



# Projet ASCOOT

## Acoustique des SCOOTers et des motos



IFSTAR

- Problématique du bruit des 2RM
- Présentation du Projet Ascoot
- Présentations de résultats à 7m50



## Profonde transformation des moyens de transports en milieu urbain

↳ forte augmentation du trafic 2RM dans les grandes agglomérations

## Véhicules fréquemment considérés comme une nuisance sonore

### Et pourtant...

- Non prise en compte par les modèles de prévisions de bruit de trafic (véhicule minoritaire)
- Peu de projets de recherches (ou études scientifiques) disponibles sur le bruit des 2RM

### Les raisons:

- Peu de connaissances sur le trafic roulant réel (pas méthode de comptage des 2RM)
- Des solutions de réduction significative des émissions sonores déjà identifiées :
  - ↳ respect de la réglementation actuelle (nombreux véhicules débridés et disposant de systèmes d'échappement illégaux)



# Présentation du projet Ascoot



## Projet labélisé PREDIT4-G01



Groupe opérationnel 1 (énergie et environnement) du PREDIT 4 (Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres)

## Projet financé par l'ADEME

- 1<sup>ère</sup> présentation/proposition à l'ADEME fin 2009
- Durée 38 mois (Juillet 2011-Septembre 2014)
- Budget Total : 1.1 M€
- Subvention ADEME : 683 k€



## Partenaires

- Vibratec, Ecully (69) **Pilote du projet**
- Peugeot Scooters, Mandœuvre (25)
- IFSTTAR/ LTE, Bron (69)



- Lot 1 : état de l'art
- Lot 2 : caractérisation des véhicules
- Lot 3 : analyse de perception piéton/conducteur
- Lot 4 : simulation de déploiement en milieu urbain
- Lot 5: optimisation des véhicules
- Lot 6: perception du bruit des 2RM dans l'environnement sonore urbain



- Uniquement des **scooters**
  - ✓ Quatre 50 cm<sup>3</sup> (deux 2T + deux 4T)
  - ✓ Quatre 125 cm<sup>3</sup> (4T)
  - ✓ Deux de plus de 125 cm<sup>3</sup> (un 500cm<sup>3</sup> et un 400 cm<sup>3</sup>)
  - ✓ 1 scooter électrique (équivalent 50 cm<sup>3</sup>)
- Des **véhicules d'occasion** (sauf le scooter électrique)
- Des **véhicules non débridés** et avec le système d'**échappement d'origine** (homologué)

## Analyse plus détaillée (banc à rouleur) sur 4 scooters

Pour chacune des deux catégories 50 cm<sup>3</sup> et 125 cm<sup>3</sup>, sélection de :

- ↪ 1 véhicule Peugeot pilote (base du démonstrateur optimisé acoustiquement)
- ↪ 1 véhicule cible (référence acoustique du segment)



# Lot 2 – Caractérisation des véhicules

## Evaluation des émissions sonores sur piste

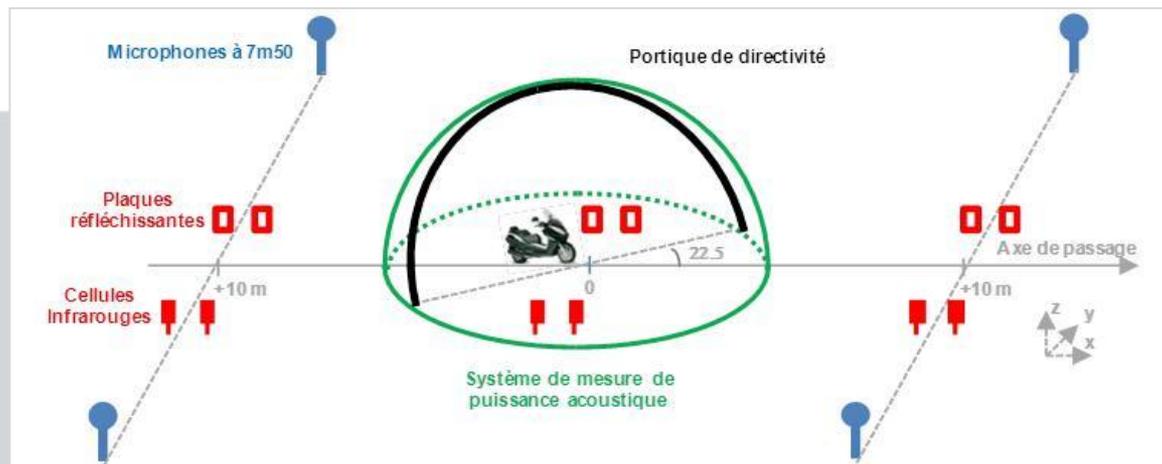
### Piste d'essais de Faurecia (Bavans)

- Bruit de fond faible ( < 45 dB(A))
- Topographie équivalente à une piste ISO :
  - Ligne droite horizontale (> 1km)
  - Partie centrale avec revêtement uniforme et absence d'obstacle dans un rayon de 50 m
- Revêtement « standard » représentatif des revêtements routiers employés en France :  
**BBSG 0/10** (Enrobé de type Béton Bitumineux Semi-Grenu)



# Lot 2 – Caractérisation des véhicules

## Evaluation des émissions sonores sur piste



### Mesures acoustiques (26 microphones)

#### - Mesures à 7m50

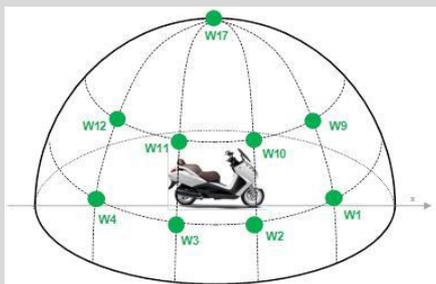
4 microphones à 7m50 et 1m20 de hauteur (position normalisée)

Mesure du niveau de bruit maximal au passage  $LA_{max}$  (niveau global / spectral)

#### - Mesure de puissance acoustique

17 microphones répartis sur un hémisphère (R=4.57 m)

Mesure de la puissance émise, et de la directivité dans un hémisphère



#### - Mesure de directivité verticale :

9 microphones répartis sur une arche (R=4.57m) environ tous les 20°

Mesure de la directivité verticale (véhicule à l'arrêt uniquement)

### Mesures cinématiques

#### 6 couples des cellules IR/ plaques réfléchissantes

- position du véhicule
- vitesses instantanées, moyennes
- accélérations moyennes sur chaque section



mesure embarquée du régime moteur

Plus de 1000 mesures



# Lot 2 – Caractérisation des véhicules

## Mesures binaurales

### Point de vue du piéton : mesures bord de piste

- 1 micro à 7m50
  - ↳ Calcul de critères psycho-acoustiques (sonie, acuité, rugosité)
- Enregistrement binaural à l'aide d'un mannequin ( $H_{\text{oreille}}=1,5\text{m}$ )
  - ↳ Génération des échantillons de sons pour réécoute par les jurés (piéton)



### Point de vue du pilote : mesures embarquées

- 1 micro au niveau du tableau de bord (protégé du flux d'air)
  - ↳ Calcul de critères psycho-acoustiques
- Enregistrement binaural à l'aide de deux microphones 1/4" insérés dans le casque du pilote
  - ↳ Génération des échantillons de sons pour réécoute par les jurés utilisateur 2RM
  - ↳ 2 casques testés (1 intégral et un jet)
- + Accéléromètre sur carter, pince ampérométrique (détection allumage), et top tour sur pignon arrière



# Lot 2 – Caractérisation des véhicules

## Mesures de contributions

### Mesures sur banc à roue:

- Banc pour VL à l'origine
- En condition de champ libre (ouverture du bâtiment)

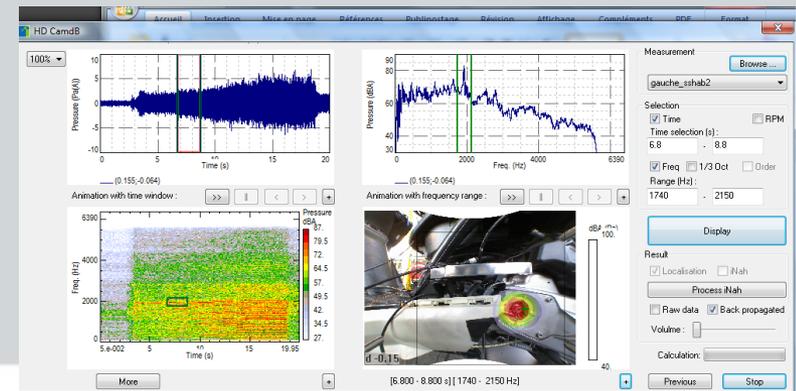
### Véhicules concernés:

- 2 véhicules pilotes Peugeot,
- 2 véhicules cibles concurrents

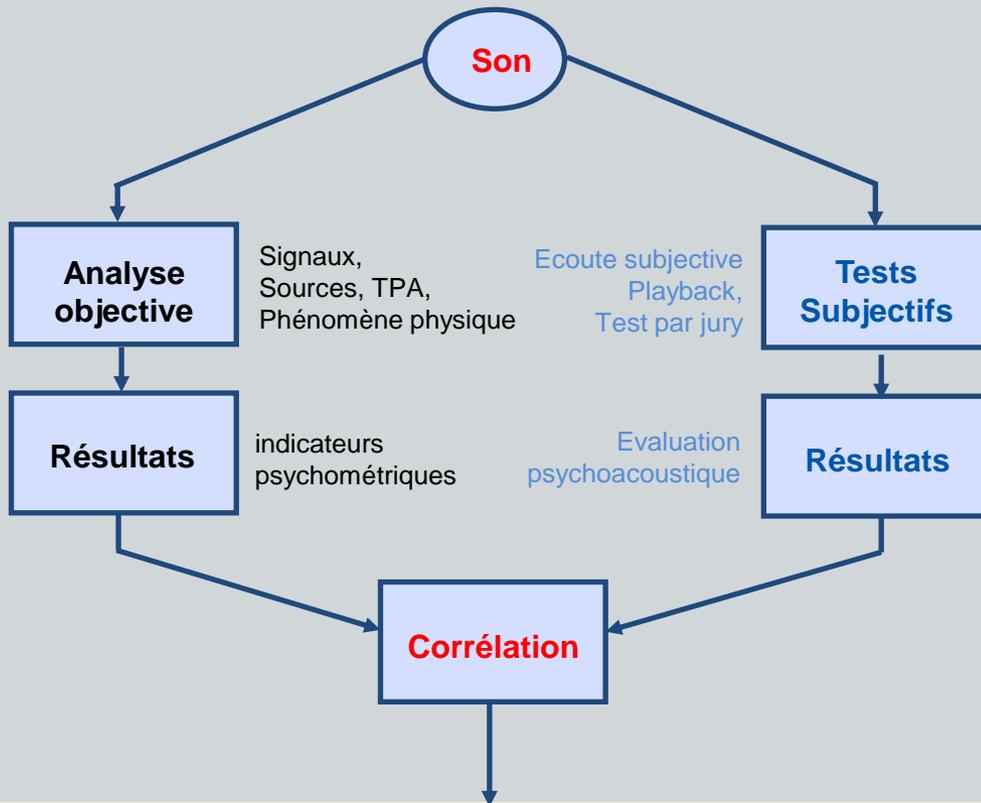


### Système de localisation de sources (antenne microphonique):

- ↳ Quantification et hiérarchisation des contributions des différentes sources sonores



Enregistrements binauraux (mannequin + casque pilote)  
 Filtre sonore  
 Masquage de composants



### Test par jury :

- comparaison par paires de séquences sonores courtes (3 à 5 s).
- Séquences correspondent à 2 ou 3 conditions de fonctionnement caractéristiques (ralenti démarrage, vitesse max)

### Deux Jurys :



#### Panel 25/30 utilisateurs de 2RM

Comparaison de véhicules suivant un critère de confort d'utilisation .



#### Panel 25/30 personnes représentative population française

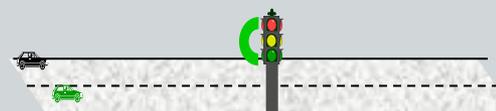
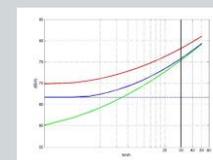
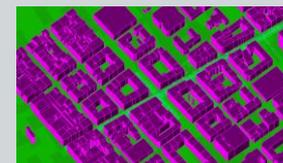
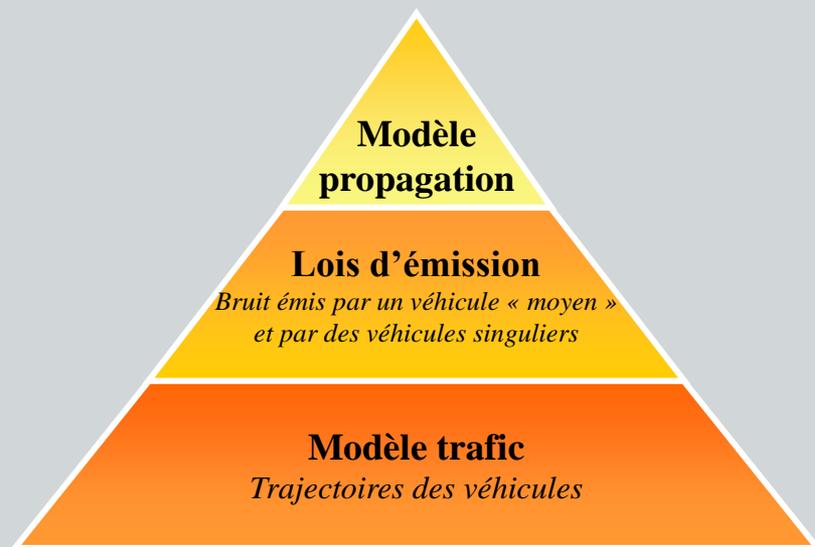
Comparaison de véhicules suivant un critère de gêne en situation de piéton.



# Lot 4 : simulation de déploiement en milieu urbain

## Symbubruit

**Symbubruit** : outil d'évaluation dynamique du bruit de trafic développé par le LTE et le LICIT (Laboratoire mixte IFSTTAR/ENTPE)



- ❖ **Absence de modèle de trafic de 2RM :**  
Véhicule au comportement atypique : position sur la voie, interaction avec les autres types de véhicule (VL/PL)
- ❖ **Scénario simplifié pour projet Ascoot :**  
2RM évolueront sur une voie unique du Cours Lafayette (Lyon) (artère à 3 voies de circulation à sens unique)  
Aucune interaction avec d'autres véhicules (trafic fluide)



# Lot 5 : optimisation des véhicules

- ❑ Diagnostic vibro-acoustique des 2 scooters pilotes (bases des démonstrateurs optimisés)
- ❑ Mise au point de 2 démonstrateurs silencieux (1 50 cm<sup>3</sup> et 1 125 cm<sup>3</sup>)  
Objectif de réduction des émissions sonores de 3 dB(A)
- ❑ Caractérisation fine des émissions sonores des 2 démonstrateurs (piste et banc à rouleau)
- ❑ Rédaction d'un guide de conception silencieuse



Un équipement scientifique dédié aux expérimentations sur les impacts environnementaux des transports :

- ↪ Immerger 1 ou plusieurs personnes dans un cadre familial reconstitué (salon)
- ↪ Prédire les réactions des participants s'ils étaient confrontés à ces situations dans la réalité



*Le salon*



*Régie*

### Objectifs :

- ↪ Evaluer la perception du bruit des 2RM insérés dans un trafic urbain.
- ↪ Evaluer comment sont perçues les améliorations apportées par les démonstrateurs optimisés

**Méthode** : expérimentation en laboratoire

- ↪ participants mis en situation de riverain

Type de situation → Type de trafic ↓	Situation actuelle Scooters pilotes	Situation modifiée Démonstrateurs optimisés
Rue calme	Scénario 1	Scénario 2
Rue bruyante	Scénario 3	Scénario 4

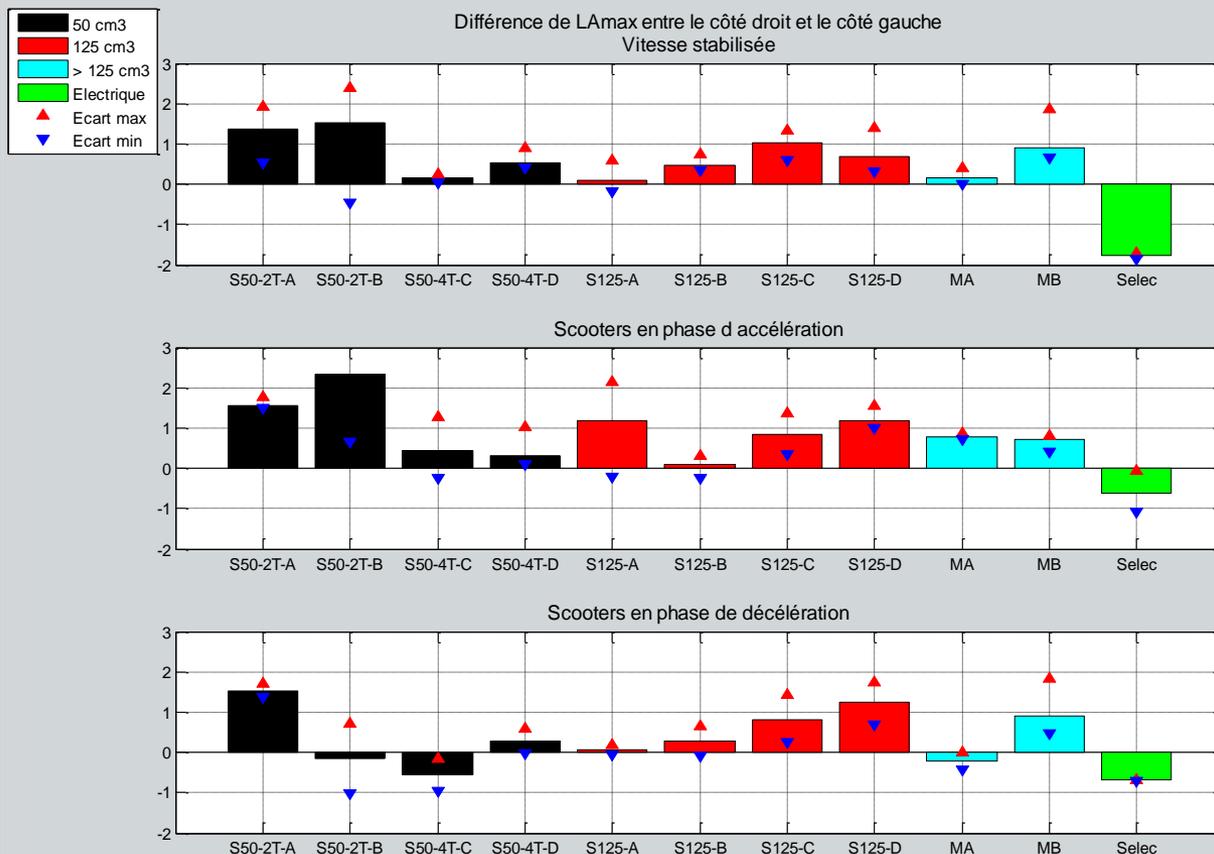
### Echantillon

- 30 participants,
- Hommes/Femmes
- Ages différents (minimum 18 ans)
- Non utilisateurs de 2 roues

# Présentation des principaux résultats

## Emissions sonores d'un échantillon de scooters Mesures à 7m50





**Scooters thermique:**

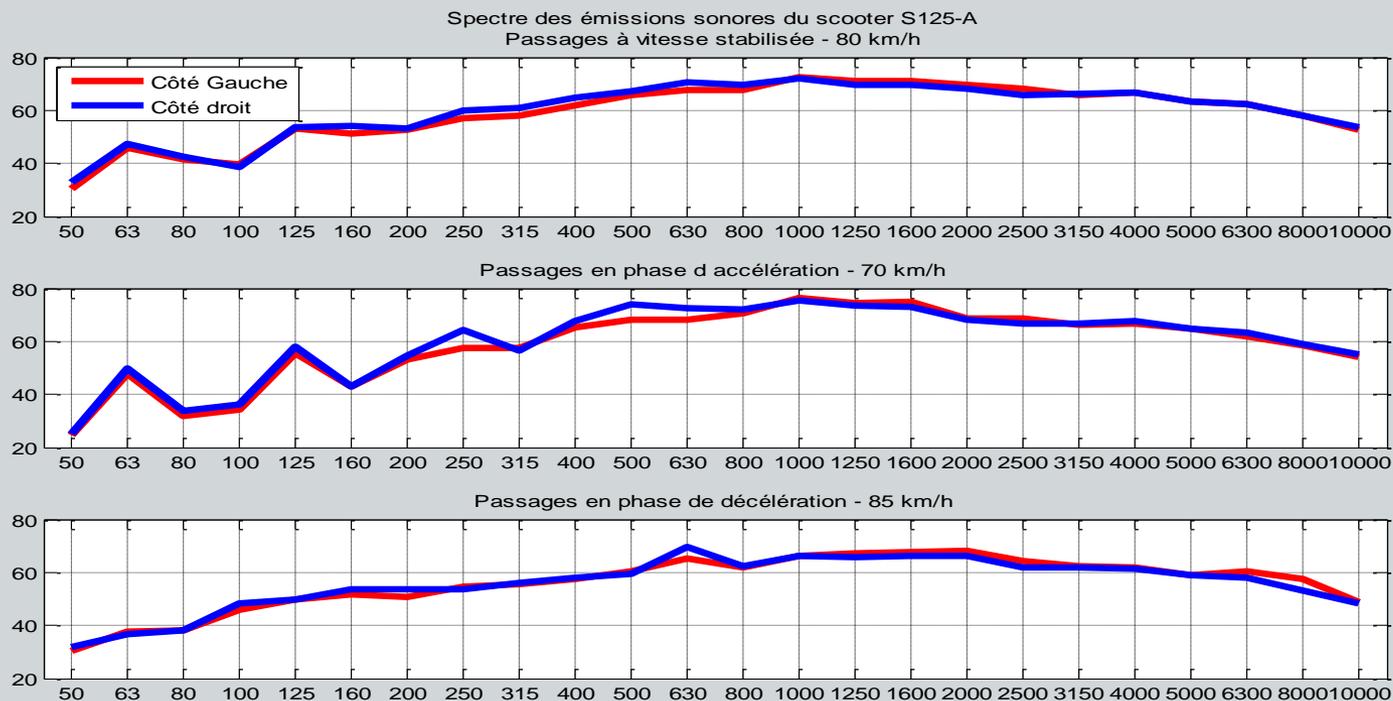
Bruit plus élevé côté droit (côté échappement)

**Scooters électrique:**

Bruit plus élevé côté gauche

**Pas d'influence du côté mesuré sur les VL et les PL**

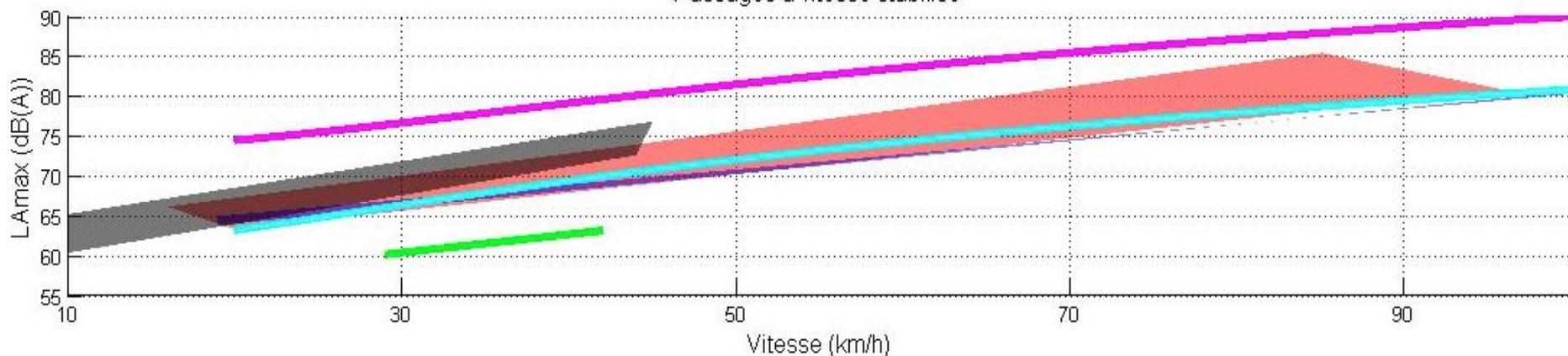




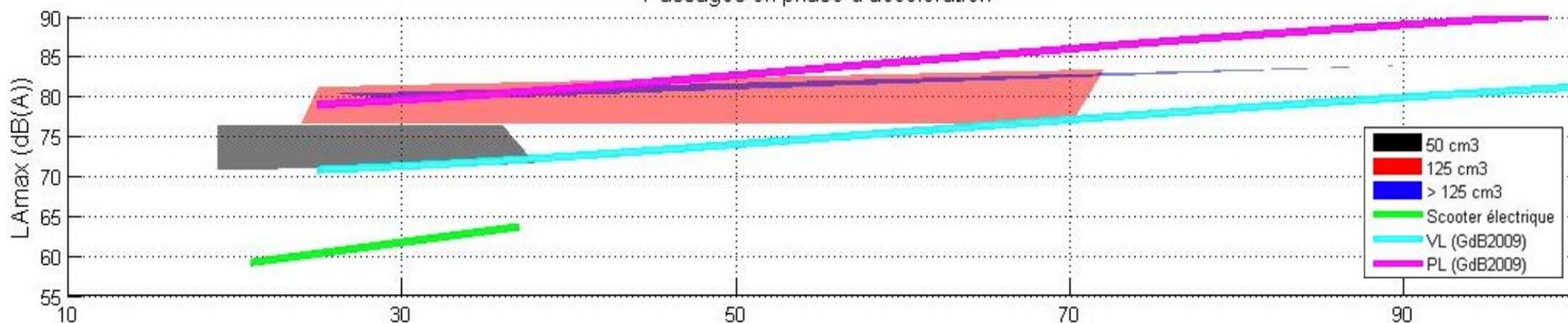
- Harmoniques moteur plus marquées côté droit (Vstab et accélération)
- Décélération : niveau de bruit plus élevé côté droit à la fréquence d'engrènement de la chaîne cinématique



Comparaison des émissions sonores des 11 scooters analysés (côté droit) à celles des VL et des PL  
Passages à vitesse stabilisé



Passages en phase d'accélération

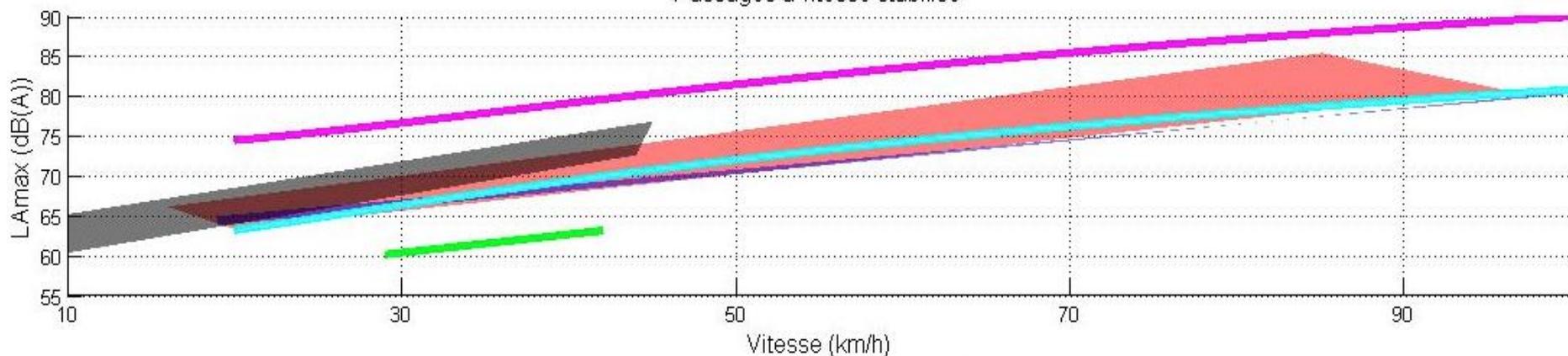


L'influence de la cylindrée des scooters sur le LA<sub>max</sub> dépend de l'allure :

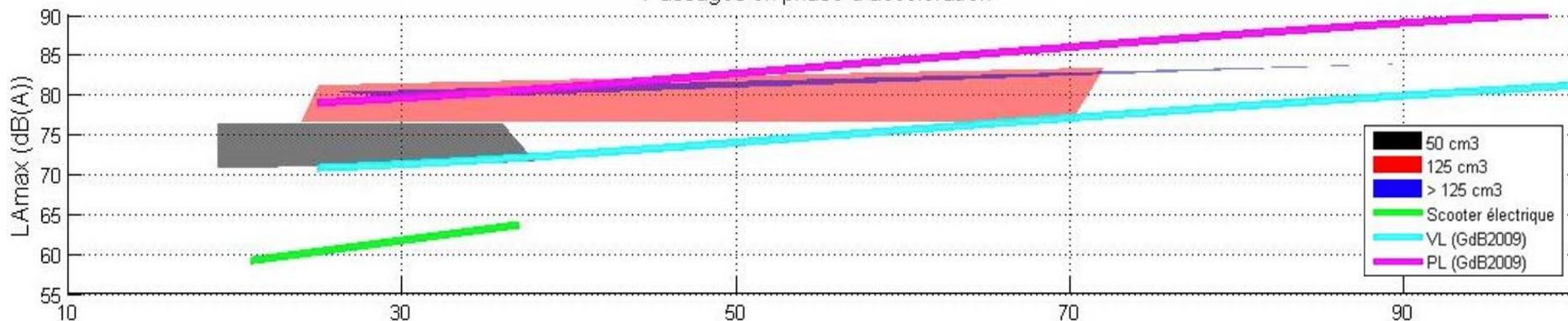
- A vitesse stabilisée, plus la cylindrée est élevée, moins le véhicule est bruyant
- En phase d'accélération, plus la cylindrée est élevée, plus le véhicule est bruyant



Comparaison des émissions sonores des 11 scooters analysés (côté droit) à celles des VL et des PL  
Passages à vitesse stabilisé



Passages en phase d'accélération



**Les scooters sont globalement plus bruyant qu'un VL et plus silencieux qu'un PL**

**A vitesse stabilisée :**

Les deux scooters de plus 125 cm<sup>3</sup> et les 125 cm<sup>3</sup> les plus silencieux sont équivalents ou moins bruyants qu'un VL

**En phase d'accélération :**

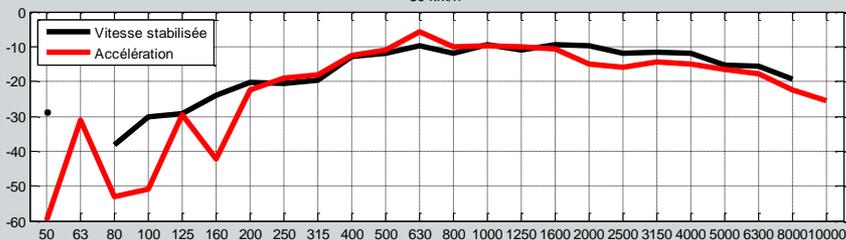
Les scooters les plus bruyants des catégories 125cm<sup>3</sup> et plus de 125cm<sup>3</sup> peuvent être plus bruyants qu'un PL à faible vitesse (en dessous de 50 km/h)



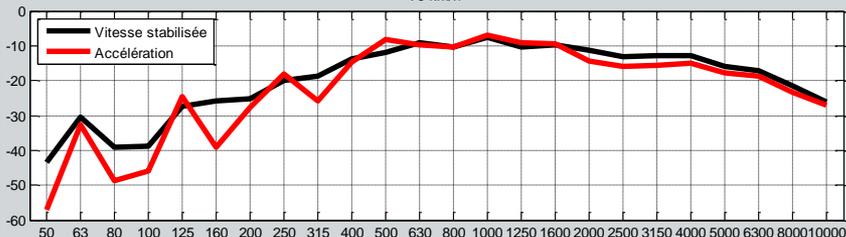
## Hausse du niveau de bruit maximale à basse vitesse :

- Relativement faible pour le scooter électrique
- 3,5 dB(A) pour un PL
- 6,0 dB(A) pour un VL
- Plus élevée pour les scooters
  - 7 à 9 dB(A) pour les 50 cm<sup>3</sup>,
  - 9 à 16 dB(A) pour les 125 cm<sup>3</sup>,
  - 14 dB(A) pour les plus de 125 cm<sup>3</sup>,

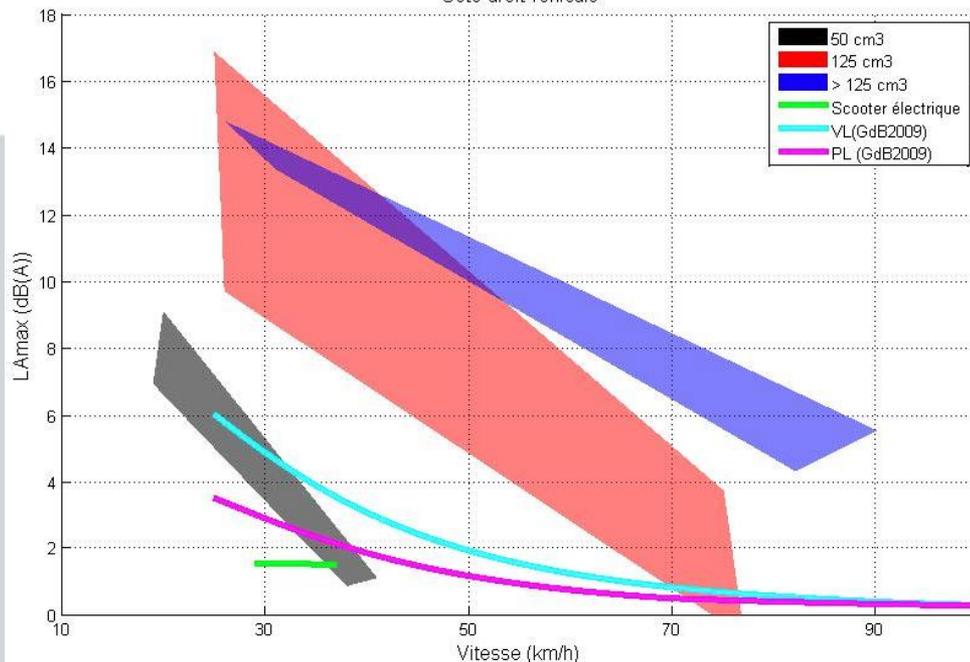
Répartition spectrale relative côté droit (Niveau global = 0 dB(A)) du scooter S125-A  
30 km/h



Répartition spectrale relative côté droit (Niveau global = 0 dB(A)) du scooter S125-A  
70 km/h



Influence de l'accélération par rapport à une conduite à vitesse stabilisée sur le LAmax à 7m50  
Côté droit véhicule



## Influence de l'accélération sur le contenu spectral du scooter S125-A:

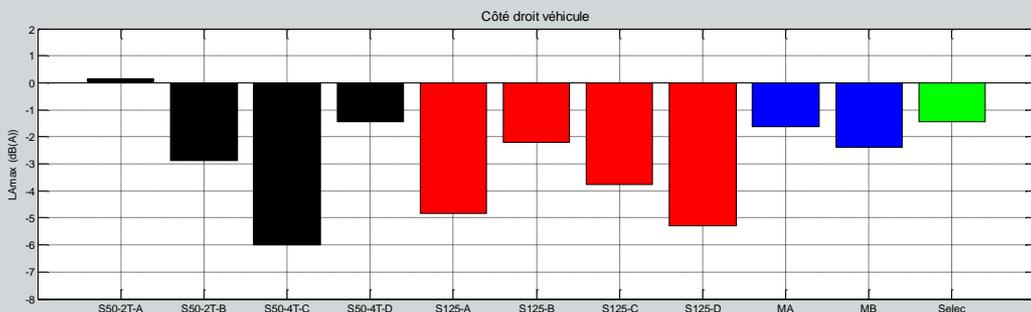
- plus forte émergence de plusieurs bandes de tiers d'octave correspondant aux harmoniques moteur,
- un contenu fréquentiel plus faible à hautes fréquences (au-dessus de 1600 Hz).



Scooters : influence moyenne calculée autour des vitesses de 40 km/h (50 cm<sup>3</sup>) et de 85 km/h (>50 cm<sup>3</sup>) :

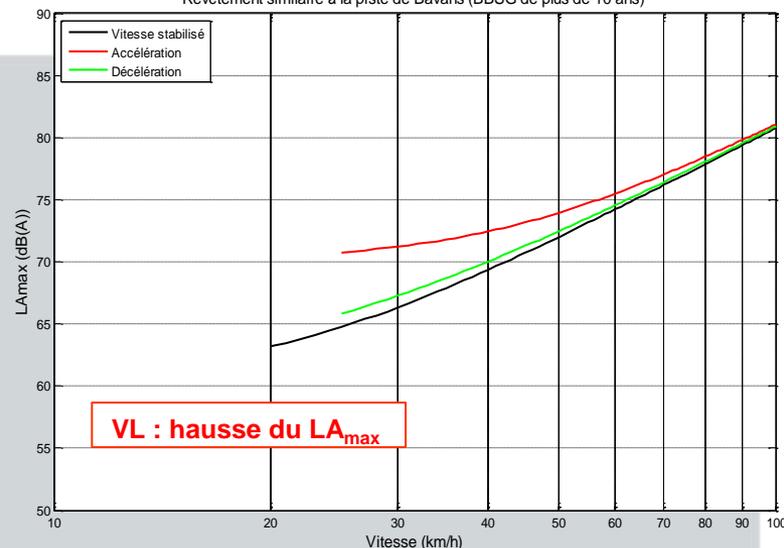
VL et PL d'après les courbes du Guide du Bruit 2009

Influence de la décélération par rapport à une conduite à vitesse stabilisée sur le LA<sub>max</sub> à 7m50  
Côté gauche véhicule



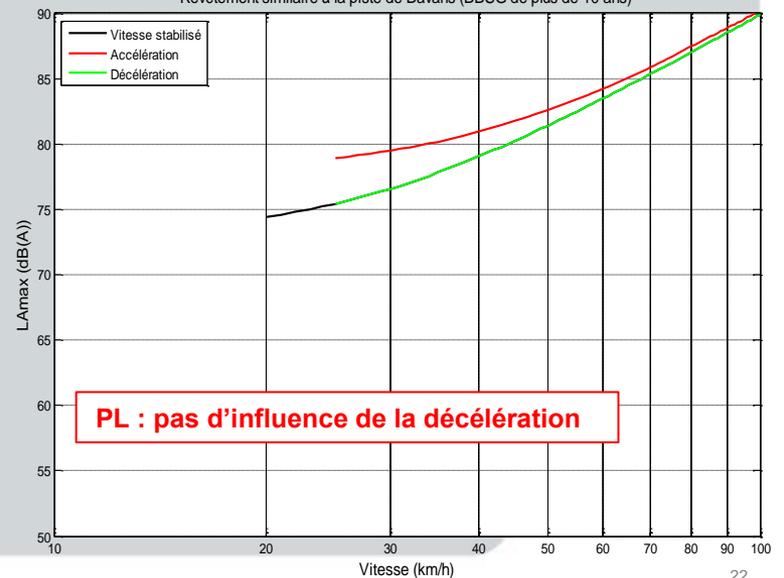
**Scooters : baisse du LA<sub>max</sub>**

Lois d'émission d'un VL (Guide du Bruit 2009)  
Revêtement similaire à la piste de Bavans (BBSG de plus de 10 ans)



**VL : hausse du LA<sub>max</sub>**

Lois d'émission d'un PL (Guide du Bruit 2009)  
Revêtement similaire à la piste de Bavans (BBSG de plus de 10 ans)



**PL : pas d'influence de la décélération**

# Merci pour votre attention

## Ifsttar

Roger Chatagnon

Laboratoire Transport Environnement

25, Avenue François Mitterrand

69675 Bron

Tél. +33 (0)4 72 14 24 12

Fax. +33 (0)4 72 37 68 37

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

[roger.chatagnon@ifsttar.fr](mailto:roger.chatagnon@ifsttar.fr)

