

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

Joël Lelong¹, Didier Pillot² et Rochdi Trigui²

¹ : IFSTTAR/Laboratoire d'Acoustique Environnementale

² : 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 - CO₂/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[®] Energy[™]

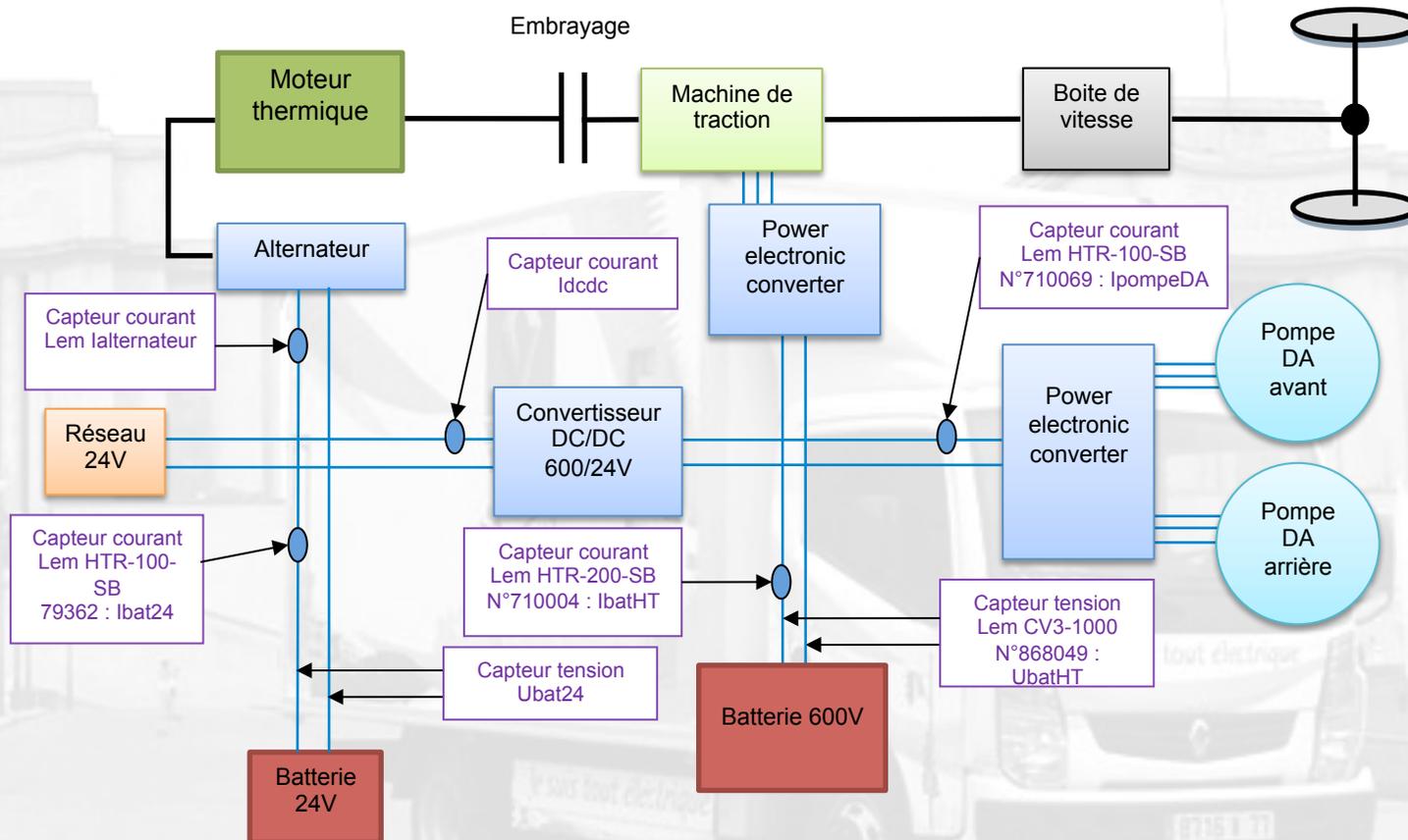
Camion à moteur thermique (ICE)



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

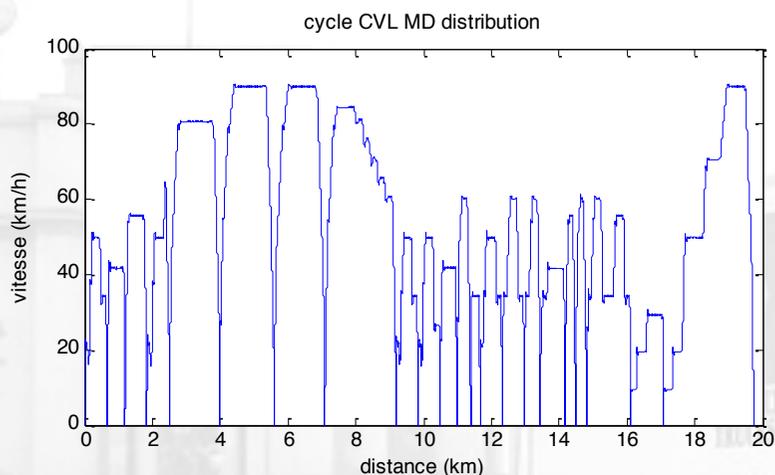
Réduction de la consommation énergétique

1. Chaîne de traction et emplacement des capteurs

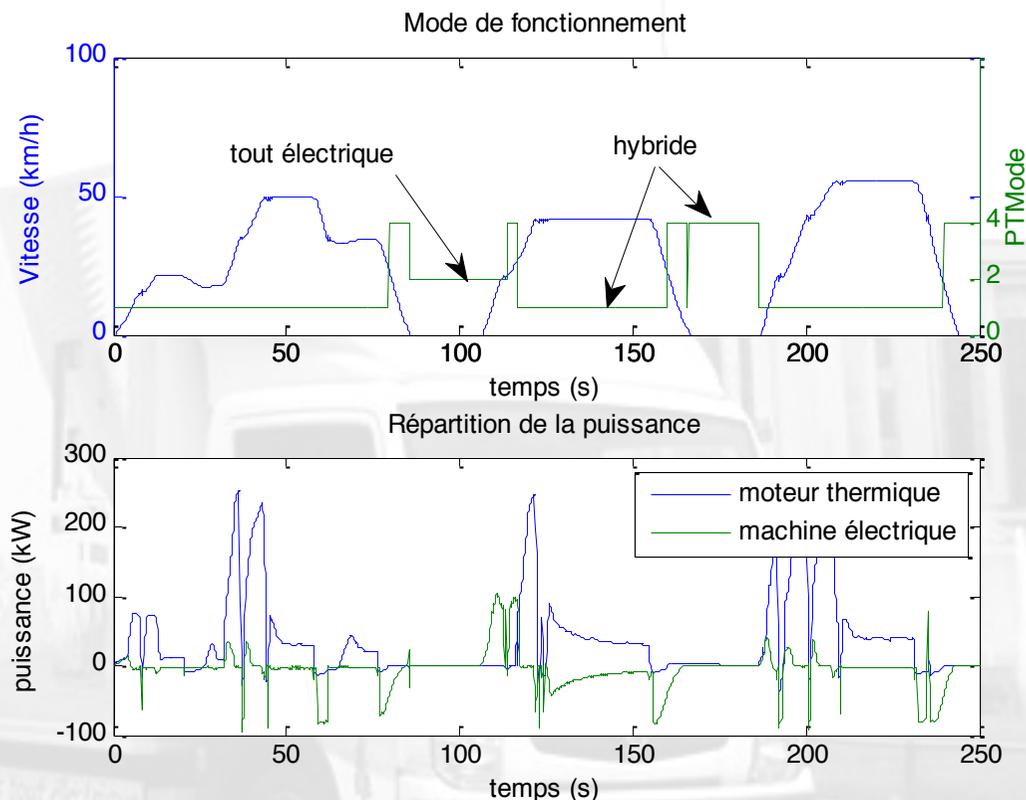


Réduction de la consommation énergétique

2. Cycle utilisé et résultats instantanés



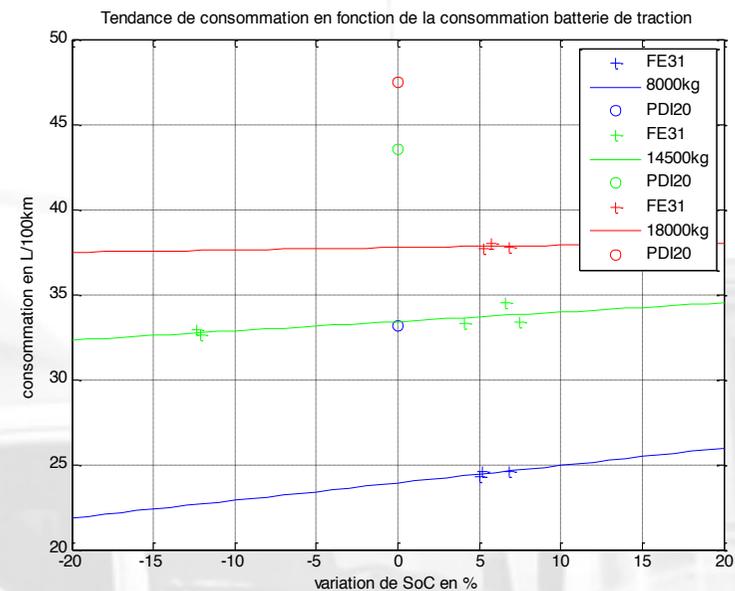
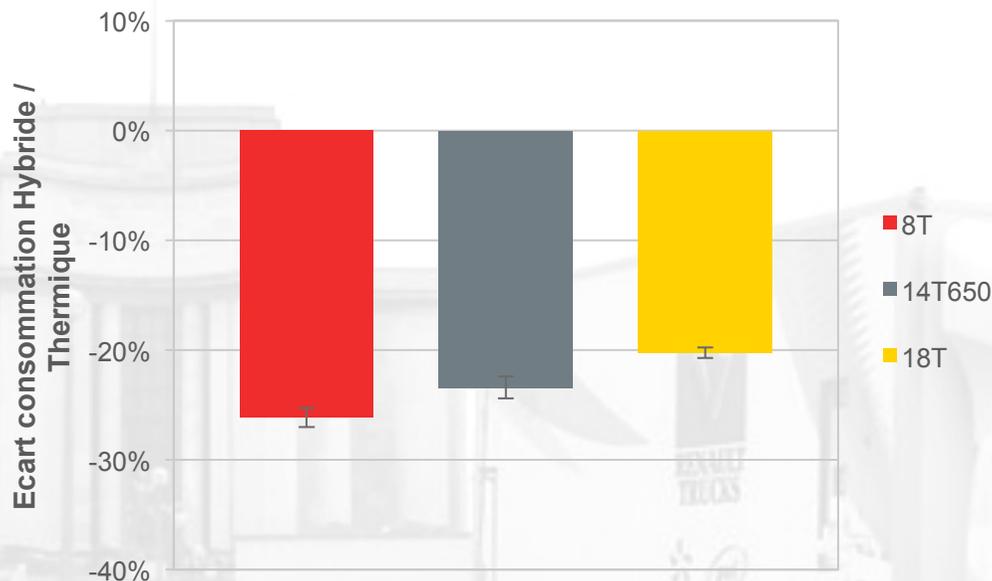
**Cycle de distribution type :
Profil de vitesse en fonction
de la distance**



**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)

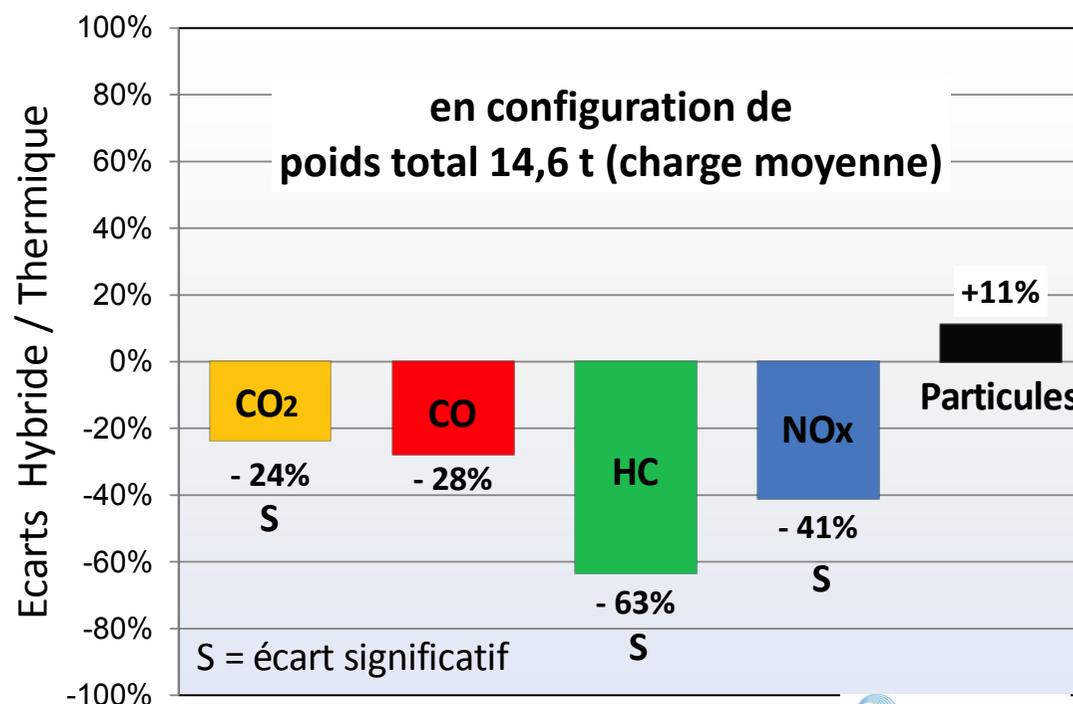
Réduction des polluants

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



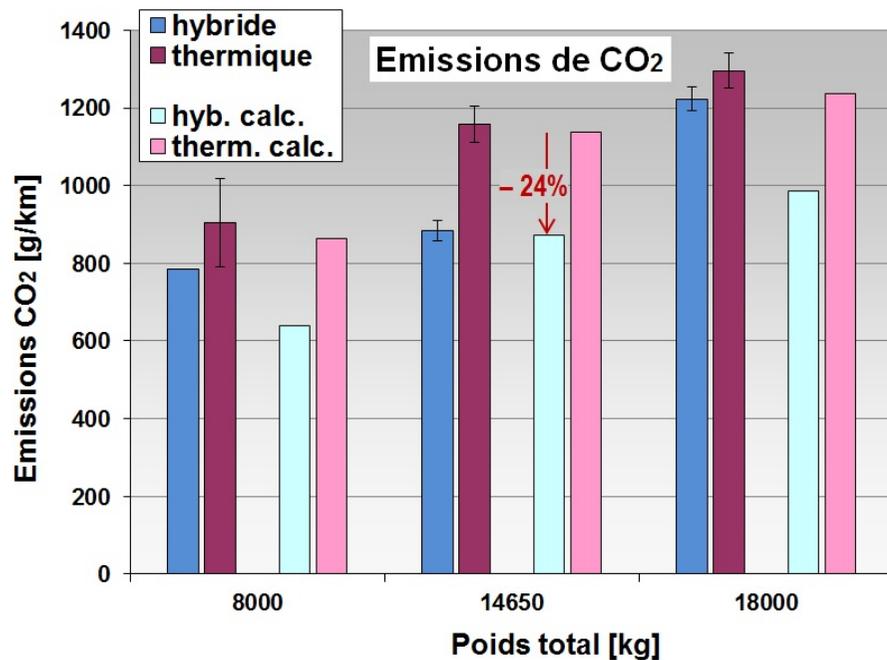
Capteurs de pression (Pitot), sondes de prélèvement des gaz et analyseur des particules (concentration massique)

- 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



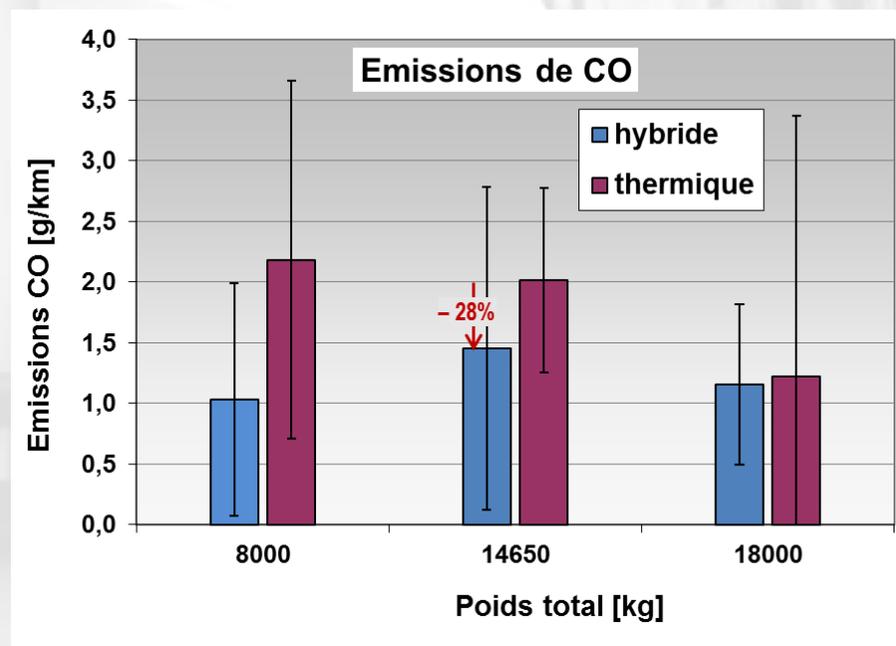
Réduction des polluants

2. Emissions de CO₂, et CO suivant le poids total



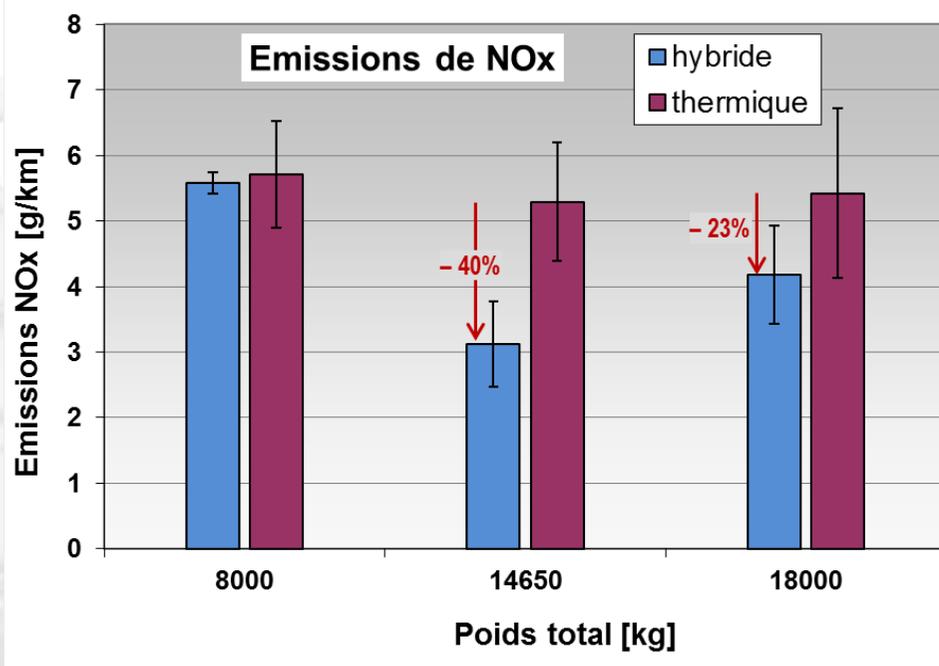
➤ Emissions de CO₂ mesurées non cohérentes avec celles déduites des consommations de gazole, sauf pour la charge moyenne

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



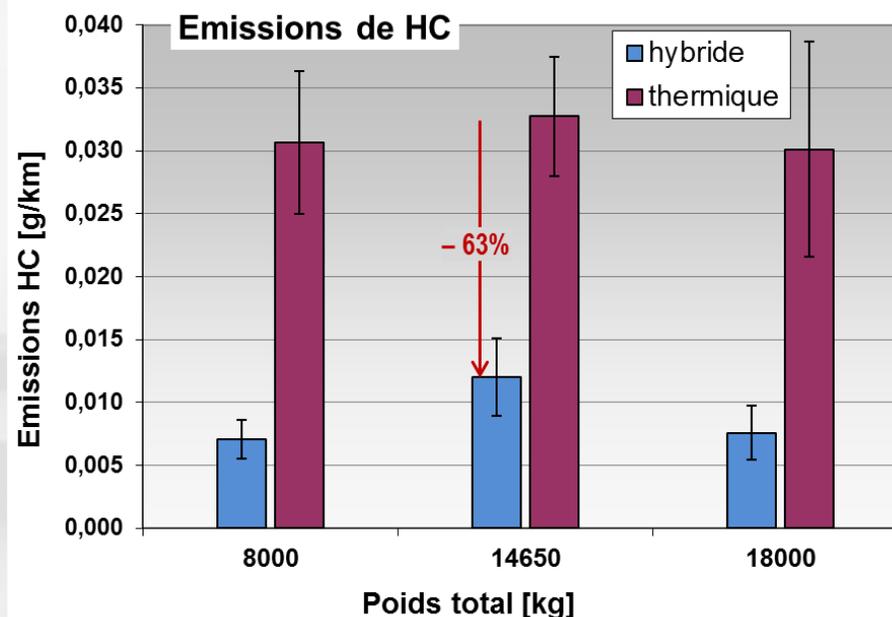
Réduction des polluants

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

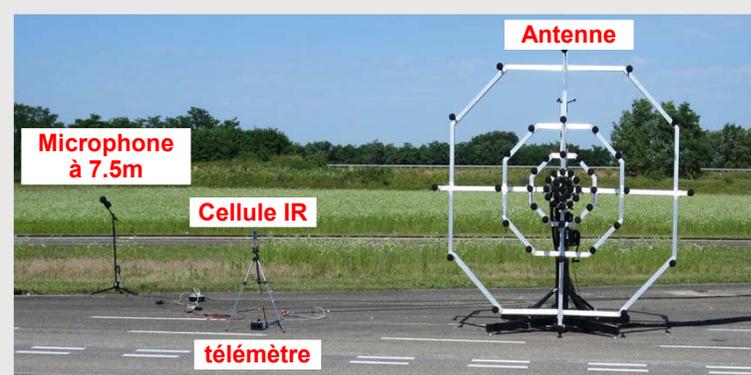
2. Les moyens expérimentaux mis en oeuvre

Mesures de type CPB



Analyse 1/3 octave
Niveaux globaux

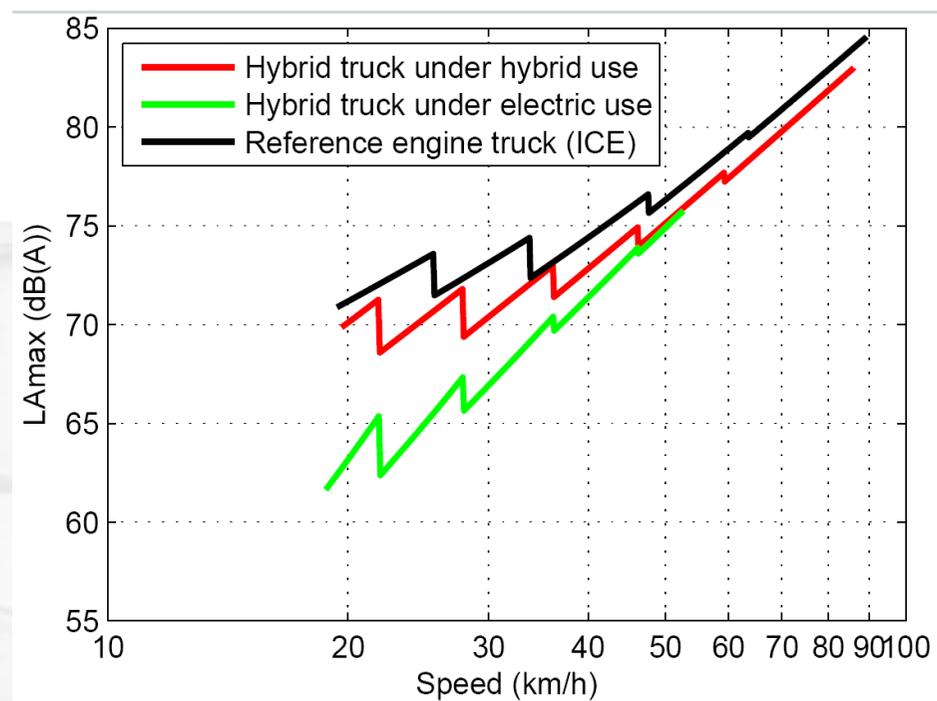
Antenne microphonique



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



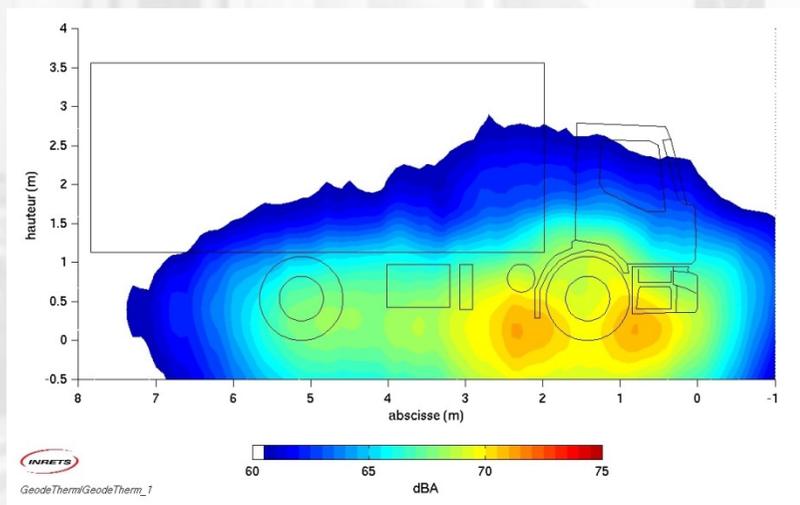
Réduction des émissions sonores

4. Niveaux de bruit à vitesse constante

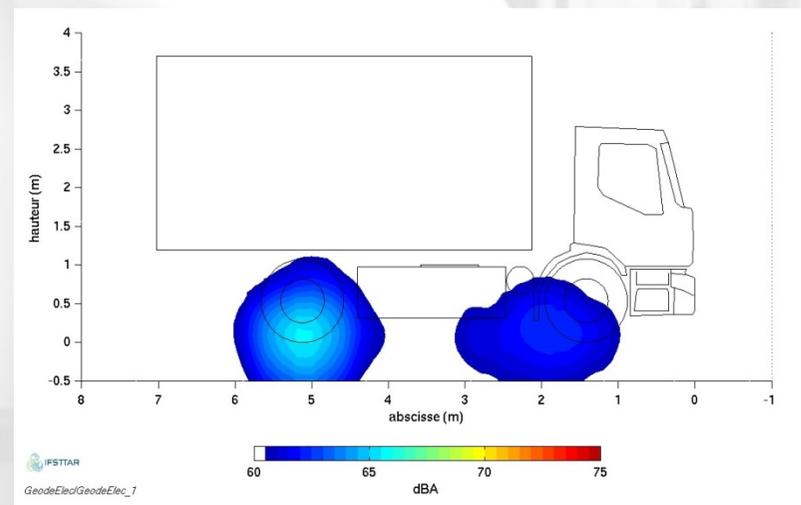
- Rapport de boîte adapté

Hybride & conventionnel :
niveaux globaux comparables

Motorisation conventionnelle – 1160 t/mn



Mode électrique – 1100 rpm



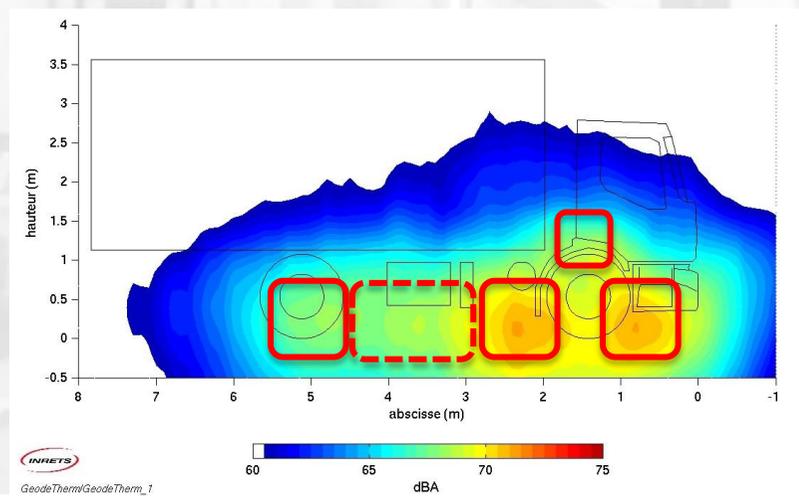
Réduction des émissions sonores

5. Principales sources de bruit à 20 km/h

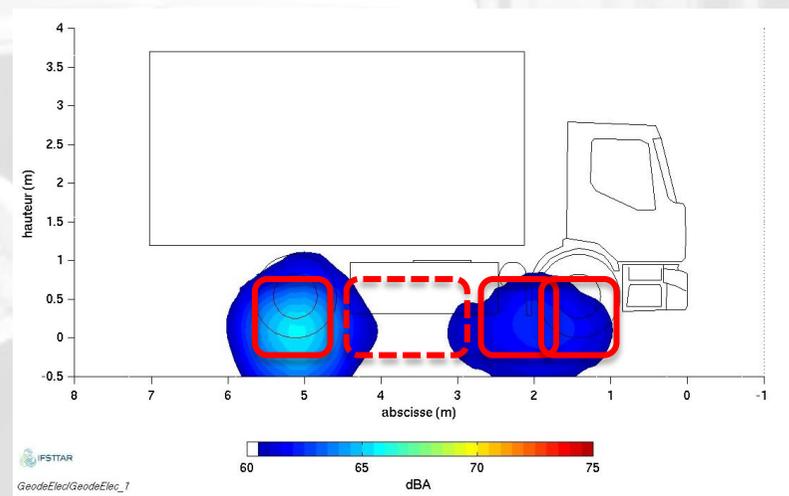
- Contribution des sources : rapport de boîte adapté

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



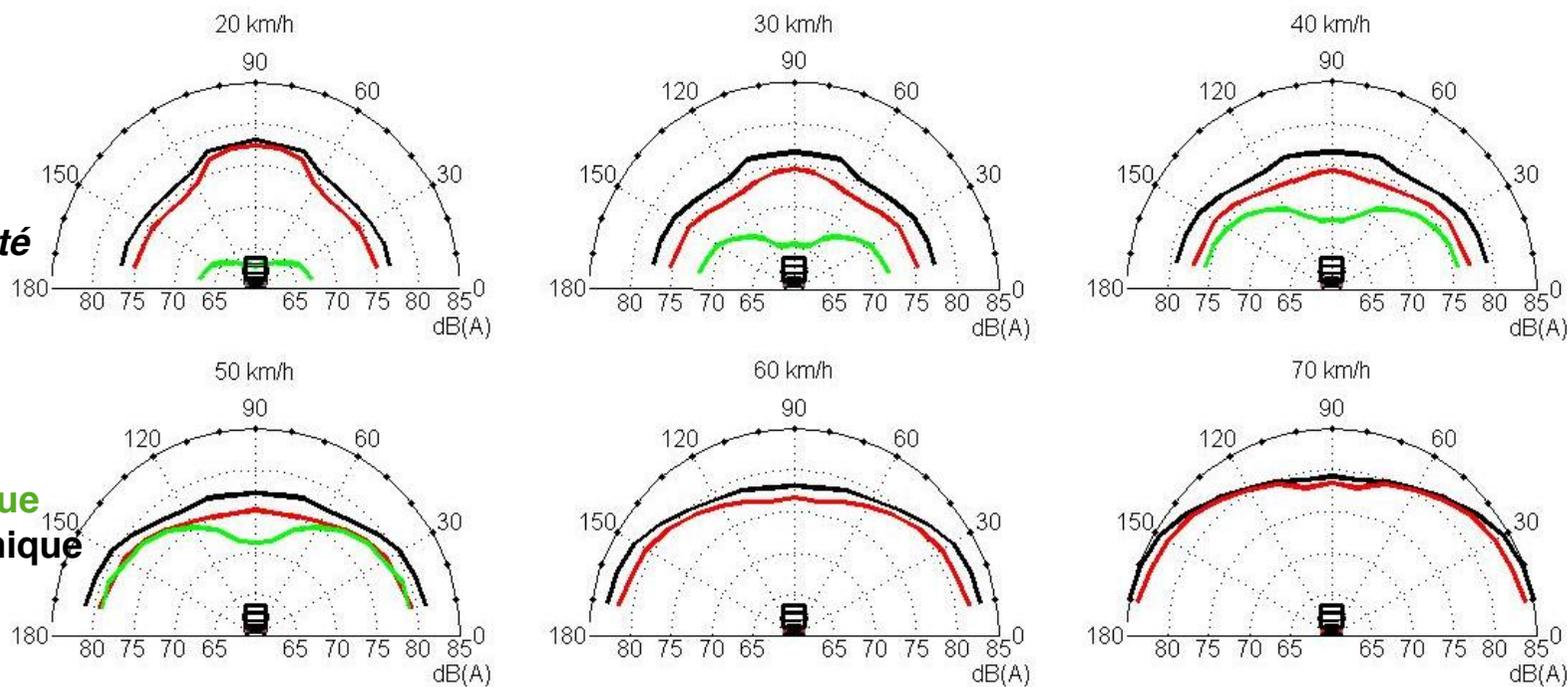
Réduction des émissions sonores

6. Directivité verticale à vitesse constante

L_{Amax}

Rapport adapté

Mode hybride
Mode électrique
Camion thermique

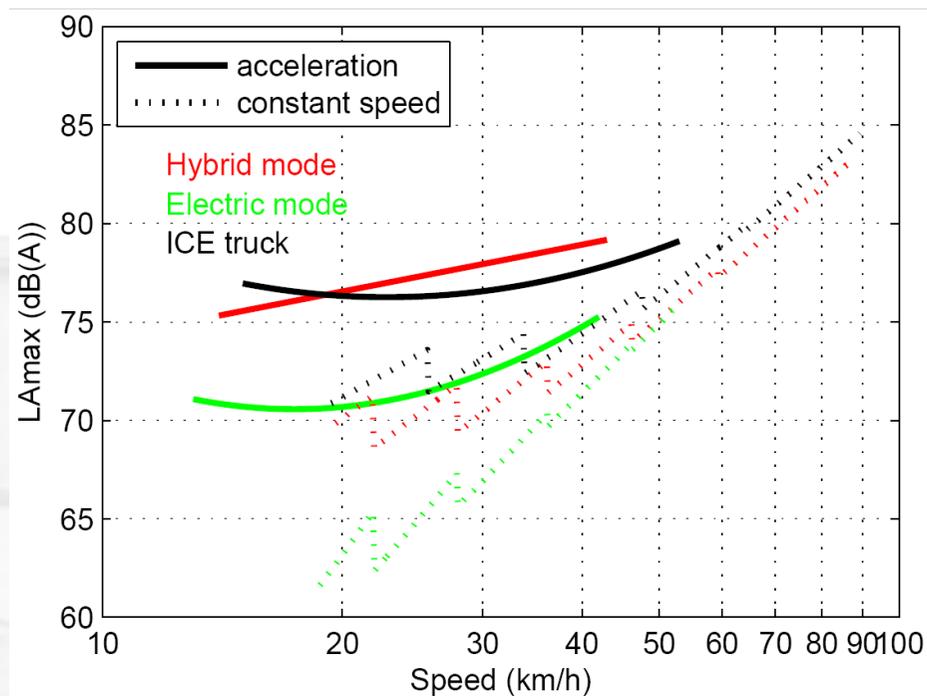


Vitesse	Comparaison des modes	Angle		
		10 °	30°	60°
20 km/h	Electrique/ICE	-9.8 dB(A)	-10.2 dB(A)	-12.6 dB(A)
30 km/h	Electrique/ICE	-5.7 dB(A)	-6.3 dB(A)	-8.5 dB(A)
50 km/h	Electrique/ICE	-2.0 dB(A)	-2.3 dB(A)	-2.4 dB(A)



Réduction des émissions sonores

7. Camion en accélération



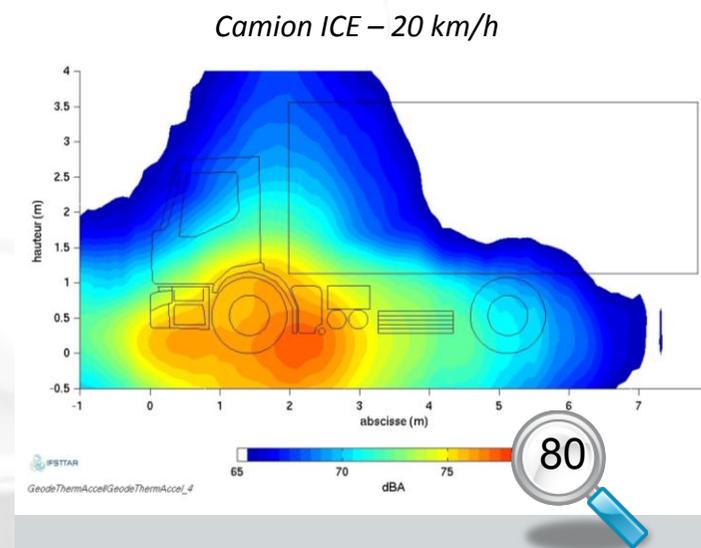
Mode électrique : le plus silencieux → jusqu'à -6.3 dB(A) réf. Camion ICE

Réduction des émissions sonores

8. Camion en accélération – principales zones sources

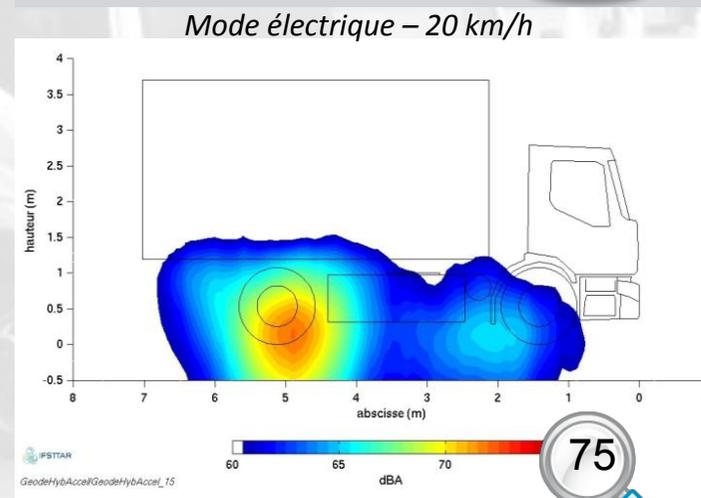
■ Configurations ICE :

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



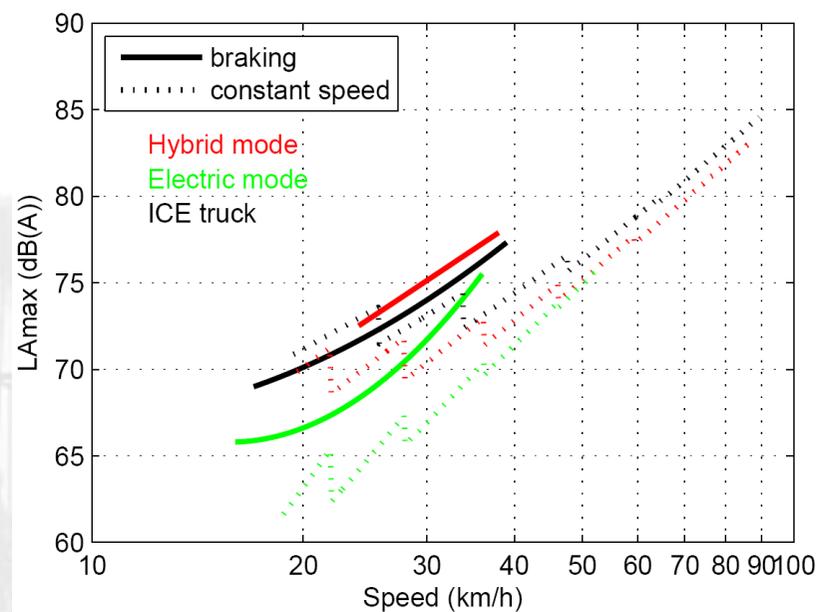
■ Mode électrique :

- 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)

- **CO₂/CO et polluants :**
 - Emissions gazeuses en baisse sur la version hybride
 - Incertitude sur les particules
 - CO₂ : ? – 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

didier.pillot@ifsttar.fr

rochdi.trigui@ifsttar.fr

