



**HAL**  
open science

# Comportement et enjeux environnementaux des poids lourds de livraison urbaine à motorisation hybride électrique

Joël Lelong, Didier Pillot, Rochdi Trigui

► **To cite this version:**

Joël Lelong, Didier Pillot, Rochdi Trigui. Comportement et enjeux environnementaux des poids lourds de livraison urbaine à motorisation hybride électrique. AIPCR - CYCLE PL 2012-2015 - 2e Journée technique 'Poids lourds et Véhicules utilitaires légers en agglomération', Dec 2013, CHAMPS-SUR-MARNE, France. 21 p. hal-01399216

**HAL Id: hal-01399216**

**<https://hal.science/hal-01399216>**

Submitted on 18 Nov 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# COMPORTEMENT ET ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DES POIDS LOURDS DE LIVRAISON URBAINE A MOTORISATION HYBRIDE ELECTRIQUE

Joël Lelong<sup>1</sup>, Didier Pillot<sup>2</sup> et Rochdi Trigui<sup>2</sup>

<sup>1</sup> : IFSTTAR/Laboratoire d'Acoustique Environnementale

<sup>2</sup> : IFSTTAR/Laboratoire Transports-Environnement

- Contexte
- Réduction de la consommation énergétique
- Réduction des émissions de polluants
- Réduction des émissions sonores

# Contexte

## 1. Bilan environnemental PL VMI/ICE

VMI



Véhicule à motorisation  
conventionnelle

- Energie
- Polluants - CO<sub>2</sub>/CO
- Bruit
  - Conditions d'usage réel
  - Echelle du véhicule
  - Echelle des sources

# Bilan environnemental

## 2. Description des véhicules

Porteurs solos 4x2 Premium Distribution (Renault Trucks) / Volvo FE  
Régime moteur 600 – 2300 tr/min  
Charge 50 kg/kW

### *Camion hybride*



Groupe motopropulseur hybride parallèle  
Boîte de vitesses : 12 rapports  
Pneus : Michelin X<sup>®</sup> Energy<sup>™</sup>

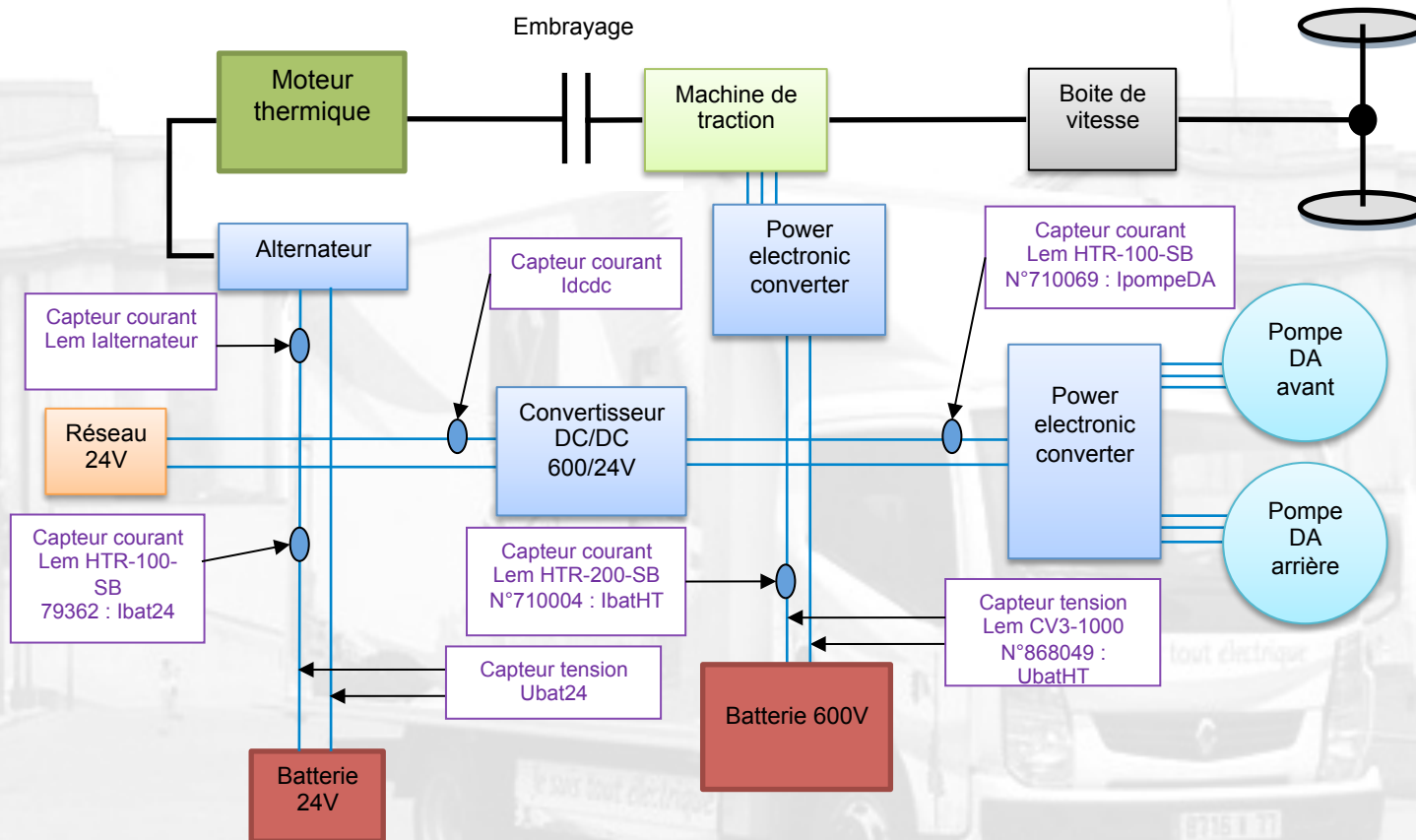
### *Camion à moteur thermique (ICE)*



Moteur diesel  
Boîte de vitesses : 6 rapports  
Pneus : Goodyear Marathon

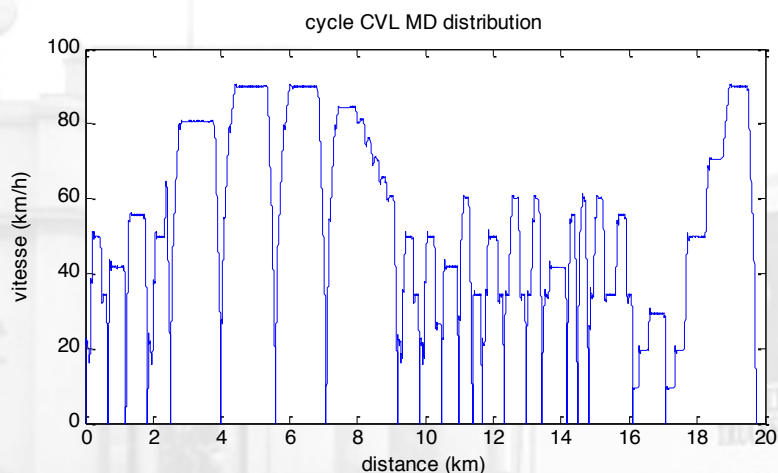
# Réduction de la consommation énergétique

## 1. Chaîne de traction et emplacement des capteurs

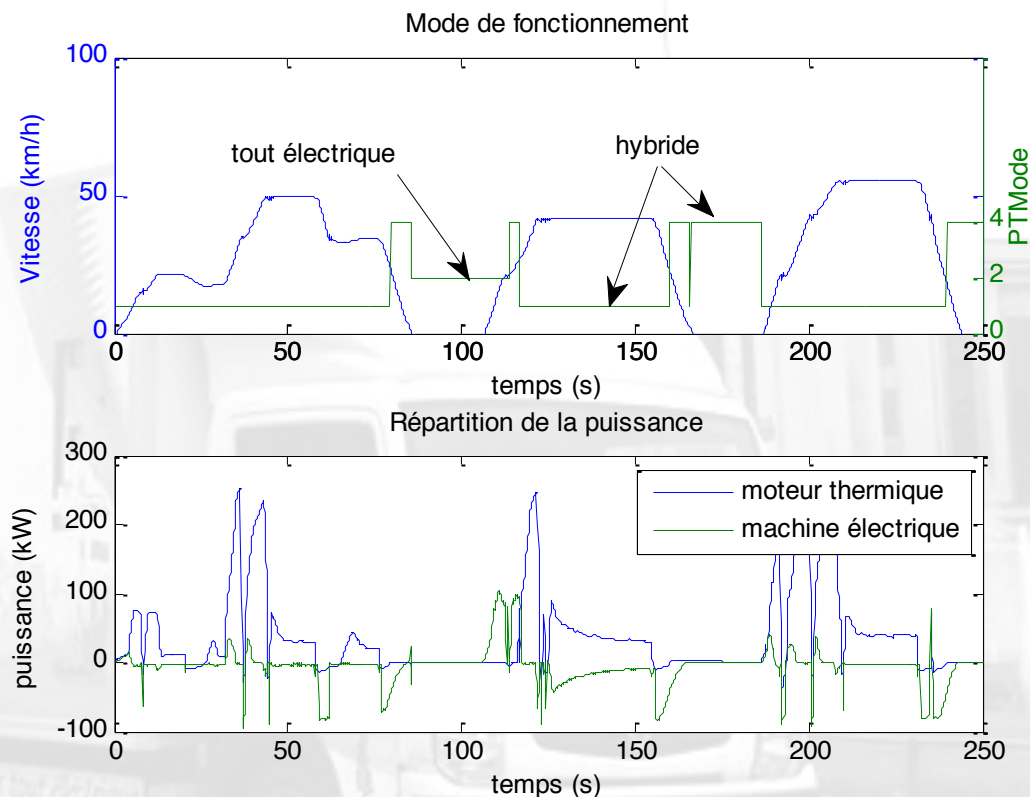


# Réduction de la consommation énergétique

## 2. Cycle utilisé et résultats instantanés



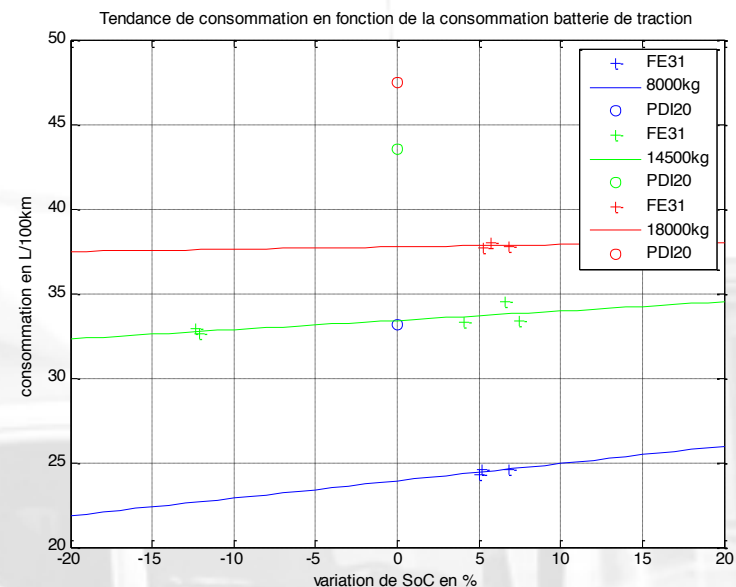
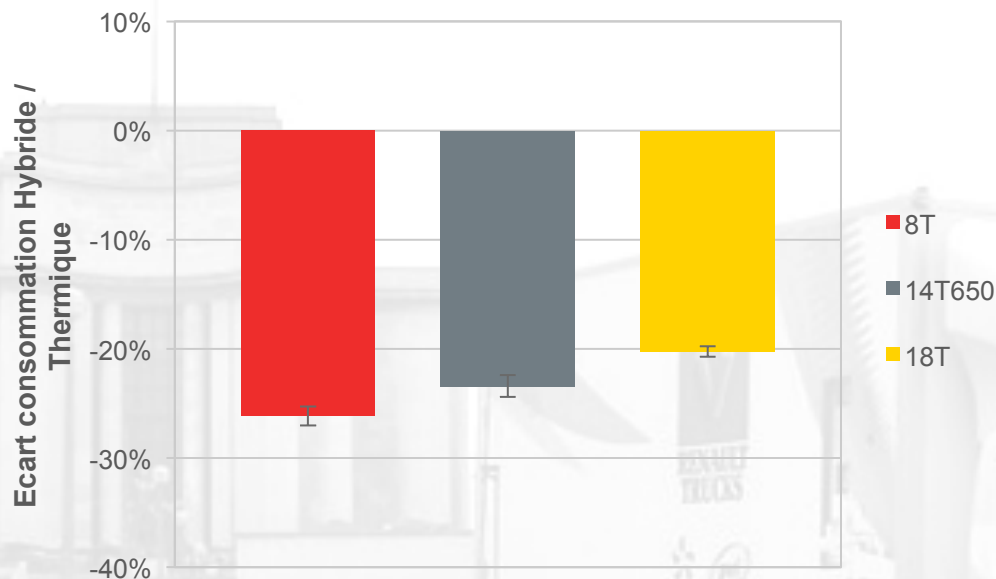
**Cycle de distribution type :  
Profil de vitesse en fonction  
de la distance**



**Enchaînement des modes électrique et  
hybride selon la vitesse et profils de  
puissance des deux moteurs (électrique et  
diesel)**

# Réduction de la consommation énergétique

## 3. Résultats globaux sur le cycle de distribution selon la charge (T)



- \* Faible influence de l'état de charge de la batterie (SOC) sur la consommation de carburant de par la faible énergie électrique utile (1,4 kWh)
- \* Gain de consommation plus importante pour les faibles charges (8T)



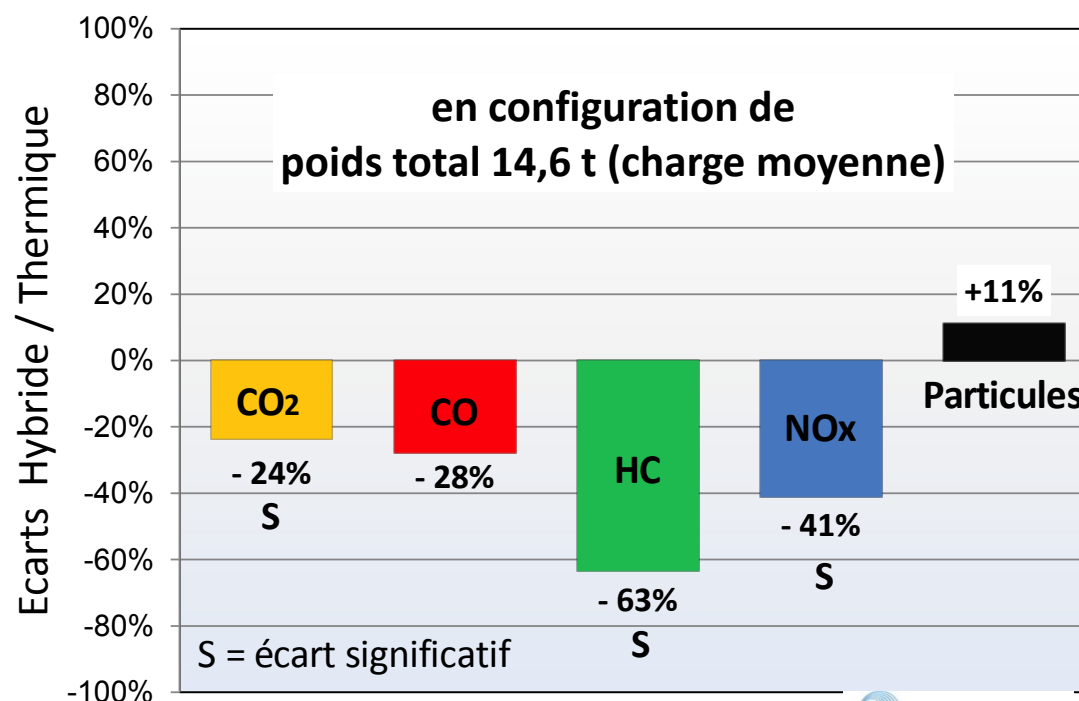
# Réduction des polluants

## 1. Mesure des polluants à l'échappement, hybride vs diesel pur



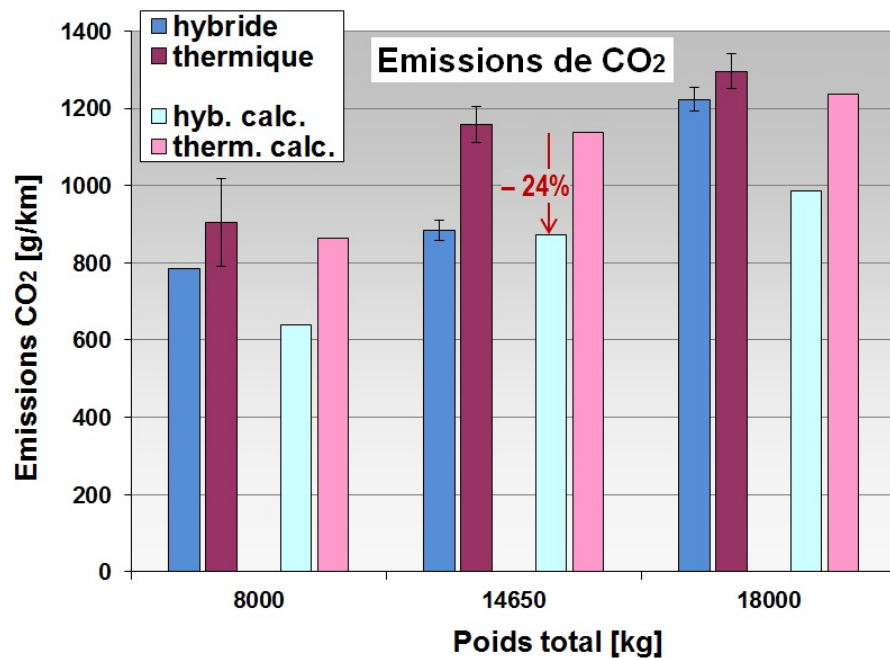
Capteurs de pression (Pitot), sondes de prélèvement des gaz et analyseur des particules (concentration massique)

- Emissions gazeuses en baisse avec la version hybride sur le circuit de distribution de 20 km typique de cette gamme (19 t de PTAC)
- Grande incertitude sur la mesure des particules



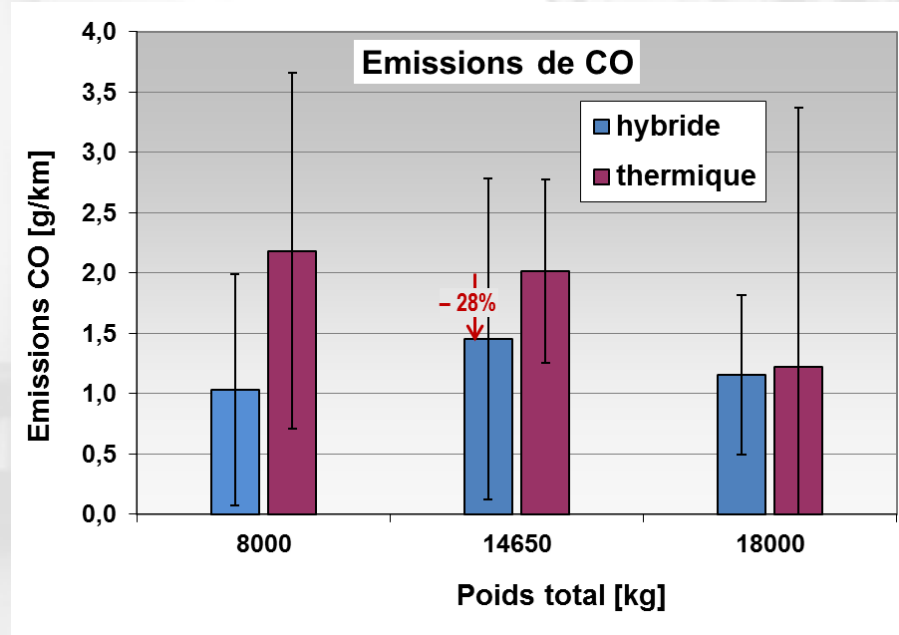
# Réduction des polluants

## 2. Emissions de CO<sub>2</sub>, et CO suivant le poids total



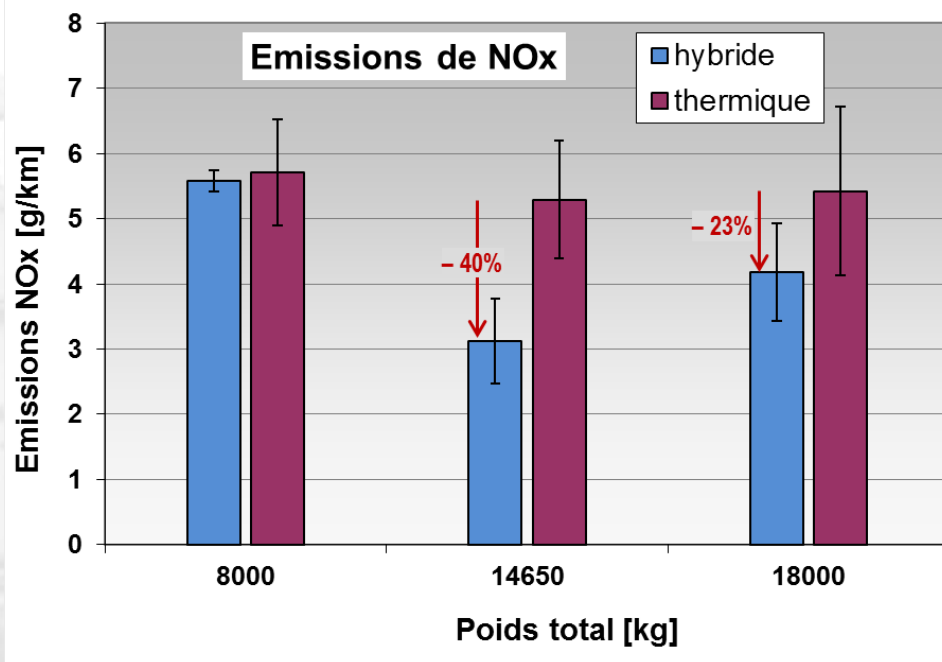
➤ Emissions de CO<sub>2</sub> mesurées non cohérentes avec celles déduites des consommations de gazole, sauf pour la charge moyenne

➤ Emissions de CO présentant une forte variabilité sur les 2 véhicules. Tendence à la baisse avec l'hybride



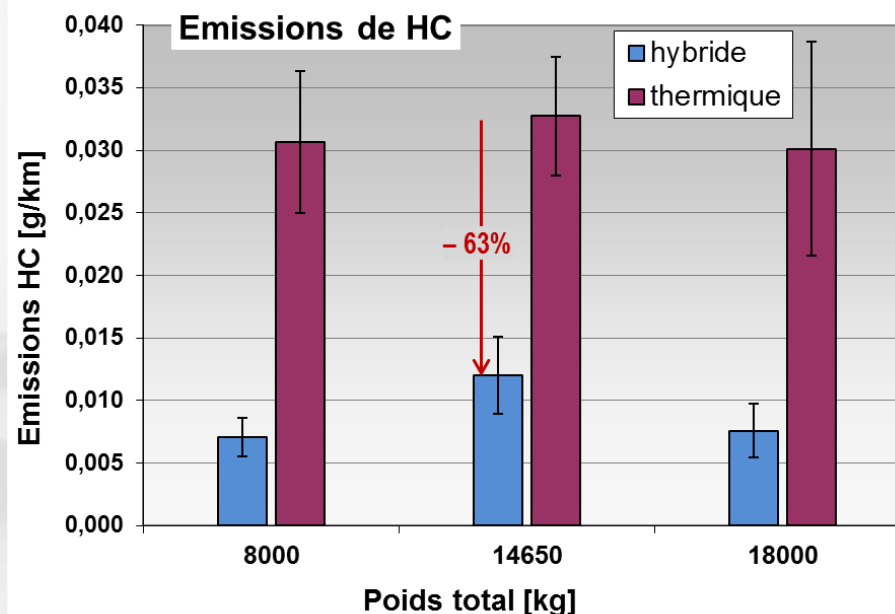
## Réduction des polluants

### 3. Emissions de NOx et HC suivant le poids total



➤ Emissions de NOx à vide (8 t) les plus fortes et non cohérentes avec les autres charges. Réduction de 40% avec l'optimisation hybride à 14,6 t.

➤ Emissions de HC présentant une forte réduction sur la version hybride, d'au moins 60%.



# Réduction des émissions sonores

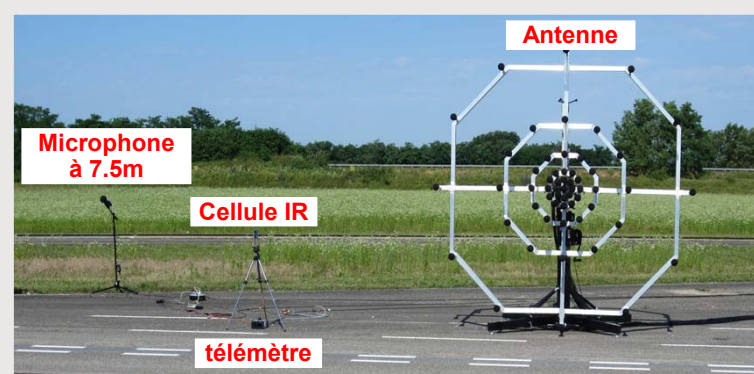
## 2. Les moyens expérimentaux mis en oeuvre

### Mesures de type CPB



Analyse 1/3 octave  
Niveaux globaux

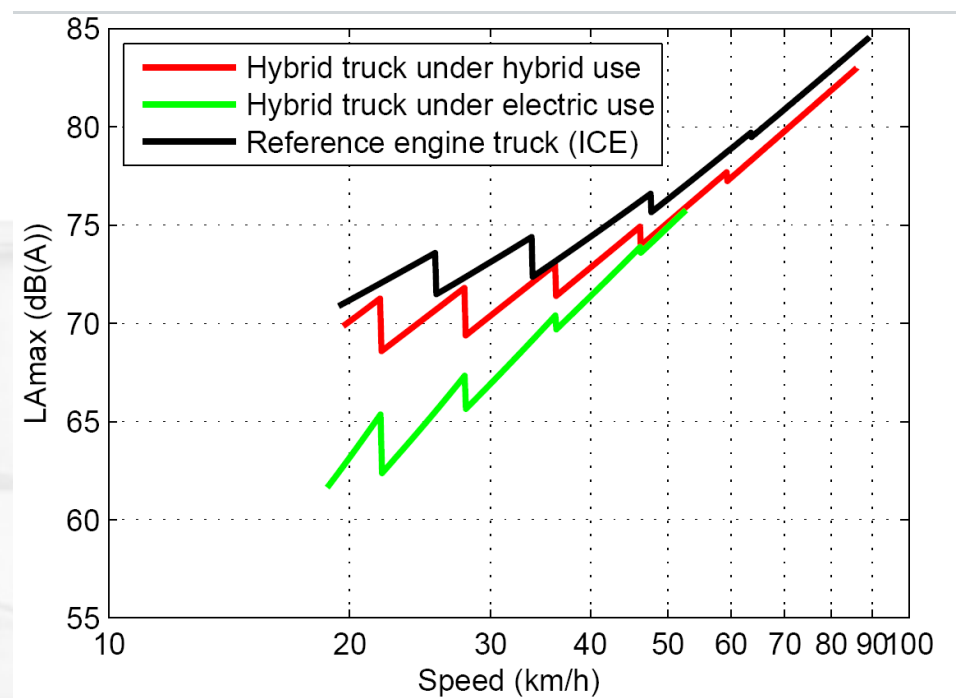
### Antenne microphonique



Analyse 1/3 octave  
Niveaux globaux =  $\sum$  (1/3 octave)

## Réduction des émissions sonores

### 3. Niveaux de bruit à vitesse constante



Global dB(A)	20 km/h	30 km/h	50 km/h
Hybride / ICE	-1.0	-2.7	-1.2
Electrique / ICE	-8.4	-6.0	-1.6

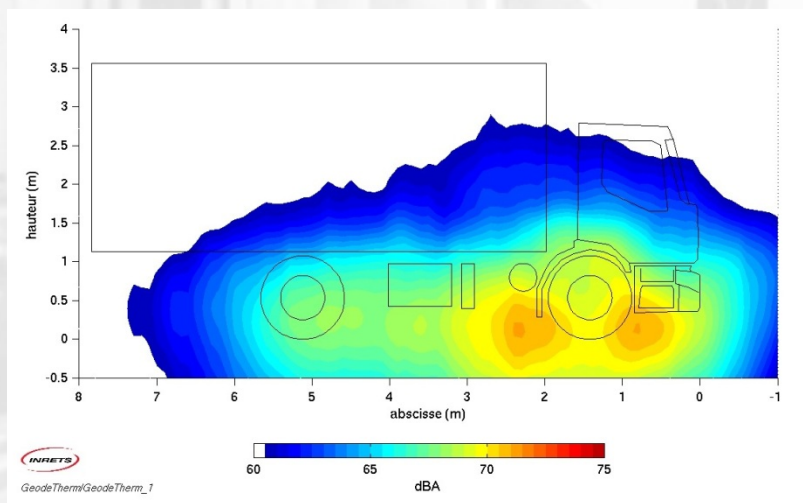
# Réduction des émissions sonores

## 4. Niveaux de bruit à vitesse constante

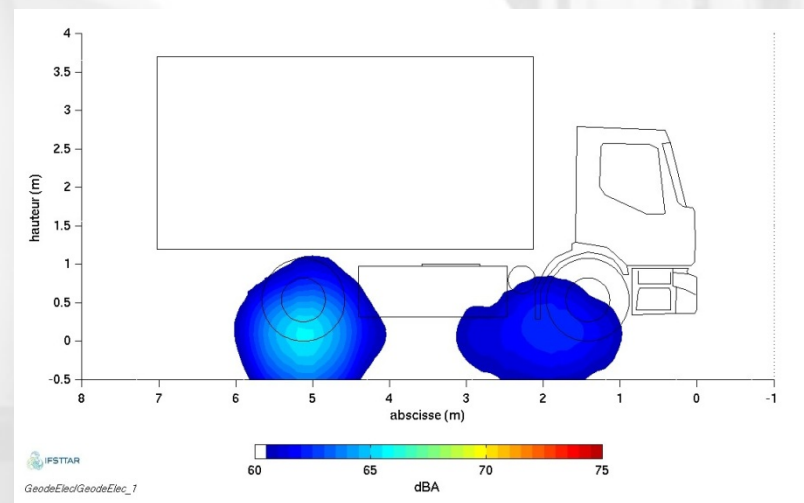
- Rapport de boîte adapté

Hybride & conventionnel :  
niveaux globaux comparables

*Motorisation conventionnelle – 1160 t/mn*



*Mode électrique – 1100 rpm*



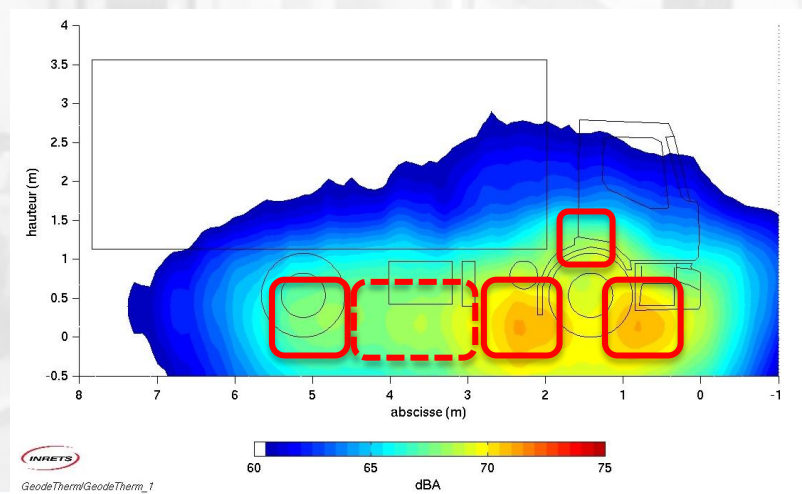
# Réduction des émissions sonores

## 5. Principales sources de bruit à 20 km/h

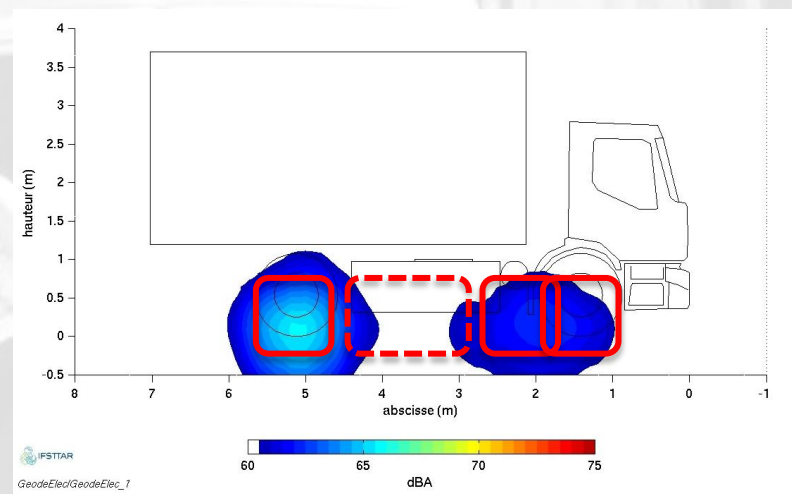
- Contribution des sources : rapport de boîte adapté

Similaire pour mode hybride et ICE  
(mais avec des différences de niveaux)

*Camion ICE – 1160 t/mn*



*Camion hybride en mode électrique – 1160 t/mn*



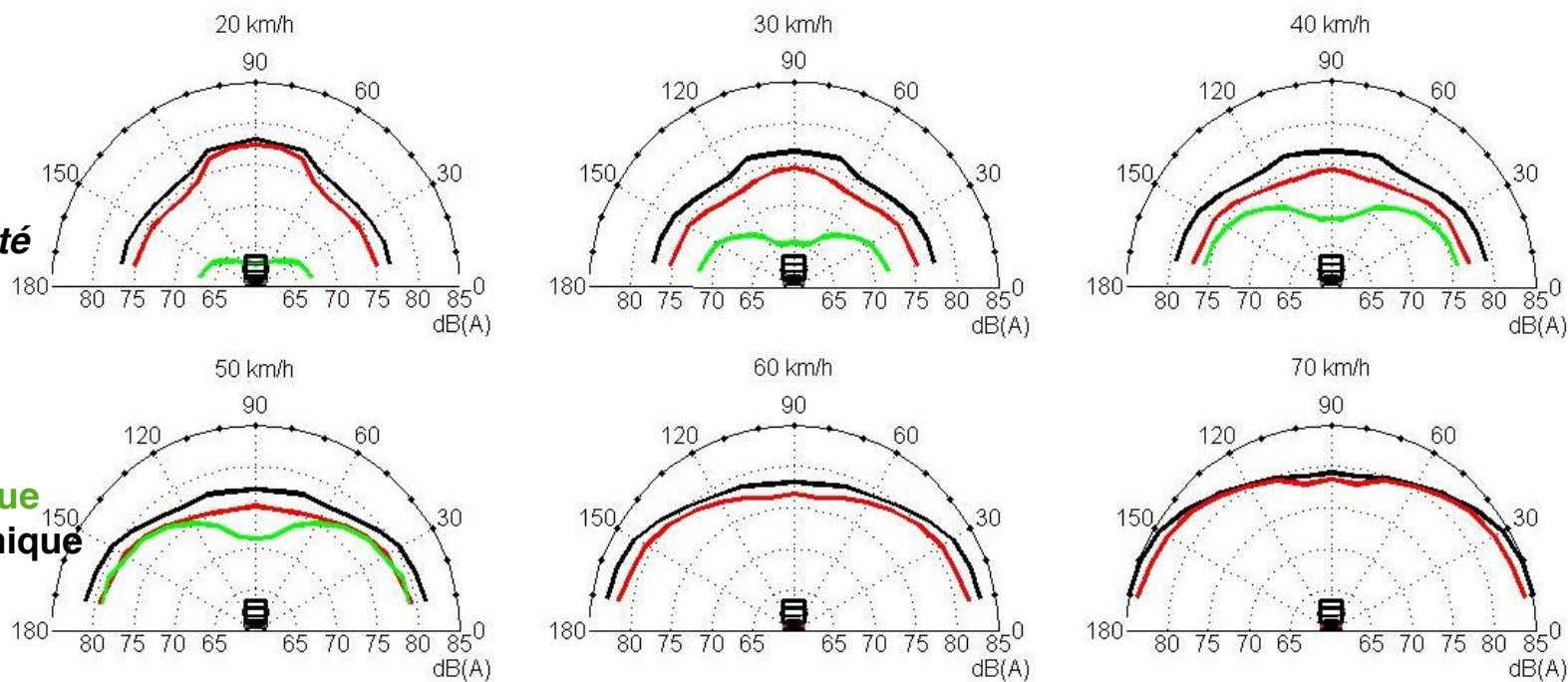
# Réduction des émissions sonores

## 6. Directivité verticale à vitesse constante

$L_{Amax}$

Rapport adapté

Mode hybride  
Mode électrique  
Camion thermique



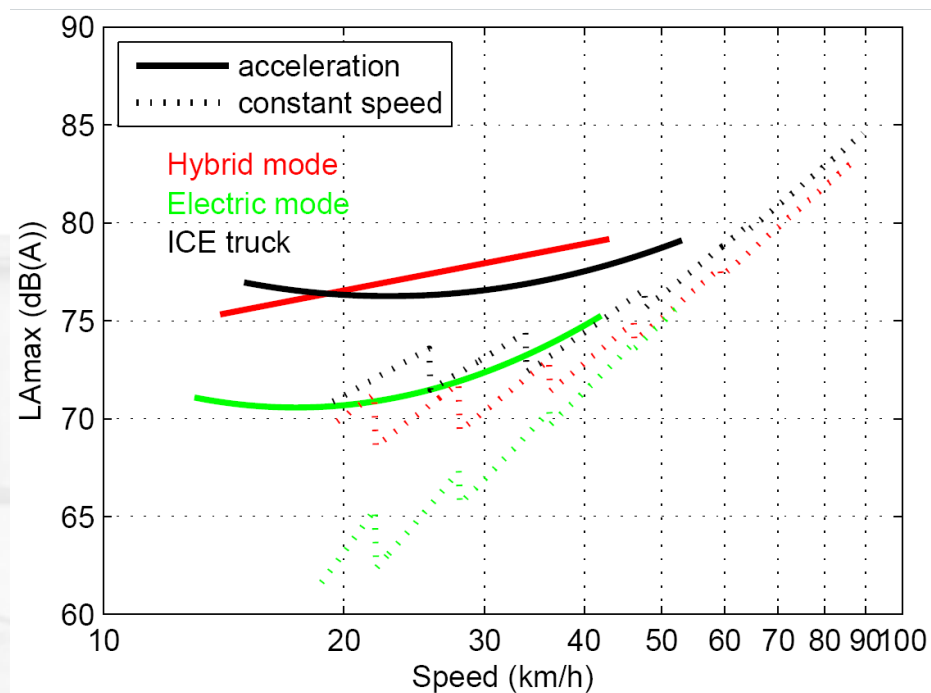
Vitesse	Comparaison des modes	Angle		
		10 °	30°	60°
20 km/h	Electrique/ICE	-9.8 dB(A)	-10.2 dB(A)	-12.6 dB(A)
30 km/h	Electrique/ICE	-5.7 dB(A)	-6.3 dB(A)	-8.5 dB(A)
50 km/h	Electrique/ICE	-2.0 dB(A)	-2.3 dB(A)	-2.4 dB(A)





# Réduction des émissions sonores

## 7. Camion en accélération



Mode électrique : le plus silencieux → jusqu'à -6.3 dB(A) réf. Camion ICE

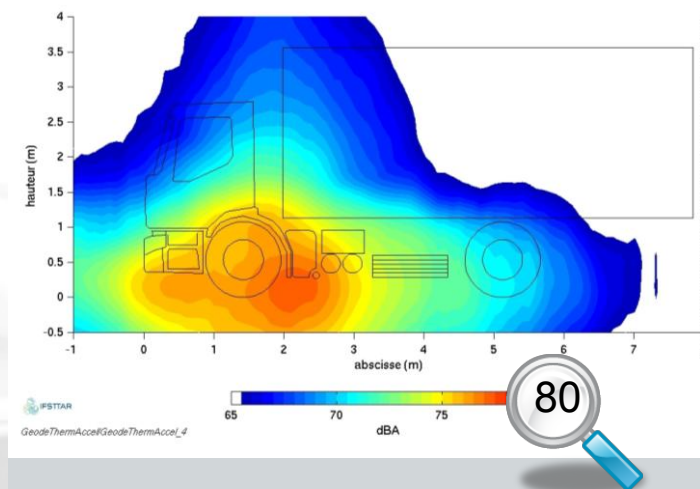
## Réduction des émissions sonores

### 8. Camion en accélération – principales zones sources

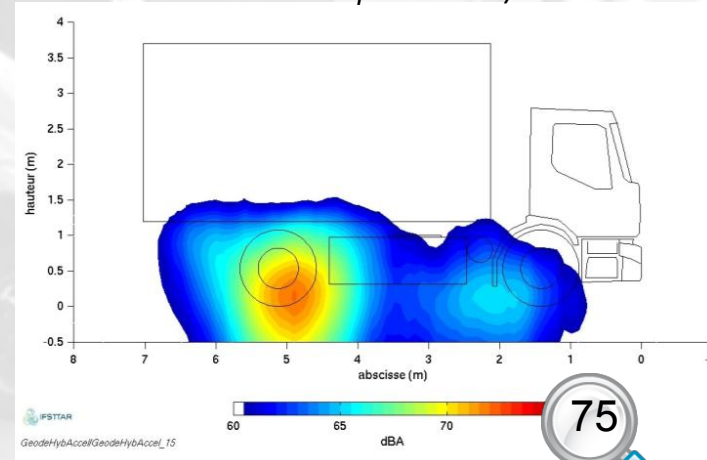
#### ■ Configurations ICE :

- Augmentation du bruit GMP
- Augmentation du bruit de roulement des roues motrices

Camion ICE – 20 km/h



Mode électrique – 20 km/h

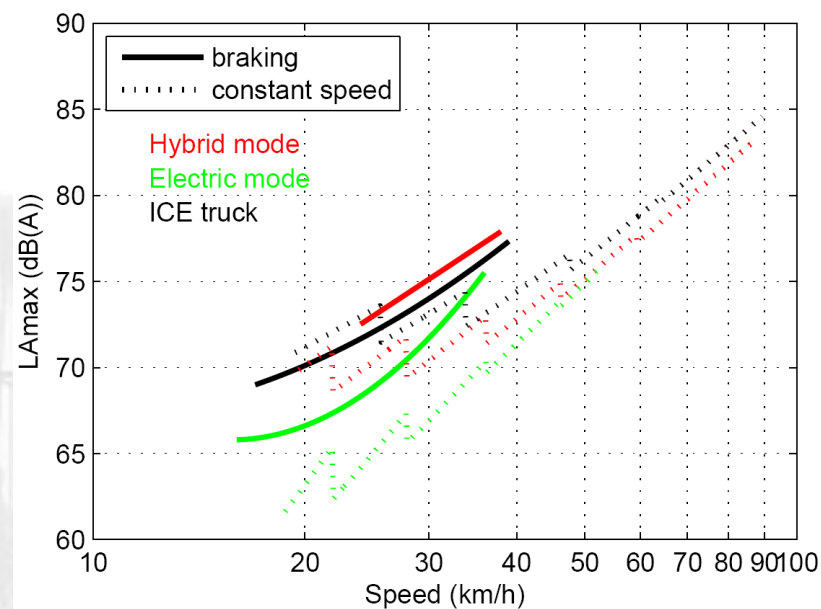


#### ■ Mode électrique :

- Augmentation du bruit GMP
- Augmentation du bruit de roulement des roues motrices

# Réduction des émissions sonores

## 9. Camion en freinage



Mode électrique : le plus silencieux → jusqu'à -3.2 dB(A) réf. Camion ICE

## Réduction des émissions sonores 10. Quel impact à l'échelle du trafic ?

- Trafic mixte : 90% VL + 10% PL

5% thermique + 5% électrique

20 km/h	-1.4 dB(A)
30 km/h	-1.1 dB(A)

Référence : 100% véhicules thermiques

# Bilan environnemental

## Résumé

- **Energie :**
  - Etat de charge de la batterie (SOC) : faible influence sur la consommation de carburant (faible énergie électrique utile)
  - Gain de consommation plus importante pour les faibles charges (8T)
  
- **CO<sub>2</sub>/CO et polluants :**
  - Emissions gazeuses en baisse sur la version hybride
  - Incertitude sur les particules
  - CO<sub>2</sub> : ? – CO : tendance à la baisse avec la motorisation hybride
  - Nox : Réduction de 40% avec l'optimisation hybride à 14,6 t.
  - HC : forte réduction sur la version hybride
  
- **Bruit : Camion hybride en mode hybride ( réf. Camion ICE ) :**
  - Légèrement moins bruyant à vitesse constante (bruit moteur plus faible)
  - Plus bruyant en accélération (en partie dû au GMP, en partie dû au bruit de roulement des roues motrices)
  
- **Bruit : Camion hybride en mode électrique (réf. Camion ICE) :**
  - Forte réduction du bruit à vitesse constante : -8 dB(A) à faible vitesse, décroît aux vitesses plus élevées, disparaît à 50 km/h
  - Réduction plus faible mais reste significative en phase d'accélération ou de freinage
  - Réduction de bruit encore plus importante en direction des étages
  - En mode électrique, le bruit est dominé par le bruit de roulement (nouvel enjeu)



Merci de votre attention

[joel.lelong@ifsttar.fr](mailto:joel.lelong@ifsttar.fr)

[didier.pillot@ifsttar.fr](mailto:didier.pillot@ifsttar.fr)

[rochdi.trigui@ifsttar.fr](mailto:rochdi.trigui@ifsttar.fr)

