

Cadre réglementaire et normatif concernant les vibrations et bruits solidiens dans les bâtiments

Michel Villot
Pôle Bruit & Vibrations Bâtiment, CSTB DAE, France

Colloque Vibrations CIDB, mars 2011

Cadre de l'exposé :

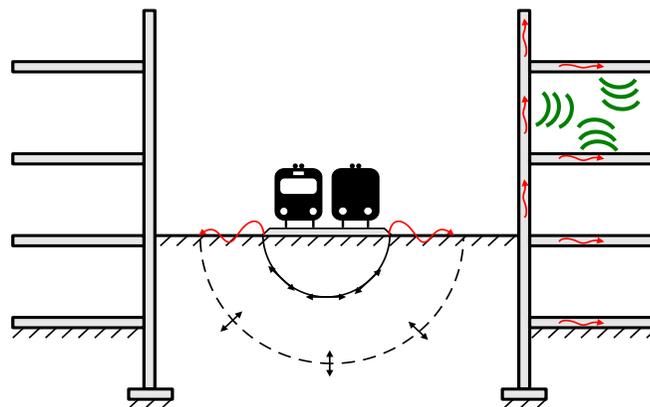
- Colloque centré sur les vibrations et bruits solidiens **dans les bâtiments** et les effets associés sur les personnes
- Types de vibration :
 - sources extérieures au bâtiment : installations classées, transports terrestres et vibrations de chantier
 - sources intérieures au bâtiment : les équipements
- Exposé simplifié et non exhaustif ; détails dans l'étude CSTB de 2007 pour le MEDDTL [1]

[1] P.Elias, N.Taillefer, M.Villot et N.Weiss, Protection contre les vibrations environnementales , le cas français, CSTB DAE 2007-491



Plan de l'exposé :

- Les textes existants
 - Sources susceptibles d'endommager les structures
 - Sources susceptibles de gêner les personnes
 - Equipements de bâtiments
 - Autres sources
- Travaux en cours et perspectives



Sources susceptibles d'endommager les structures :

- *Cadre réglementaire français*
 - Loi de 1976 relative aux installations classées (usines, ateliers, chantiers...) définit les dispositions auxquelles sont soumises ces installations
 - Circulaire de 1986 précise les règles techniques (mesurage et évaluation des effets sur les structures)
 - Grandeur pertinente : vitesse particulière en mm/s mesurée sur un élément porteur proche des fondations
 - Les configurations sol-bâtiment sont catégorisées (types de constructions, de fondations et de terrain) et regroupées dans 3 ensembles (contrôle réglementaire)
 - Valeurs limites (contrôle réglementaire) définies dans un tableau

Sources susceptibles d'endommager les structures :

- *Cadre réglementaire français ; Circulaire de 1986 :*

Tableau de vitesse limite (mm/s)

Type de configuration	Fréquence		
	De 1 à 8 Hz	De 8 à 30 Hz	De 30 à 100 Hz
Résistante	5	6	8
Sensible	3	5	6
Très sensible	2	3	4

Vibrations continues

Type de configuration	Fréquence		
	De 1 à 8 Hz	De 8 à 30 Hz	De 30 à 100 Hz
Résistante	8	12	15
Sensible	6	9	12
Très sensible	4	6	9

Vibrations
impulsionnelles

Sources susceptibles d'endommager les structures :

- *Remarques sur la Circulaire de 1986 :*

- la norme ISO 4866 :1990 a repris le même type d'approche

- aspect "effet sur les personnes" curieusement mentionné :

"En règle générale, on observe que, lorsque l'étude sismique a réglé le problème de la sécurité des constructions, celui des autres nuisances des occupants de ces constructions se trouve résolu"

- normes nationales en Europe similaires (vitesse particulière crête non pondérée mesurés sur un élément porteur proche des fondations) : DIN 4150-3:1999, BS 7385-2:1993 et NS 8141:2004

Sources susceptibles de gêner les personnes :

- Quelques points de repère :

- dommage potentiel aux structures :

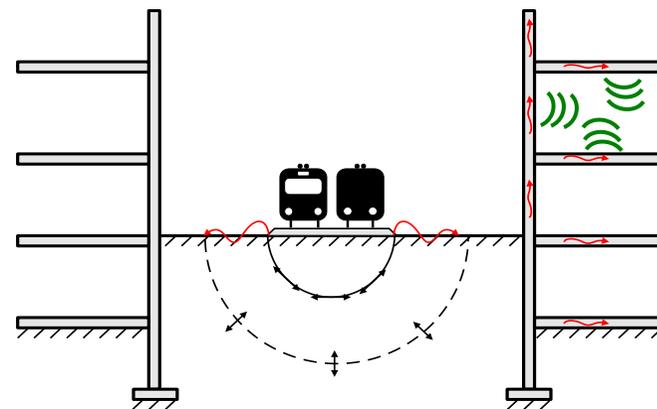
vitesse $\sim 5 - 10$ mm/s

- perception corporelle des vibrations :

seuil : ~ 0.1 mm/s (66 dB réf. $5 \cdot 10^{-8}$ m/s)

- perception auditive des bruits solidiens :

20 dB(A) \rightarrow ~ 45 dBlin en vitesse de dalle (béton)
(signal ferroviaire)



Sources susceptibles de gêner les personnes :

- *sources internes au bâtiment*: les équipements (ascenseur, conduit d'évacuation d'eau...) :
 - niveaux vibratoires faibles
 - présence de bruit aérien et de bruit structural

Réglementation :

- traitée par la **Réglementation Acoustique française** (2001)
- niveaux limites en bruit d'équipement, incluant les bruits structuraux
 - 30 dB(A) en pièces principales
 - 35 dB(A) en cuisines
- méthode de mesure : NF ISO 10052 : 2005 (à partir de 100 Hz)

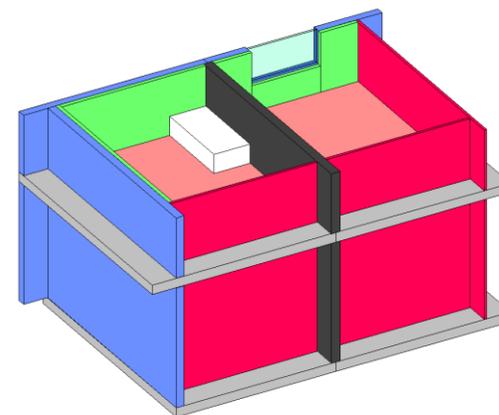
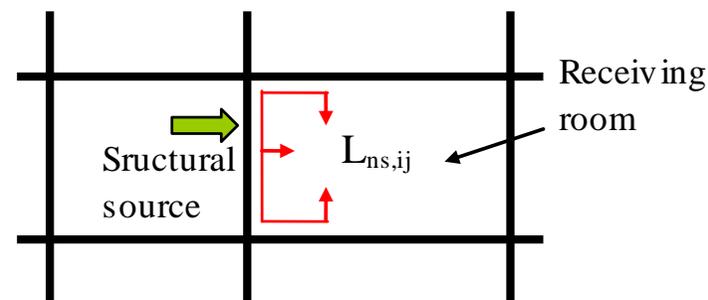


Sources susceptibles de gêner les personnes :

- sources internes au bâtiment: les équipements

Normes récentes (CEN/TC126) :

- EN 15657-1:2009 : Mesure en laboratoire de la puissance acoustique et structurale de l'équipement installé sur une paroi lourde de référence (à partir de 50 Hz)
- EN 12354-5:2009 : Calcul du bruit aérien et structural des équipements générés sur site (structures lourdes) à partir des puissances précédentes (champs vibratoires estimés par la méthode) (à partir de 50 Hz)



**EN 12354-5 implementée
dans le logiciel ACOUBAT**

Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Le cas français:

- pas de réglementation relative aux effets sur les personnes
- une norme récente **NF E 90-020 : 2007**
 - très générale
 - méthode de mesurage (vibrations des planchers, là où les niveaux sont maximaux, intervalles de mesurage) (circulaire de 1986)
 - traitement de signal (filtrage, calcul FFT, calcul de valeurs rms...)
 - aucun descripteur d'exposition vibratoire ou sonore
 - aucune valeur seuil

Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Les textes ISO “primaires” (grandeurs reprises par les normes nationales):

- **ISO 2631-1:1997** ; spécifications générales

- grandeur de base valeur rms sur la durée de mesurage de l'accélération pondérée

$$a_{w,rms} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \quad (\text{pondération } w \text{ donnée en linéaire ou en dB})$$

- deux méthodes complémentaires si signal avec facteur de crête élevé, chocs occasionnels ou vibrations transitoires :

valeur ms glissante (et max)

$$a_{w,rms}(t) = \left[\frac{1}{\tau} \int_{t-\tau}^t a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

racine quatrième de la dose vibratoire

$$VDV = \left[\int_0^T a_w^4(t) dt \right]^{1/4}$$

Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Les textes ISO “primaires” (grandeurs reprises par les normes nationales):

- ISO 2631-2:2003

- emplacement de mesurage
- pondération w_m recommandée → descripteur (accélération ou vitesse)
- aucune valeur limite n'est donnée
- mesure du bruit solidien conseillée (informatif) mais aucun descripteur proposé

- ISO 2631-2:1989

- seuils proposés : vitesse 0.1 mm/s sur 8-80 Hz (minimum de réactions négatives)
- facteurs multiplicatifs dépendant du type de bâtiment (habitation, bureaux...), nuit/jour et type de signal (continu ou transitoire)

Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Normes nationales dans 4 pays européens:

- Royaume Uni : **BS 6472-1:2008**

- grandeur de base: accélération, valeur VDV
- pondération w_b pour le mouvement vertical et w_d pour le mouvement horizontal, différentes de la pondération w_m (ISO 2631-2)
- passerelle avec l'accélération $a_{w,rms}$ sous certaines conditions :
$$eVDV = 1.4 \cdot a_{w,rms} \cdot t^{0.25}$$

t, durée d'exposition
- valeurs limites pour l'habitation en séparant jour (t=16h, 6-22h) et nuit (t=8h, 22-6h)
- aspect probabiliste avec 3 valeurs limites pour 3 catégories de réaction (faible probabilité de plaintes, plaintes possibles et plaintes probables)
- étude perceptive à grande échelle relative aux vibrations ferroviaires en cours (commande DEFRA)

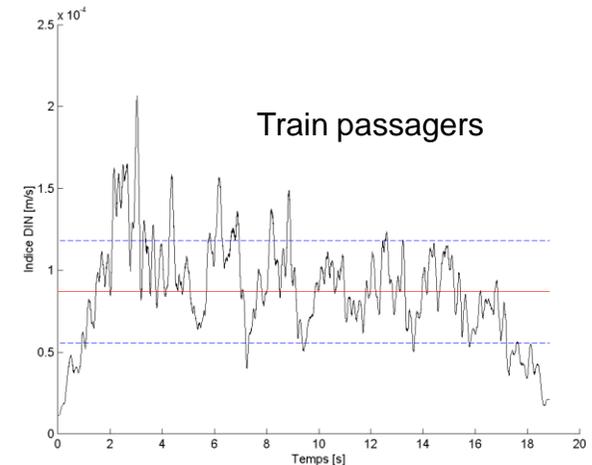
Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Normes nationales dans 4 pays européens:

- Allemagne : **DIN 4150-2:2001**

- grandeur de base: vitesse vibratoire, valeur rms glissante (*Fast*, $T=0.125s$)
- maximum recherché avec certaines règles (indice KB)
- pondération cohérente avec la pondération w en accélération de l'ISO 2631-1:1997
- valeurs limites pour différents situations de bâtiment en séparant jour et nuit ; périodes de repos prises en compte (6-7h le matin et 19-22h le soir, et dimanche 6-22h)



Exemple de signal de vitesse rms glissante selon la DIN 4150-2

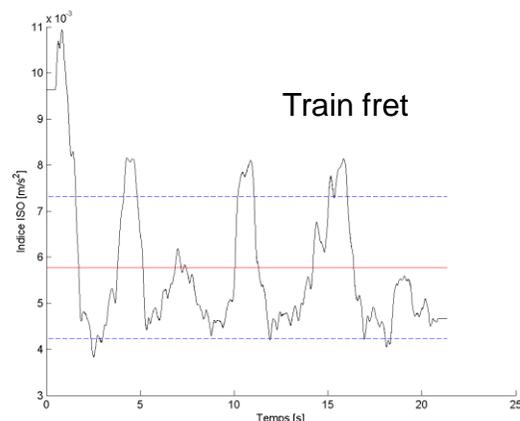
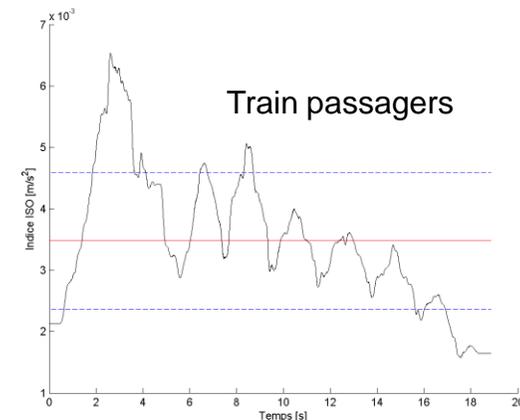
Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Normes nationales dans 4 pays européens:

- Norvège : **NS 8176:2005**

- vibrations bâtiment générées par transports terrestres
- grandeur de base: vitesse ou accélération vibratoire, valeur rms glissante (*Slow*, $T=1s$)
- pondérations cohérentes avec w_m (ISO 2631-2:2003)
- indicateur final statistique (moyenne et écart type sur 15 passages) : $a_{w,95}$ ou v_{w95}
- Classes de confort A-D correspondant à différents pourcentages de gens gênés
 - C minimum acceptable pour le neuf (15%)
 - D minimum acceptable pour l'existant (25%) (si coûts prohibitifs pour passer en C)



Exemple de signal de vitesse rms glissante selon la NS 8176

Sources susceptibles de gêner les personnes :

(toutes sources)

Normes nationales dans 4 pays européens:

- Suisse : **Directive OFEFP (1999)**

- vibrations bâtiment générées par transport ferroviaire
- évaluation des vibrations selon la DIN 4150-2:1999
- spécifications pour le bruit solidien;
 - valeurs limites pour deux zones (habitations et mixte), en séparant jour/nuit et bâtiments neufs et existants
 - indicateurs: jour: Leq 16h (6-22h) en dB(A)
 nuit: Leq 1h pour chaque heure de 22 à 6h
 et valeur max des 8 valeurs horaires
- aucune référence pour le mesurage du bruit

Exemple

Limite Directive pour la nuit en habitation pour du neuf : 25 dB(A)

Exemple: 4 passages de train de 10s avec niveaux de passage ~ 45 dB(A)

Actions normatives

- Groupe de normalisation **AFNOR S30MI** (demande MEDDTL):
 - point sur les indicateurs bruit et vibrations
 - avis sur leur pertinence à décrire les effets sur les personnes
- Commission **AFNOR E90A**
 - suivi des travaux du comité technique ISO/TC108 (vibrations et chocs mécaniques)
 - travaux en cours à ISO/TC108/SC2/WG8 (vibrations et bruits d'origine ferroviaire)
 - norme ISO 14837-1:2005 directives générales
 - normes en projet : prédiction (partie 2), mesurage (partie 3), critères d'évaluation (partie 4), dispositifs d'atténuation (partie 5)

Actions européennes

- Projet européen RIVAS (2011-2013)
 - partenaires : compagnies ferroviaires (SNCF, RATP, DB, SBB...)
constructeurs véhicules (ALSTOM, BOMBARDIER)
constructeurs d'infrastructure (industriel SATEBA ...)
 - centré sur les dispositifs d'atténuation à la source (lignes en surface) et leur maintenance
 - rôle CSTB : exprimer les performances des dispositifs en termes de diminution de l'exposition vibratoire et sonore dans des bâtiments types et diminution de la gêne associée
 - aucune étude ou développement financés dans le projet (outils et connaissances existantes)
- Projet européen CARGOVIBES (leader TNO), avec peut être plus d'études sur le perceptif