

Etat de la réglementation européenne sur le bruit des trains

Pascal FODIMAN (SNCF/DGDE)

pascal.fodiman@sncf.fr

donner au train des idées d'avance



La politique de lutte contre le bruit en Europe Le livret vert de la Commission Européenne - 1996

- Un objectif
 - *Personne ne doit être exposé à des niveaux de bruit préjudiciable à sa santé ou sa qualité de vie.*
- Deux stratégies complémentaires
 - *Réduction de l'exposition au bruit (directive END)*
 - Classement de l'exposition au bruit (cartographie du bruit)
 - Mise en place de programmes de réduction du bruit (plans d'action)
 - *Réduction du bruit émis à la source (directives d'interopérabilité)*
 - Limites du bruit à l'émission des matériels homologués CE
- Dispositions communes
 - *Mise en place de méthodes harmonisées (normes et indices)*
 - *Exigence d'information du public*

donner au train des idées d'avance



Les Directives d'interopérabilité ferroviaire Application au bruit

- Applicables au système ferroviaire trans-européen pour leur **homologation** en vue d'un marquage CE
- Dans le domaine du bruit
 - *Applicables essentiellement au matériel roulant*
 - *Limiter le bruit à la source par l'harmonisation*
 - des valeurs d'émission maximales admissibles
 - des méthodes d'essai
 - des conditions d'essai
- Mise en œuvre par les **Spécifications Techniques d'Interopérabilité (STI)**
 - *Pour la grande vitesse*
 - *Pour le rail conventionnel*

donner au train des idées d'avance



Les STI dans le domaine du bruit Cheminement vers un consensus

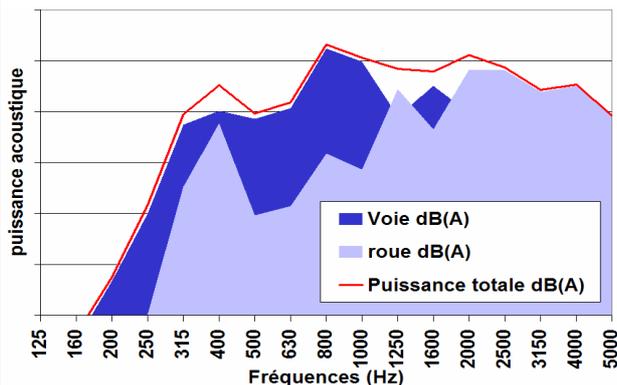
- Dès 2002 : une STI pour la grande vitesse
 - *Pas de consensus établi*
 - Indicateurs de bruit
 - Valeurs limites
 - Conditions de mesure
 - *Peu de données disponibles ou bien difficilement comparables*
- La mise en œuvre d'une campagne de mesure à l'échelle européenne : le projet NOEMIE
- L'émergence de STI nouvelles cohérentes
 - *2005 : rail conventionnel (jusqu'à 190 km/h)*
 - *2006 (?) : Grande vitesse révisée (jusqu'à 320 km/h)*

donner au train des idées d'avance



Les mécanismes de génération – rappel

- Aux vitesses commerciales actuelles, le bruit des trains est essentiellement lié au bruit de roulement
- Il se traduit par des composantes sonores importantes
 - de la voie aux fréquences les plus faibles
 - de la roue aux fréquences les plus élevées



- La contribution sonore de la voie
 - dépend
 - de la rugosité acoustique du rail
 - de sa réponse vibratoire
 - Est souvent importante, mais jamais négligeable
- Le bruit des trains ne peut être envisagé sans celui de la voie

donner au train des idées d'avance



La réalisation des essais de type Pourquoi une voie de référence ?

- Les essais de type du matériel roulant nécessitent
 - D'évaluer les performances du matériel roulant
 - indépendamment des conditions liées à la voie
 - avec une précision suffisante
 - De permettre la comparaison et la reproductibilité des mesures
 - de différents matériels sur un même site d'essai
 - issues de plusieurs sites de mesure
- Principe de l'utilisation d'une **voie de référence**
 - Une définition par un niveau de performances aux caractéristiques connues et maîtrisées
 - se rapprochant des conditions opérationnelles d'exploitation
 - aux performances acoustiques adaptées aux possibilités industrielles

donner au train des idées d'avance



Projet NOEMIE : contribuer à établir les STI Grande Vitesse dans le domaine acoustique

Lille - Calais

Brussels - Liège

Dangé

SOLPKE

Madrid - Sevilla

Roma - Firenze

donner au train des idées d'avance **SNCF**

NOEMIE : mesure des caractéristiques de différentes voies européennes

ISO octave band roughness level, dB re 1µm

TIR (dB/m)

Wavelength (m)

Frequency (Hz)

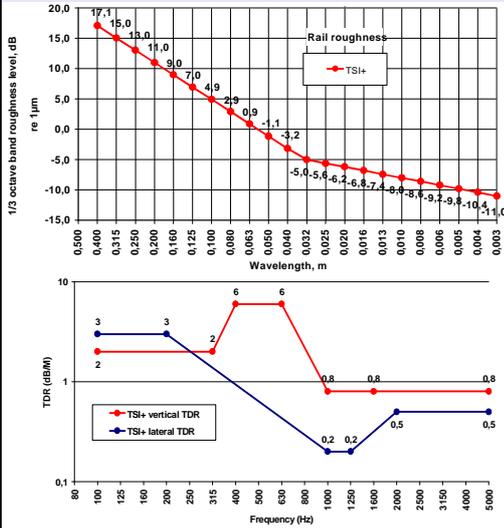
Marteau de choc

Accéléromètres

Système d'acquisition

donner au train des idées d'avance **SNCF**

Définition de la voie de référence Le référentiel européen des STI



- Définition commune GV et RC
 - *Limitation de la rugosité acoustique des rails*
 - *Maîtrise des propriétés dynamiques de la voie*
 - *Compatibilité avec les voies européennes en service*
- Contrôle des paramètres
 - *Rugosité limitée du rail*
 - *Taux de décroissance des ondes vibratoires dans le rail*
- Des méthodes de mesure en cours de normalisation

donner au train des idées d'avance



NOEMIE : résultats de mesure du bruit au passage

Pass-By noise values from NOEMIE tests measured at 25 m distance on Reference TSI ⁺ Tracks (except Belgium)		TEL (dB(A))			$L_{p,eq,tp}$ (dB(A))					
		Class	Speed (km/h)			Speed (km/h)				
			250	300	320	200	220	250	300	320
Former HS-TSI limits (Chapter 4.1.8)		1	87	91	92					
Revised HS-TSI proposed limits		1				88 ⁽⁶⁾				
TGV Thalys	Belgium	1 & 2	90	93	94,5			88,5	92	93
	France		87	91	93	85,5	88	85,5	90	92
	Germany		86,5					85,5		
TGV Duplex	France	88	92	93,5	84,5	86	87	91	92	
ICE3	Germany	88	90,5	92			87,5	90	91,5	
AVE	Spain	86	90	92,5			85,5	89	92	
ETR480	Italy	87	91,5	92			86	90	91	
ETR500		91					90,5			
ICE-T	Germany	2				83,5	85			
ICE TD						82				
TAURUS Electrical loc.						86,2	87,7			
BB 26000	France				84,9	86,5				
Passenger coaches	Germany				84,5	85,5				
					85	86				
ZTER	France				83,5	85,5				

donner au train des idées d'avance



STI MR GV « révisée » : valeurs limites de bruit

- **Bruit au défilé, Niveau sur le temps de passage $L_{Aeq,tp}$**

- Cohérent avec la STI RC bruit
- Cohérent avec les résultats d'essai (NOEMIE)

TEL mesuré jusqu'à 2 dB(A) supérieur au $L_{Aeq,tp}$ (NOEMIE)

Bruit au défilé		Position Microph.	Vitesse (km/h)			
			200	250	300	320
STI MR GV « Existante »	Class 1 (Indicateur TEL)	25 mètres		87+1 +2	91+1 +1	92+1 +1
STI MR GV « révisée »	Class 1 (Composition fixe)	25 mètres		89	92	94
	Class 2 (Composition fixe ou variable)	25 mètres	88 +2			

- **Méthode de mesure**

- Cohérente avec STI RC bruit
- Différences avec l'EN ISO 3095:2001

- Tolérance liée aux conditions de mesure & définition de la voie de référence

- Période transitoire de 24 mois

donner au train des idées d'avance



STI GV MR « révisée » Valeurs limites de bruit

- **Bruit en stationnement @ 7,5 m, $L_{Aeq,60s}$ dB(A)**

Bruit en stationnement	STI GV MR « existante »	STI RC bruit (+2 dB(A))	STI GV MR « Révisée » (+2dB(A))	
Indicateur	$L_{Aeq,T}, T \geq 30$ s		$L_{Aeq,T}, T = 60$ s	
Type de véhicule			Class 1	Class 2
Locomotives électriques		75		75
Locomotives diesel		75		75
Automoteurs électriques	65 dB(A) en continu 70 dB(A) en intermittent	68	68	68
Automoteurs diesel		73 (77 UK)		73 (77 UK)
Voitures		65		65

- Période transitoire de 24 mois pour les matériels neufs (cf. §7.4.1) : + 2dB(A)

- Cas spécifiques "P" ("pour utilisation exclusive sur les réseaux Royaume-Uni et Irlande")

donner au train des idées d'avance



STI MR GV « révisée » - Valeurs limites de bruit

• Bruit au démarrage @ 7,5 m, L_{Amax}

Bruit au démarrage		STI RC bruit (+2 dB(A))	STI MR GV « révisée » (+2 dB(A))	
Véhicules			Classe 1	Classe 2
Indicateur		L_{Amax} dB(A)	L_{Amax} dB(A)	
Loc. élec.	P < 4500 kW à la jante	82 (84)		N/A
	P ≥ 4500 kW à la jante	85		85
Loc. diesel	P < 2000 kW au crochet	86 (89)		N/A
	P ≥ 2000 kW au crochet	89		89
Autom. Élec.		82	85	82
Autom. diesel	P < 500 kW/eng.	83 (85)		85 (+2)
	P ≥ 500 kW/eng.	85 (+2)		

- Période transitoire de 24 mois pour les matériels neufs (cf. §7.4.1)
- Période transitoire de 5 ans, non cumulable à la tolérance de + 2dB(A)
- (Cas spécifique "P" "pour utilisation exclusive sur réseaux Royaume-Uni et Irlande")

donner au train des idées d'avance



STI GV MR « Révisée » - Valeurs limites de bruit

• Bruit en cabine de conduite ($L_{Aeq,T}$)

Bruit en cabine de conduite	Durées de mesurage T (s)	STI RC bruit	STI MR GV « Révisée »
À l'arrêt (avec avertisseur ext. < 125 dB(A) @ 5m, @ 1,6m de haut	3	95	95
Vitesse max. (en champ libre sans avertisseurs int. & ext.)	60	78	80

- Cohérent avec des conditions d'exploitation représentatives d'une durée d'exposition au travail de 8h
- Cohérent avec la Directive 2003/10/CE
- Conditions de mesurage non comparable avec la STI MR GV
 - Durées d'acquisition du signal
 - Description des conditions d'exploitation

donner au train des idées d'avance



Les STI rail conventionnel (STI-CR Noise) Valeurs limites au passage

- **Limites @ 80km/h @ 7,5 mètres : indicateur $L_{Aeq,tp}$**

	Valeurs AEIF	Valeurs « 2 nd step » CE
Locomotives électriques	85 (+2)	80
Locomotives diesel	85 (+2)	80
Automotrices électriques	81 (+2)	79
Automotrices diesel	82 (+2)	79
Voitures	80 (+2)	74
Wagons avec APL (axles per length) $\leq 0,15 \text{ m}^{-1}$	82/84	75
Wagons avec APL entre 0,15 et 0,275 m^{-1}	83/85	$75 + 10 \cdot \log(\text{APL}/0,15)$
Wagons avec APL $> 0,275$	85/87	$75 + 10 \cdot \log(\text{APL}/0,15)$

(Période transitoire de 24 mois)

- « **Specific cases** » (§ 7.7):
 - LIT, LET, EST, FIN, NOR (conditions hivernales semelles K)
 - LIT, LET, EST (campagne de mesurage complémentaire)
 - GRE voie (métrique ou écartement $\leq 1\text{m}$)

donner au train des idées d'avance



STI CR Noise - valeurs limites (suite)

Bruit à l'arrêt

Véhicules	$L_{Aeq,T}$ dB(A)
Locomotives électriques	75
Locomotives Diesel	75 (77 UK)
Automotrices électriques	68
Automotrices diesel	73
Voitures	65
Wagons	65 (72 FIN for pow. supply wagons)

Bruit au démarrage

Véhicules	L_{Amax} dB(A)
Loc. électriques $P < 4500 \text{ kW}$	82 (84 UK, IRE)
Loc. électriques $P \geq 4500 \text{ kW}$	85
Loc. Diesel $P < 2000 \text{ kW}$	86 (89 UK, IRE)
Loc. Diesel $P \geq 2000 \text{ kW}$	89
Automotrices électriques	82
Autom. Diesel $P < 500 \text{ kW/motr.}$	83 (85 UK, IRE)
Autom. Diesel $P \geq 500 \text{ kW/motr.}$	85 (+2)

Bruit en cabine de conduite

(période transitoire de 5 ans, non cumulable avec tolérance au défilé)

Bruit en cabine de conduite	$L_{Aeq,T}$ dB(A)	Durée de mesurage T (s)
À l'arrêt (avec avertisseurs)	95 (+2)	3
À vitesse max (sans avertisseurs)	75	60

(Specific cases), (période transitoire de 3 ans)

donner au train des idées d'avance



Rééquipement des matériels existants Exigences de la STI-CR Noise (§ 7.6)

- Application aux matériels fret
 - Valeurs limites applicables dans les cas
 - d'une nouvelle mise en service (sur le réseau TEN)
 - d'une modification des performances du système de freinage
 - Bruit au défilé
 - Rééquipement facultatif pour raisons liées au bruit des matériels existants
 - En cas de rééquipement pour raisons autres que le bruit, démontrer qu'il n'y a pas d'augmentation des valeurs d'émission au défilé après rééquipement
 - Pas d'essai requis
 - En cas de pose de semelles en matériau composite et
 - Si aucune source de bruit n'est rajoutée sur le matériel
 - Bruit à l'arrêt
 - Dans tous les cas, démontrer que le rééquipement ne dégrade pas les performances sonores
 - Si rajout de sources sonores, les valeurs limites de la STI s'appliquent
- Application aux autres matériels
 - Dans tous les cas, démontrer qu'il n'y a pas d'augmentation des valeurs d'émission après rééquipement

donner au train des idées d'avance



STI CR Noise - Implémentation

- Applicable à tous les matériels neufs
 - 6 mois après entrée en vigueur (2005 ?)
 - Période transitoire de 24 mois
- Revue et modification périodique de la STI
 - Périodicité indicative de 3 ans pour prise en compte les évolutions techniques
 - Révision de la STI au plus tard 7 ans après mise en service
 - Valeurs limites « second step » pour wagons, locomotives, automotrices, et voitures
 - Prise en compte de l'infrastructure dans le champ de la STI bruit, en coordination avec la STI Infrastructure
 - Prise en compte des aspects maintenance (surveillance des défauts de surface des roues)
 - Courbe continue de $L_{Aeq,tp}$ en fonction de l'APL (nombre d'essieux par unité de longueur)
- Limites « second step » recommandées dans 10 ans

donner au train des idées d'avance



Conclusion

- La réglementation européenne a permis, avec les directives d'interopérabilité « grande vitesse » et « rail conventionnel »
 - *La prise en compte harmonisée de critères de bruit dans la définition des matériels roulants*
 - Des valeurs limites à l'arrêt, au démarrage, et en ligne
 - Des conditions de mesure transparentes et homogènes (voie de référence)
 - *Une mise en œuvre sur les matériels neufs ou rénovés*
 - *Des perspectives de réduction supplémentaires sous 10 ans (« valeurs second step »)*
 - *De nouvelles normes de mesurage du bruit des trains*
- En pratique cela se traduit par
 - *une réduction conséquente du bruit des trains à la source par l'emploi de limites contraignantes*
 - *le bannissement de matériels neufs ou rénovés bruyants (suppression des semelles de frein en fonte)*

donner au train des idées d'avance

