

*Innovier pour un monde décarboné et durable*

## **ATMOS'AIR 2023**

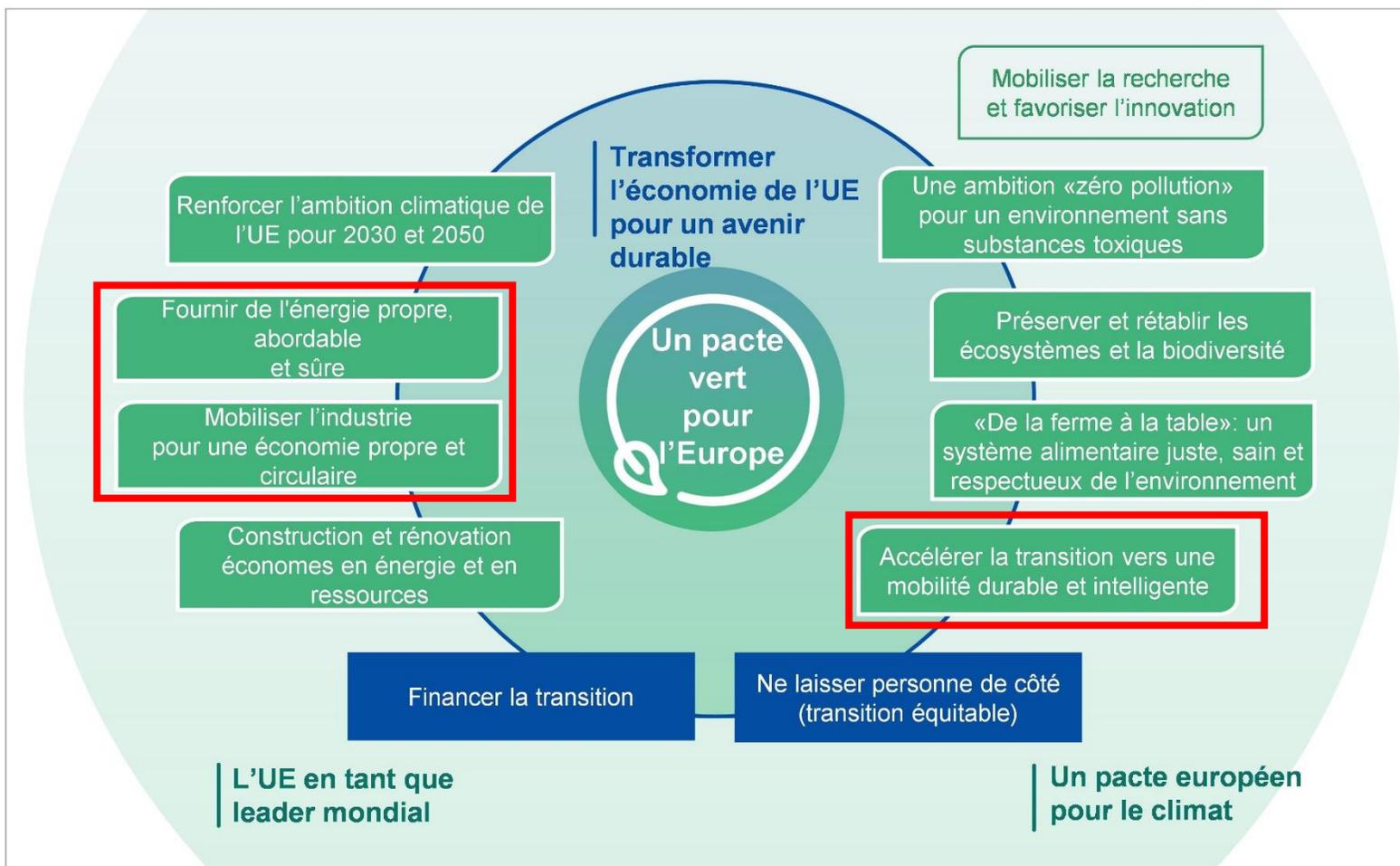
Développement de capteurs intelligents et connectés au service de la qualité de l'air



# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Contexte
- Le capteur ELEMENTS
- Exemples d'application
  - Mesure embarquée adaptée au contrôle technique
  - Mesure de nuisances olfactives
- Conclusions / Perspectives

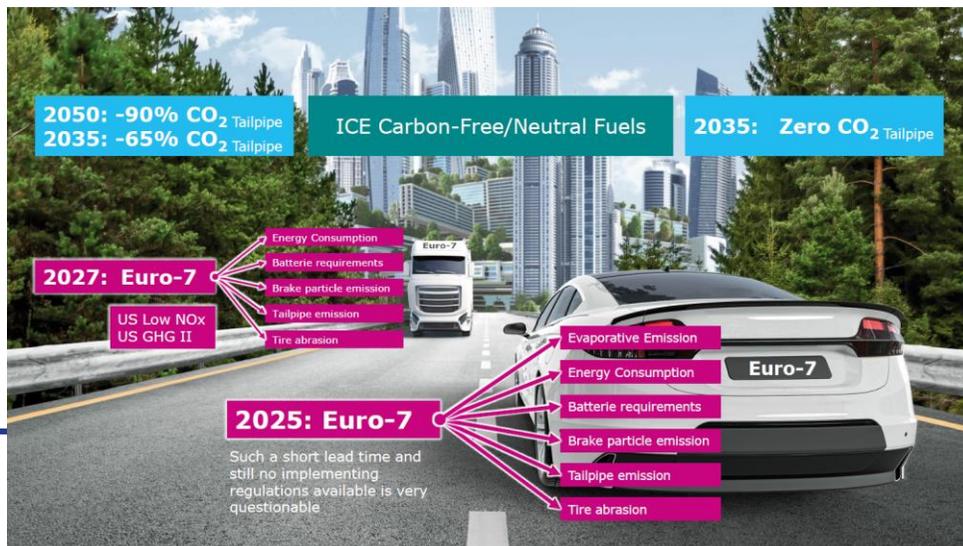
# CONTEXTE : EUROPEAN GREEN DEAL



# CONTEXTE : EUROPEAN GREEN DEAL

## TRANSPORT

- Domaine très exposé / très visible du grand public et souvent précurseur de réglementation
- 1. CO<sub>2</sub> / FIT for 55 package** (ref 1990)
    - VP : Zero CO<sub>2</sub>ech en 2035
    - PL : -65 % CO<sub>2</sub>ech en 2035, -90% en 2050
  - 2. Emissions / Euro7**
    - Ambitions élevées à court terme : Emissions échappement, particules d'abrasion, émissions évaporatives, durabilité...



## INDUSTRIE

- 1. Décarbonation de l'industrie**
  - Vecteurs énergétiques décarbonés
  - Intensifier et optimiser les procédés
  - Traiter le CO<sub>2</sub> résiduel (conversion, stockage)
- 2. Emissions en fonctionnement / BREF**
  - Best available techniques REference
  - Mesure à la cheminée + mesure d'impact (voisinage, nature)
- 3. Accidents industriels**
  - Lubrizol 1 & 2

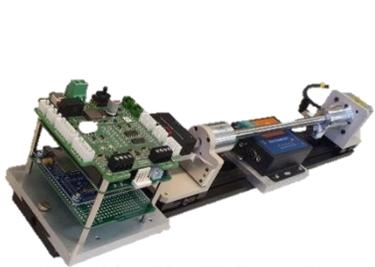
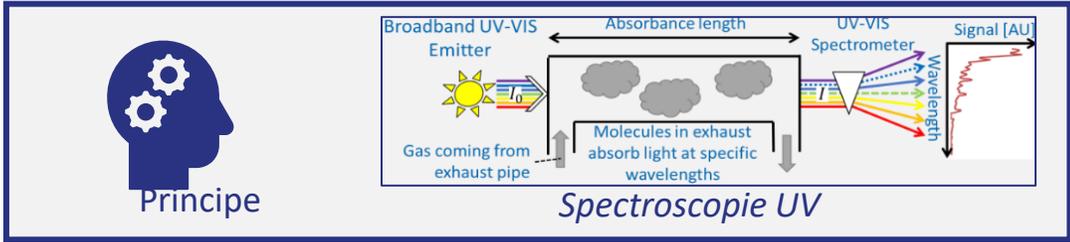


# INTRODUCTION

- **Pas de contrôle et d'optimisation, pas de progrès sans mesure**
  - A la source (polluants primaires)
  - Au niveau du récepteur (polluants primaires et secondaires) – IMPACT
- **Ambition IFPEN**
  - Proposer des systèmes de mesures assez **simples** pour être transportables et abordables
  - **Précis** pour avoir un diagnostic fiable et durable dans le temps sans maintenance
  - **Connectés** à une couche numérique performante pour valoriser les mesures (cloud-computing)

➔ **Exemple du capteur ELEMENTS développé par IFPEN**

# ELEMENTS

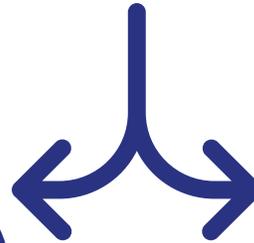


ELEMENTS only



Real e

ppm ( $10^{-6}$ )

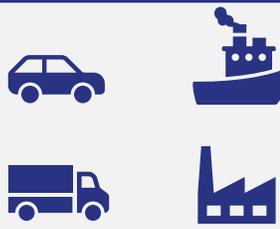


ppb ( $10^{-9}$ )



by fcaif Kair box

 <b>Avantages</b>	<p><b>Multigaz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Déjà intégré (NH<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>,)</li> <li>Autres molécules possibles (BTX, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O...)</li> </ul> <p><b>Haute fréquence de mesure</b></p> <p><b>Faible encombrement, Faible consommation</b></p>
---	--

 <b>Applications</b>	<p><b>Mobilité (Projet REAL-e)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Surveillance de marché</li> <li>Reconditionnement</li> </ul> <p><b>Industrie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure NO, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> en cheminée</li> <li>Mesure NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> en « air vicié »</li> <li>Mesure THT et molécules soufrées dans le biogaz</li> </ul>
--	--

 <b>Avantages</b>	<p><b>Mesure de molécules odorantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mercaptans, COV...</li> </ul> <p><b>Mesure de molécules ayant un impact Qair</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NH<sub>3</sub>, BTX</li> </ul> <p><b>Précision de mesure</b></p> <p><b>Encombrement, poids et prix maîtrisés</b></p>
---	---

 <b>Applications</b>	<p><b>Industrie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Détection de fuite (THT)</li> <li>Mesure d'odeurs (Mercaptans...)</li> </ul> <p><b>Qualité de l'air</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub></li> <li>Mesure de gaz orphelins</li> </ul>
--	---

# EXEMPLES D'APPLICATION

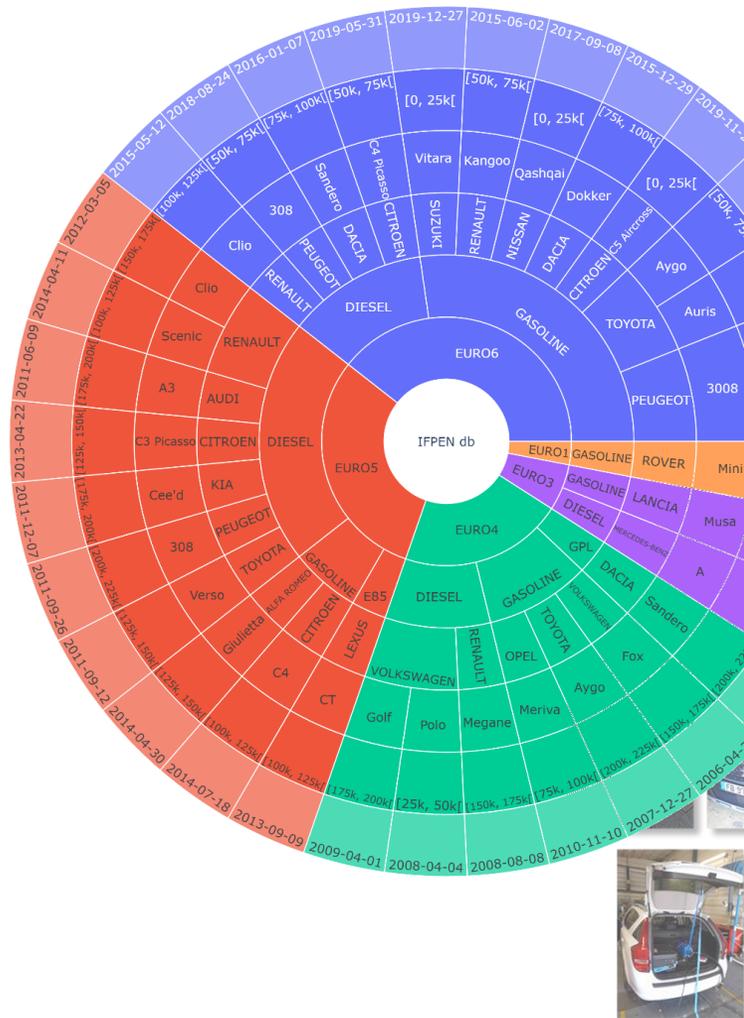


- Le potentiel de la mesure embarquée pour le contrôle technique des véhicules légers
  - Projet ADEME SESAME (2022)



- La mesure de nuisances olfactives autour de sites industriels

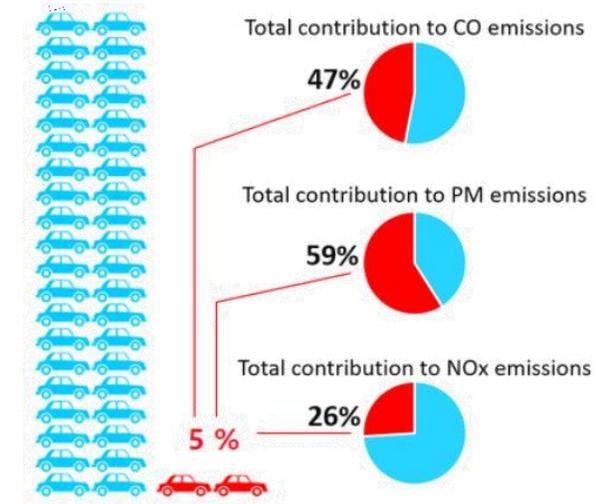
# PROJET ADEME SESAME (2022)



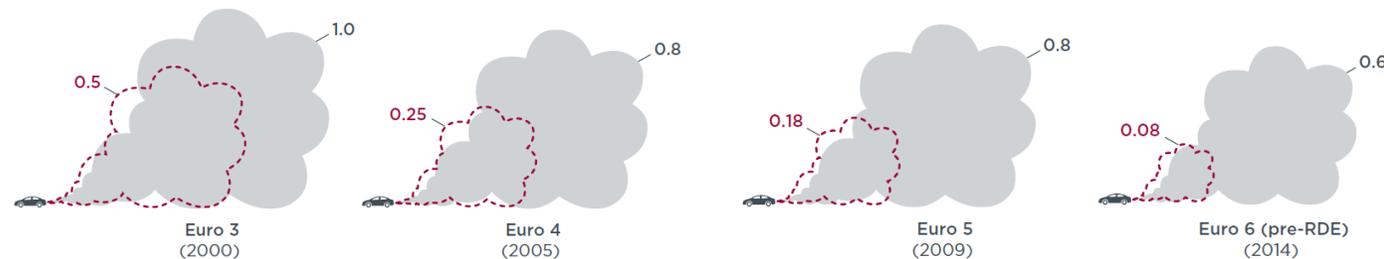
# SESAME - CONTEXTE

- Très fortes disparités dans le parc => Importance d'identifier et d'agir sur les « gros émetteurs »
- Quelles solutions ?
  - Renouvellement du parc : forte inertie
  - Localement forcé par les ZFE : écarter systématiquement par catégories de norme (Crit'air)
- Des outils pour identifier plus finement les véhicules problématiques ?
  - La mesure « remote sensing » : destinée à vérifier la conformité d'une famille, pas d'un véhicule précis
  - Le contrôle technique ou le réseau d'après-vente peut-il aller plus loin, notamment en incluant de la mesure embarquée?

Contribution des « gros émetteurs » – Source : Opus



Emissions moyennes de NOx véhicules diesel en g/km, norme vs. conditions réelles – Source : ICCT



# SESAME - PRÉSENTATION

- Le **contrôle technique** actuel pratiqué en France ne contrôle que certains polluants qui sont mesurés en conditions statiques
  - Opacité pour les moteurs diesel
    - PN mesurées depuis peu B, NL, CH, D
  - CO, richesse pour les motorisations essence
- Le but du projet **SESAME** est, sur un ensemble de **33 véhicules issus du parc réel**, de mener des tests d'émissions « standards » et avancés pour déterminer les forces et les faiblesses de chacun
- Les tests d'émissions avancés vont jusqu'à des **essais sur route** avec un système dédié à ce besoin

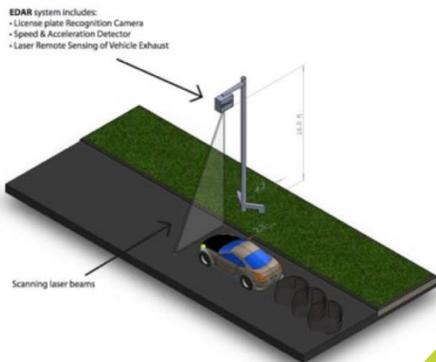
# LA MESURE SUR ROUTE

	<b>4 heures</b>
	200 k€ / système
	Système de mesure de référence pour la procédure RDE



**Portable Emissions Measurement System**

**Smart Emissions Measurement System**



**Remote Sensing Device**

	<b>30 minutes</b>
	Plus simple et moins couteux : identification à plus grande échelle des plus émetteurs, analyse des malfunctions



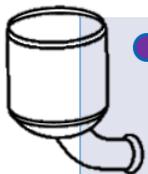
	<b>1 seconde</b>
	1€ / test
	Mesure spot Besoin de mesures massives pour être représentative

## ELEMENTS



### In-house UV spectroscopy measurement

- NH<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> already available
- Other molecules TBD (aldehydes, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>...)



### Affordable and efficient PN measurement

- Following the NPTI regulation
- Easy to integrate (raw gases)



### Fast and easy set-up (<10 min)

- No exhaust-flow meter
- All in one: Filtration / pump / air ambient Zero
- Bluetooth
- Cloud data collection



### Base gas analyzer :

- NDIR (non-dispersive infra-red)**
  - CO, CO<sub>2</sub>, HC (propane)
- Electrochemical sensors:** NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>

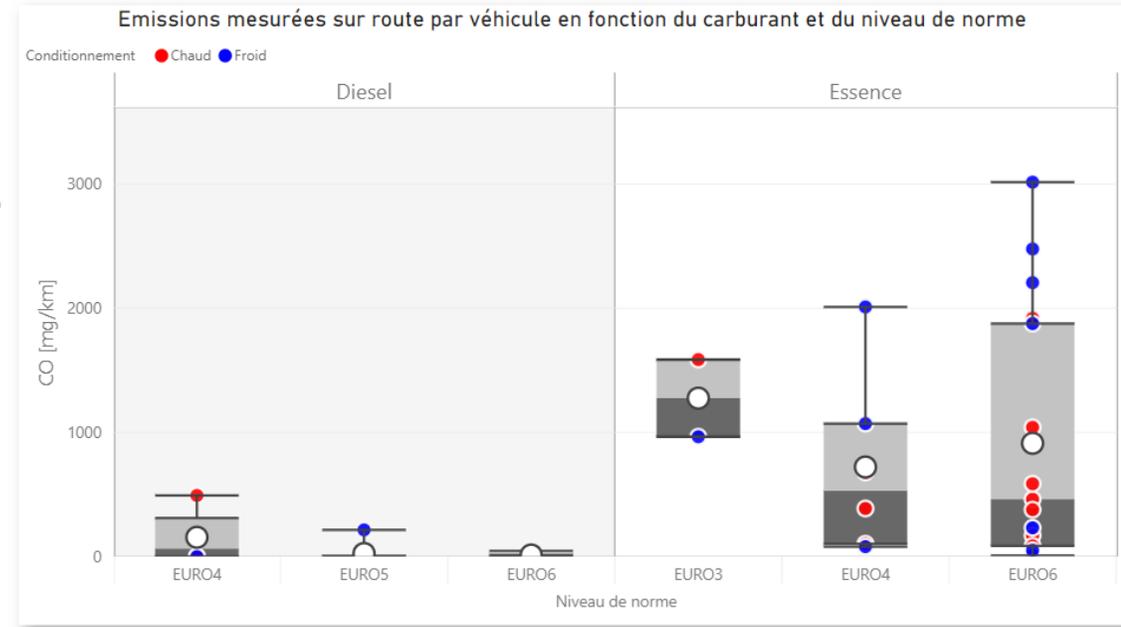
+ connected **OBD dongle** : GPS and OBD signals



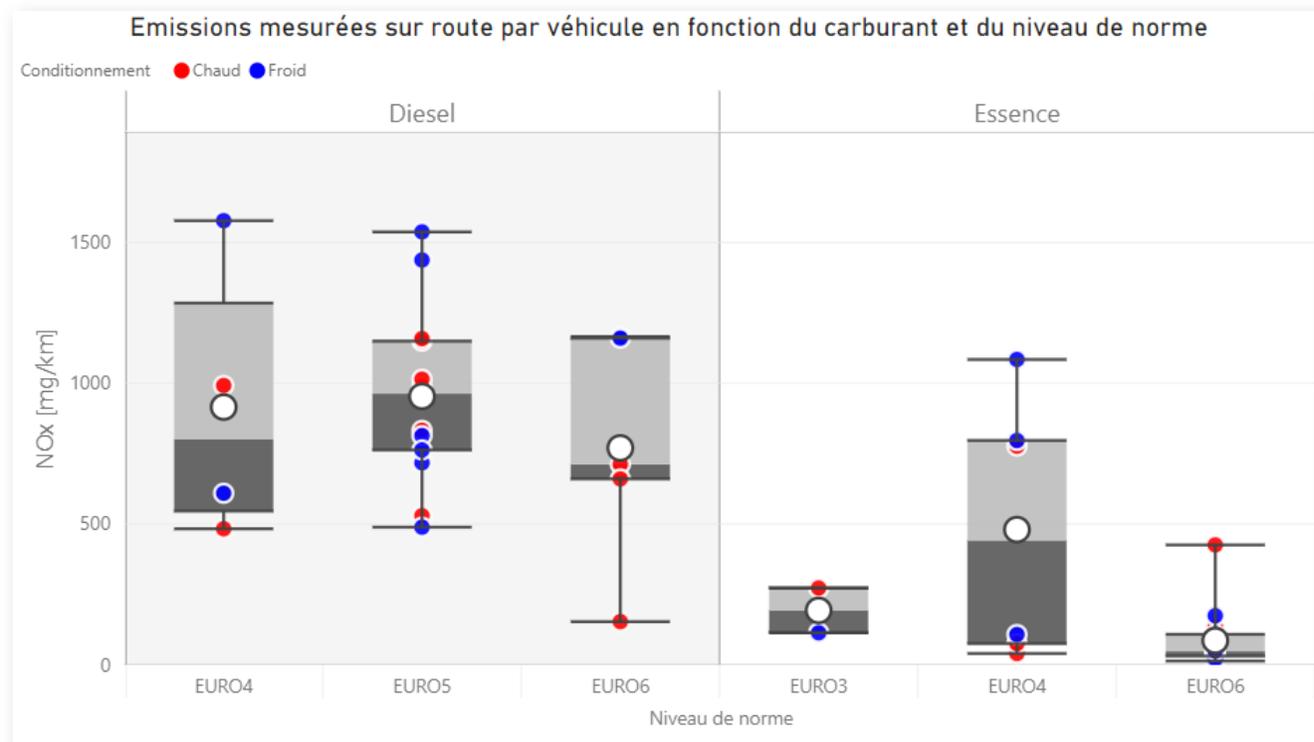
 h23\*L60\*I48  
 ~24kg  
 ~4h

# SESAME – QUELQUES RÉSULTATS

- Les émissions de CO des véhicules essence sur route peuvent être bien au-delà de la norme

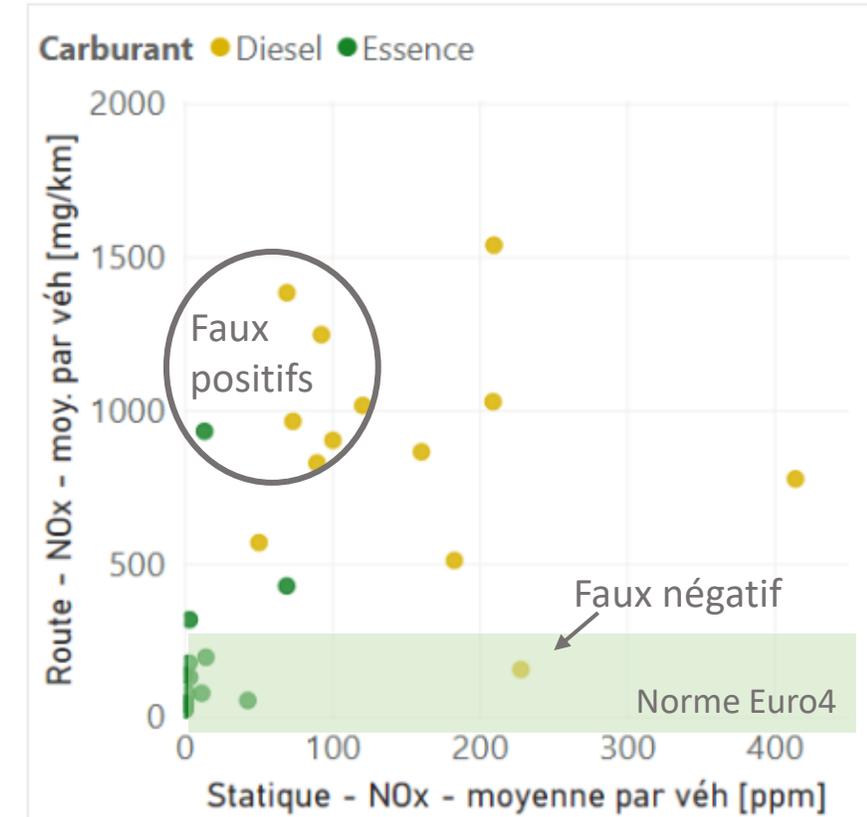


- Les émissions de NOx des véhicules diesel et de certains véhicules essence sur route sont bien au-delà de la norme



# SESAME – CONCLUSIONS

- Les résultats NOx et CO en conditions statiques et sur route ne sont pas corrélés
- Pour les NOx, une mesure en conditions réelles est obligatoire
- L'étude SESAME a prouvé la faisabilité d'une mesure sur route à grande échelle
- Un trajet minimum a été déterminé dans le cadre du projet et reste à consolider : 15 min / 10 km
- Pour en savoir plus :
  - <https://librairie.ademe.fr/air-et-bruit/5736-projet-sesame.html>



# MONITORING DES ÉMISSIONS GAZEUSES

by ifpen  
**flair**

L'innovation au service de la  
surveillance environnementale  
et industrielle des gaz



# FLAIR - FLAIRCAR



Real time visualization

Connexion 4G



360° images

## ABB PICARRO

IR Laser 1Hz  
CO<sub>2</sub> (0.6 ppm), CH<sub>4</sub> (4ppb)  
CO (0.7 ppb), N<sub>2</sub>O (0.7 ppb)  
C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

## INFICON

Spectromètre de masse (1Hz)  
H<sub>2</sub>, He  
*En cours de validation*

Meteorological Station - GPS

Sampling possibilities

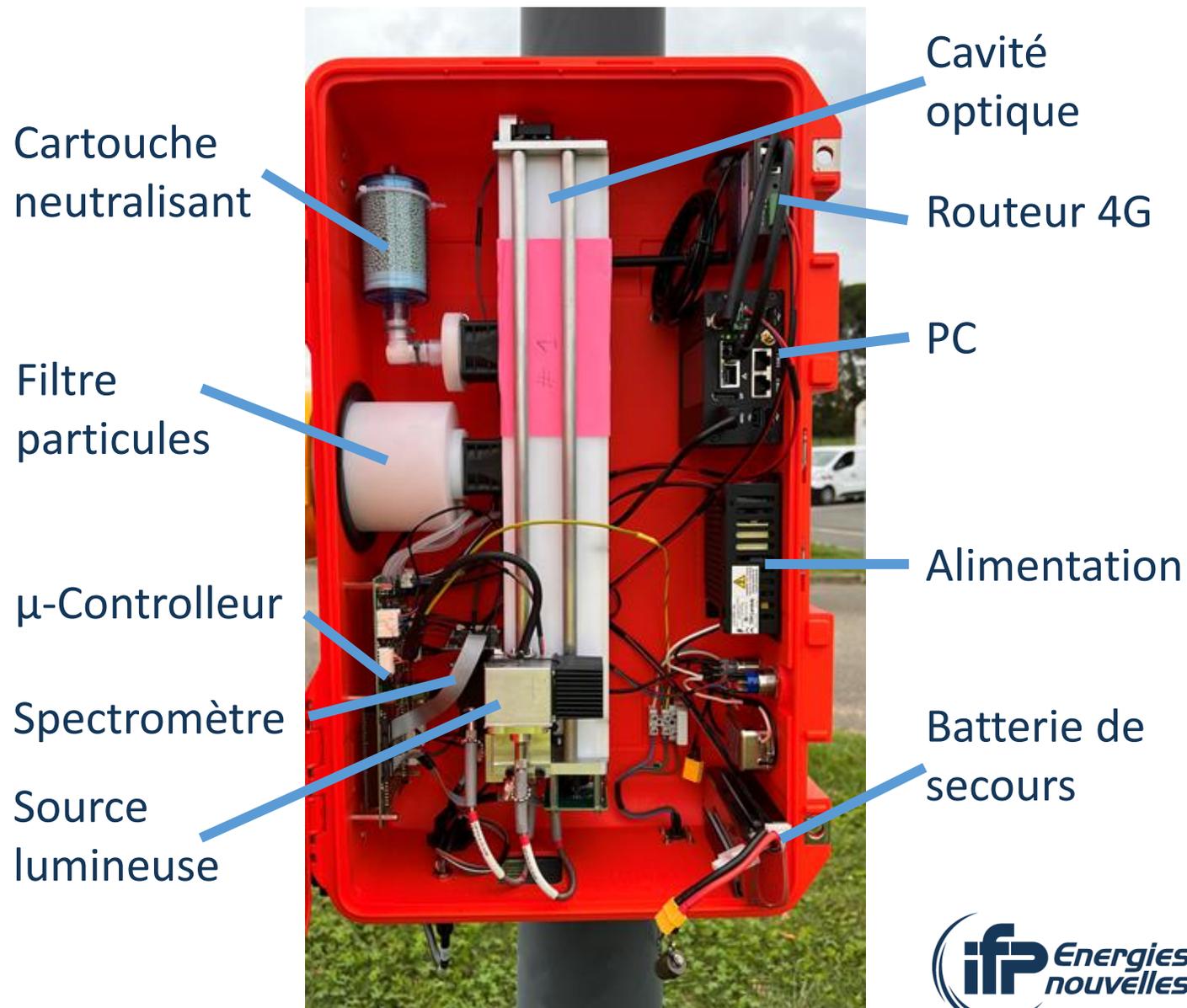
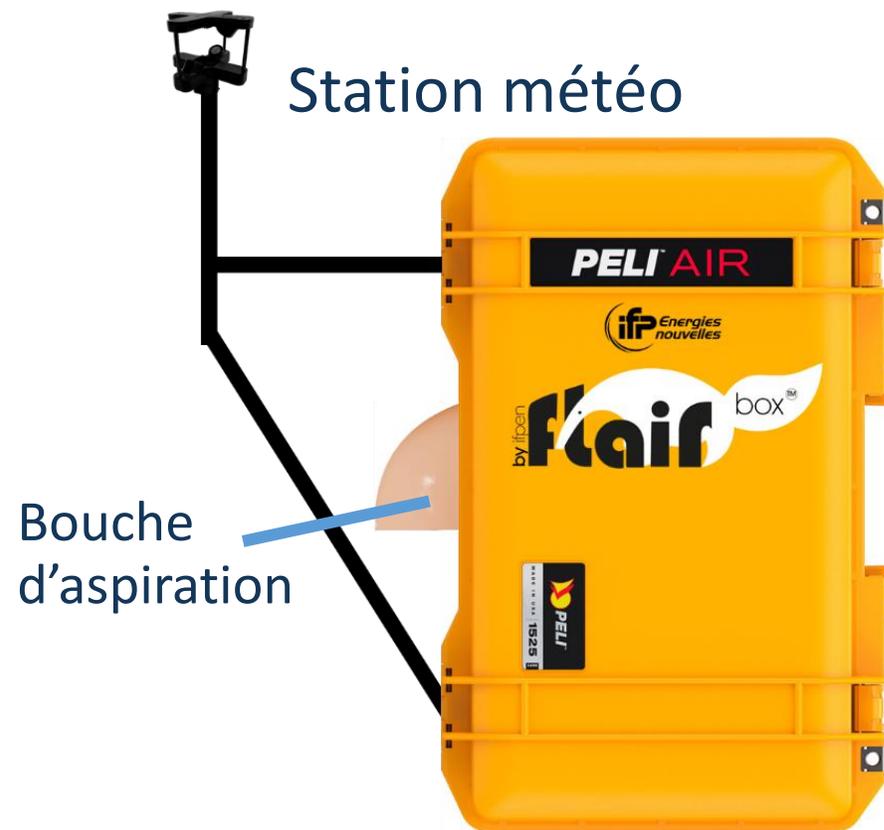


THT, Mercaptans,  
H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, BTEX

PHEV  
Zero exhaust emissions during measurements



# FLAIR – FLAIRBOX : COMPOSANTS PRINCIPAUX





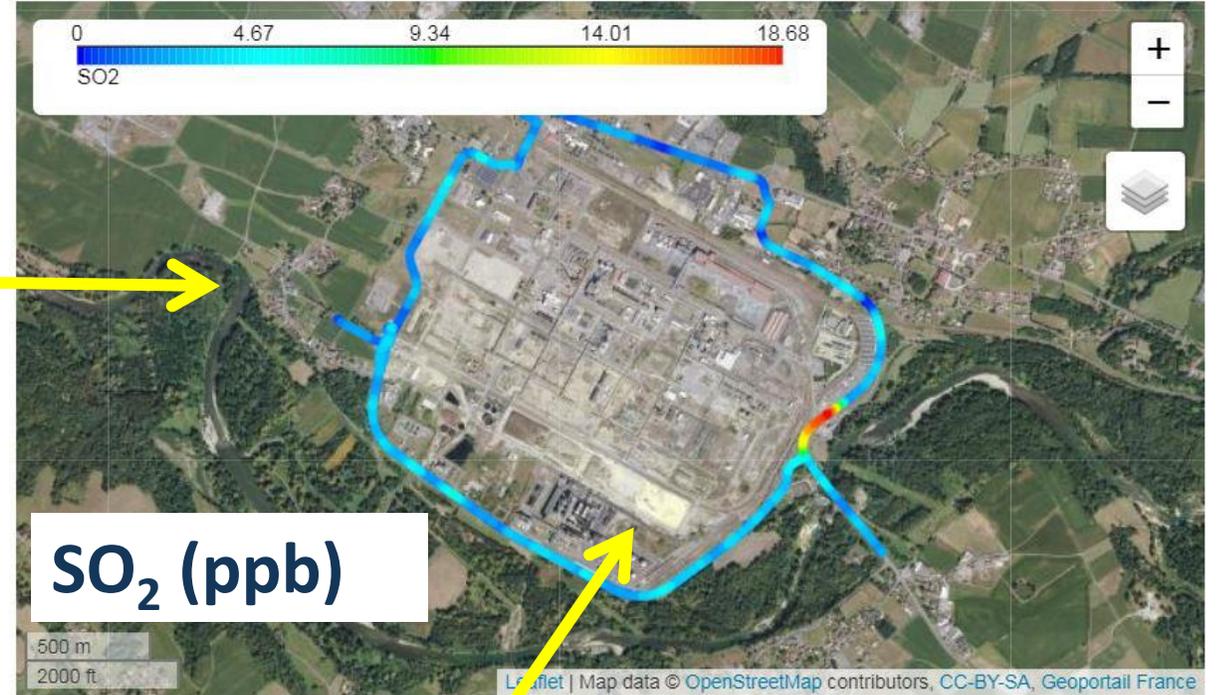
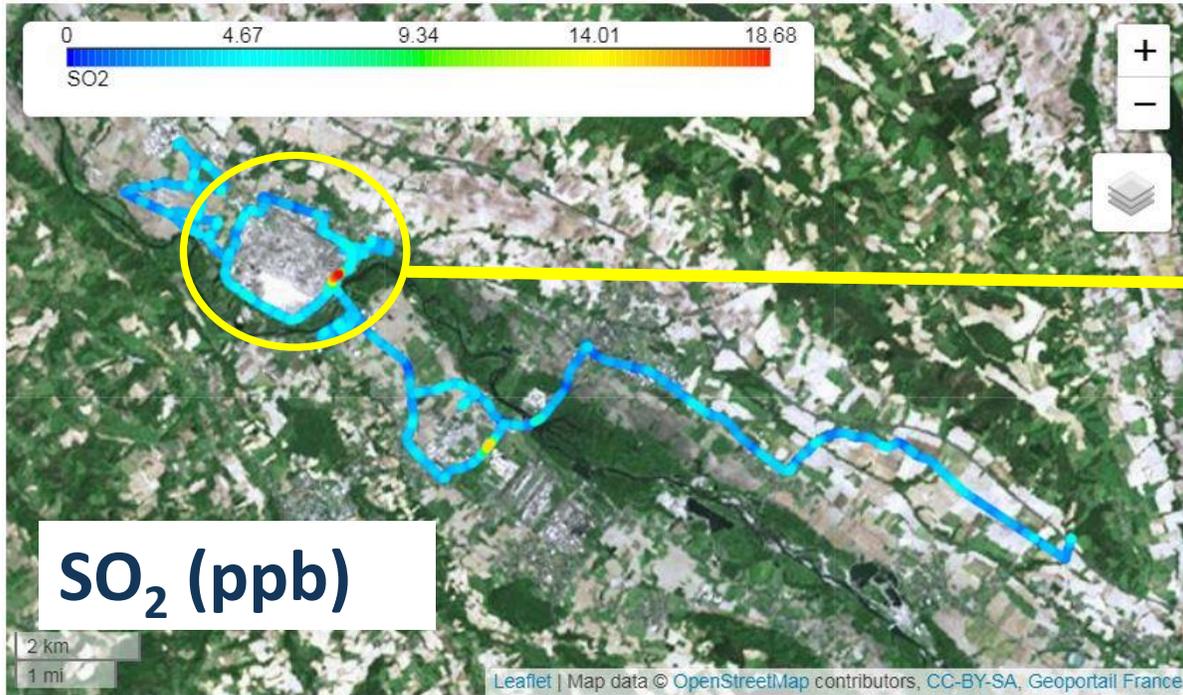
Rejet de fumée orange depuis le site de Lacq (©GC).



- Les relevés sur route avec caméra permettent de contextualiser la mesure

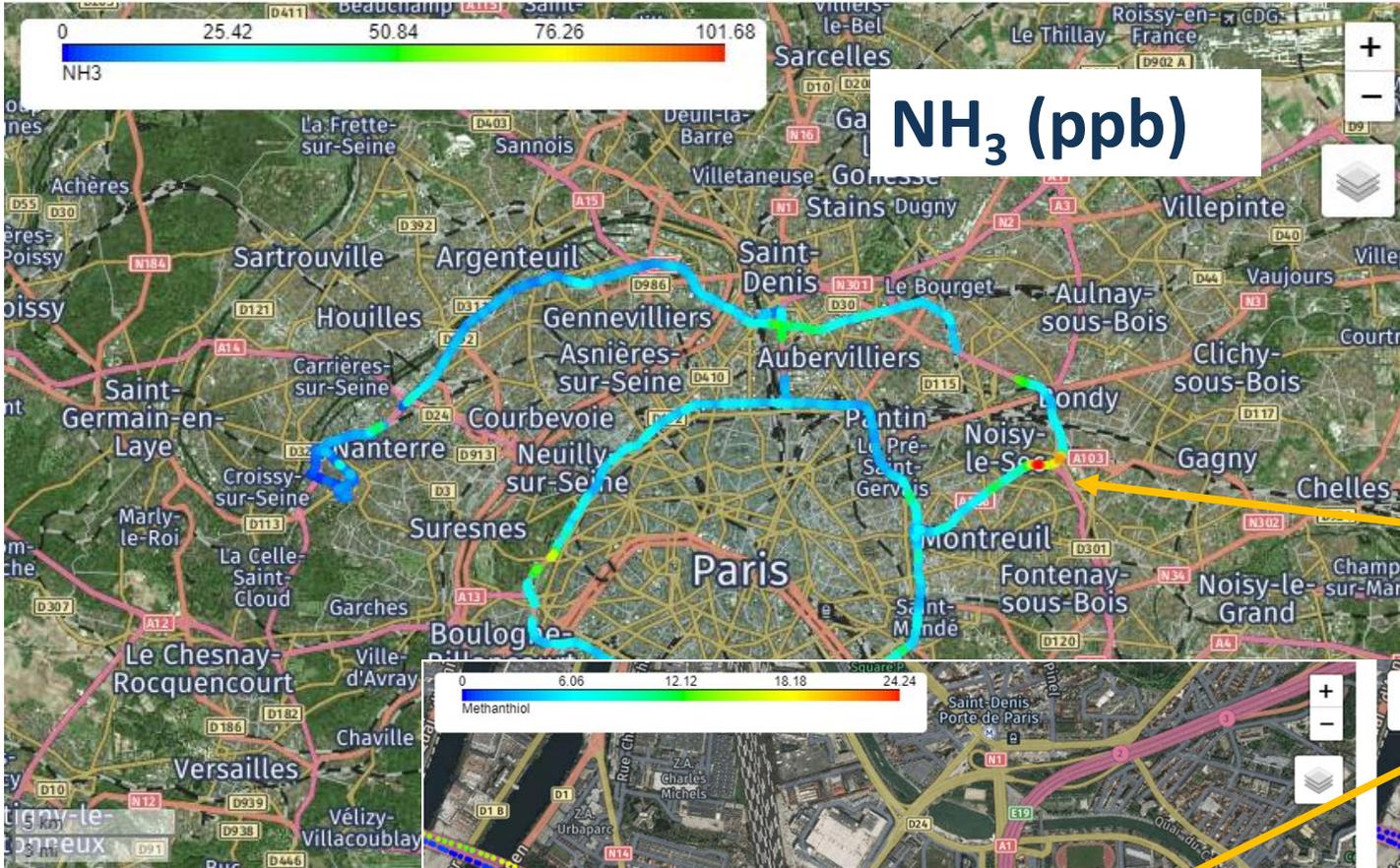
# FLAIR

## EXEMPLE 1 – SITE INDUSTRIEL DE PRODUCTION DE SOUFRE



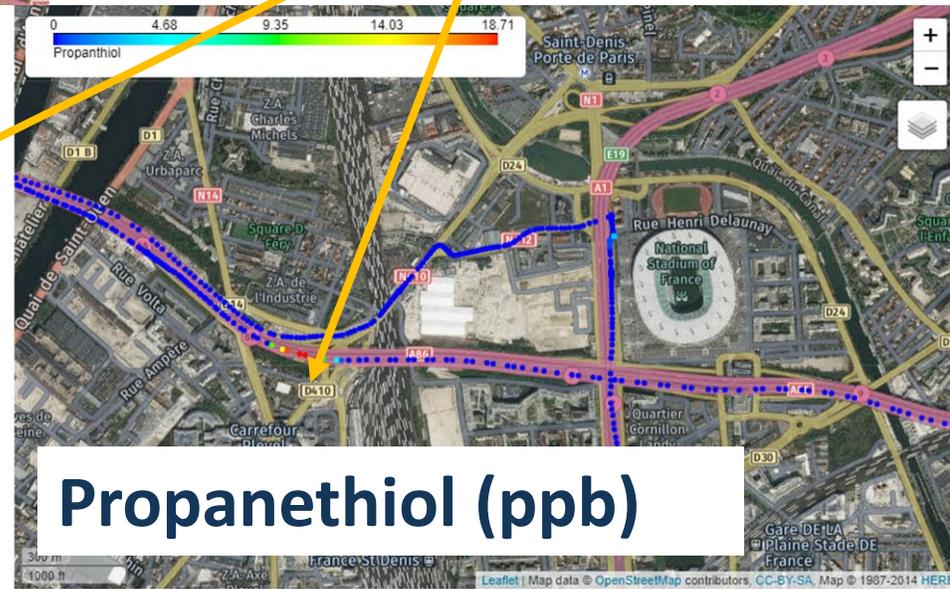
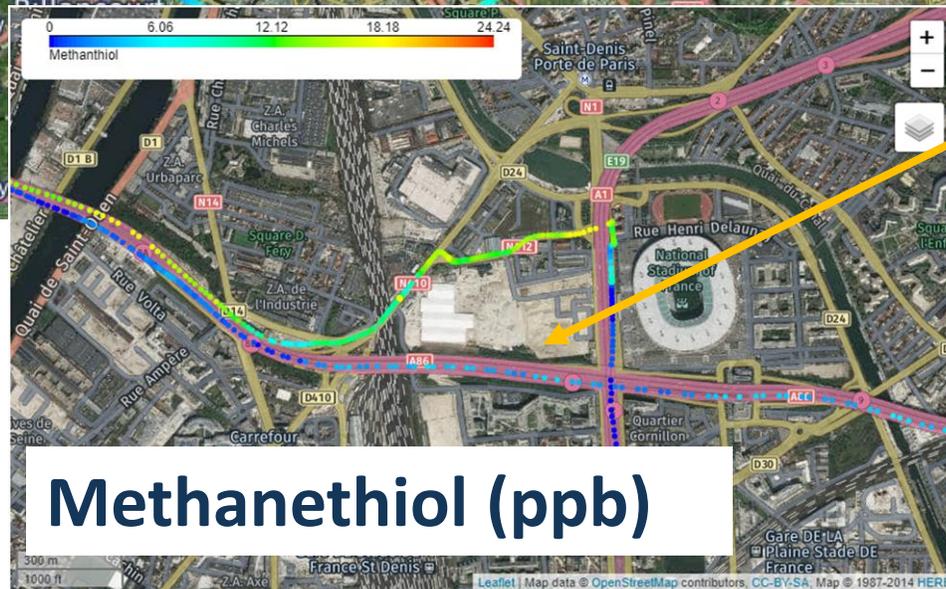
- La nuisance olfactive peut être traquée

# EXEMPLE 2 – TESTS EN CIRCULATION

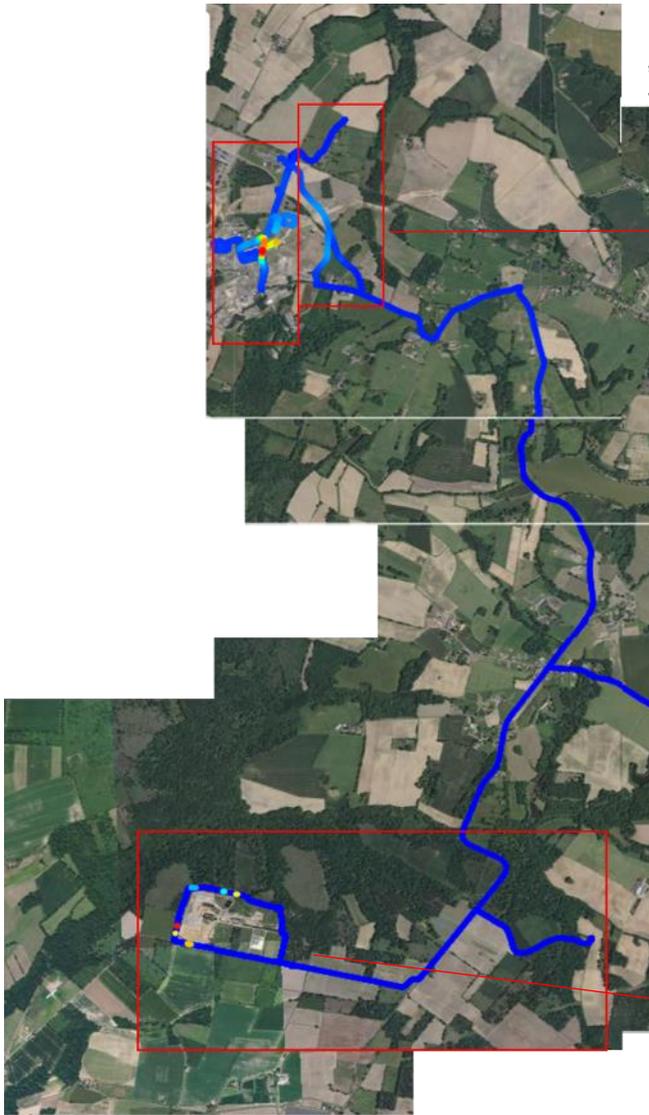


Road traffic  
Urbanism

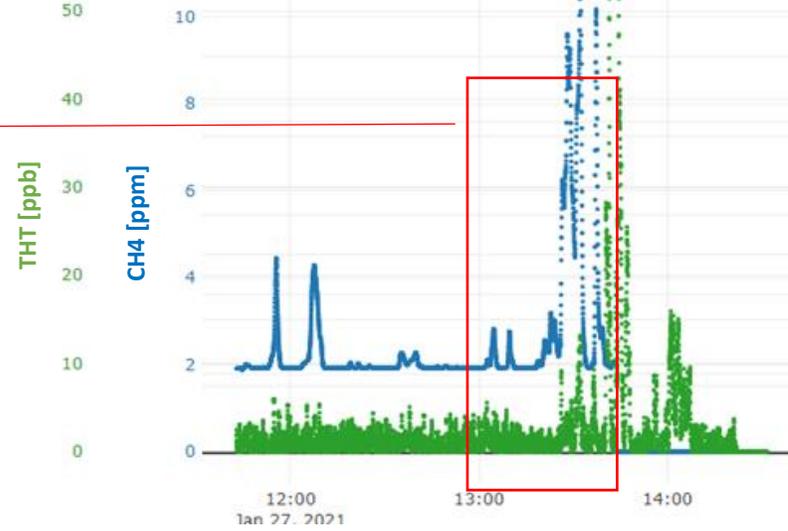
Polluted soil



# EXEMPLE 3 - STOCKEUR DE GAZ VS CENTRE D'ENFOUISSEMENT

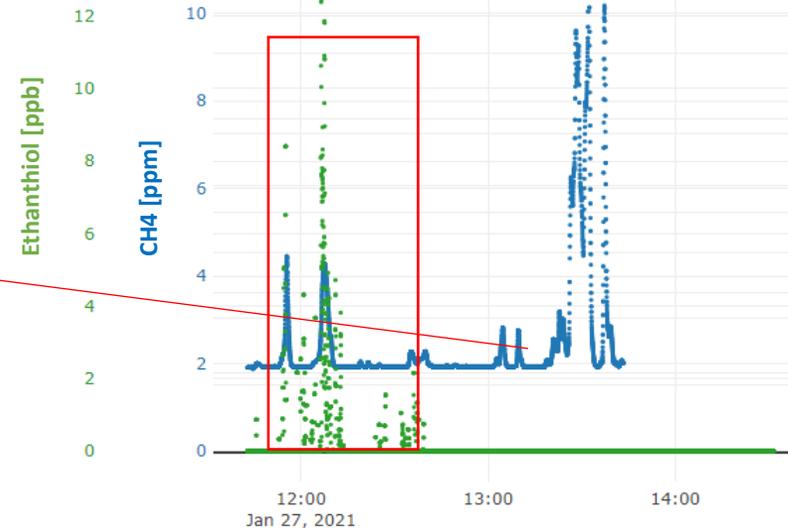


### Gas storage



Gas  
Biogas

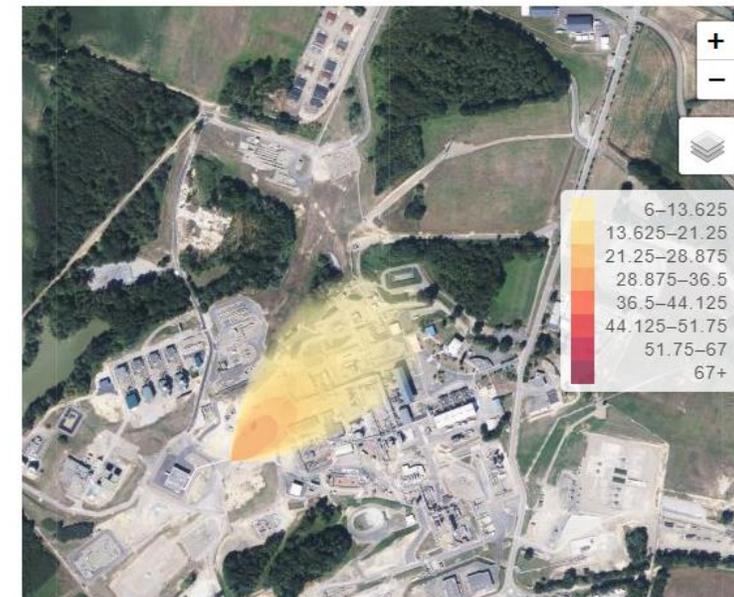
### Household waste storage



Waste storage

# FLAIR - CONCLUSIONS

- Un capteur mobile et connecté comme la FLAIRBOX permet d'identifier les nuisances et de les objectiver
- Les informations collectées permettent via un modèle inverse de remonter à la source
- L'enjeu actuel est dans la miniaturisation du système !
  - Portable ✓
  - Aérotransportable (en cours)



# PERSPECTIVES

- Mesure « brute » : multiplication des sources en cours , mobiles ou statiques (Poids lourds, Cat. L, bateaux, industrie, etc...)
- Mesure diluée (mesure de nuisances) : en cours d'utilisation dans l'industrie, développements en cours pour la miniaturisation



*Innover pour un monde  
décarboné et durable*

[www.ifpenergiesnouvelles.fr](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr)

**Arnaud Frobert**

Chef de Projet Innovation / Qualité de l'air

[arnaud.frobert@ifpen.fr](mailto:arnaud.frobert@ifpen.fr)