

Évaluation de l'émission sonore au passage d'un camion de distribution hybride

M.A. Pallas, R. Chatagnon, J. Lelong

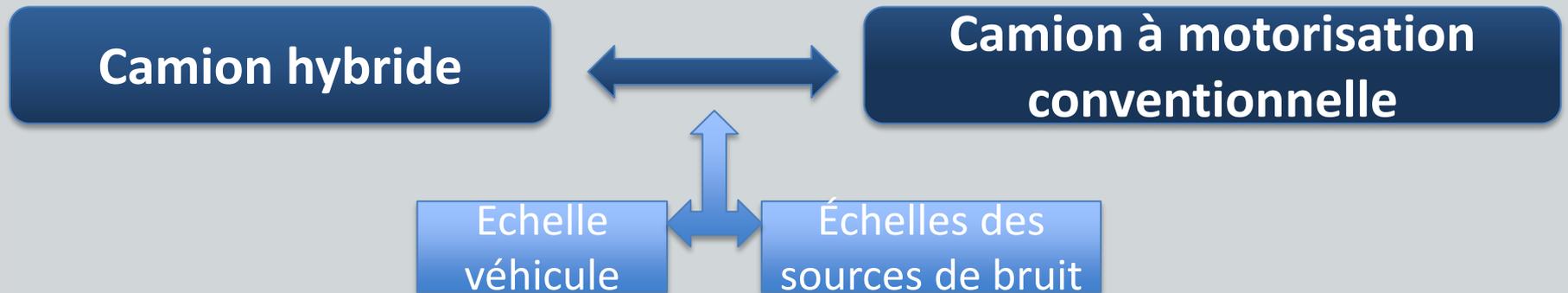


IFSTTAR



Contexte

- Projet de recherche GEODE (2008-2011)
 - Camion de distribution hybride diesel / électrique
 - WP évaluation environnementale en conditions réelles
 - Émission de bruit



Paramètres : vitesse, style de conduite, type de motorisation

Passages : vitesse constante, accélération, freinage

Plan de la présentation

1. Campagne expérimentale

- Description des véhicules
- Mesures acoustiques

2. Évaluation de l'émission des véhicules

- Vitesse constante
- Véhicules en accélération
- Véhicules au freinage



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[™]



Mode hybride



Mode électrique

Camion à moteur thermique (ICE)



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



Mode thermique (référence)

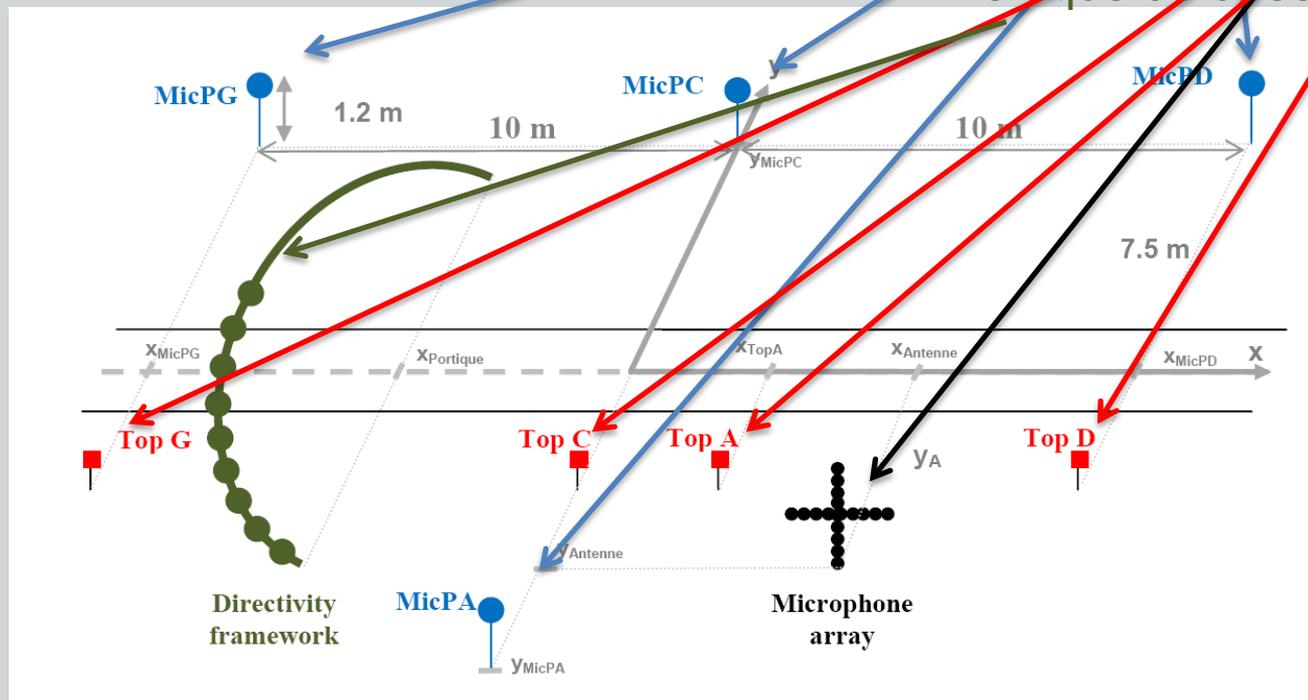


Site de mesures et instrumentati



Revêtement : béton bitumineux 0/10
Passages dans les deux sens

Antenne microphonique
Portique de directivité verticale



Niveaux de bruit globaux à 7.5m à vitesse constante

- Intervalle de vitesses :
 - Camion thermique (resp. mode hybride) : 20 à 89 km/h (resp. 86 km/h)
 - Mode électrique : 19 à 56 km/h
 - 2 rapports de boîte pour chaque vitesse de passage : rapport adapté, rapport inférieur

$$L_{Amax}(r, v) = L_{mot}(r) \oplus L_{roul}(v)$$

$$L_{mot}(r) = \alpha_{mot} \log \frac{r}{r_{ref}} + L_{0,mot}$$

$$L_{roul}(v) = \alpha_{roul} \log \frac{v}{v_{ref}} + L_{0,roul}$$

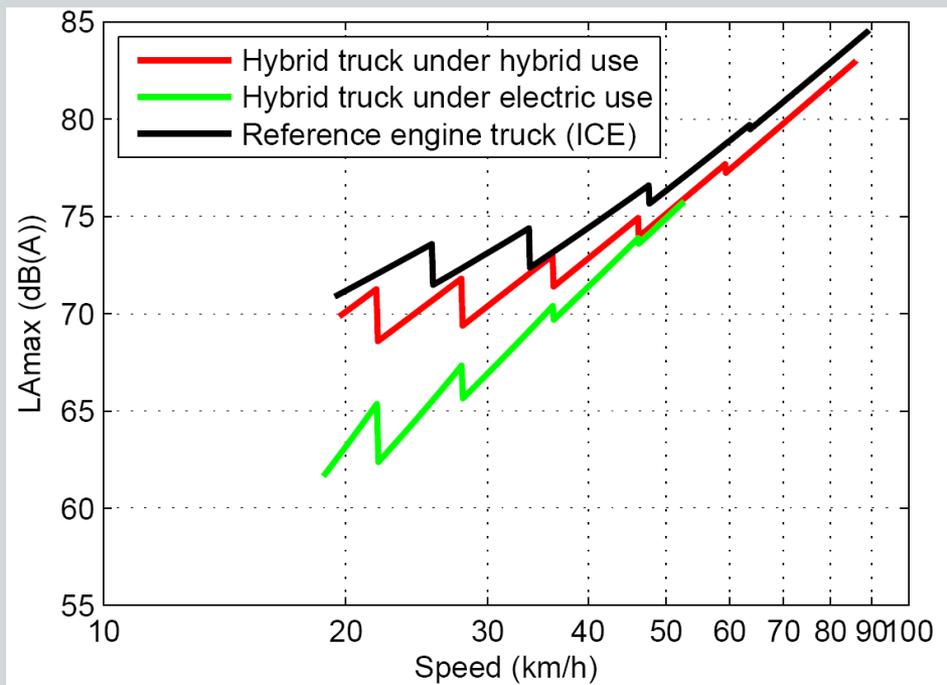
[r : tr/min]

[v : km/h]



Niveaux de bruit globaux à 7.5m à vitesse constante

- Comparaison des camions (rapport adapté)



Mode thermique
 Mode hybride
 Mode électrique

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



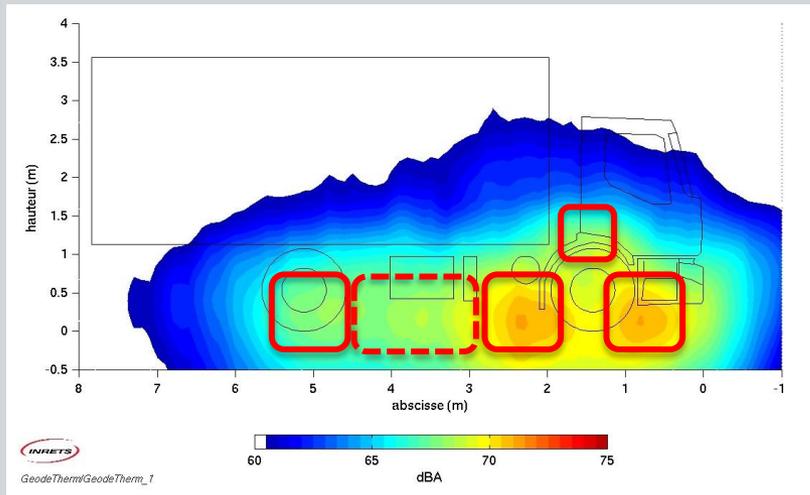


Principales sources de bruit à 20 km/h

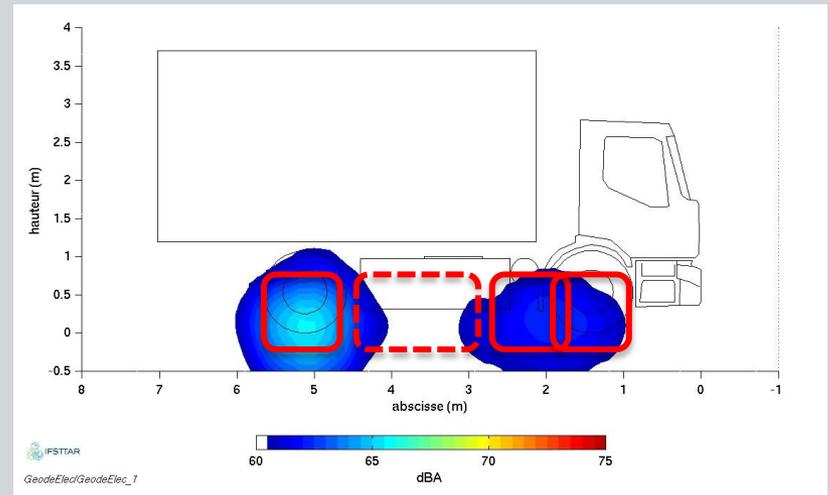
- Contribution des sources : rapport adapté

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

Camion ICE – 1160 tr/min



Camion hybride en mode électrique – 1100 tr/min

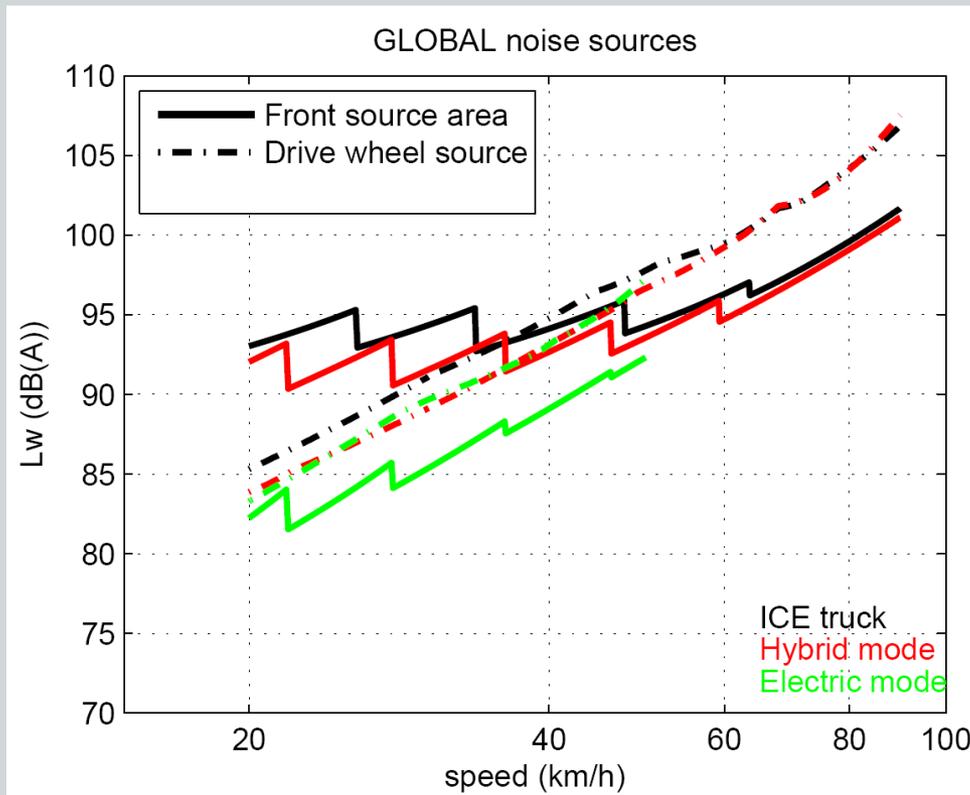


[échelle de couleurs : niveau de pression global dB(A) au centre de l'antenne]





Contribution des principales zones sources à vitesse constante



Zone avant

Roue motrice

$$L_{powtF}(r) \oplus L_{rollF}(v)$$

Contient
des raies
fréquentielles
glissantes
Ligne brisée

par tiers d'octave

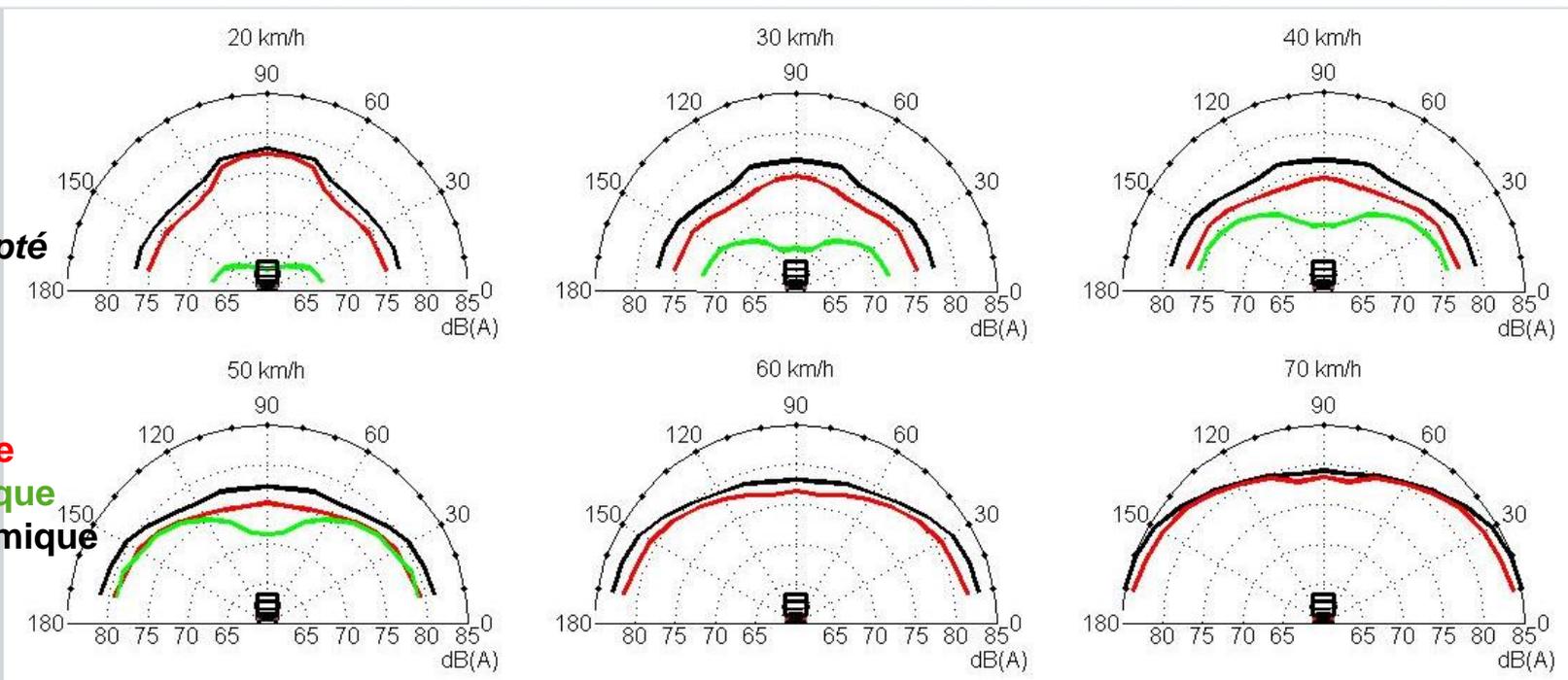


Rayonnement vertical à vitesse constante

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)



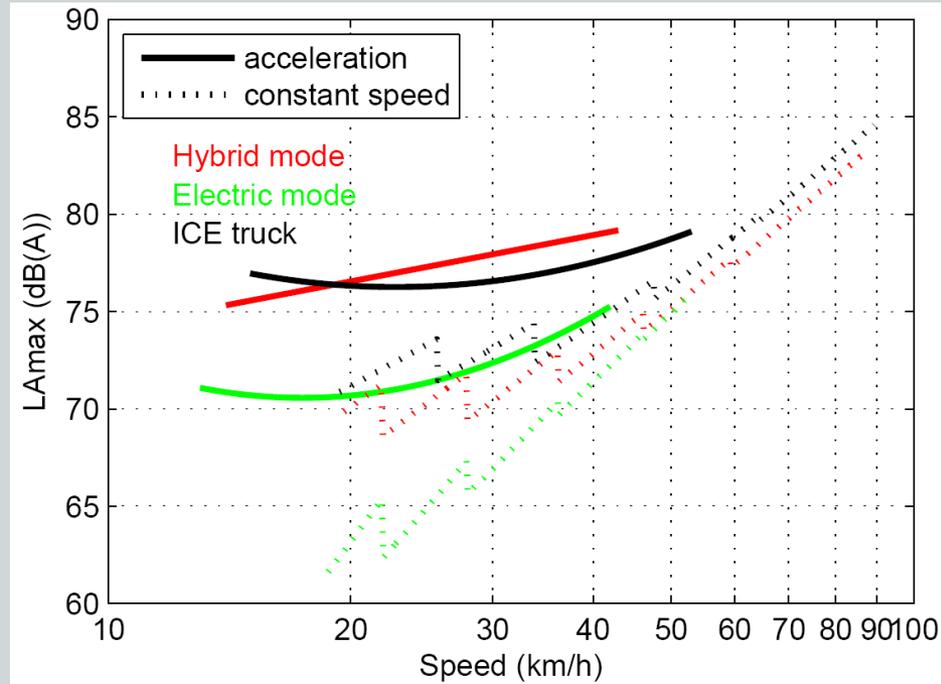
Camions en accélération

- Véhicule **arrêté ou arrivant** à vitesse constante (rapport adapté, 10 à 40 km/h)
 - Forte accélération 10 m avant 1^{er} microphone
-
- L'**accélération** est plus forte pour les faibles vitesses initiales
 - **Vitesses instantanées** de 13 à 53 km/h au plus
 - La valeur du régime moteur n'est pas disponible



Accélération : niveaux de pression max. à 7.5 m

- Valeurs dispersées sur 4 dB(A) à toutes les vitesses (indépendant du côté du camion mesuré)
- Régression polynomiale quadratique / linéaire



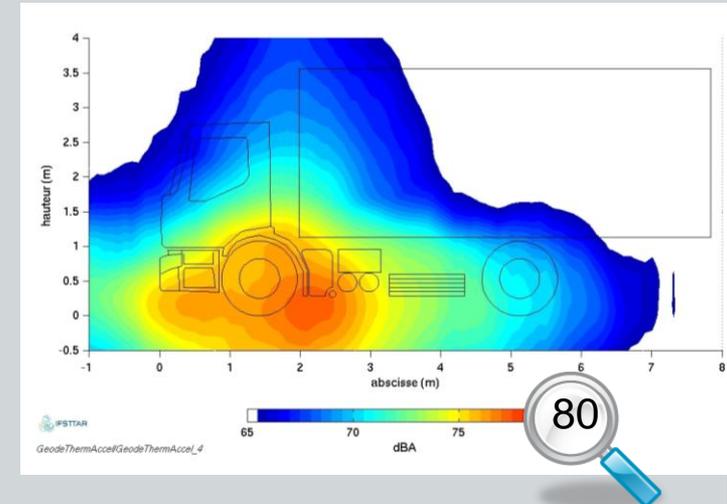
Mode électrique : le plus silencieux \Rightarrow jusqu'à -6.3 dB(A) ref. camion ICE



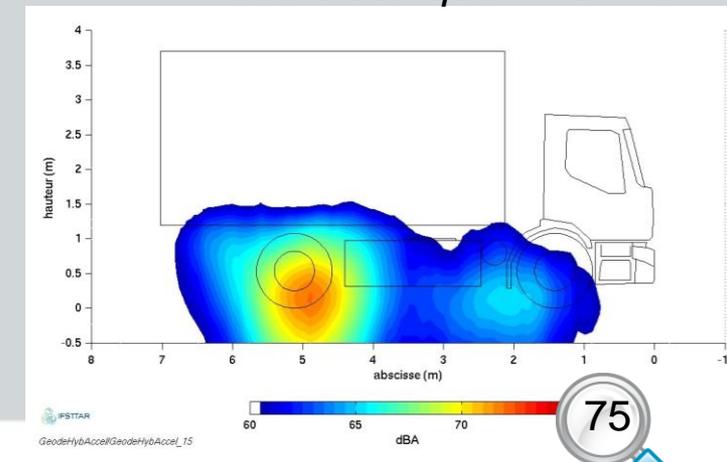
Accélération : sources de bruit principales

- Configurations avec moteur thermique:
 - Augmentation du bruit GMP
 - Augmentation du bruit de roulement des roues motrices
- Mode électrique:
 - Augmentation du bruit de roulement des roues motrices

Camion ICE– 20 km/h



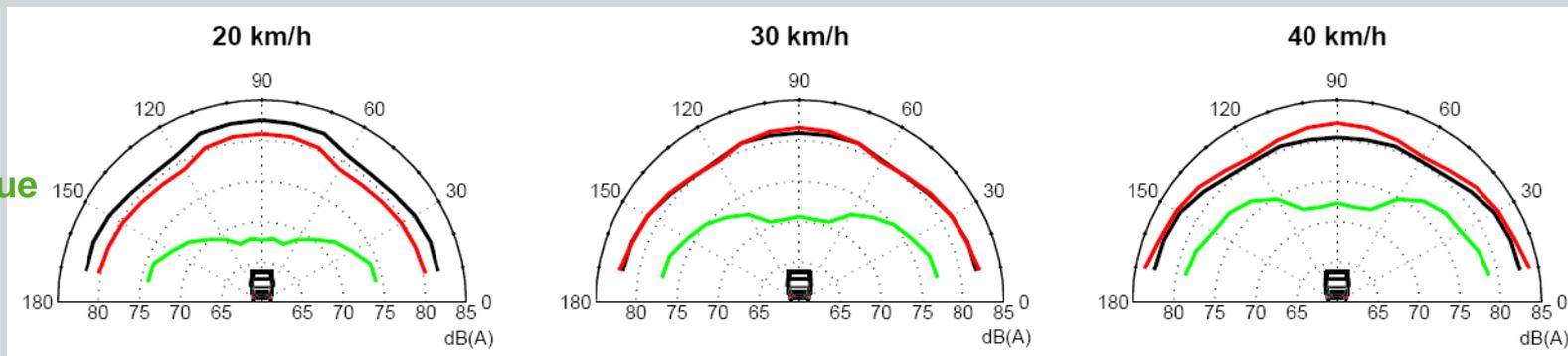
Mode électrique – 20 km/h



Rayonnement vertical en accélération

L_{Amax}

Mode hybride
Mode électrique
Camion ICE



Vitesse	Comparaison des modes	angle		
		10°	30°	60°
20 km/h	Electrique / ICE	-7.7 dB(A)	-8.9 dB(A)	-11.9 dB(A)
30 km/h	Electrique / ICE	-4.9 dB(A)	-5.6 dB(A)	-7.8 dB(A)
40 km/h	Electrique / ICE	-3.9 dB(A)	-4.7 dB(A)	-5.5 dB(A)



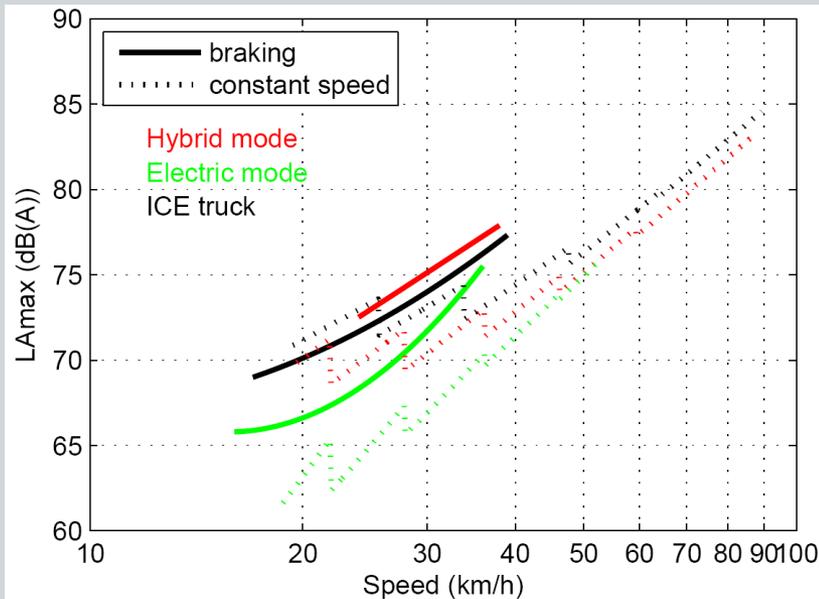
Camions au freinage

- Camion **arrivant à vitesse constante** (20 ou 40 km/h)
 - Début du freinage 10 m avant le 1^{er} microphone
 - Modes de freinage : frein de service / frein échappement (uniquement avec moteur thermique)
- La valeur du régime moteur n'est pas disponible

Freinage : niveaux de bruit max.

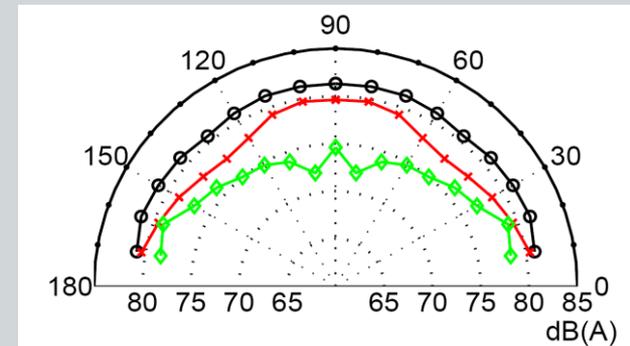
À 7.5 meters

- Independant du : i) mode de freinage
ii) côté du camion
- Régression quadratique / linéaire



Rayonnement vertical

- 3 passages à 30 km/h :



Mode électrique : plus silencieux \Rightarrow jusqu'à -3.2 dB(A) ref. camion ICE

Résumé (1/2)

- Camion hybride en **mode hybride** (ref. 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)



Résumé (2/2)

- Camion hybride en **mode électrique** (ref. 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 dans les situations d'accélération et de freinage
 - Réduction de bruit encore plus importante en direction des étages

En mode électrique, le bruit est dominé par le **bruit de roulement des roues directrices**

⇒ nouvel enjeu pour une réduction plus importante



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