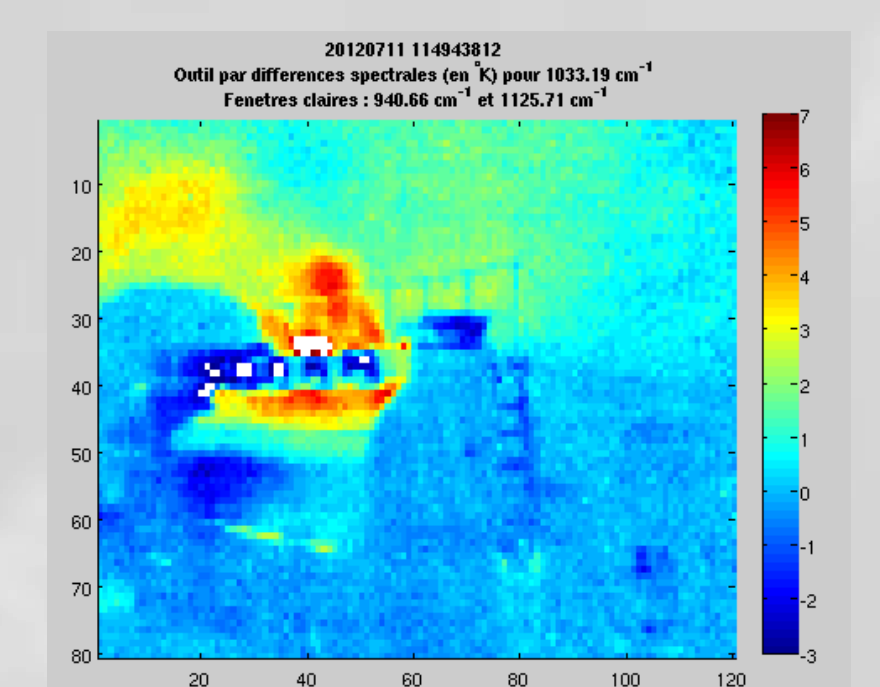
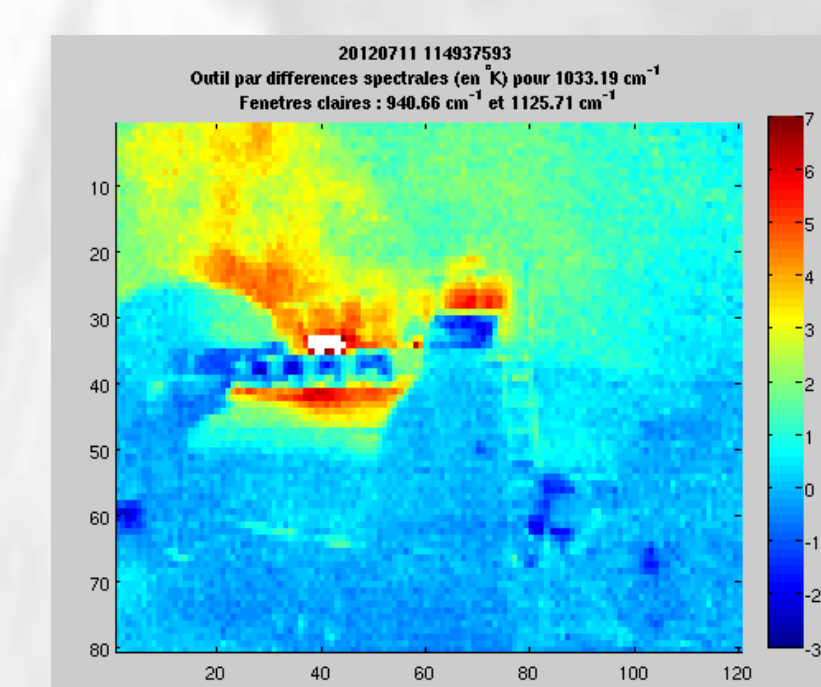
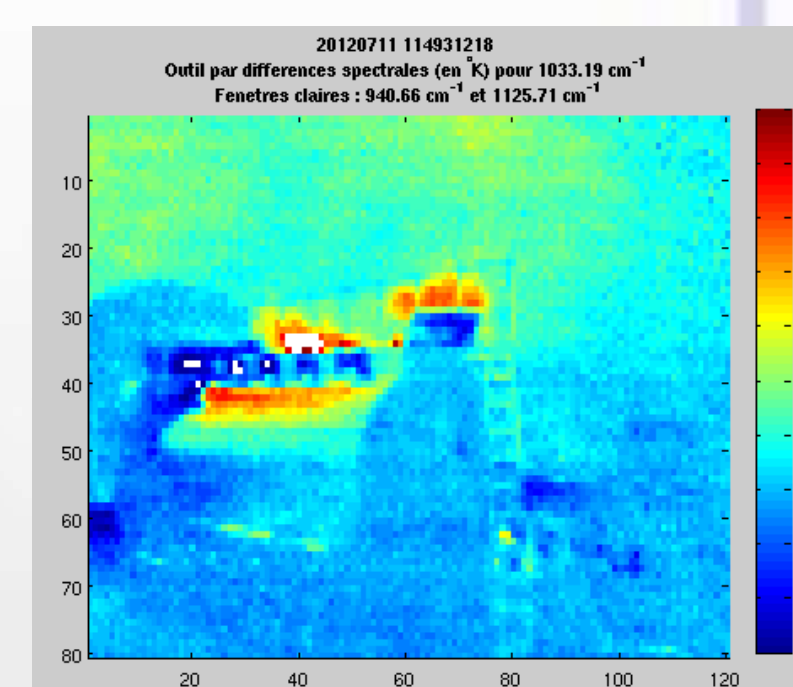


Figure 4 : Images infrarouges successives montrant la détection et l'identification d'un panache de méthanol s'échappant des auvents du camion.

- Dégazage de soupapes en 1,2 dichloroéthylène, lors du chargement d'un bac par un navire**

Un navire chargeait du 1,2 dichloroéthylène (1,2 DCE) dans les bacs lors de cette scène.



Figure 5 : Soupape sur le toit d'un bac lors du chargement d'un bac par un navire – image visible vue depuis le sol.



Dangers du 1,2 DCE :
Facilement inflammable et nocif.

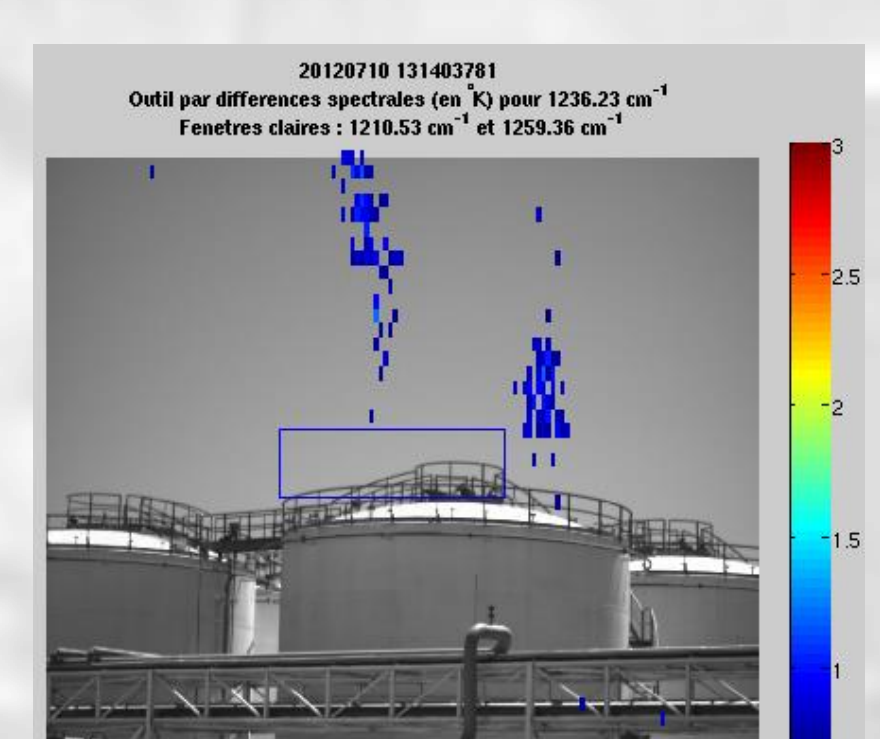
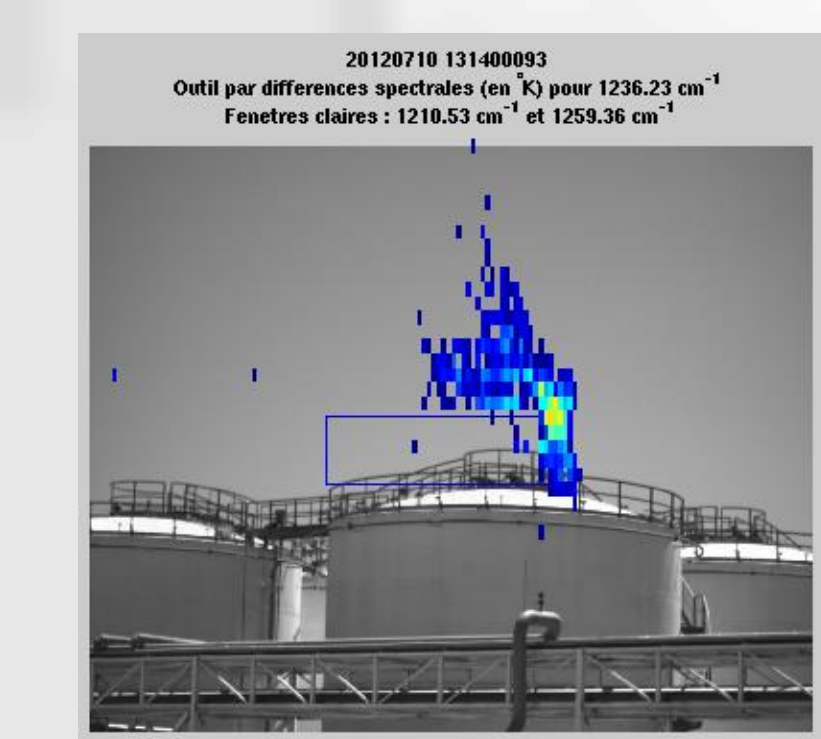
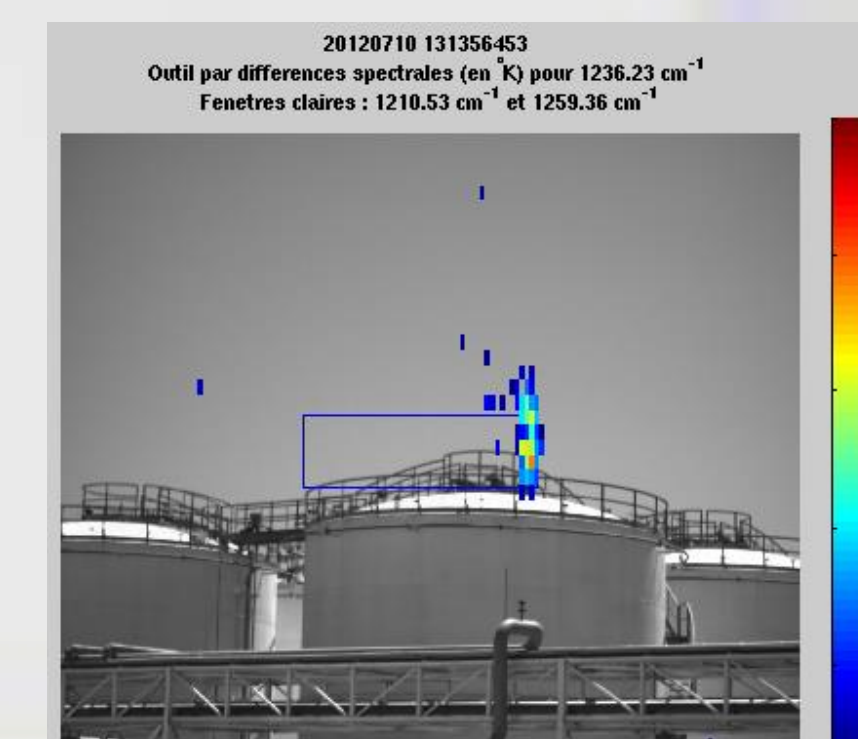


Figure 6 : Images infrarouges successives superposées aux images visibles correspondantes. Un bac dégage du 1,2-DCE à travers une soupape. Evolution du panache au cours du temps.

- Fuite de méthanol provenant d'un bac en réparation, lors du chargement d'un wagon en 2-éthylhexanol et d'un camion en végarol**

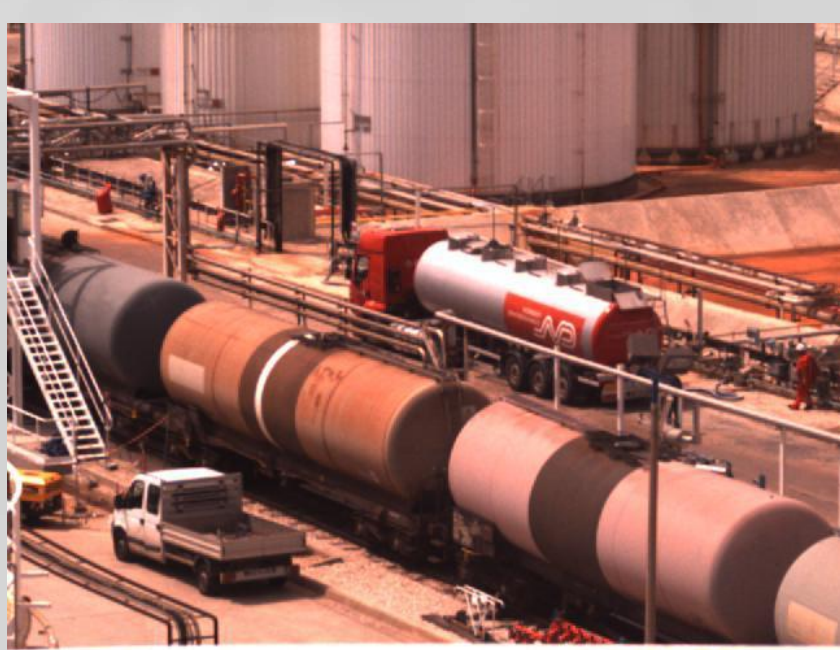


Figure 7 : Camion et wagons lors de chargements de végarol et de 2-éthylhexanol - image visible vue du sommet d'un bac.

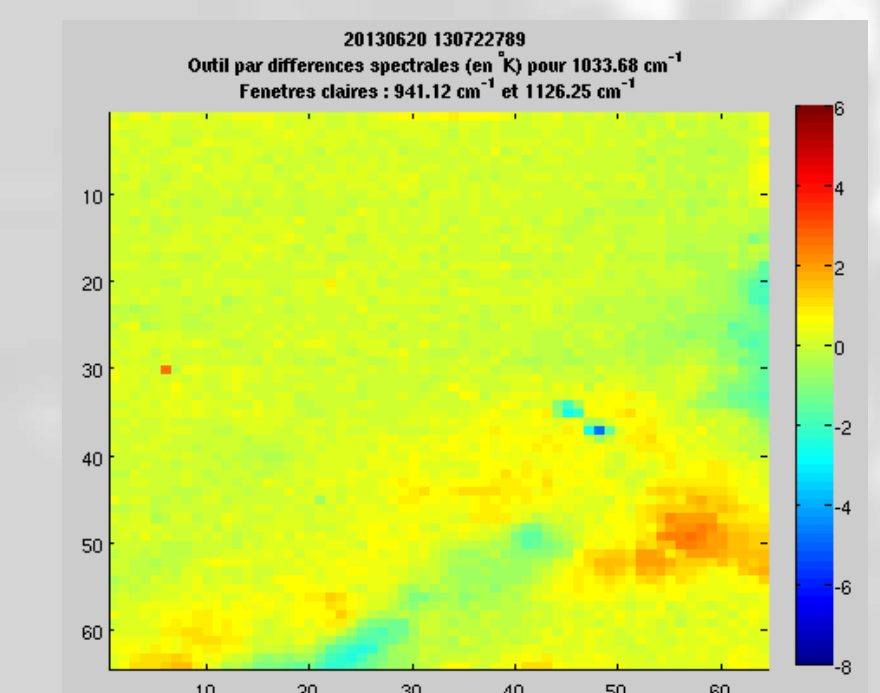
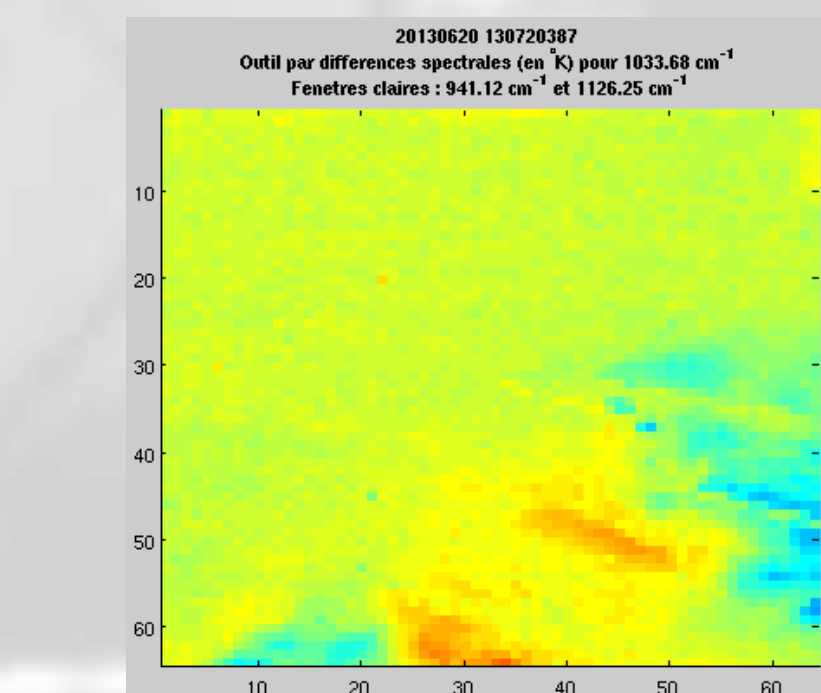
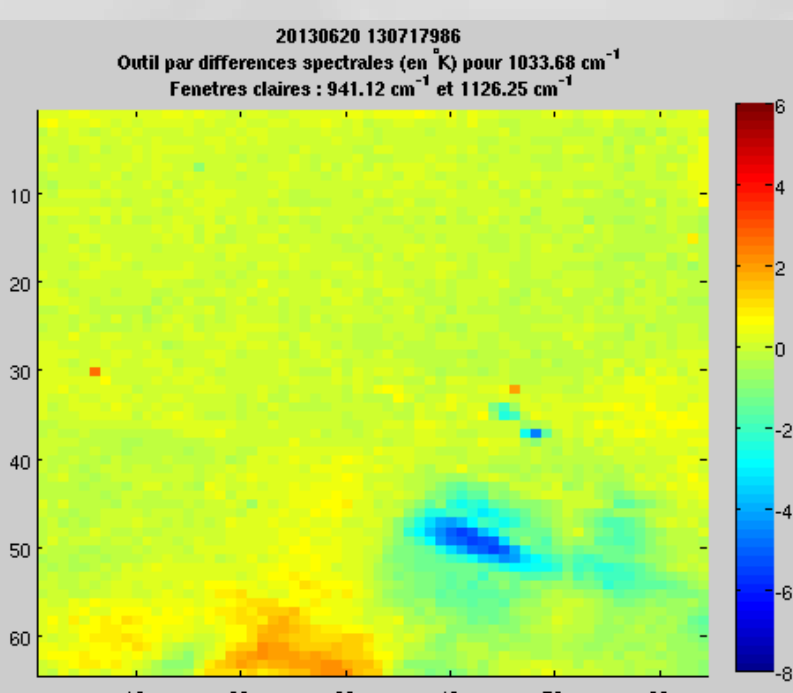


Figure 8 : Images infrarouges successives d'une scène de chargement d'un camion de végarol et d'un wagon de 2-éthylhexanol. Une fuite de méthanol apparaît dans la ligne de visée. Ce panache provenait d'un bac de méthanol en réparation.

4. Discussion

- Visualiser l'évolution d'un panache de gaz dans le temps et dans l'espace, dans plusieurs configurations : chargement et déchargement de produits dans des camions, dégazage de soupapes de cuves de stockage lors du chargement d'un navire, fuites ...

- Caractérisation de la signature spectrale
 - absorption, arrière plan plus chaud
 - émission, arrière plan plus froid

- Conditions d'utilisation, limites de l'outil :

Nécessité d'un fort contraste thermique entre le gaz d'intérêt et l'arrière plan.

Difficulté dans le choix du « background »

- choix de backgrounds de référence
- moyennage de plusieurs backgrounds

Nécessité de fenêtres peu contaminées par la présence de signatures spectrales d'autres espèces.

Difficulté d'identifier avec certitude la molécule en présence : plusieurs espèces peuvent avoir une bande d'absorption dans la même région spectrale.

5. Travaux en cours et perspectives

- Collaboration avec le MONARIS :

→ enregistrement en laboratoire d'un spectre d'une molécule absente des bases de données spectroscopiques.

- Développement d'une base de données regroupant différents paramètres spectroscopiques (sections efficaces, positions, intensités et largeurs à mi-hauteur des raies) des molécules rencontrées sur le site industriel.

- 3^{ème} campagne de mesures : fin mai 2014.