



CONGRÈS  
**INFRA  
2015**

**30 novembre  
au 2 décembre**

Centre des congrès de Québec

Valorisation des infrastructures  
dans l'espace public

# BRUIT ROUTIER: OÙ EN SOMMES-NOUS?

**Yves BROSSEAUD**  
*Directeur de recherche*

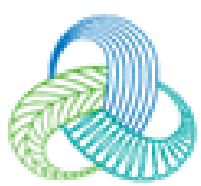


IFSTTAR

**Michèle ST-JACQUES, ing.**  
*Professeure titulaire ÉTS*



Le génie pour l'industrie



## Sources du bruit routier

Les deux principales sources de bruit routier se situent au niveau de la chaussée (bruit de roulement) et à environ 2,5 m au-dessus de la chaussée (échappement et moteur des camions lourds).

**Bruit du groupe  
moto-propulseur  
(GMP)**

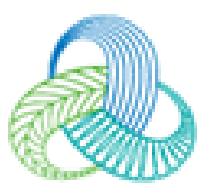


**Bruit aérodynamique**



**Bruit de roulement**

Mesure du bruit routier

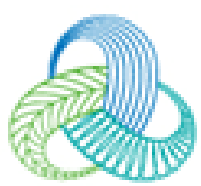


## Le bruit routier dépend de nombreux paramètres:

- paramètres **statistiques** (débit, répartition en types de véhicules) ;
- paramètres **cinématiques** (vitesse des véhicules, régime moteur, type d'écoulement) ;
- paramètres **géométriques** (profil en long de la voie, largeur et nombre de voies) ;
- paramètres **acoustiques** (nature et état du revêtement routier, spectre d'émission).

**Mais il dépend aussi des conditions de propagation (obstacles, distance voie/récepteur, nature des sols, météo...)**

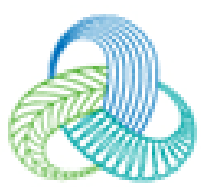




## Politique québécoise sur le bruit routier

- Les municipalités et les MRC doivent prendre en considération la problématique des transports dans l'aménagement du territoire.
- Deux approches sont privilégiées en matière d'atténuation des impacts sonores: **une approche corrective** (Leq, 24 h est égal ou supérieur à 65 dB(A)) et **une approche de planification intégrée** (55 dB(A) Leq, 24 h).





## Contexte législatif en France

NF S 31085 (2002)

- Loi Bruit (*décembre 1992*) impose pour toutes les infrastructures nouvelles, ou modifications significatives:

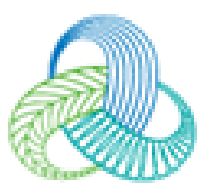
Seuil maximum de bruit en façade ( $L_{Aeq}$ )

**jour :  $L_{Aeq}[6h-22h] < 60 \text{ dB(A)}$**

**nuite :  $L_{Aeq}[22h-6h] < 55 \text{ dB(A)}$**

- Pas de législation sur le bruit des revêtements.

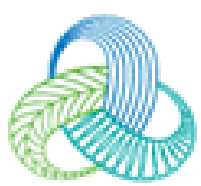




## Mesures d'atténuation

- modification de la géométrie de l'infrastructure routière;
- isolation des bâtiments;
- plantation de végétation;
- gestion de la circulation (réduction du débit de circulation, de la vitesse, augmentation de la fluidité);
- écrans antibruit (buttes, murs);
- nouveaux revêtements de la chaussée.





## Gestion de la circulation

- **Débit double: + 3 dB(A);**
- **Débit triple: + 5 dB(A);**
- **Débit multiplié par 10 : + 10 dB(A).**

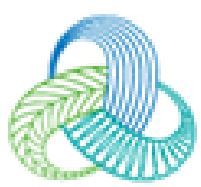
### Augmentation du bruit de fond existant en dB(A)

- **0-3**
- **5**
- **10**
- **15**

### Variation de l'intensité subjective

- Nulle**
- Perceptible**
- Près du double**
- Près du triple**





## Écrans antibruit

**Un écran est plus efficace s'il est situé plus près de la source du bruit (la route) ou près des récepteurs.**

**Il faut donc éviter de placer l'écran entre la source et le récepteur, car il faut une plus grande hauteur pour une même efficacité.**

- **La construction d'un écran antibruit doit être adaptée à la situation dans lequel il est implanté.**
- **Il peut affecter la vue des riverains et entraîner une perte d'ensoleillement.**
- **Il peut aussi limiter et encadrer le champ visuel des usagers de la route.**







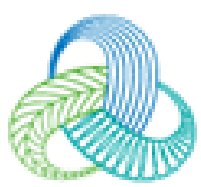
**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



**PERTEU** CONGRÈS **INFRA 2015**  
30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec  
Valorisation des infrastructures dans l'espace public

# Panneaux de bois





**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie

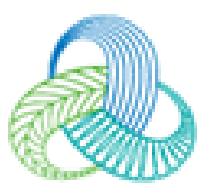


**PERIT** CONGRÈS **INFRA 2015** 30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec

Valorisation des infrastructures dans l'espace public

## Panneaux d'acier





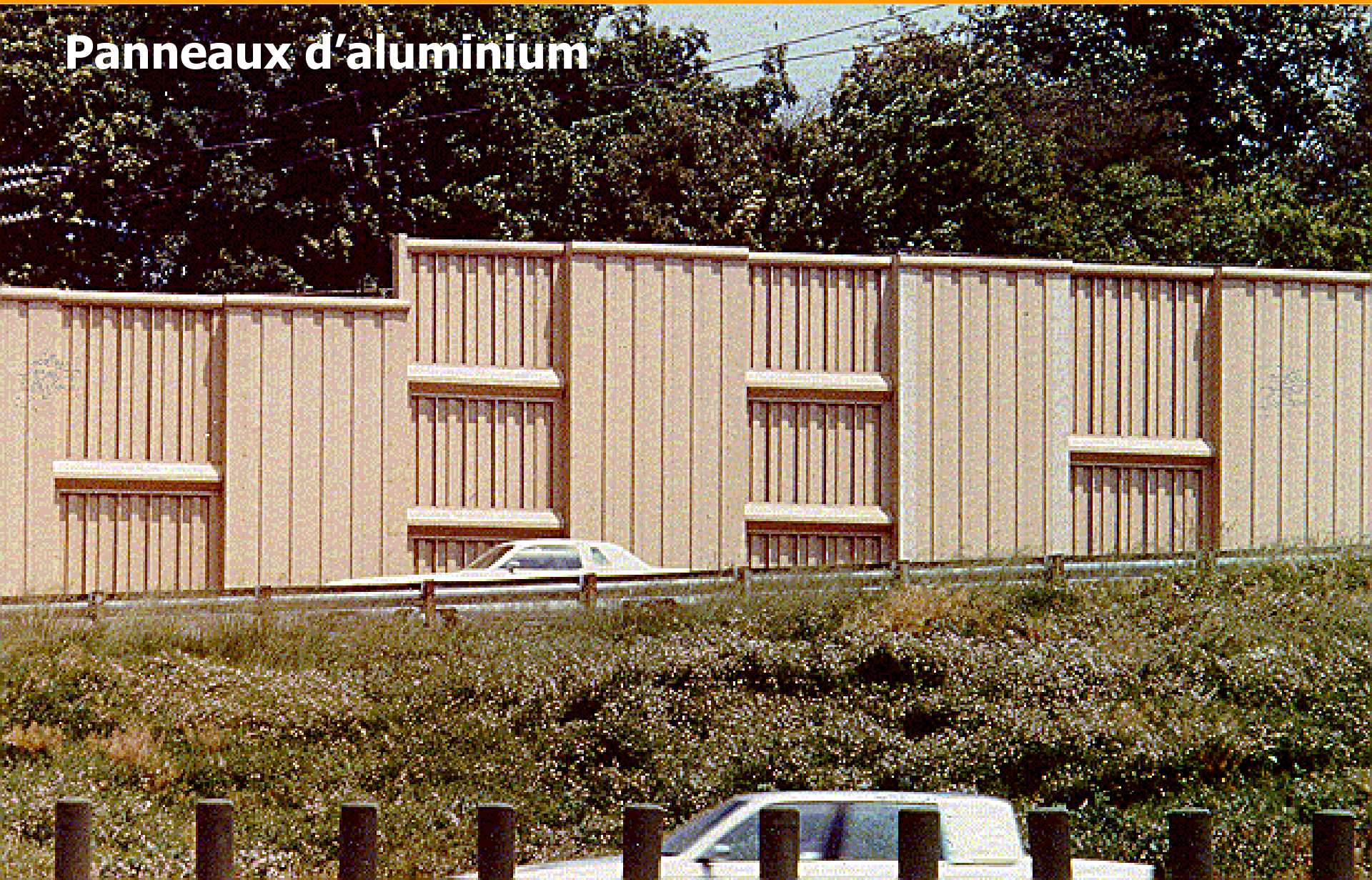
**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie

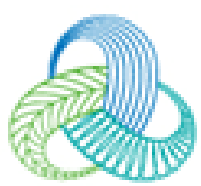


**PERTEU** CONGRÈS **INFRA 2015**  
30 novembre  
au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec

Valorisation des infrastructures  
dans l'espace public

# Panneaux d'aluminium





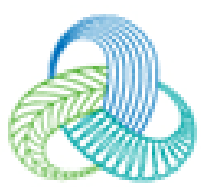
**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



**BERTEL** CONGRÈS **INFRA 2015** 30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec  
Valorisation des infrastructures dans l'espace public

# Panneaux en matériaux composites





**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie

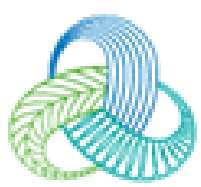


**CONGRÈS INFRA 2015**  
30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec

Valorisation des infrastructures dans l'espace public

# Panneaux en béton





**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie

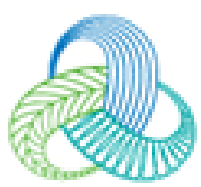


**CONGRÈS  
INFRA  
2015** 30 novembre  
au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec

Valorisation des infrastructures  
dans l'espace public

# Panneaux en béton

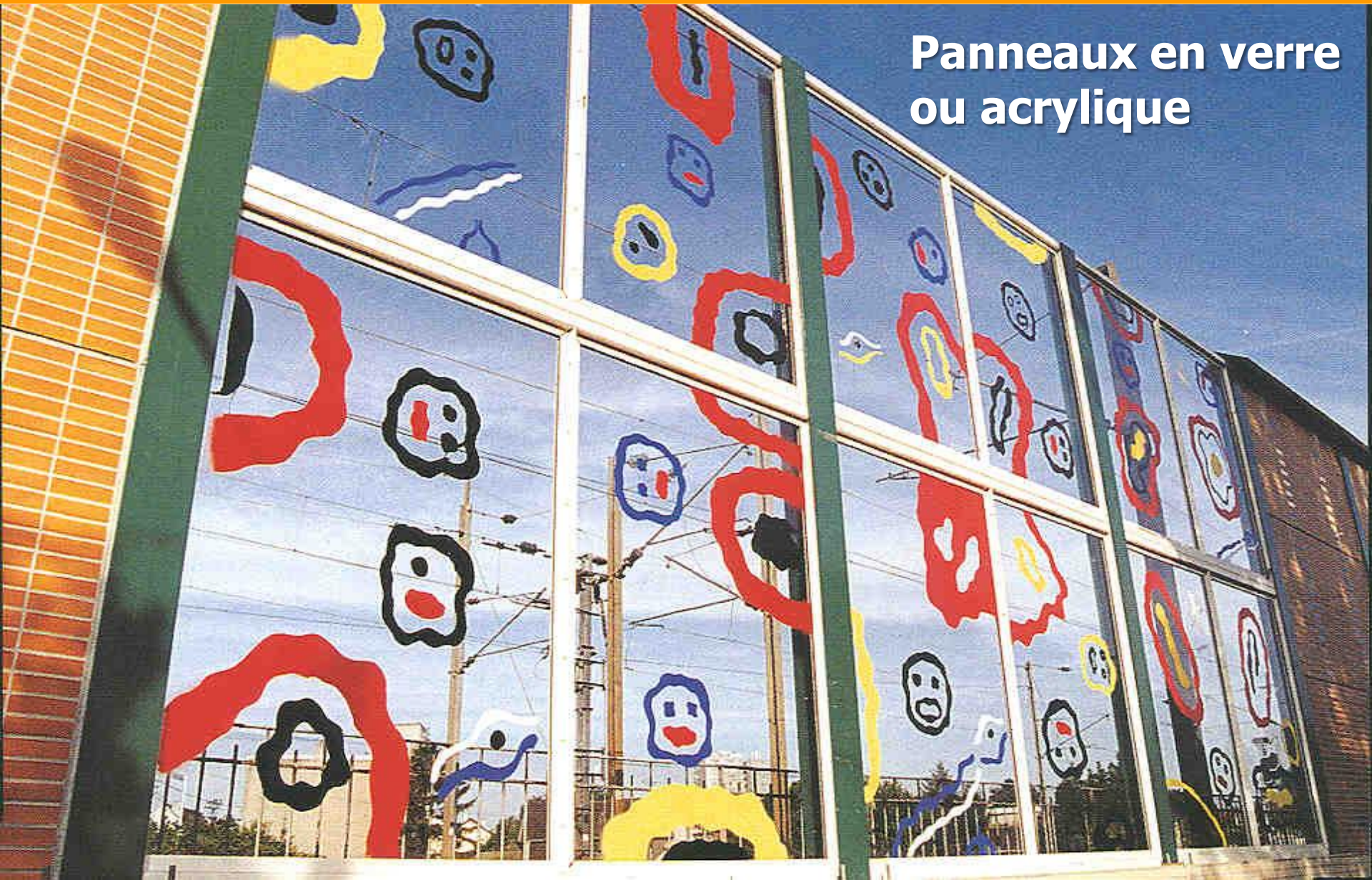




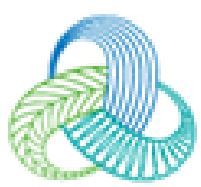
**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



**PERTEU** CONGRÈS **INFRA 2015** 30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec  
Valorisation des infrastructures dans l'espace public



# Panneaux en verre ou acrylique



**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



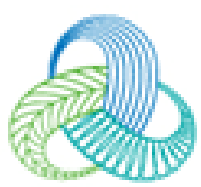
**PERTEU** CONGRÈS **INFRA 2015** 30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec  
Valorisation des infrastructures dans l'espace public

## Panneaux en verre ou acrylique



INTERCALL  
le meilleur des  
qui ont dans  
ici et ailleurs





## Avantages et inconvénients

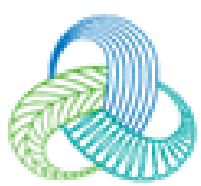
### **Durabilité:**

- Béton: grande
- Bois et métal: bonne
- Verre et acrylique: moyenne

### **Entretien:**

- Minimal pour tous sauf pour verre et acrylique: fréquent.





## Avantages et inconvénients

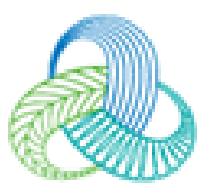
### **Vandalisme:**

- Acier et béton: peu sensibles
- Bois et acrylique: sensibles
- Verre: très sensibles

### **Autres:**

- Métal sensibles à la corrosion
- Bois sensibles aux insectes, moisissures
- Verre et acrylique sensibles aux rayures

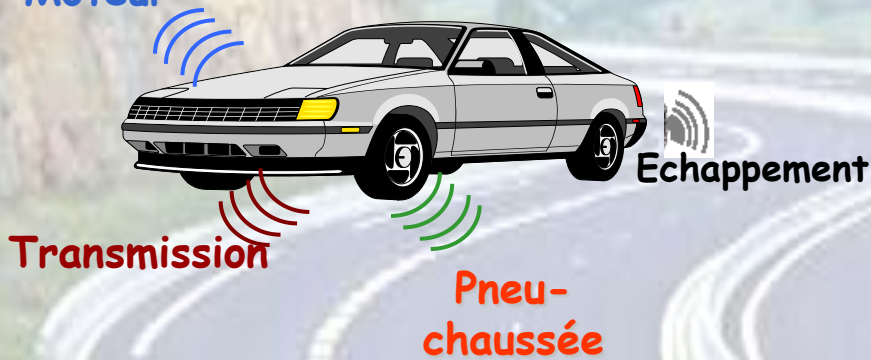




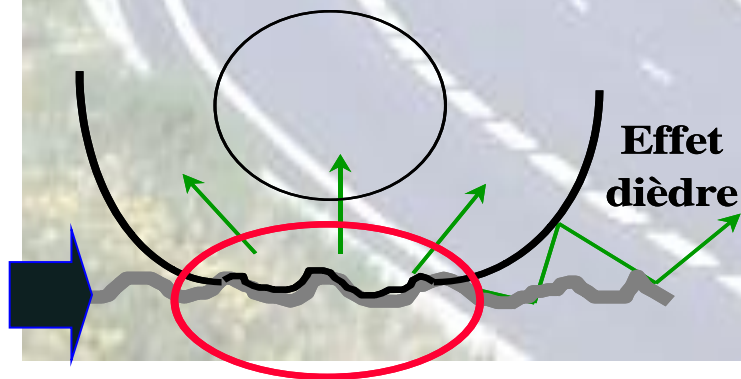
# Bruits routiers : sources et émissions

Type de véhicule et de sa cinématique (vitesse, accélération, régime...)

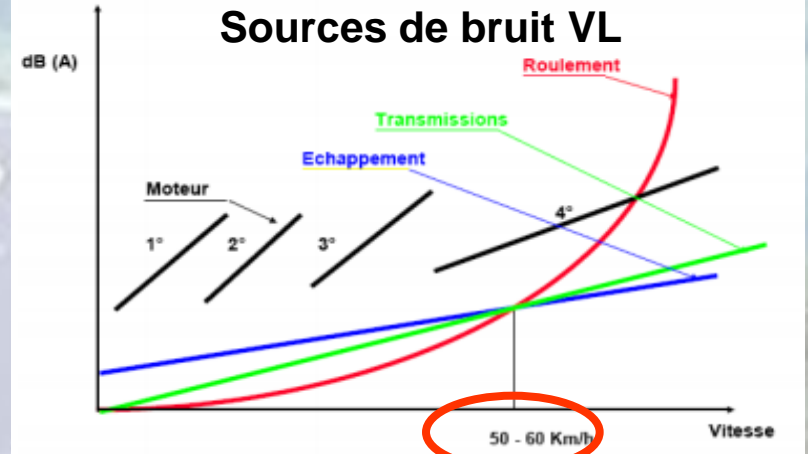
Moteur



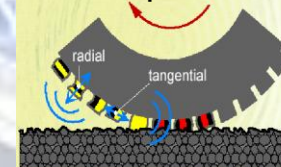
Contact pneu/chaussée: les mécanismes



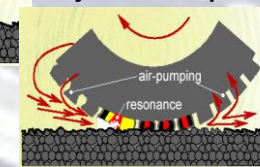
- Vibratoires
- Pompage de l'air
- Adhésion (slip-stick)



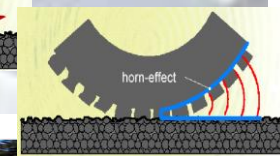
Basse fq < 1 KHz



Moyenne fq #1 à 2 KHz

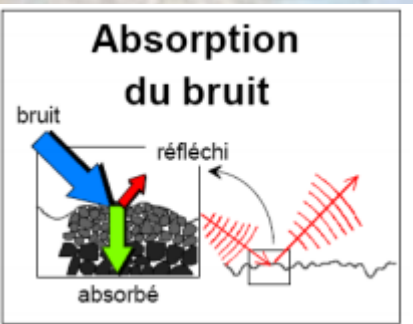


Effet dièdre

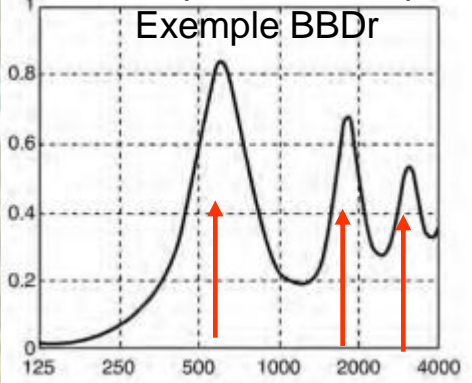




# Bruits routiers : sources propagation, facteurs d'influences

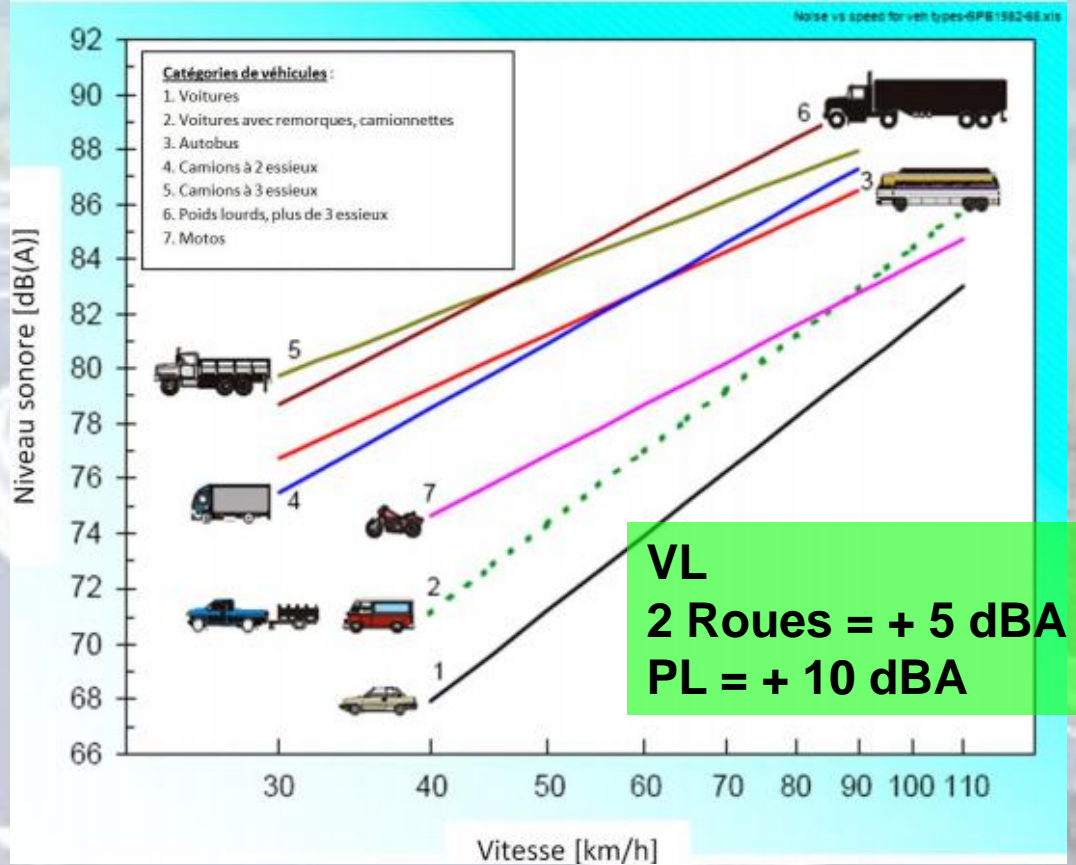


Coef d'absorption acoustique vs fq



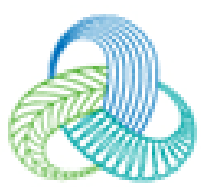
Impedance Tube Method (Kundt)

spectre sonore du véhicule (autour de 500 Hz)



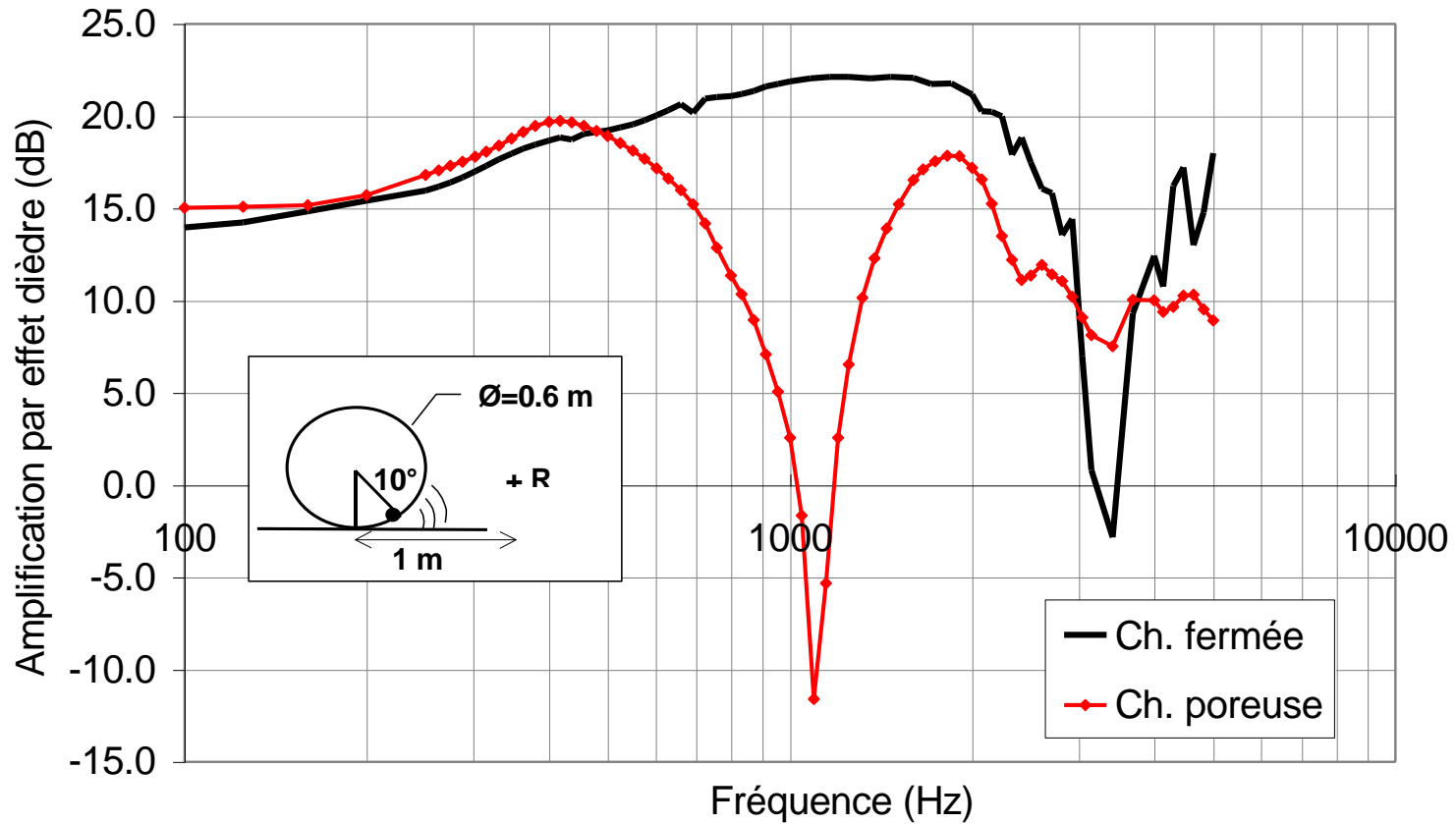
Niveaux de bruit des véhicules vs vitesse





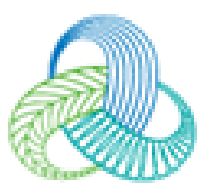
# Amplification par effet dièdre selon revêtement dense ou poreux

## Exemple de calcul d'amplification sonore



Recherche des matériaux absorbants, poreux, « sinuosité interne ».

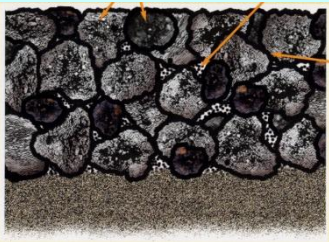




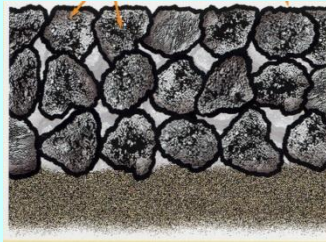
## Paramètres du bruit pneu-chaussée

### CHAUSSÉE :

- **Texture** ou rugosité : *liée à la granulométrie maxi et à la mise en œuvre*
  - provoque l'excitation vibratoire du pneumatique (viscoélasticité ▲)
  - crée des cavités d'air générant ou limitant l'air pumping
- **Porosité** : *liée à une discontinuité dans la courbe granulométrique*
  - réduit l'air pumping
  - introduit de l'absorption acoustique



Ex : BBSG (dense)



Ex : BBDr (1 couche poreuse)



Ex : Bi-couche drainant

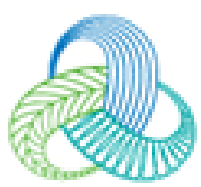
- **Planéité** : *liée à l'uni du support (PO et MO), conditions de mise en œuvre*
  - réduit les émissions

Pneu : 0 à + 9dBA

**PNEU** : - raideur du matériau  
- géométrie, motifs  
- charge, vitesse

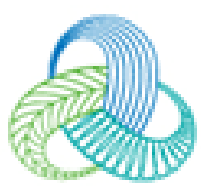
Chaussée : 0 à + 9dBA

Pluie : + 6dBA



## Mesures du bruit de roulement





## Méthodes de mesure du bruit:

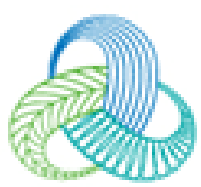
- au passage (**CPB** ou VI et **SPB** ou VM), Pass By
- en champ proche (**CPX**), close proximity

Pas de comparaison directe des différentes méthodes, mais

- \* même ordre de grandeur VI et VM (en VL)
- \* correspondance  $SPB = CPX - 20 \text{ dBA}$







# Méthode de mesure

## Méthode (CPX) Close ProXimity

- **Demandes mesure en continue** (Maître d'ouvrage, Entreprises, Administrations (route et environnement...))

Avec différents objectifs et spécifications, applicables:

- **courtes sections**, évaluation fine (*contrôles de chantier*)
- **longs itinéraires** (auscultation des routes et rues)
- **sans restriction de site**, même et surtout en **urbain dense**



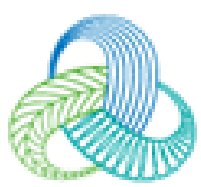
- **Travaux de normalisation**

Projet de **ISO** CD 11819-2 (depuis 2000) sortie 2016??

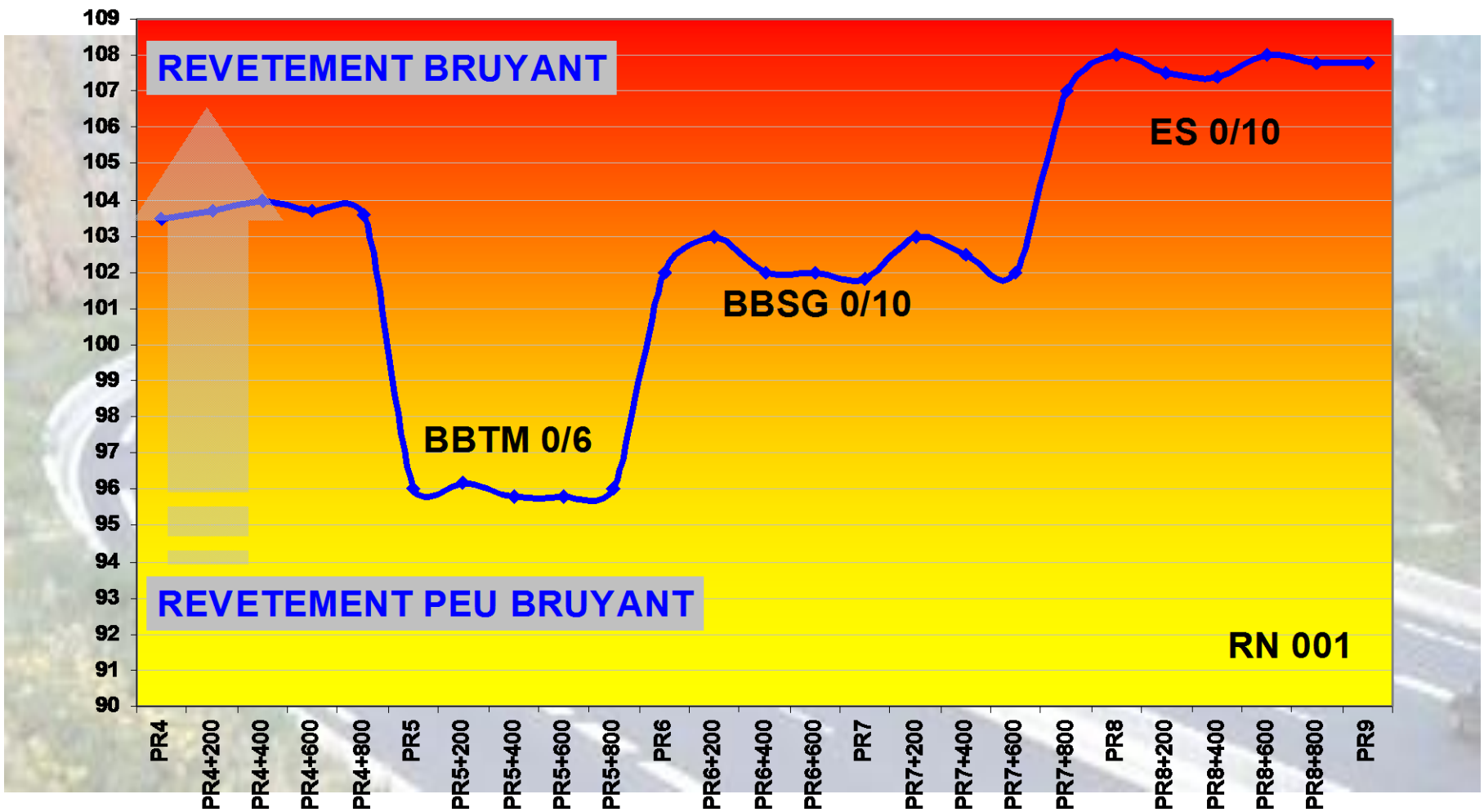
Norme Française: **AFNOR** XP S 31145 (2007)

Méthode d'essai (MLPC 63, 2007)





# Exemple de mesure en continue du bruit de roulement

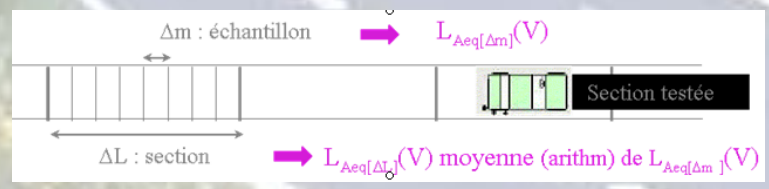
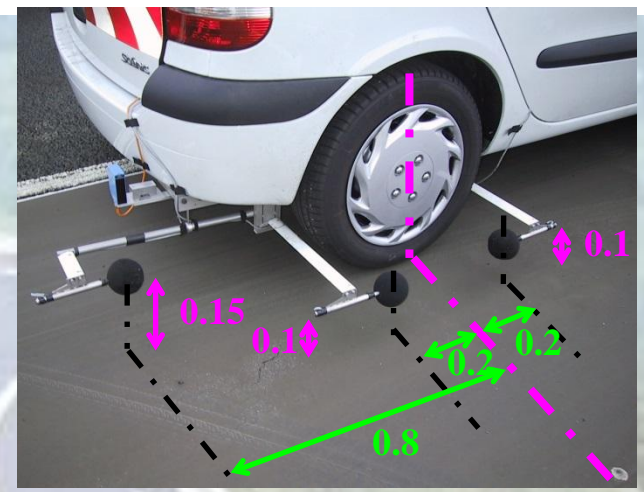




# Principe (Méthode LPC N°63)

## Méthode (CPX) Close ProXimity

- **Équipement de mesure monté sur véhicule d'essai (pas de remorque).**
- **Pneu « classique »**  
(calibration de l'ensemble du système sur une piste de référence >> correction par un coefficient d'équipement)
- **2 modes d'analyse**
  - Régression vitesse
  - Vitesse moyenne de référence





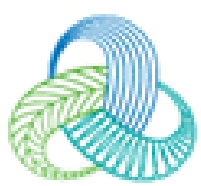
## MESURE DU BRUIT DE ROULEMENT

### Comparaison des méthodes

Méthodes	Problèmes rencontrés	Avantages	Répétabilité	Reproductibilité
<b>VM</b>	Pas de Poids Lourds Hors site urbain Faible échantillonnage (1 profil) représentativité de 4 configurations/flot de VL ?	Qualification d'un revêtement sur piste d'essai sur chaussée non circulée	$r = 0,7 \text{ dB(A)}$	$R = 1,6 \text{ dB(A)}$
<b>VI</b> (S 31119) ou <b>SPB</b> (ISO 11819-1)	Hors site urbain Faible échantillonnage (1 profil) Nécessité de véhicules isolés (condition de trafic particulière)	Possibilité de calculer le $L_{Aeq}$	$r = 1 \text{ dB(A)}$	$R = 1,5 \text{ dB(A)}$
<b>CPX</b> (XP S 31145)	Problème d'immunité aux bruits extérieurs Impossibilité de calculer un $L_{Aeq}$ (pas de Poids Lourds)	Adaptable en milieu urbain Mesures sur un long linéaire Mesures sur piste d'essai (Relation texture/bruit)	$r = 0.6 \text{ dB(A)}$	$R = 1,0 \text{ à } 2 \text{ dB(A)}$ Selon application

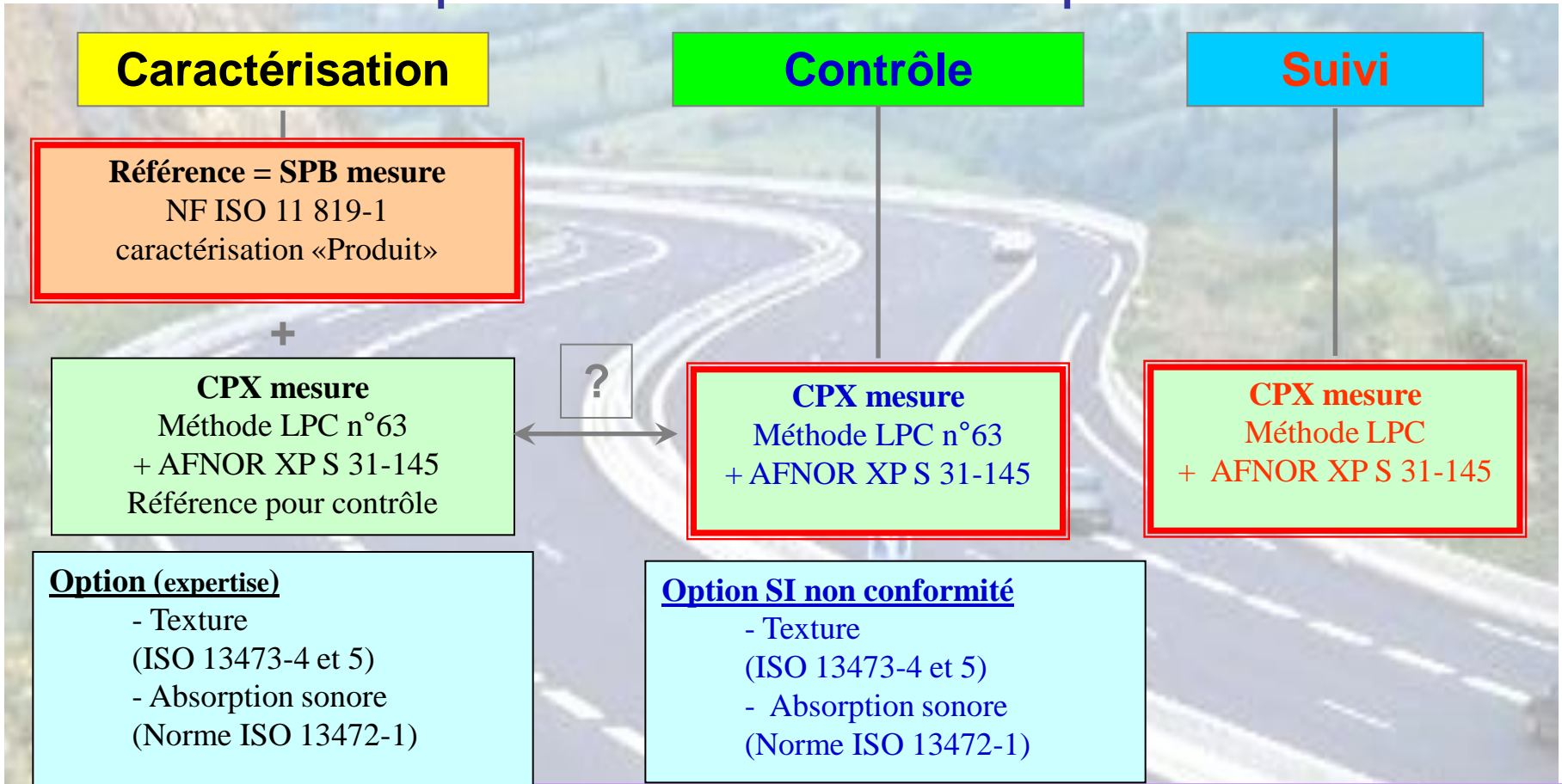
*Nota: Nécessité de séparer des revêtements dans une fourchette de 2 dB(A)*





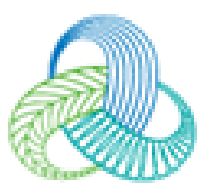
**Procédures concertées Administration/ Entreprises (CFTR 2006)**

# Atténuation des performances acoustiques



**Projet National de procédures pour l'évaluation du bruit des surfaces routières**





## MESURE DU BRUIT DE ROULEMENT : principales conclusions

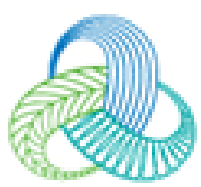
- Vitesse > 40 km/h, bruit de roulement source de bruit prépondérante, VL mécanique, mais niveau + faible (30 km/h) pour l'électrique!
- Diverses méthodes permettent de qualifier et de classer les revêtements de chaussée.

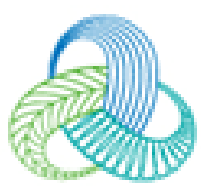
*Ces méthodes ne sont pas directement comparables*

- ✓ Caractérisation fine d'une technique, comparaison de revêtements dans l'environnement >> VI / VM
- ✓ Contrôle de performances après chantier >> CPX
- ✓ Suivi dans le temps, auscultation de réseau >> CPX

*Nota: Nécessité de séparer des revêtements dans une fourchette de 2 dB(A)*







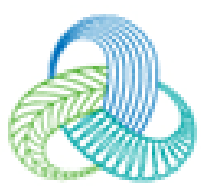
# Evolutions des revêtements



- **1985** → Enrobés ciblés à l'entretien de surface :
  - Adhérence ▶▶ BBTM ou (VTAC) (2 à 3 cm)
  - Confort, visibilité, sécurité ▶▶ **BBDr ou PAC** (4 cm) **version 0/6**
  - Réduction du bruit ▶▶ **BBTM ou VTAC 0/6**
- **1990** → Enrobés ciblés sur les propriétés acoustiques :
  - ▶▶ **BBTM ou VTAC classe 2** (poreux)
  - ▶▶ **BBDr ou PAC 0/6**
  - **Produits spéciaux d'entreprise** ▶▶ ajouts de caoutchouc
- **2005** → **Nano- revêtements** : 0/4 discontinu – procédés d'entreprise (3 cm)
- **2010** → **Nouveaux concepts de « coloration du bruit »**



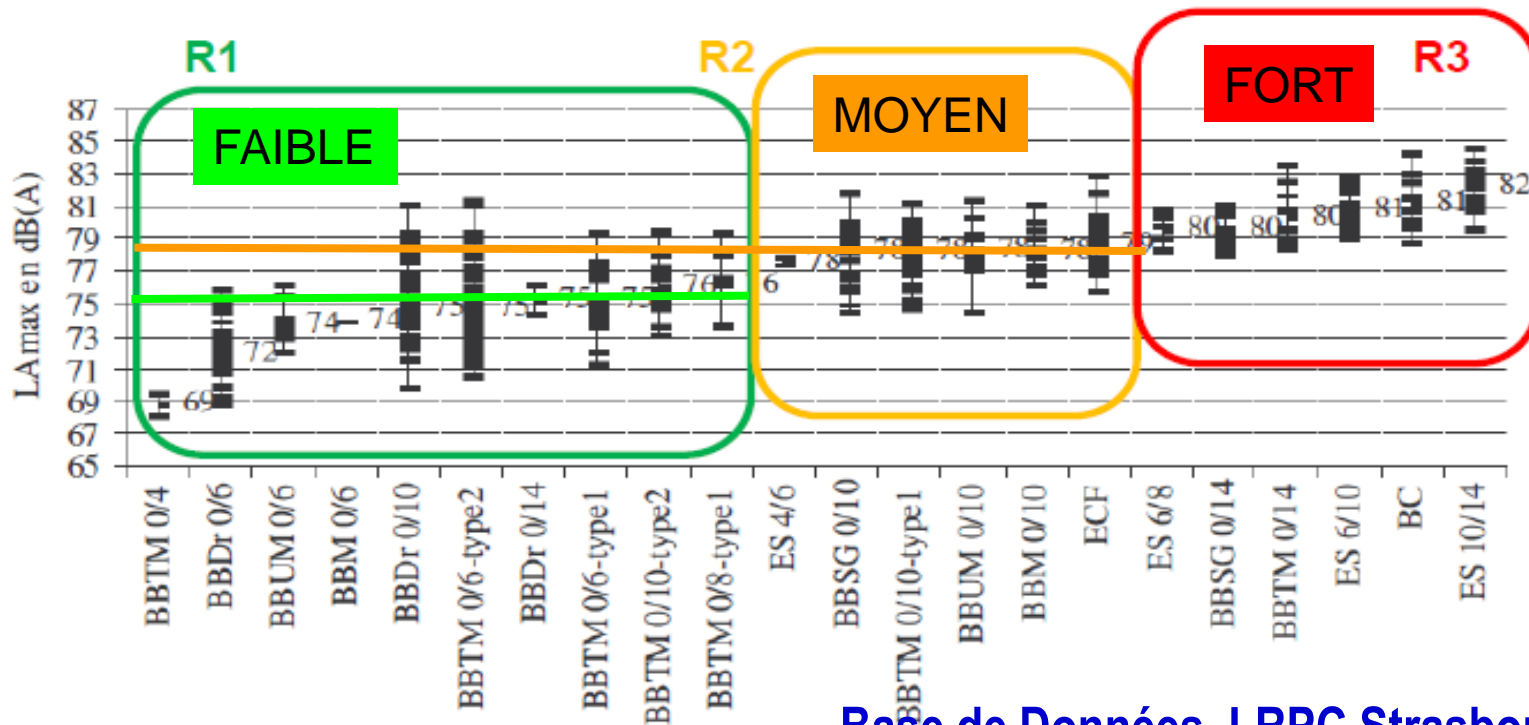




# Revêtements : 3 classes de bruit

French data base : 403 SPB measurements on Light Vehicles

31/12/09 ( $L_{Amax}$ , température de 20°, vitesse 90 km/h)



Base de Données, LRPC Strasbourg 2010

- étendue moyenne 8 dB(A)
- forte dispersion



# Base de données

- Même hiérarchisation des revêtements pour:
  - les trains routiers, méthode SPB
  - les mesures en continue CPX

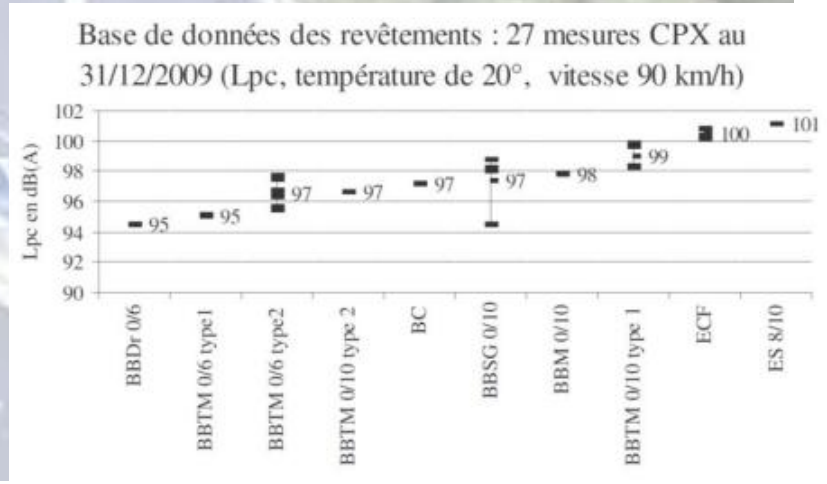
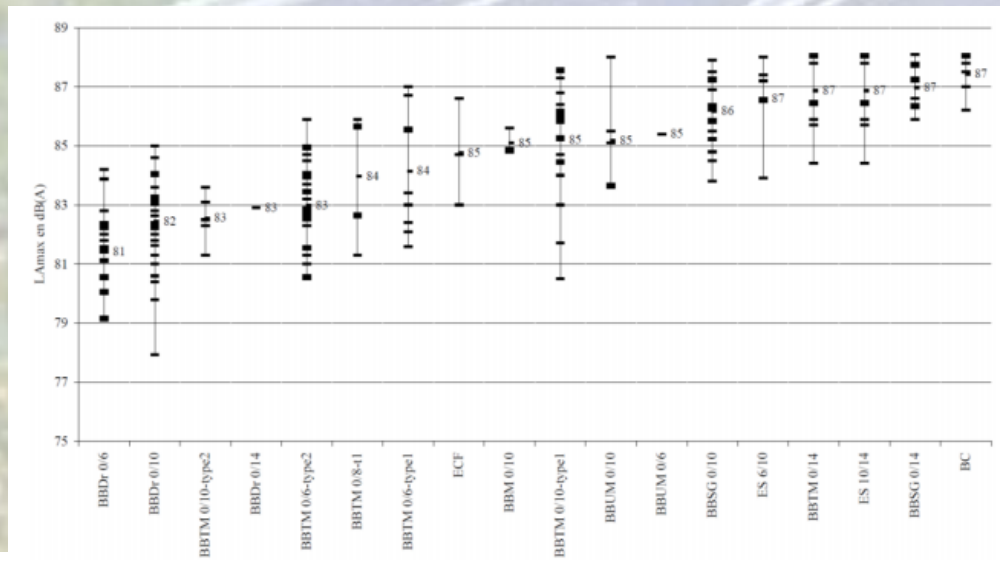
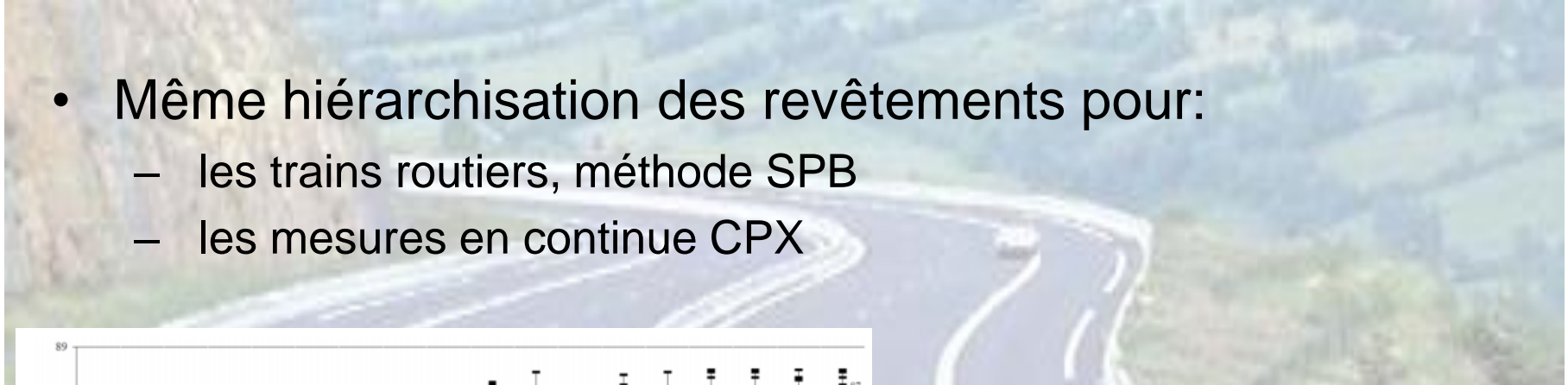
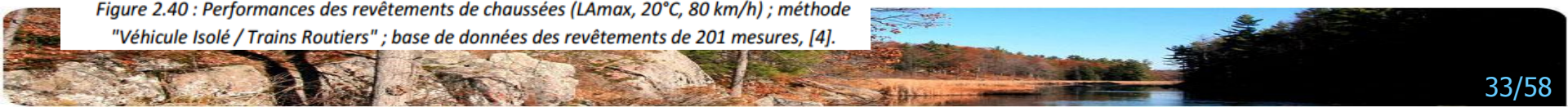
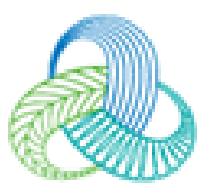


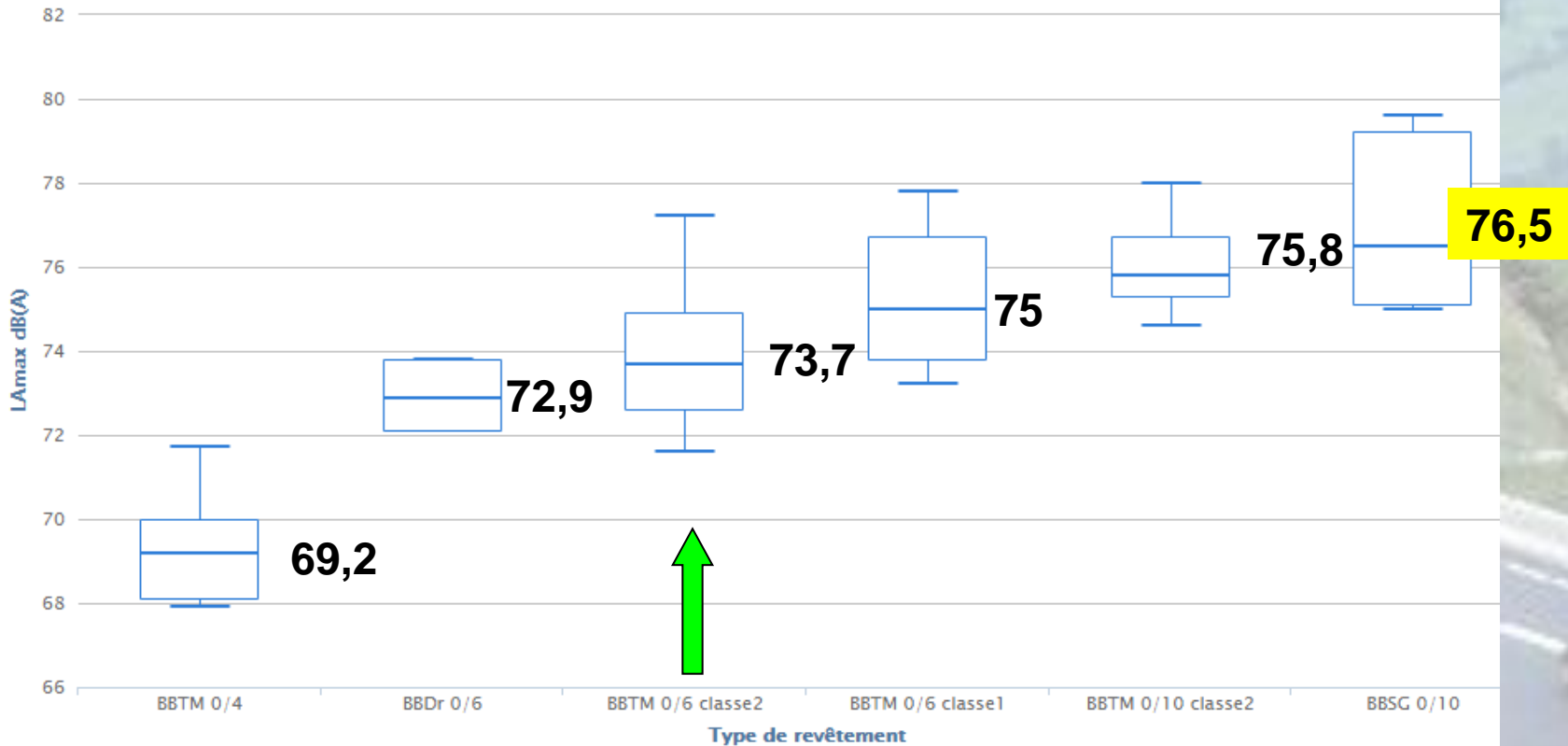
Figure 2.40 : Performances des revêtements de chaussées (L<sub>max</sub>, 20°C, 80 km/h) ; méthode "Véhicule Isolé / Trains Routiers" ; base de données des revêtements de 201 mesures, [4].

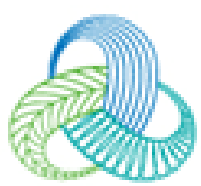




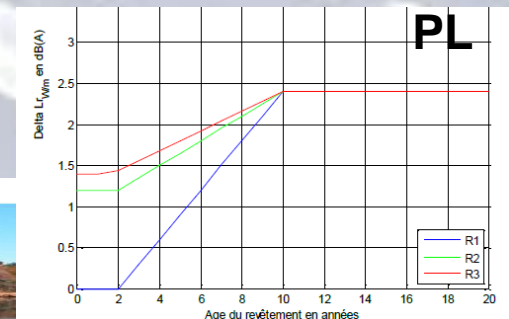
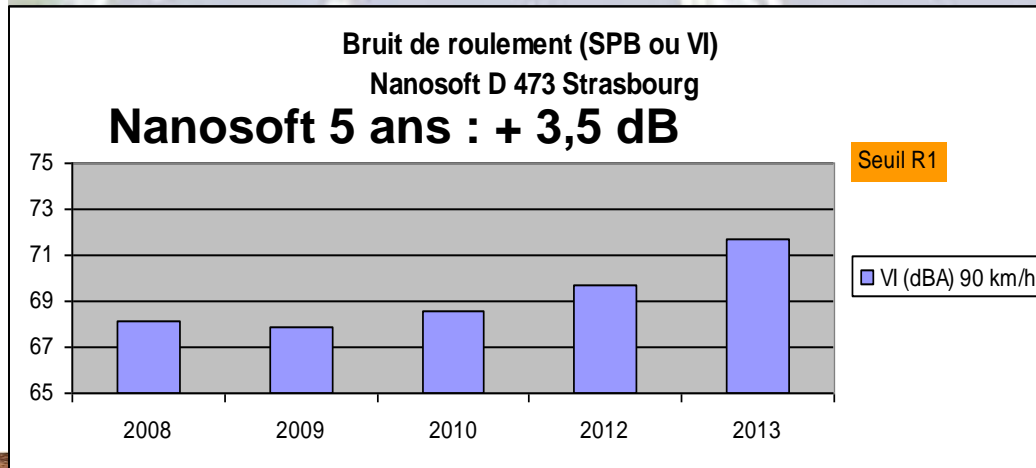
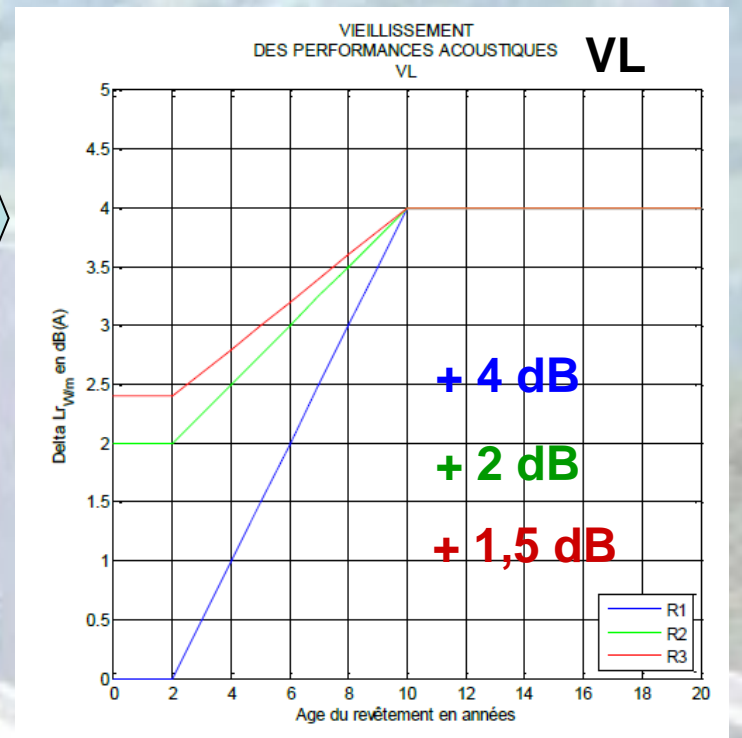
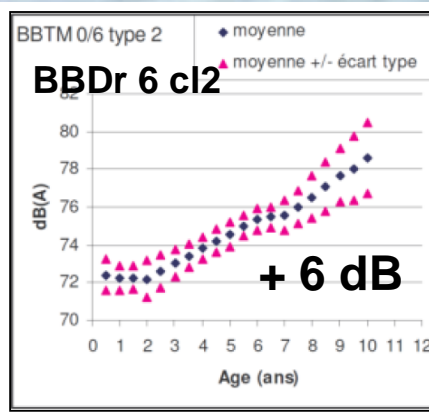
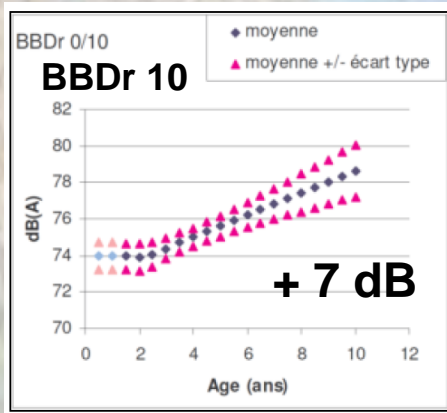
# Revêtements « acoustiques »

Base de données revêtements: 103 mesures VI/VL au  
24/11/2015 (LAmax, température de 20°, vitesse 90 km/h)  
revêtements de 0 à 6 ans



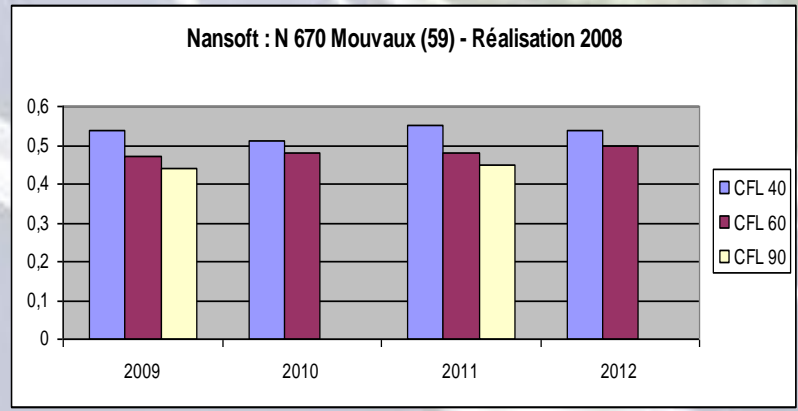
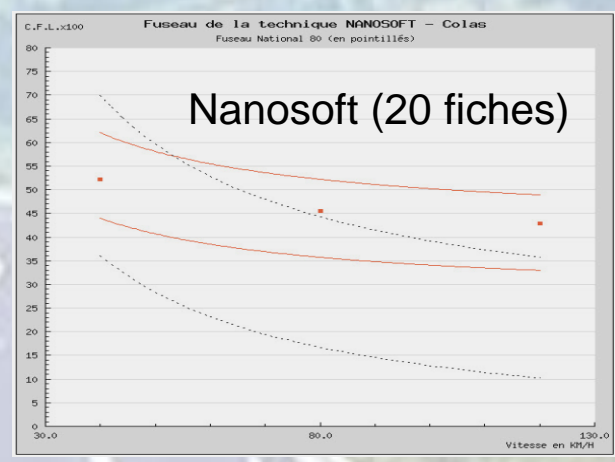
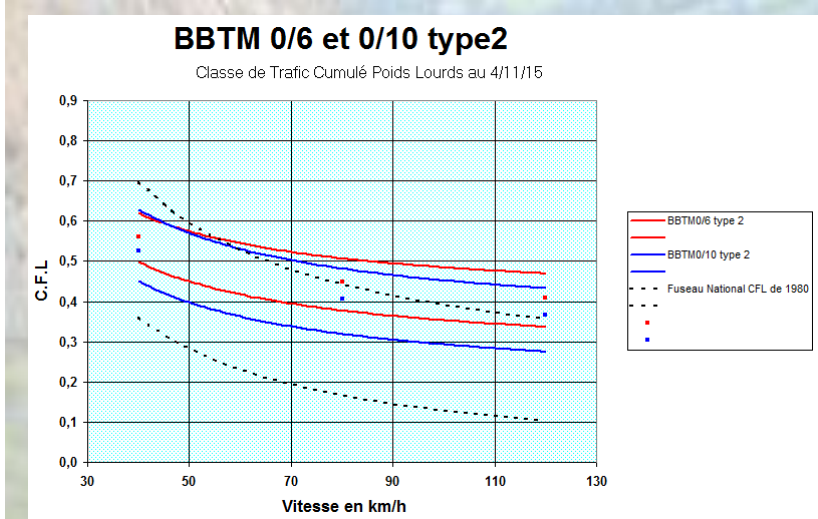


# Évolution des propriétés acoustiques



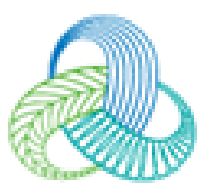


# Adhérence excellente des BB acoustiques



Peu d'évolution dans le temps





## Composantes communes des revêtements acoustiques:

### Composition des mélanges :

- Dmax 6 mm
- courbe granulométrique fortement discontinue
- passant à 2mm : faible (< 25%)
- % mastic (association fines/bitume) : élevé
- liant visqueux et peu susceptible : BmP
- forte porosité (15 à 25 %)

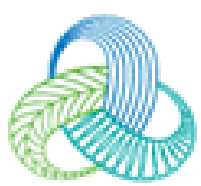
Catégorie R1	Catégorie R2	Catégorie R3
BBTM 0/6 types 1 et 2	BBTM 0/10 type 1	BC
BBUM 0/6	BBSG 0/10	BBTM 0/14
BBDr 0/10	ECF	BBSG 0/14
BBTM 0/10 type 2	BBUM 0/10	ES 6/10
		ES 10/14



### Conditions de mise en œuvre adaptées:

- épaisseur mince (4cm) à très mince (2,5 cm)
- forte influence de la macro, micro texture
- qualité de l'uni dans les PO et MO, pas de défauts périodiques
- texture suffisante PMT (SP) > 0,7 mm
- bonnes performance d'adhérence.

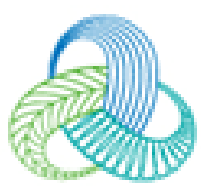




## Choix de la couche de roulement

- Le bruit de roulement est directement lié à la taille maximale des granulats, à la mise à plat des granulats (texture négative), à la porosité de l'enrobé
- Utilisation de BBDr 0/10 ou 0/6 traditionnels sur voies rapides. Gain voisin de 3 à 5 dB(A)
- Mais en milieu urbain, perte des performances après 1 ou 3 ans (colmatage)
- Développement d'enrobés très minces (2 à 3 cm) peu bruyants BBTM «classe 2», ou BBDr en couche très mince de granularité 6 ou 10 mm.



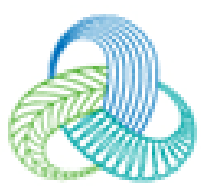


## Revêtements peu bruyant : profil type

- **BBTM 0/6 type 2 (NF EN 13 108-2) : 20 à 25% vides**
- **Formule intermédiaire entre BBTM traditionnels et BBDr**
- **Composition « moyenne »:**
  - Faible proportion de sable : 0/2 au dosage de 15 à 25% [20%]
  - Gravillons 4/6 (bien calibrés) : dosage 75 à 85% [80%]
  - Fines d'apport : 1 à 2%
  - Bitume modifié par des polymères : 5,4 à 6,2 % [6,0%]

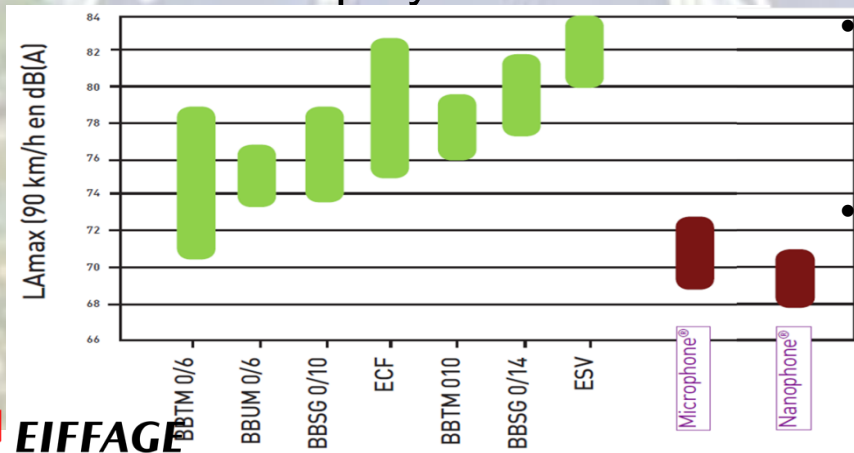






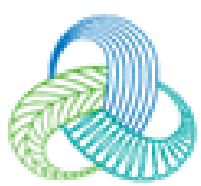
## Produits EIFFAGE : MICROPHONE® et NANOPHONE®

- **Bétons bitumineux acoustiques** de roulement, granularité 0/6 discontinue ou 0/4, appliqués en épaisseur de 15 à 30 mm.
- **Utilisation BmP fortement modifié**, assurant durabilité des performances mécaniques et acoustiques.
- Produits développés face aux besoins croissants en matière d'environnement et de **réduction du bruit de roulement**.
- Solution polyvalente.



Réduction du bruit de roulement jusqu'à 5dBA (NF EN ISO 11819-1), **division par 3 du bruit lié au trafic**.

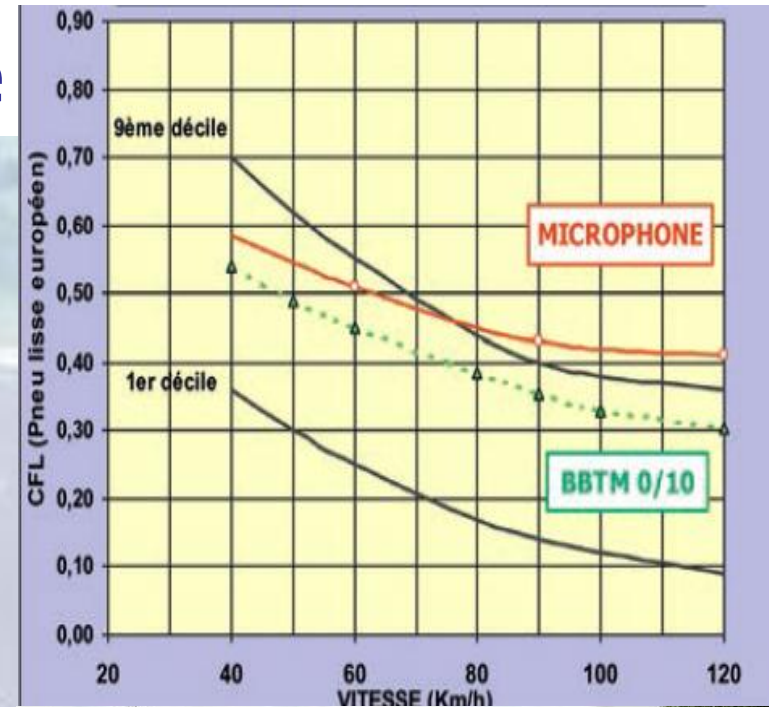
Produits **adaptables au bruit (niveau de bruit, dans les aigus ou les graves)** en termes de composition et de formulation du mélange, particularités fortes des enrobés acoustiques d'EIFFAGE.

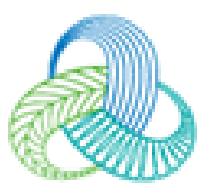


## Adhérence Micro, Nano -Phone

- Très bonne macro-rugosité :
  - **PMT Microphone<sup>®</sup> > 1 mm**
  - **PMT Nanophone<sup>®</sup> ≈ 0.9**

- Niveaux d'adhérence très bons par rapport au fuseau national tous revêtements.  
Le CFL mesurée sur la RN 346 (69) sur un Microphone<sup>®</sup> est donné à titre d'exemple dans le graphique ci-contre.





## Performances mécaniques



Malgré des pourcentages de vides entre 20 et 30% pour favoriser l'atténuation acoustique, les performances mécaniques sont équivalentes à celles d'enrobés type BBTM 0/6 obtenues par :

- **Optimisation granulaire**
- Utilisation d'un **liant polymère adapté** à l'utilisation, notamment au niveau de trafic.

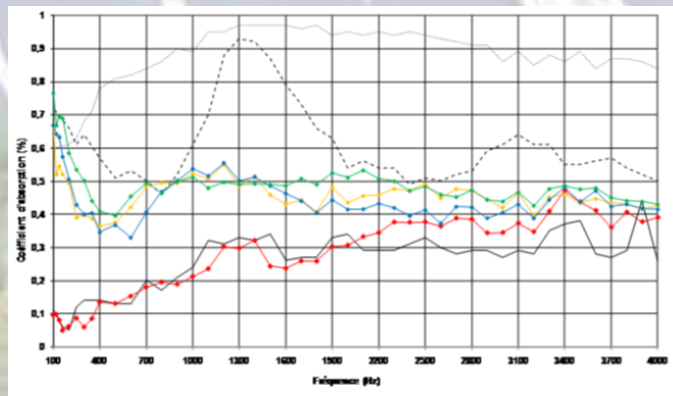
Chantier 2015 du Périphérique de Paris en Microphone®





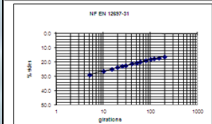
# Les enrobés phoniques d'Euovia : Viaphone

- ▶ **Viaphone® Viaphone® M**
  - › Formulation 0/6 discontinue 2/4mm
  - › Mise en œuvre : 2,5cm et 4cm
- ▶ **Points Forts**
  - › Perception sonore du trafic divisée par 2
  - › Simplicité de mise en œuvre
  - › Excellente adhérence



CRM DE BORDEAUX MERIGNAC

BBTM 2 Styreff 13/40



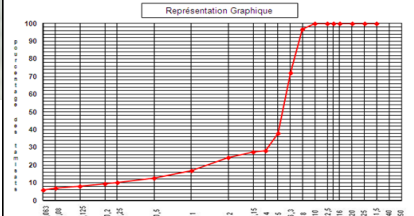
Type d'enrobé		int.	ext.
4/5 Goadq		54.8%	58%
0/2 Lannurien		23.6%	25%
5/8 Granusil		14.2%	15%
Filler Calcaire		1.9%	2%
Styreff 13/40		5.5%	5.8ppc
- Module de richesse K (info)		3.55	

V1 = 33.40 pente = 3.34

ORNIERAGE NF EN 12697-22		Ségrégations Vides %		NF EN 12697-12	
Nombre de cycles	Orniérage	Spécification	25	22.8	
3 000	6.1	≤ 15%			
spécifications			25	20-25	

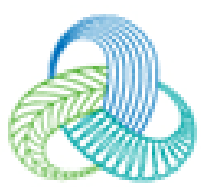
UVB (mm³)	Granulats	2 629	écobes	2 423
	(F <sub>0.075</sub> (Pa))	(F <sub>0.075</sub> (Pa))	(ITSR %)	spécif
A	998	1016	100	75%
spécifications				
B	C <sub>0.075</sub> (Pa)	C <sub>0.075</sub> (Pa)	(FC %)	spécif

Représentation Graphique



Essais complémentaires	Essai cantibre (NF EN 12697-17)	Pourcentage perte de masse	Spécifications
		11.70%	<20%

Bon retour expérience M on ne perd que 0,5 dBA / an, autonettoyant sur la profondeur mais attention bonne formule R orniérage

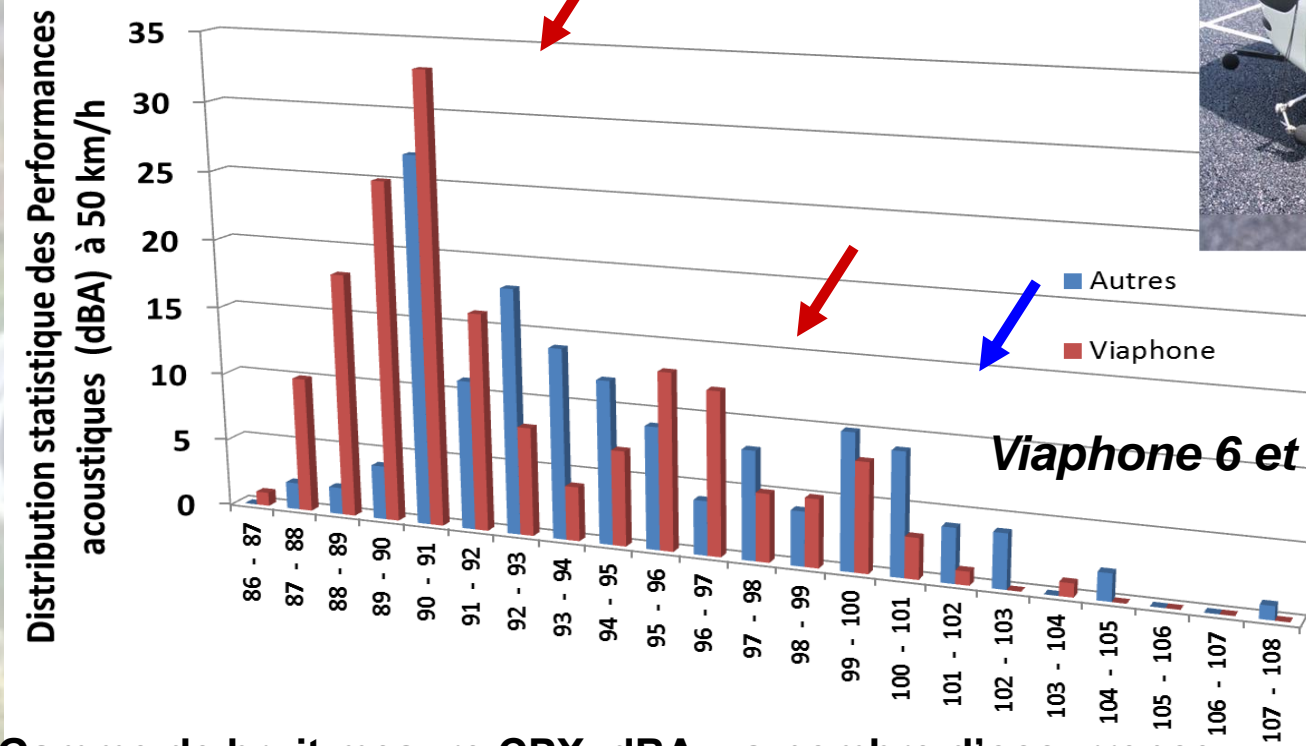


# Retour d'expériences Viaphone®



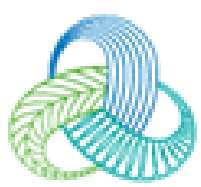
Extrait campagne de mesure de bruit des revêtements en Europe

France, Belgique, Pologne, République Tchèque



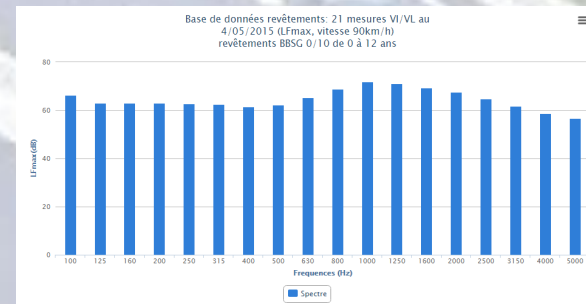
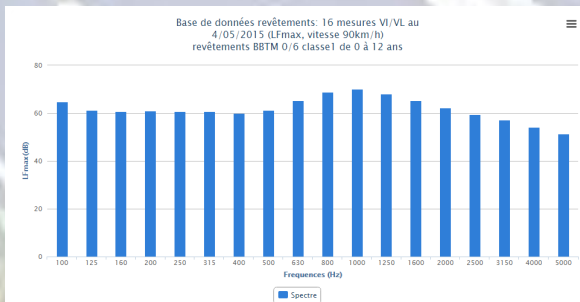
Gamme de bruit mesure CPX, dBA, vs nombre d'occurrence, âges très différents (< 8 ans).





## Perspectives

- ▶ Optimum performances mécaniques / performances acoustiques
- ▶ Pas de formulation avec réduction du D (favorise la rétention d'eau)
- ▶ Travaux sur la **qualité sonore** des revêtements routiers
  - › Amélioration du ressenti du bruit de roulement par les usagers
  - › Prévenir les risques liés à l'augmentation des véhicules électriques dans les centres villes



Spectres acoustiques : BBTM 6 classe 2

et BBSG 10 traditionnel





# Perspectives: sonie et autres indicateurs de psycho-acoustique

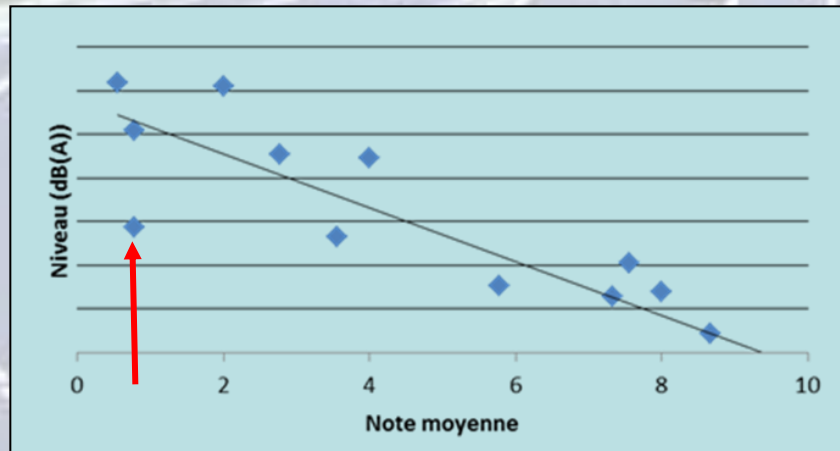
## ► Collaboration EUROVIA, ARTS & METIERS PARITECH – LMVA



### › Utilisation de la Psycho acoustique

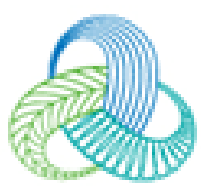
(science de l'interprétation auditive chez l'être humain)

### › Les dB seuls ne sont pas corrélés à la perception de l'utilisateur



Notes d'un jury «test» sur des bruits de revêtements enregistrés à 50km/h





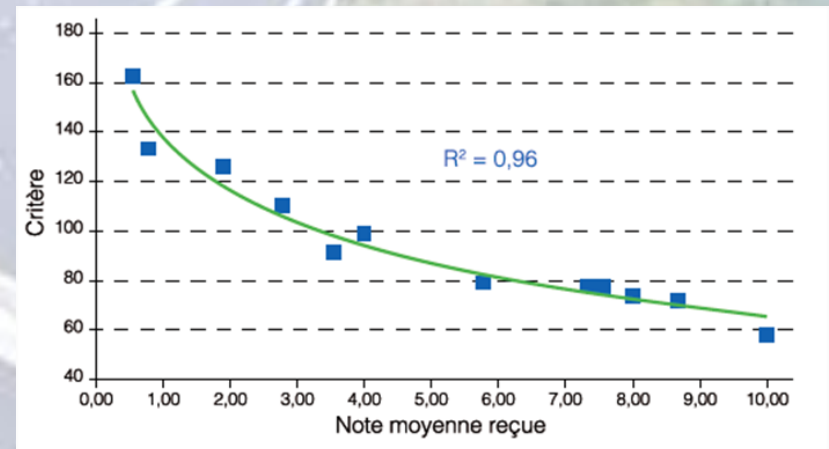
## Perspectives: sonie et autres indicateurs de psycho-acoustique



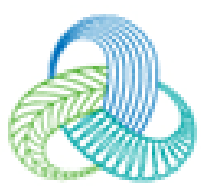
- ▶ Recherche des facteurs prédominant de la perception «qualité d'un son»
- ▶ Modélisation d'une corrélation entre les caractéristiques physiques du son et le ressenti par les usagers.
- ▶ Développement d'un indicateur de la qualité sonore des revêtements routiers

Prend en compte :

- › Niveau dB (Puissance Sonore)
- › Sonie (Intensité Sonore)
- › Rugosité (Fluctuation d'amplitude)
- › Acuité (Perception des hautes Fréquences)







## Produit acoustique Colas: Nanosoft (>2008)



### PLUS DE SILENCE POUR VOS RIVERAINS

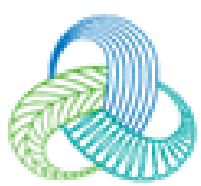
Les **résultats exceptionnels** de Nanosoft s'expliquent par l'originalité de sa formulation et la conjugaison de deux actions complémentaires :

- sa **faible granularité** qui atténue très fortement le bruit de roulement né du contact entre les pneus et la chaussée ;
- son **réseau de microvides** qui piège les bruits résiduels.



**Nanosoft**  
Le revêtement silencieux





# Nanosoft: performances acoustiques



## RD 974 – Côte-d'Or

Performances acoustiques : plus de silence

**L<sub>Amax</sub> en dB (A)**

Mesures de bruit après six mois, sous trafic T, mesures V1 (norme NF EN ISO 11819-1) à 20 °C, à 90 km/h

**69,4** Nanosoft 0/4 BBTM  
**78,6** BBTM 0/10 Témoin **- 9,2 dB (A)**

\* Source : CETE de Lyon

## Av. Saint-Jean-Baptiste – Nice

**CPX en champ proche en dB (A)**

Mesures de bruit après 2 semaines suivant la norme CD 11819-2 à 50 km/h

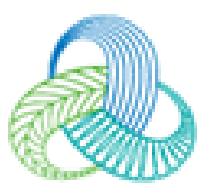
**84,1** Nanosoft 0/4 BBTM  
**93,7** BBTM 0/10 Témoin **- 9,6 dB (A)**

\* Source : Ecoliant



### Les performances de Nanosoft\*

- Gain de **9 dB (A)**
- Puissance sonore liée au trafic divisée par **8**
- Distance de freinage réduite



**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



**CONGRÈS INFRA 2015**  
30 novembre au 2 décembre  
Centre des congrès de Québec

Valorisation des infrastructures dans l'espace public



# PLUS DE LONGÉVITÉ POUR VOS INFRASTRUCTURES

Grâce à la qualité du liant utilisé, Nanosoft offre une **résistance à l'orniérage** très élevée et permet un excellent comportement mécanique des chaussées.

L'**efficacité acoustique** est conservée dans le temps grâce à la formulation et au type de matériaux utilisés. Nanosoft assure la **pérennité des performances**.



salon des maires

LAUREAT PRIX de INNOVATION 2006

Centre de Recherche et de Développement sur le Bruit

Membré du CIDB

CIDB

## RD 974 – Côte-d'Or

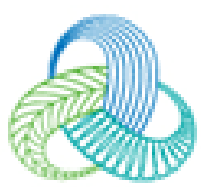
Performances d'adhérence : plus de sécurité

### Coefficient de Frottement Longitudinal (CFL)

Mesures à six mois sous trafic TI

	40 km/h	60 km/h	90 km/h
Nanosoft 0/4 BBTM	0,68	0,62	0,57
BBTM 0/10 Témoin	0,65	0,50	0,39
Amélioration de l'adhérence	+ 5%	+ 24%	+ 46%

\* Source : LRPC d'Autun



## Etat des connaissances, recherches en cours

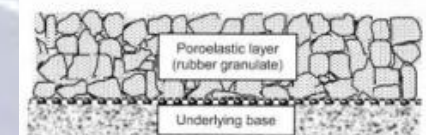


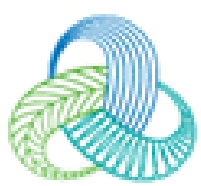
Figure 2.23 : Béton bitumineux

- Enrobés drainants «double couche» (pas d'application)
- Revêtements « souples » ou poro-élastiques incorporant des copeaux de caoutchouc (20% en volume) en guise d'une partie des granulats (abandonné)
- **Micro revêtements**, NanoSoft, NanoPhone (attention à la texture minimale en ville)
- **Généraliser les techniques éprouvées** (BBTM poreux 6-10),
- Recherches sur les analyses spectrales, sonorité des bruits,...

### Recherches du futur ?

- Revêtements poro-élastiques : - 7 à 12 dB (caoutchoucs agglomérés par un liant polyuréthane, collés au support par liant spécial), Japon, Suède

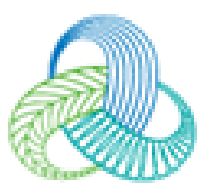




## CONCLUSIONS

- ❖ Réduction à la source du bruit routier est indispensable.
- ❖ Revêtements peu bruyants sont opérationnels, disposent d'un bon retour d'expérience.
- ❖ Evaluation du bruit par des méthodes éprouvées (SPB, CPX) :
  - ✓ Dispersion sur un même revêtement, une section, un itinéraire,
  - ✓ Performances à long terme,
  - ✓ Méthodes complémentaires, domaine d'emploi approprié
- ❖ Mais leur emploi reste faible, marché de niche:
  - ✓ Méconnaissance des performances, mesures,
- ❖ Recherches sur la sonie et indicateurs psycho-acoustiques.





**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie

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



Liens internet:

- Note de sensibilisation bruit (GNCDS)  
<http://www.idrrim.com/publications>
- Base de données bruit de Strasbourg  
<http://213.215.52.146/BDBruitDeRoulement>
- Colloque Bruit Paris (27/11/2014), forum des acteurs  
<http://www.bruitparif.fr/ressources/170#.VlhIRXt6hs4>

Etat des lieux des performances acoustiques des revêtements de chaussées", dossier technique et pédagogique, Bruitparif, décembre 2011 :  
[http://www.bruitparif.fr/sites/forum-des-acteurs.bruitparif.fr/files/ressources/Rapport\\_Revetement\\_Chausee\\_Silencieux.pdf](http://www.bruitparif.fr/sites/forum-des-acteurs.bruitparif.fr/files/ressources/Rapport_Revetement_Chausee_Silencieux.pdf)

