



JOURNEES
TECHNIQUES
ACOUSTIQUE
ET VIBRATIONS



Caractérisation acoustique des revêtements : essais croisés de dispositifs de mesure CPX

Joël Lelong (IFSTTAR/AME/LAE), Fabienne Anfosso-Lédée (IFSTTAR/MAST),
Bertrand Soldano (CEREMA/DTerE)



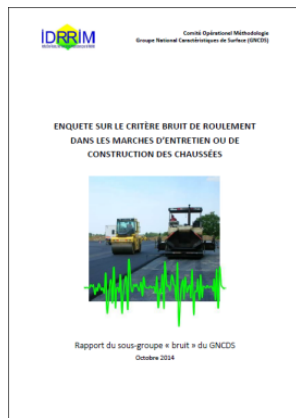
Cerema DTerNC – Rouen – 11 & 12 mai 2017



Le contexte (1/3)

- **Rapport IDDRIM/GNCDS (10/2014)**

- **Enquête nationale du SG Bruit du GNCDS :**



- Le bruit est une préoccupation réelle des gestionnaires de réseaux
 - Les revêtements de chaussée comme moyens de réduction du bruit routier :
 - 51% des interrogés estiment manquer d'information
 - Principal reproche : absence de garanties sur la pérennité des performances acoustiques
 - Absence d'obligation réglementaire ou de référentiel normatif
 - Méthodes de mesures (SPB, CPX) mal connues des gestionnaires

- **Méthodologie GNCDS pas connue (4,4 % des personnes interrogées)...**

Le contexte (2/3)

- **Projet Rosanne**
 - **Procédure de caractérisation acoustique des revêtements.**
 - Basée sur CPX avec pneu SRTT
 - Compatible CNOSSOS-EU
 - Conformité à la réception
 - Pérennité acoustique
 - Proposée à la normalisation européenne (CEN/TC227/WG5)

Le contexte (3/3)

- **RST :**
 - **Nécessité de calibrer les systèmes de mesure CPX (pb pneumatique de référence cf ISO 11819-3, comparaison véhicule/remorque)**
- **CSTA (Plateforme Filière Automobile) :**
 - **Soutient la mise au point d'une méthode de caractérisation acoustique des revêtements.**



Groupe de travail CSTA

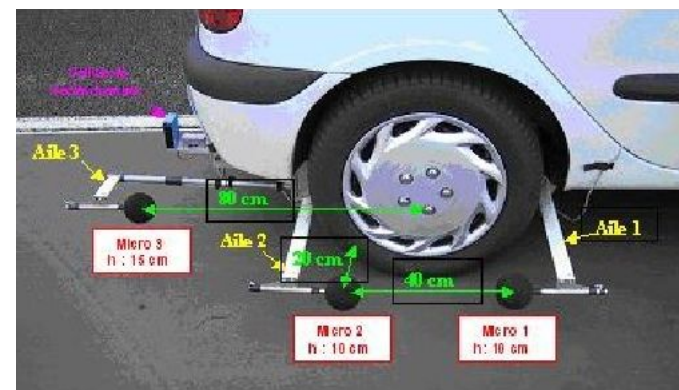
- Michelin, Colas, IFSTTAR, Acoucité
- Essais croisés (IFSTTAR/Nantes 10-11/2016)
 - **Objectifs :**
 - **Valider** sur piste la **méthode de caractérisation acoustique** des revêtements basée sur des mesures CPX
 - **Qualifier** la mesure CPX à l'aide de la **remorque**
 - Obtenir des éléments de **comparaison** entre **remorque** CPX et **véhicules** instrumentés
 - Constituer une **référence pour l'étalonnage** des différents systèmes de mesure

Essais croisés CPX : les équipes

- IFSTTAR/AME/LAE
- CEREMA/DTerE/LRS
- CEREMA/DTerCE/LRCF
- Michelin
- Ville de Paris
- Colas
- Eurovia



Essais croisés CPX : les dispositifs de mesure



(DTerCE/LRCF)



Essais croisés CPX : les dispositifs de mesure



(DTERE/LRS)

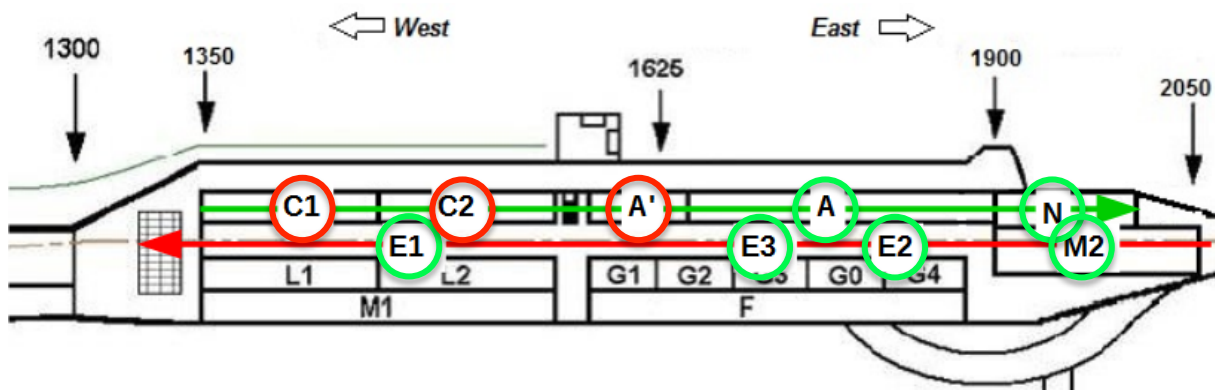


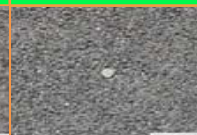
Essais croisés CPX : les dispositifs de mesure



Essais croisés CPX : les revêtements testés

- Piste d'essai de l'IFSTTAR (Nantes)



A	N	E1	E2	M2	E3	A'	C1	C2
BBDr 0/6	BBSG 0/8 (ISO 10844)	BBSG 0/10 (récent)	BBSG 0/10 (ancien)	BBTM 0/6 cl. 2	SMA 0/10	ES 8/10	BB 0/10	ES 10/14-4/6
2006	2012	2006	1981	2001	2016		2015	2014
								

Essais croisés CPX : les pneumatiques utilisés

MICHELIN Energy Saver+ 195/65 R15



1 jeu « neuf » (450 km)

1 jeu « ancien » (5000 km)



IFSTTAR

1 jeu « neuf » (450 km)



Cerema (DTerE/LRS)



1 jeu (800 km)
(195/60 R15)



Essais croisés CPX : les pneumatiques utilisés



MICHELIN Energy E-V 195/55 R16

1 jeu « neuf »

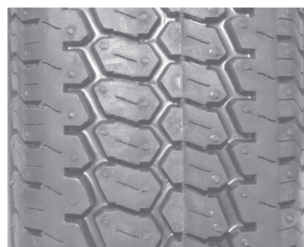


BRIDGESTONE Blizzak LM30Z (M+S) 195/60 R15

 Cerema (DTErCE/LRCF) 1 jeu « ancien » (6460 km)



MICHELIN X-ICE 195/60 R15



AVON Supervan AV4* 195/R14C 106/104

 Cerema (DTErE/LRS) 1 jeu



*cf ISO/DTS 11819-3

Essais croisés CPX : les pneumatiques utilisés

UNIROYAL Tiger Paw SRTT* 225/60 R16



 **Cerema**
(DTERE/LRS)

1 jeu
(répétabilité)



1 jeu



*cf ISO/DTS 11819-3

Essais croisés CPX : le protocole expérimental

- Avant chaque série d'essai : préchauffage des pneumatiques (15 mn $50 < v < 80$ km/h)
- Essais :
 - VI : 50 km/h (x3), 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h (x3), 90 km/h
 - Remorque : idem VI + 100 km/h, 110 km/h

Essais croisés CPX : les résultats

COMPARAISON PNEUMATIQUE MICHELIN ENERGY SAVER 195/60/R15							
Planche	Vitesse (km/h)	IFSTTAR- VI	LRS – R	Δ	COLAS (A) - VI	COLAS (N) - VI	EUROVIA - VI
A (BBDr 0/6)	50	84,6	83,9	0,7	88,4	85,6	85,3
	70	88,5	87,1	1,4	93	90,2	89,6
	80	90,1	89	1,1	94,8	91,8	90,7
	90	91,5	90,3	1,2	96,4	93,4	92,3
E1 (BBSG 0/10 récent)	50	85,7	86	-0,3	89,5	87,1	87,2
	70	90,3	90,3	0	94,5	91,7	91,9
	80	92,1	92	0,1	96,5	93,6	93,6
	90	93,7	93,5	0,2	98,3	95,1	95,1
E2 (BBSG 0/10 âgé)	50	90,2	89,3	0,9	92	90,3	90,6
	70	95,2	94,1	1,1	96,9	95,3	95,7
	80	97,1	96	1,1	99	97,2	97,7
	90	98,9	97,7	1,2	100,7	99,1	99,2
E3 (SMA 0/10)	50	87,7	86,7	1	91,5	88,2	88,2
	70	92,3	91,1	1,2	96,6	92,9	93
	80	94,1	92,9	1,2	98,7	94,8	94,7
	90	95,7	94,4	1,3	100,5	96,4	96
N (BBSG 0/6 – ISO 10844)	50	85	84,2	0,8	90,7	85,2	86,2
	70	90,5	89,3	1,2	96,8	90,7	91
	80	92,7	91,3	1,4	99,2	92,8	93
	90	94,6	93,1	1,5	101,3	94,9	94,8
A (ER 8/10)	50	NM	90,8	NM	95,8	93,7	94,2
	70	NM	96	NM	100,8	96,7	99,6
	80	NM	98,1	NM	102,8	101,2	102,2
	90	NM	100,2	NM	104,6	103,1	103,5
M2 (BBTM 0/6 Classe 2)	50	85,4	84,7	0,7	NM	NM	86,2
	70	89,4	88,9	0,5	NM	NM	90,4
	80	90,1	90,5	-0,4	NM	NM	92
	90	92,4	92	0,4	NM	NM	93,8

Essais croisés CPX : les résultats

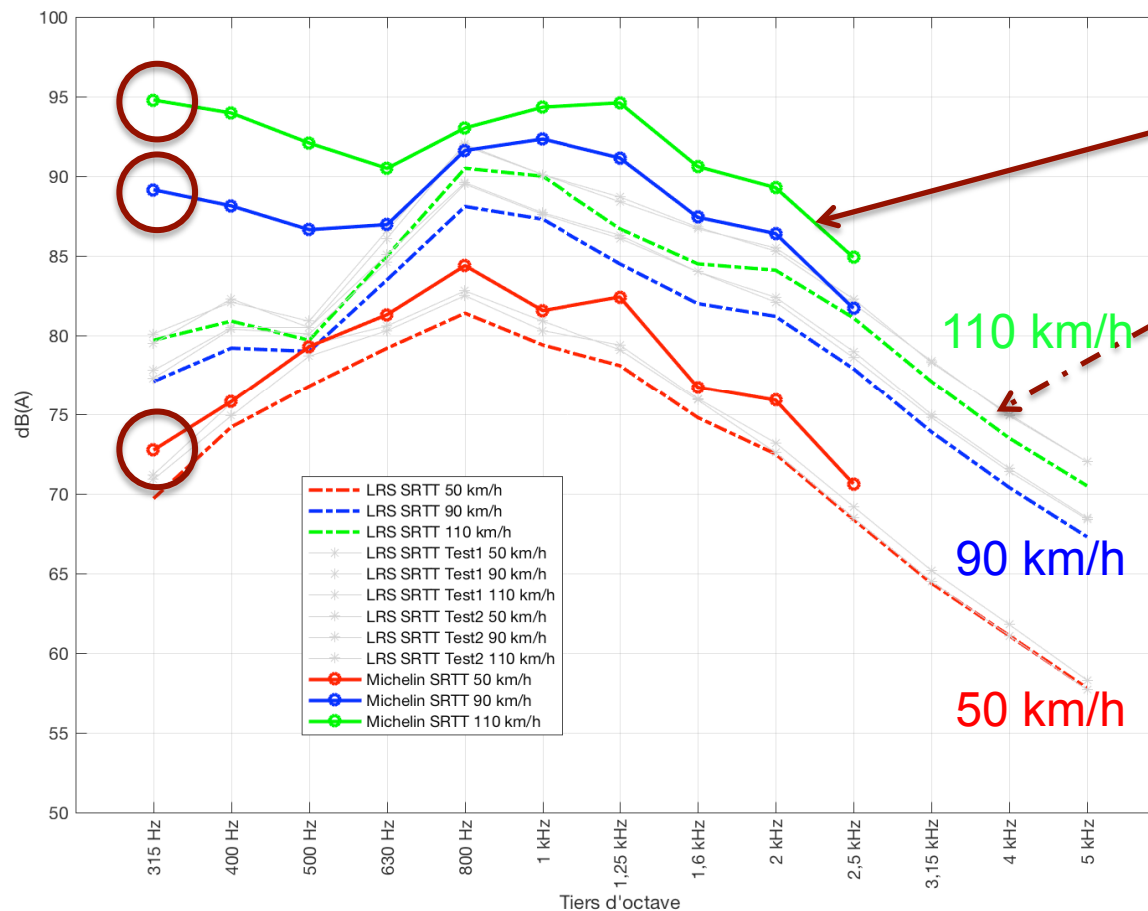
COMPARAISON PNEUMATIQUE MICHELIN NEIGE 195/60/R15				
Planche	Vitesse (km/h)	IFSTTAR- VI	MICHELIN -VI	Δ
A (BBDr 0/6)	50	84	85,4	1,4
	70	88,2	92	3,8
	80	89,9	94,7	4,8
	90	91,4	97	5,6
E1 (BBSG 0/10 récent)	50	85,3	88,9	3,6
	70	89,8	95,2	5,4
	80	91,5	97,7	6,2
	90	93,1	99,9	6,8
E2 (BBSG 0/10 âgé)	50	89,5	90,1	0,6
	70	94,3	96,1	1,8
	80	96,2	98,5	2,3
	90	97,9	100,6	2,7
N (BBSG 0/6 – ISO 10844)	50	85,5	87	1,5
	70	90,5	93,8	3,3
	80	92,4	96,5	4,1
	90	94,2	98,8	4,6
M2 (BBTM 0/6 Classe 2)	50	84,7	90,1	5,4
	70	88,3	96,1	7,8
	80	90,6	98,5	7,9
	90	92,1	100,6	8,5

Essais croisés CPX : les résultats

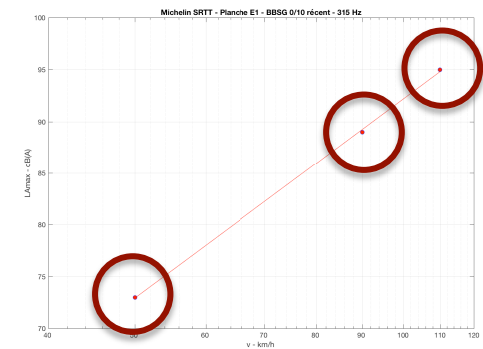
COMPARAISON PNEUMATIQUE SRTT UNIROYAL Tiger Paw 225/60R16								
Planche	Vitesse (km/h)	Michelin VI	LRS – R	Δ	LRS – R T1	LRS – R T2	$\Delta 1$	$\Delta 2$
A (BBDr 0/6)	50	90,5	84,1	6,4	84,4	84,5	-0,1	0,35
	70	96,1	88	8,1	88,6	88,4	0,2	0,5
	80	98,4	89,5	8,9	90,3	89,9	0,4	0,6
	90	100,3	90,8	9,5	91,8	91,3	0,5	0,75
E1 (BBSG 0/10 récent)	50	91,1	86,2	4,9	87,2	87	0,2	0,9
	70	97,1	90,3	6,8	91,2	91,1	0,1	0,85
	80	99,5	92	7,5	92,8	92,7	0,1	0,75
	90	101,7	93,4	8,3	94,2	94,1	0,1	0,75
E2 (BBSG 0/10 âgé)	50	90,7	88,6	2,1	90,1	90,1	0	1,5
	70	97,5	93,6	3,9	94,9	94,6	0,3	1,15
	80	100,2	95,6	4,6	96,7	96,4	0,3	0,95
	90	102,6	97,3	5,3	98,4	98	0,4	0,9
E3 (SMA 0/10)	50	NM	87,4	NM	88,2	88,6	-0,4	1
	70	NM	91,6	NM	92,4	92,6	-0,2	0,9
	80	NM	93,3	NM	94,1	94,1	0	0,8
	90	NM	94,8	NM	95,6	95,5	0,1	0,75
N (BBSG 0/6 – Type ISO 10844)	50	90,1	86,1	4	86,9	86,7	0,2	0,7
	70	97,3	91,6	5,7	91,5	91,3	0,2	-0,2
	80	100,1	93,7	6,4	93,4	93,1	0,3	-0,45
	90	102,6	95,6	7	95	94,7	0,3	-0,75
A' (ER 8/10)	50	NM	89,5	NM	91,8	92,4	-0,6	2,6
	70	NM	94,9	NM	97,1	97,3	-0,2	2,3
	80	NM	97	NM	99,2	99,3	-0,1	2,25
	90	NM	98,9	NM	101	101	0	2,1
M2 (BBTM 0/6 Classe 2)	50	89,9	85	4,9	86	85,8	0,2	0,9
	70	95,8	89,2	6,6	90,1	89,9	0,2	0,8
	80	98,1	90,8	7,3	91,8	91,6	0,2	0,9
	90	100,2	92,3	7,9	93,2	93	0,2	0,8
C2 (ES 10/14 – 4/6)	50	NM	90,8	NM	93,7	93,5	0,2	2,8
	70	NM	97,1	NM	99,5	99,1	0,4	2,2
	80	NM	99,6	NM	101,8	101,3	0,5	1,95
	90	NM	101,8	NM	103,8	103,2	0,6	1,7

Essais croisés CPX : les résultats (3/4)

Comparaison pneus UNIROYAL Tiger Paw SRTT (spectres – BBSG 0/10 récent)



$$L = 89,2 + 63,9 \log(v/90)$$



Essais croisés CPX : les résultats (4/4)

Classification des revêtements à 80 km/h (6 revêtements)

80 km/h											
IFSTTAR Michelin Neige	CEREMA/CF Bridgestone	VdP Michelin E-V	EUROVIA Michelin Saver	COLAS Saver (A)	COLAS Saver(N)	IFSTTAR/ Michelin Saver	CEREMA/STB/ Michelin Saver	CEREMA/STB/ SRTT	CEREMA/STB/ SRTT1	CEREMA/STB/ SRTT2	CEREMA/STB/ AV4
89,9	90,5	91,4	90,7	94,8	91,8	90,1	89	89,5	90,3	89,9	92,1
90,6	91,7	92,4	92	96,5	92,8	90,1	90,5	91,6	91,8	91,6	92,8
91,5	92,9	94,2	93	98,7	93,6	92,1	91,3	92	92,8	92,7	94,1
92,4	93,5	95,2	93,6	99	94,8	92,7	92	93,3	93,4	93,1	95,1
92,9	94	95,2	94,7	99,2	97,2	94,1	92,9	93,7	94,1	94,1	95,4
96,2	96,8	97,9	97,7			97,1	96	95,6	96,7	96,4	95,4
Δ	6,3	6,5	7	4,4	5,4	7	7	6,1	6,4	6,5	3,3
A (BBDR 0 / 6) E1 (BBSG 0/10 récent) E2 (BBSG 0/10 âgé) E3 (SMA 0 / 10) N (BBSG 0 / 6 Type ISO 10844) M2 (BBTM 0 / 6 cl2)											

Essais croisés CPX : les résultats

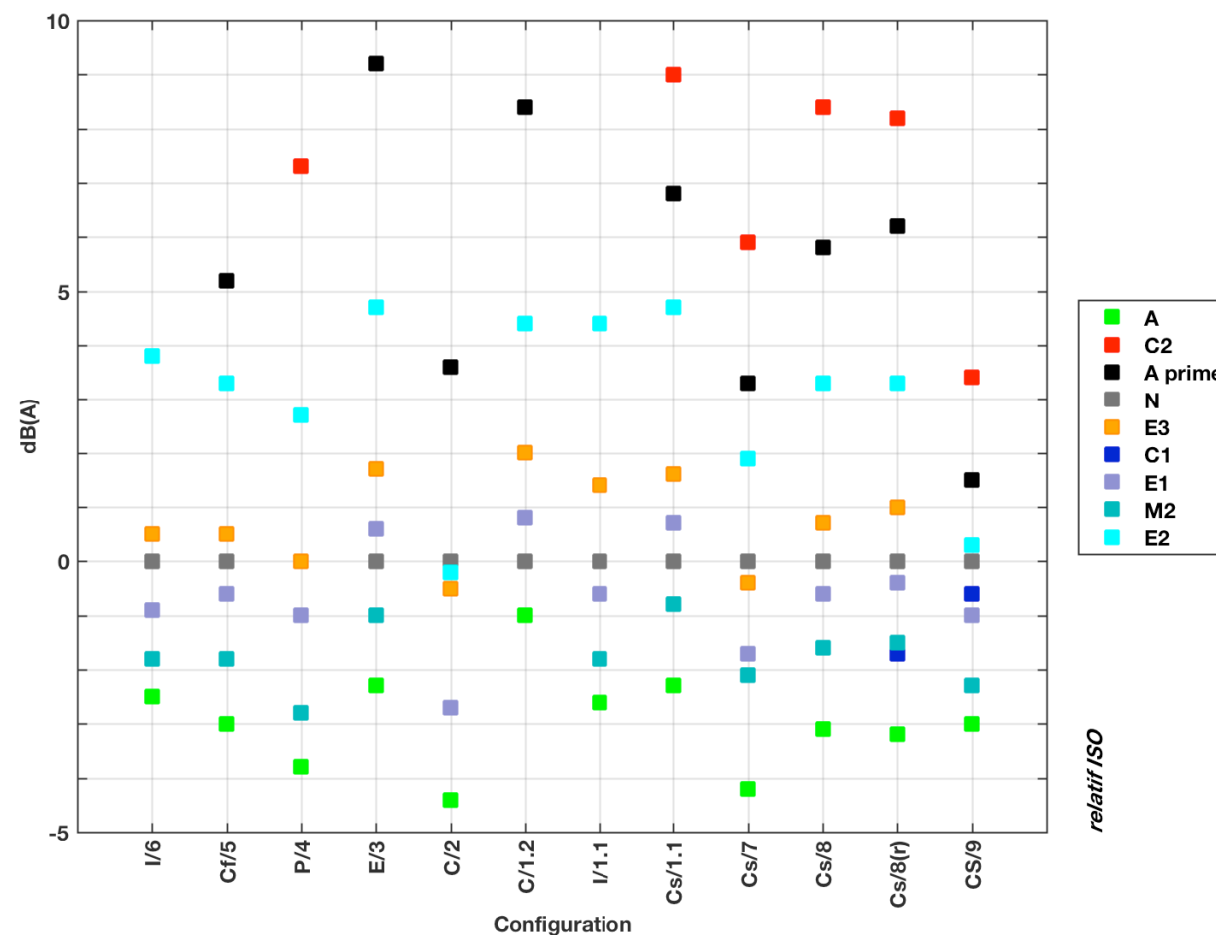
Classification des revêtements à 80 km/h (8 et 9 revêtements)

80 km/h										
CEREMA/CF Bridgestone	VdP Michelin E-V	EUROVIA Michelin Saver	COLAS Saver (A)	COLAS Saver(N)	CEREMA/STB/ Michelin Saver	IFSTCEREMA/STB SRTT	CEREMA/STB SRTT1	CEREMA/STB SRTT2	CEREMA/STB AV4	
90,5	91,4	90,7	94,8	91,8	89	89,5	90,3	89,9	92,1	
91,7	92,4	92	96,5	92,8	90,5	91,6	91,8	91,4	92,8	
92,9	94,2	93	98,7	93,6	91,3	92	92,8	91,6	94,1	
93,5	94,2	93,6	99	94,8	92	93,3	93,4	92,7	94,5	
94	95,2	94,7	99,2	97,2	92,9	93,7	94,1	93,1	95,1	
96,8	95,2	97,7	102,8	101,2	96	95,6	96,7	94,1	95,4	
98,7	97,9	102,2			98,1	97	99,2	96,4	95,4	
	102,5				100,3	99,6	101,8	99,3	96,6	
								101,3	98,5	
Δ	8,2	11,1	11,5	8	9,4	11,3	10,1	11,5	11,4	6,4

A (BBDR 0/6)	E1 (BBSG 0/10 récent)	E2 (BBSG 0/10 âgé)	E3 (SMA 0/10)	N (BBSG 0/6 Type ISO 10844)	M2 (BBTM 0/6 cl2)	C1 (BB 0/10)	C2 (ES 10/14-4/6)	A' (ER 8/10)
-----------------	--------------------------	-----------------------	------------------	-----------------------------------	----------------------	-----------------	----------------------	-----------------

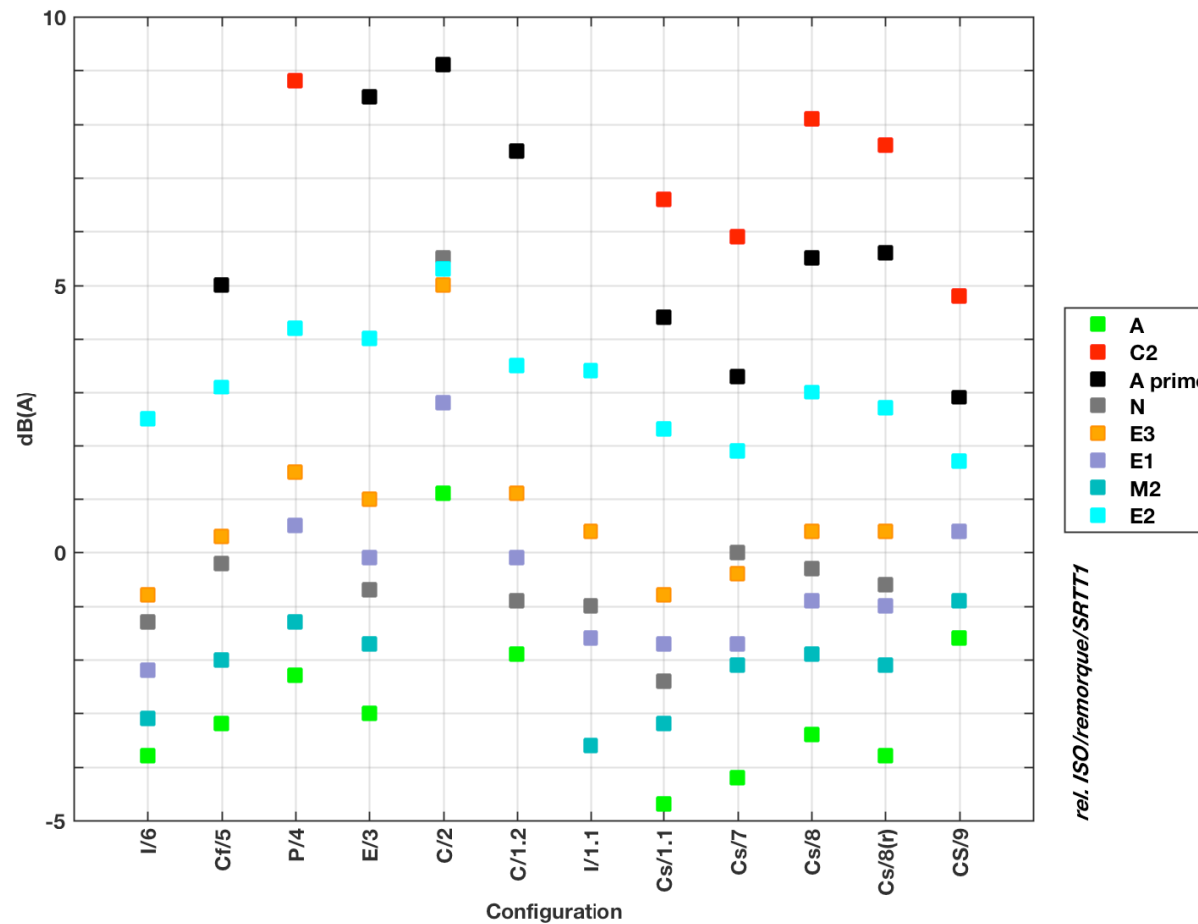
Essais croisés CPX : les résultats

Classification des revêtements en niveaux relatifs (réf : planche ISO)



Essais croisés CPX : les résultats

Classification des revêtements en niveaux relatifs (réf : [Cs/7] planche N)



Conclusions

- **Essais croisés**
 - 7 dispositifs CPX (6 VI, 1 remorque)
 - 5 revêtements testés (→ 9)
 - 9 jeux de pneumatiques utilisés
- **Résultats :**
 - **Comparaison (VI/R) du pneumatique Michelin Saver :**
 - $\Delta_{\text{moy}} = 0,8 \text{ dB}$
 - $\Delta_{\text{max}} = 1,4 \text{ dB}$
 - **Comparaison des 3 pneumatiques Michelin Saver « neufs » montés sur 3 VI :**
 - $\Delta_{\text{moy}} = 0,8 \text{ dB}$
 - $\Delta_{\text{max}} = 1,9 \text{ dB}$
 - **Comparaison SRTT VI/R impossible (mesures VI polluées par bruit aérodynamique + vibrations)**
 - **Comparaison Michelin Neige sur VI Ifsttar et VI Michelin impossible (idem)**

Conclusions

- **Bonne répétabilité des mesures SRTT « remorque »**
 - $\Delta_{\text{moy}} = 0,2 \text{ dB}$
 - $\Delta_{\text{max}} = 0,6 \text{ dB}$
- **Classification des revêtements :**
 - **Assez bonne cohérence quel que soit le dispositif utilisé**
 - **Classification possible avec des pneumatiques commercialisés**
 - **Niveaux absolus ou relatifs : importance du pneumatique utilisé**
 - L'âge du pneu semble être un paramètre de premier ordre.
 - Nécessité de procéder à des étalonnages réguliers (dureté, comparaison avec pneu SRTT)

Ont participé à cet essai croisé :



IFSTTAR

- IFSTTAR/AME/LAE : Vincent Gary



Cerema

- CEREMA/DTerE/LRS : Bertrand Soldano, Laurent Brendel



Cerema

- CEREMA/DTerCE/LRCF : Hubert Lefèvre



MICHELIN

- Michelin : Jean-Luc Dendievel



- Ville de Paris : Jérôme Lefebvre, Laurent Chaventon



- Colas : Benoît Bouveret



EUROVIA

- Eurovia : Hervé Raffegeau

... qu'ils en soient remerciés !



Merci de votre attention

joel.lelong@ifsttar.fr

IFSTTAR/AME/LAE

25, av. François Mitterrand

Case 24

04 72 14 24 09