



Joël Lelong & Roger Chatagnon
INRETS-LTE

**CARACTÉRISATION ACOUSTIQUE DES
REVÊTEMENTS : EXTENSION DE LA MÉTHODE
SPB AU MILIEU URBAIN À L'AIDE D'UN
PANNEAU RÉFLÉCHISSANT.**

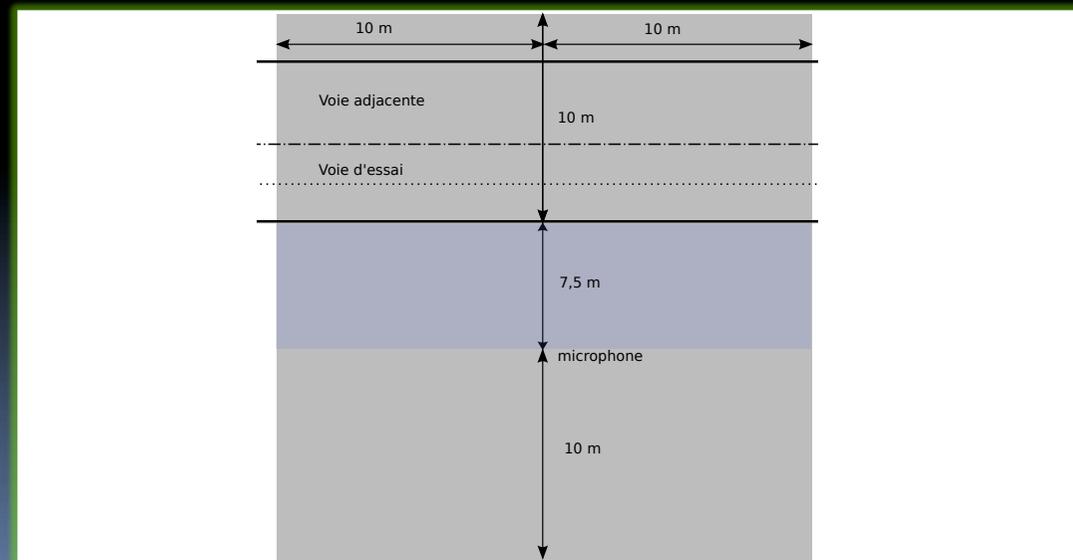
CAMPAGNE D'ESSAI INTER-LABORATOIRE

Plan de l'intervention

- Méthode du « Backing Board » (rappel)
- Campagne d'essai inter-laboratoire
- Résultats
- Conclusion et perspectives

Méthode du « Backing Board » (rappel)

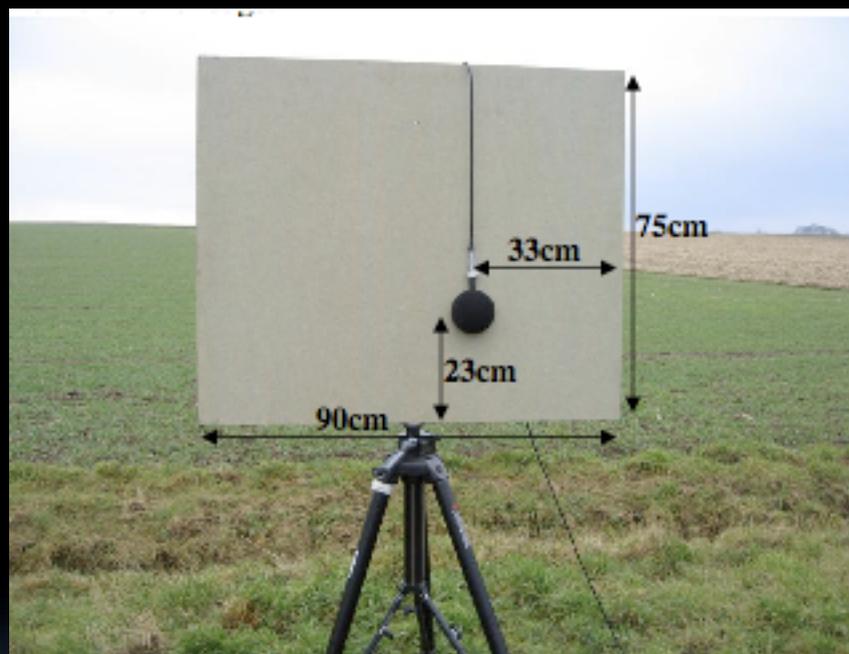
- ISO 11819-1 (SPB) : sélection des sites d'essai
 - Microphone placé dans un champ acoustique libre
 - Réflexions acoustiques < 10 dB / source
 - Pas d'objet réfléchissant à une distance < 25 m) / μ
 - Pas de glissière de sécurité à une distance < 10 m / μ



Le panneau réfléchissant : le principe

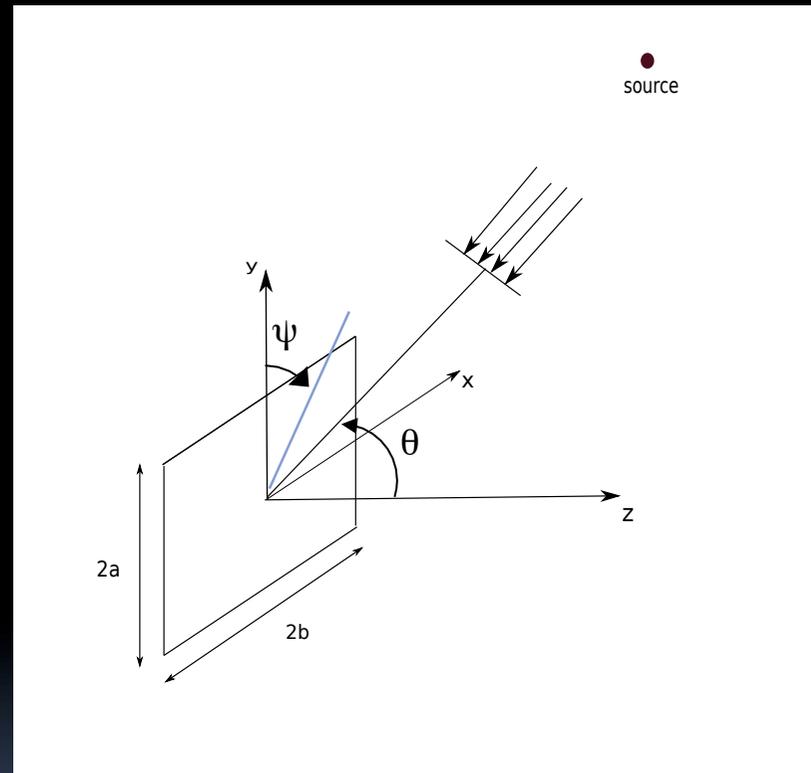
- Méthode développée à l'origine pour l'étude du bruit des éoliennes
 - Vent
 - Bruit de fond
 - Obstacles (façades, ...)

Panneau réfléchissant : les caractéristiques



- Masse surfacique $\geq 13,14 \text{ kg/m}^2$

Cas général



$$p = p_i + p_d$$

$$p(x_m, y_m) = p_i(x_m, y_m) - \frac{ik \cos \theta}{2\pi} \iint_P \frac{e^{ik[r(x,y)] - y \sin \theta \cos \psi - x \sin \theta \sin \psi}}{r(x, y)} dx dy$$

Cas général

- Points critiques contribuent à l'intégrale, les autres points s'annulent par interférence destructive
 - Points critiques de 1^{ère} espèce : phase stationnaire (doublement de la pression)
 - Points critiques de 2^{ème} espèce : dérivée de la phase est nulle
 - Points critiques de 3^{ème} espèce : angles du panneau
- Ecart/doublement de la pression : dûs aux bords et aux angles du panneau (2^{ème} et 3^{ème} espèce)

Cas général

$$\frac{p}{P_i} = 2 - \frac{\cos \theta e^{\frac{i\pi}{4}}}{\sqrt{2\pi k}} \left[\frac{C_1 e^{ik\beta(\lambda+\zeta)}}{\sqrt{\beta\lambda^{1/4}(\lambda+\zeta)}} + \frac{C_2 e^{ik\mu(\varepsilon-\chi)}}{\sqrt{\mu\varepsilon^{1/4}(\varepsilon-\chi)}} + \frac{C_3 e^{ikv(\lambda-\zeta)}}{\sqrt{v\lambda^{1/4}(\lambda-\zeta)}} + \frac{C_4 e^{ik\alpha(\varepsilon+\chi)}}{\sqrt{\beta\alpha^{1/4}(\varepsilon+\chi)}} \right]$$

$$+ \frac{i \cos \theta}{2\pi k} \left[\frac{r_{c1} e^{ik(r_{c1}+\zeta\beta+\alpha\chi)}}{(\beta+\zeta r_{c1})(\alpha+\chi r_{c1})} + \frac{r_{c2} e^{ik(r_{c2}+\zeta\beta-\mu\chi)}}{(\beta+\zeta r_{c2})(\mu-\chi r_{c2})} + \frac{r_{c3} e^{ik(r_{c3}-\zeta v-\mu\chi)}}{(v-\zeta r_{c3})(\mu-\chi r_{c3})} + \frac{r_{c4} e^{ik(r_{c4}-\zeta v+\alpha\chi)}}{(v-\zeta r_{c4})(\alpha+\chi r_{c4})} \right]$$

avec

$$\alpha = a + y_m \quad \beta = b + x_m \quad \mu = a - y_m \quad v = b - x_m$$

$$r_{c1} = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \quad r_{c2} = \sqrt{\mu^2 + \beta^2} \quad r_{c3} = \sqrt{\mu^2 + v^2} \quad r_{c4} = \sqrt{\alpha^2 + v^2}$$

$$\chi = \sin \theta \cos \psi \quad \zeta = \sin \theta \sin \psi \quad \lambda = \sqrt{1 - \chi^2} \quad \varepsilon = \sqrt{1 - \zeta^2}$$

$$C_1 = 1 \text{ si } \left| y_m + \frac{\chi}{\lambda} \beta \right| < a, \quad 0 \text{ dans les autres cas}$$

$$C_2 = 1 \text{ si } \left| x_m + \frac{\zeta}{\varepsilon} \mu \right| < b, \quad 0 \text{ dans les autres cas}$$

$$C_3 = 1 \text{ si } \left| y_m + \frac{\chi}{\lambda} v \right| < a, \quad 0 \text{ dans les autres cas}$$

$$C_4 = 1 \text{ si } \left| x_m + \frac{\zeta}{\varepsilon} \alpha \right| < b, \quad 0 \text{ dans les autres cas}$$

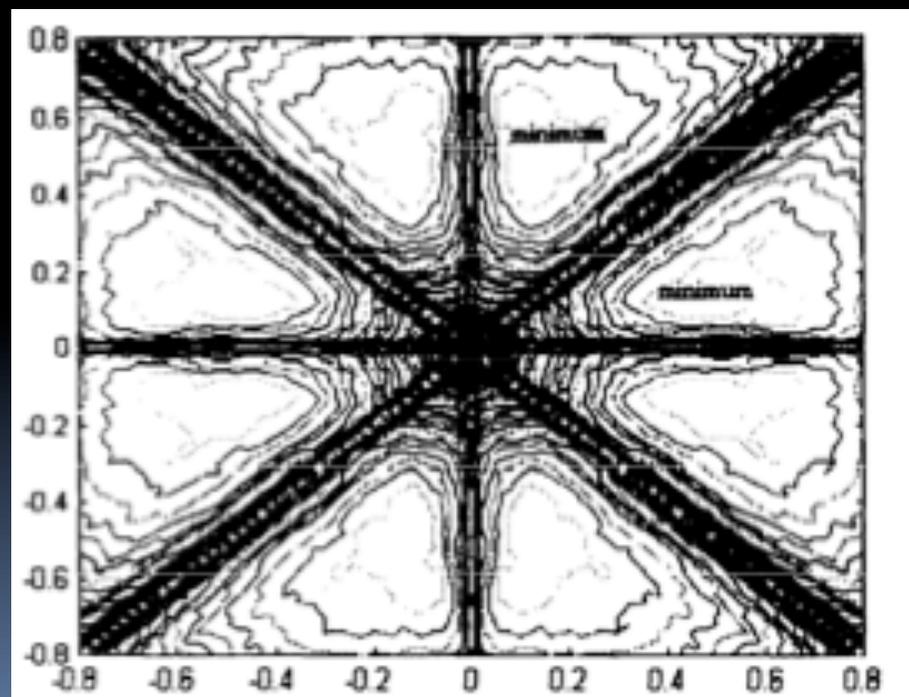
Cas particulier : centre du panneau, incidence normale

$$\frac{p}{p_i} = 2 - \frac{2\sqrt{2}e^{i\frac{\pi}{4}}}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{ika}}{\sqrt{ka}} [\text{bords}] + \frac{4i}{\pi\sqrt{2}} \frac{e^{ika\sqrt{2}}}{ka} [\text{angles}]$$

- Diffraction : ne dépend que de ka .
- Plus ka est important, plus l'effet dû à la diffraction sera faible
- Diffraction due aux bords
 - Comportement d'une onde cylindrique
- Diffraction due aux angles
 - Comportement d'une onde sphérique.
 - Décroît plus rapidement que la précédente en fonction de la fréquence et de la distance

Illustration

- Incidence normale
- $a = 0,9\text{m}$, $b = 0,75\text{m}$
- $f @ [100 \text{ Hz}, 5 \text{ kHz}]$, $\Delta f = 10 \text{ Hz}$

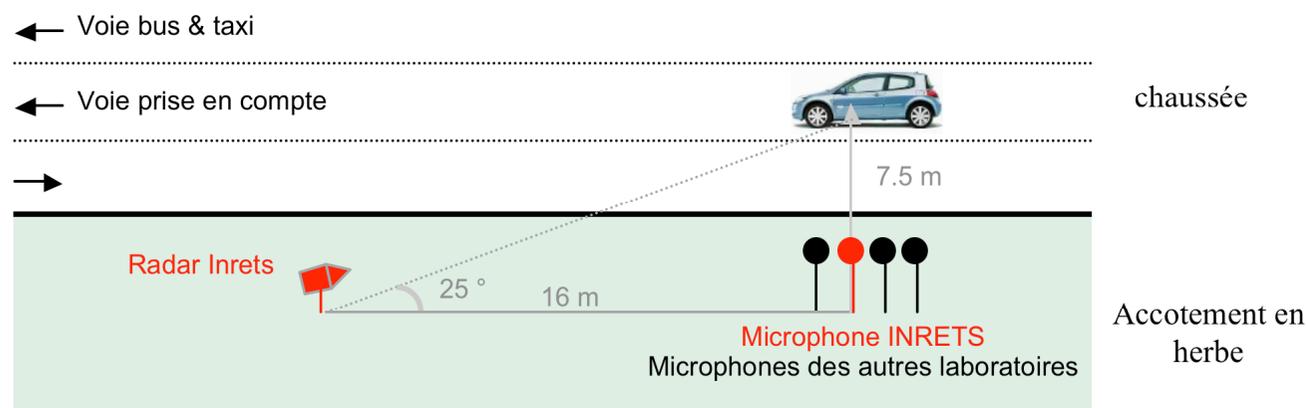


Essai croisé : les participants

-  BAST
-  M+P
-  CRR
-  CIDAUT
-  DRI
-  Vinçotte Environment
-  Vlaamse Overheid
-  INRETS

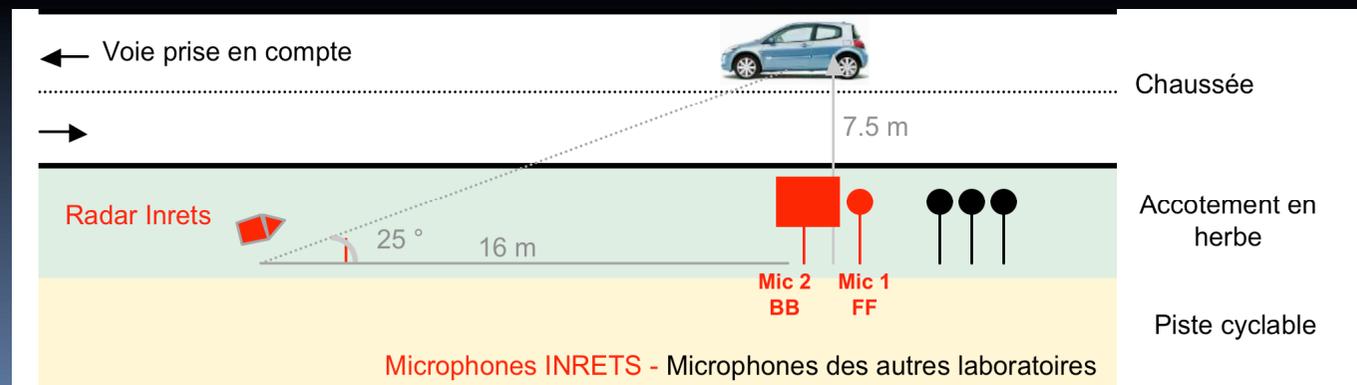
Essai croisés : Mesures/sites

- Site n°1 : Eppegem, Brusselsestenweg (11/08/09)
- Revêtement : DAC (BBSG)



Essai croisé : mesures/sites

- Site n°2 : Hofstade – Tervuursestenweg (12/08/09)
- Revêtement : SMA-C2

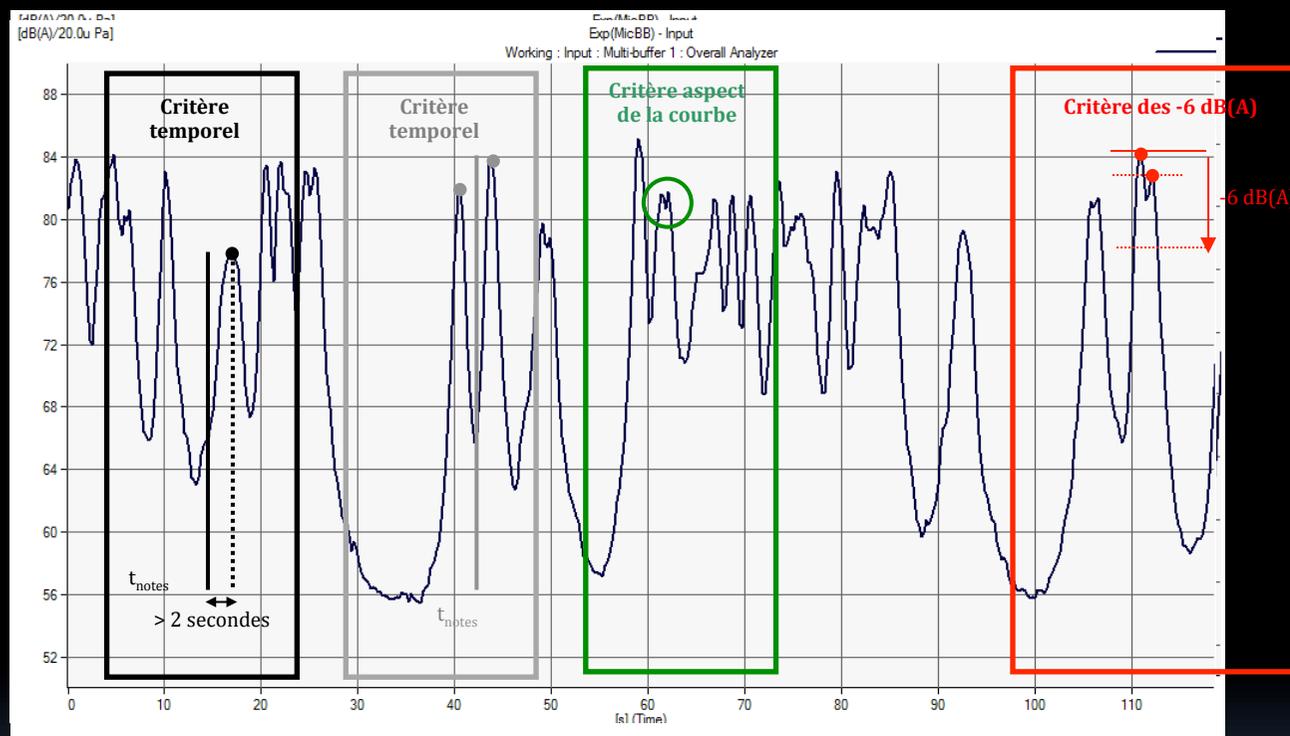


Essai croisé : le protocole

- Mesures SPB « classiques » : ISO 11819-1
- Mesures SPB avec coordinateur : les équipes prennent en compte les mêmes véhicules (VL, PL 2 essieux (« PL ») et PL > 2 essieux (« TR »))
- Mesures SPB+BB

	Site 1	Site 2
SPB	✓	✓
SPB + coordinateur	✓	✗
SPB+BB	✗	✓

Dépouillement des mesures (Inrets)

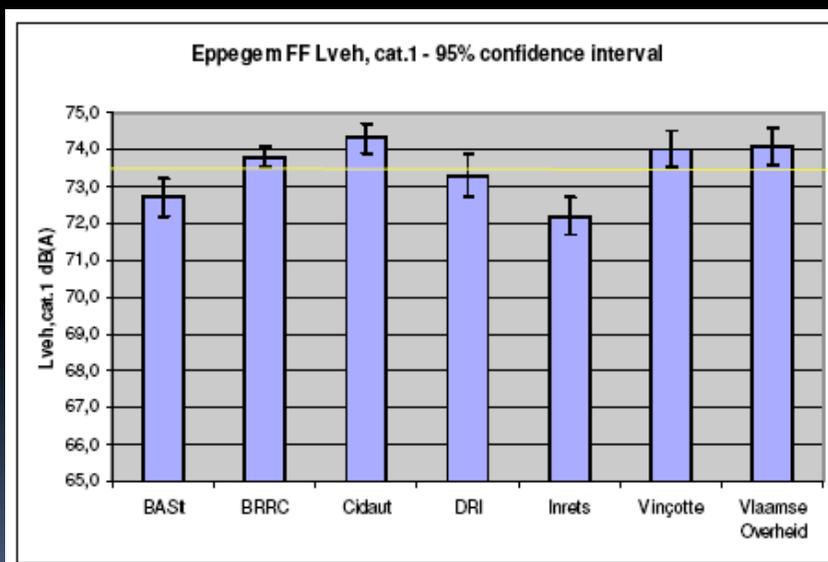


- Critères de validation :
 - Critère des « 6 dB » (ISO)
 - Critère temporel
 - Aspect de la courbe

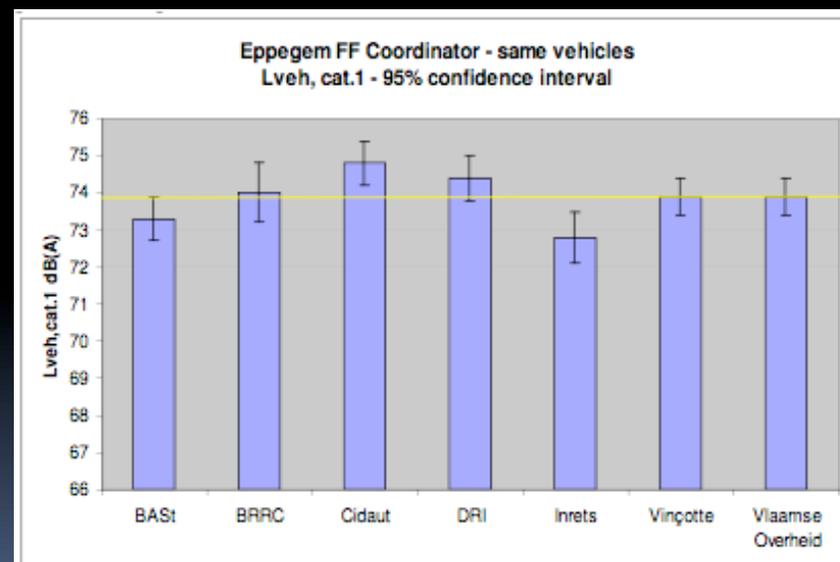
Résultats



- Site n°1 : SPB « classique » /VL



- Site n°1 : SPB + coord. /VL

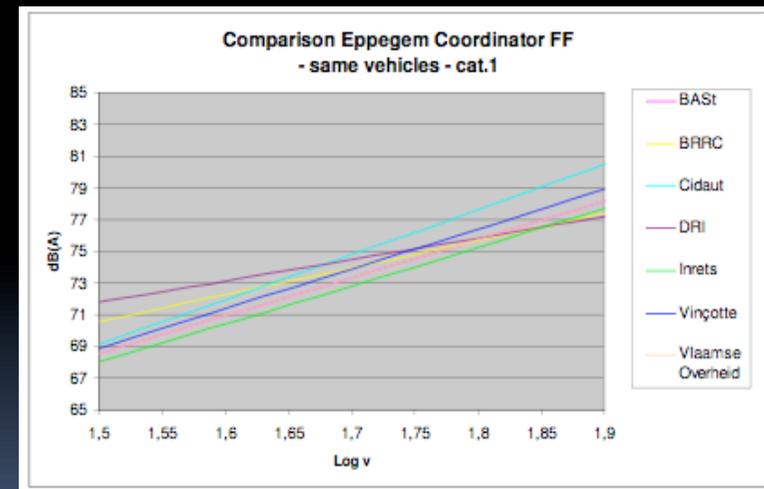
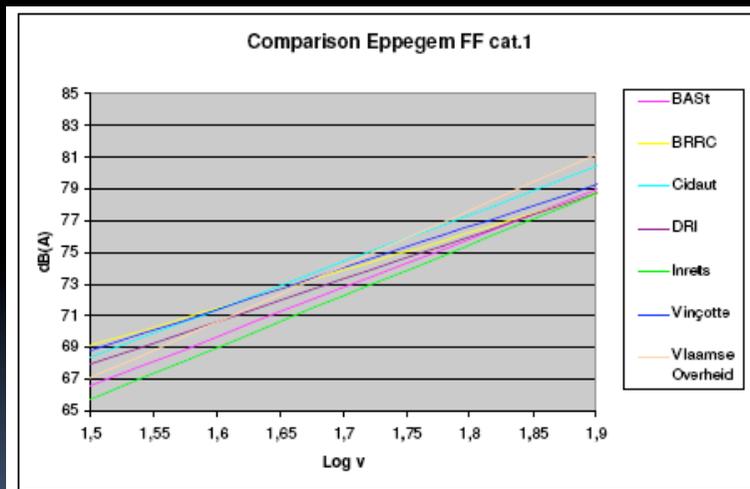


Résultats



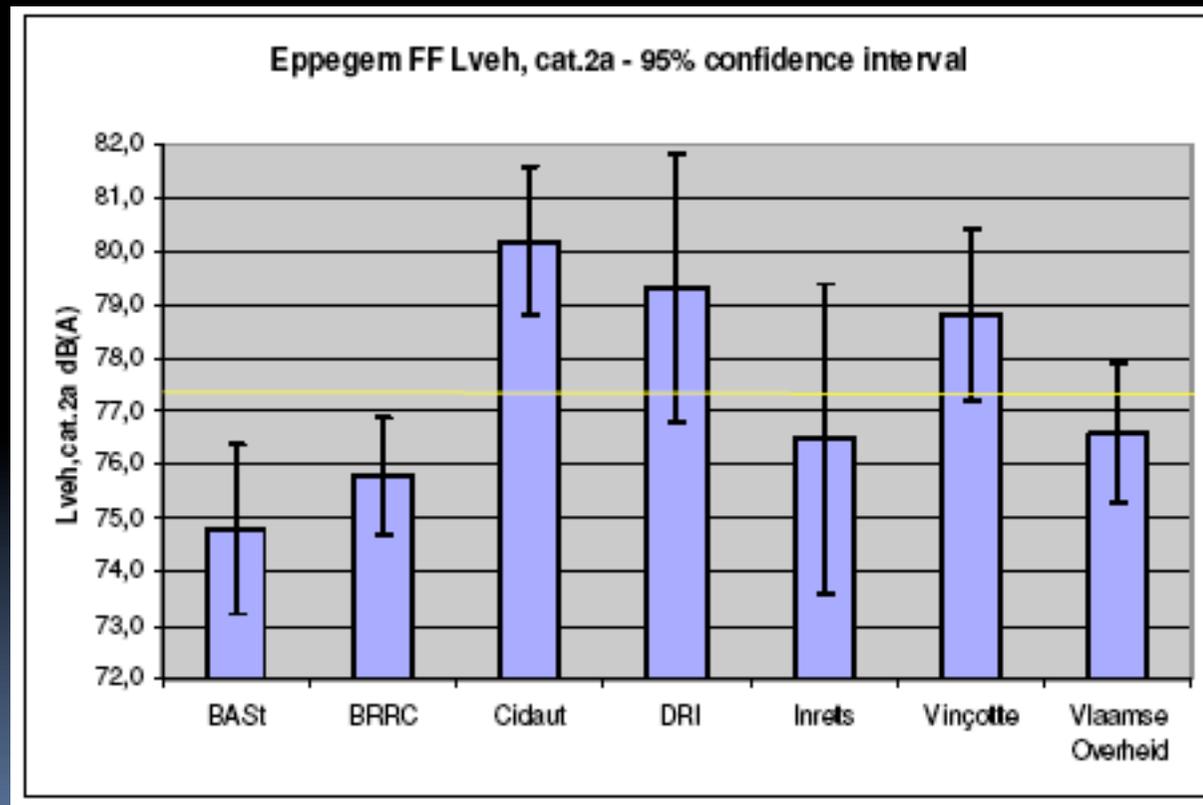
- Site n°1 : SPB « classique » /VL

- Site n°1 : SPB + coord. /VL



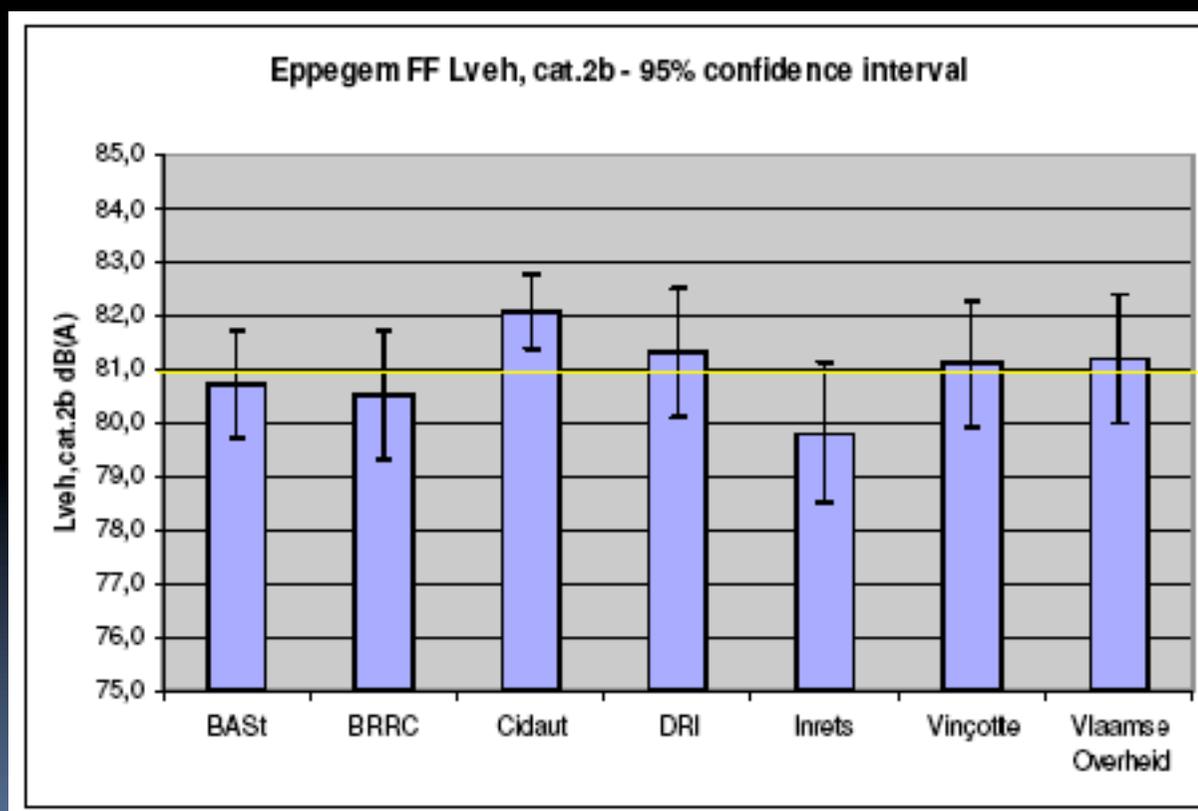
Résultats

- Site n°1 : SPB « classique » / PL



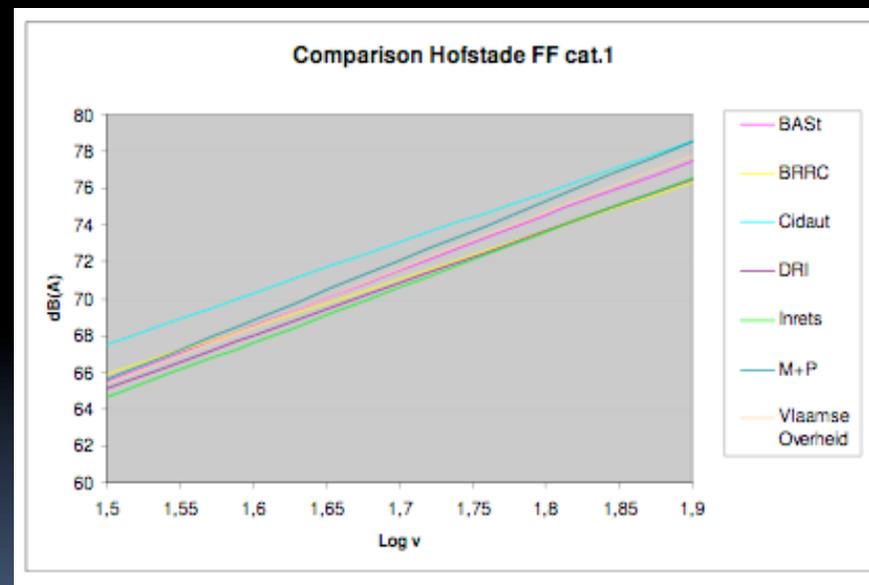
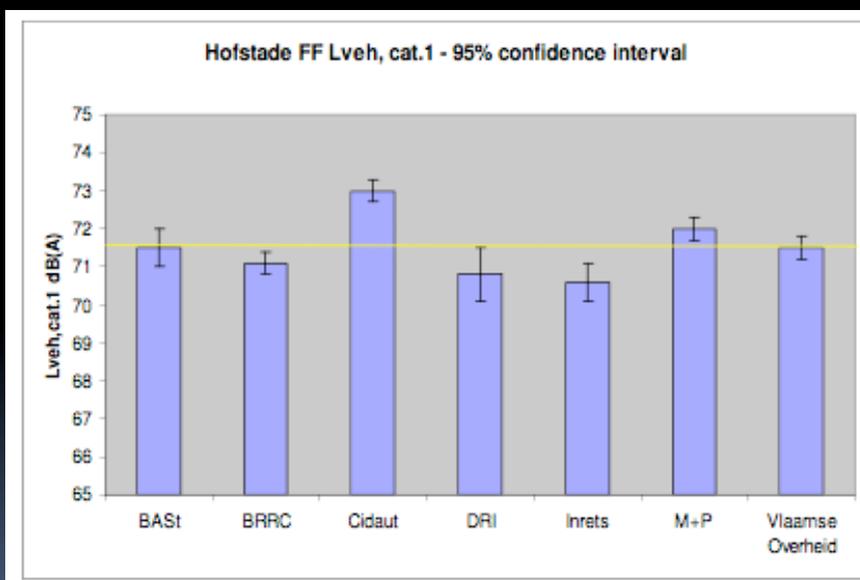
Résultats

- Site n°1 : SPB « classique » / TR



Résultats

- Site n° 2 SPB « classique » / VL

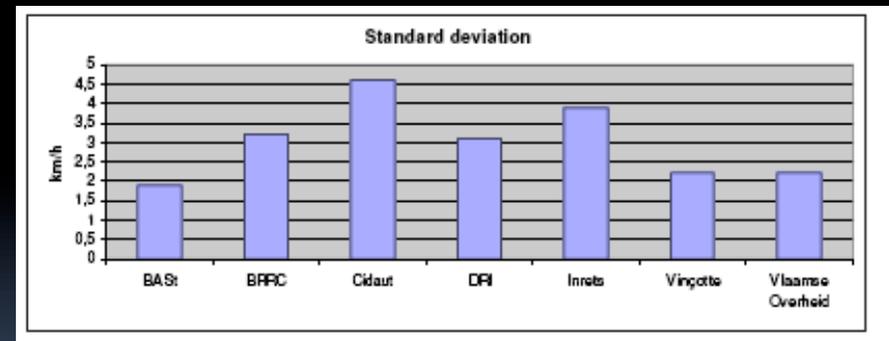
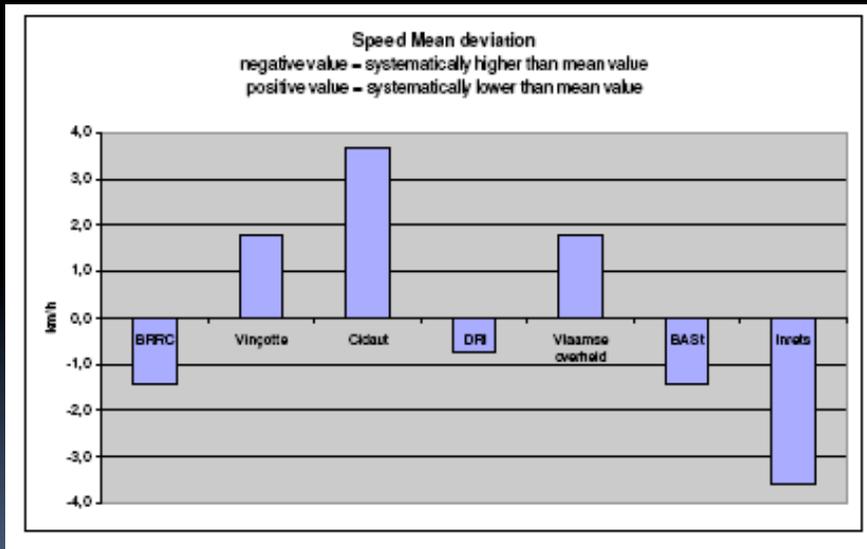


Résultats

- Mesures de la vitesse (SPB + coord.)

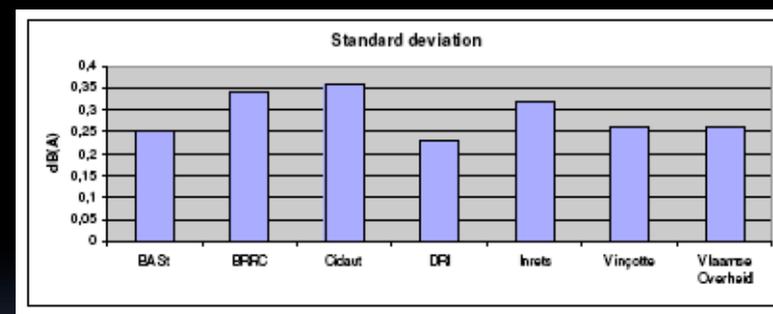
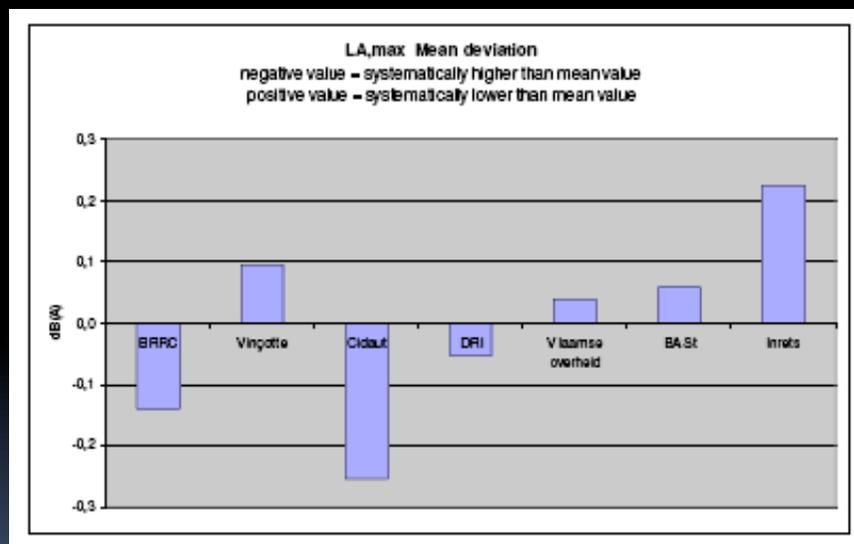
$$\frac{\sum_i (\bar{v}_i - v_{i,x})}{N}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{v}_i - v_{i,x})^2}{N-1}}$$



Résultats

- Mesures des LAmax



Résultats

- Influence du coordinateur

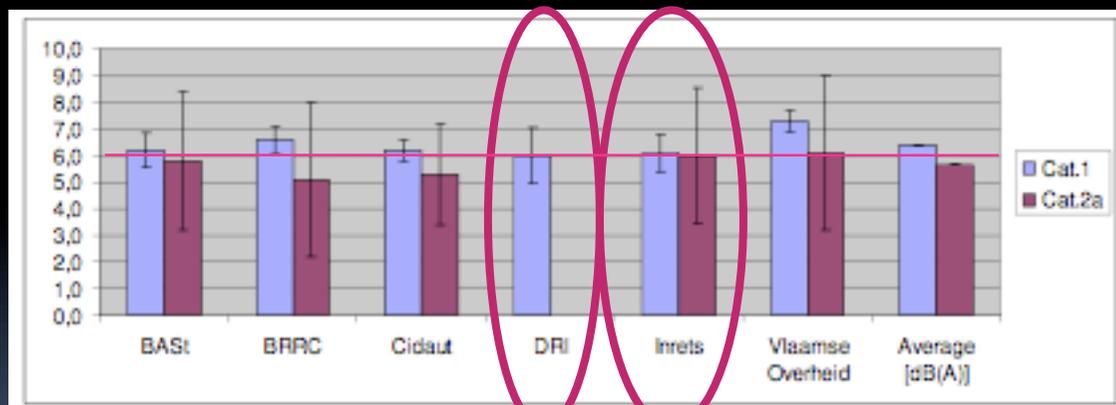


Ecart-type	Sans coordinateur	Avec coordinateur
L(VL)	0,8 dBA	0,7 dBA
L(PL)	2,0 dBA	1,2 dBA
L(TR)	0,7 dBA	0,7 dBA

- → Pas d'influence notable du coordinateur

Résultats

- SPB + BB (Site n°2) / VL
 - DRI + INRETS : mesures SPB « classique » & SPB+BB effectuées simultanément.



Conclusion 1/2

- SPB : degré de précision élevé (écart-type de 0,8 dB pour les VL)
- Ecart-type important sur la vitesse (3,1 km/h)
- Présence d'un coordinateur : sans effet sur la qualité des résultats
- BB: facteur correctif de 6 dB validé pour les VL

Conclusion 2/2

- Essais complémentaires proposés par le CRR :
 - SPB+BB avec coordinateur
 - SPB+coordinateur pour les 3 catégories de véhicules (calcul du SPBI)
 - SPB+BB pour les 3 catégories de véhicules (calcul du SPBI)
 - SPB classique pour les 3 catégories de véhicules (calcul du SPBI)
- Objectif : intégration de la méthode dans la norme ISO 11819-1

Merci de vote attention

