

26.06.2013

1/2 BT



**Centre Scientifique et Technique de la
Construction
Avenue Pierre Holoffe, 21
1342 Limelette**

Bruxelles, le 4.06.2013 +570740

Div. Autorisation et partenariats
Personne de contact : Lecointre Catherine
Département : Bruit
E-mail : clecointre@ibgebim.be
N/Réf. : 17-06-2013/AUT/JDE/cle

Tél. : 02/775.78.22

Concerne : Conditions de mesure des vibrations

Monsieur,

Afin de clarifier et simplifier la façon d'appréhender les nuisances vibratoires en Région de Bruxelles-Capitale, une législation propre à la Région est en cours d'élaboration. Celle-ci reposera sur des textes existant faisant référence en la matière (la norme DIN4150-2 notamment). Dans ce cadre, vous trouver ci-joint, à titre d'information, un projet d'arrêté portant sur les conditions de mesure des vibrations en région de Bruxelles-Capitale ainsi qu'un document reprenant les principes suivis lors de l'élaboration du projet d'arrêté..

Vos remarques et commentaires peuvent nous être adressés jusqu'au 15 juillet 2013.

Madame Catherine LECOINTRE (tel 02/775.78.22) se tient à votre disposition pour d'éventuels renseignements complémentaires.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.


Rik De Laet
Directeur


Jean-Pierre Hannequart
Directeur général



Avant-Projet d'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitales fixant la méthode de contrôle et les conditions de mesure des vibrations dans les immeubles occupés.

CHAPITRE 1^{er}. – Définitions et détermination des paramètres vibratoires

Section 1^{re}. – Définitions

Article 1^{er}. Au sens du présent arrêté, on entend par :

- 1° Durée des mesure : intervalle de temps pendant lequel est effectuée la mesure de vibration ;
- 2° Période d'observation : intervalle de temps sur base duquel l'amplitude vibratoire maximale et l'amplitude vibratoire moyenne sont déterminées ;
- 3° Immeubles occupés : tout immeuble à usage d'habitation et de logement, ou abritant une activité humaine ;
- 4° Local de repos : tout local affecté à des activités de repos (chambre à coucher dans les habitations, dans les hôpitaux, dans les hôtels, ...) et tout local affecté à des activités de délasserement ou de détente nécessitant une protection particulière contre les vibrations ;
- 5° Local de séjour : tout local occupé le jour dans les habitations (salon, salle à manger, local où l'on prend habituellement les repas et pouvant servir aussi de cuisine, ...), les bureaux, les locaux scolaires, ... ;
- 6° Local de service : tout local qui n'est pas mentionné dans les catégories ci-dessus, tel que salle d'eau, escalier, hall, cave, ...

Section 2. – Détermination des paramètres vibratoires

Article 2. La période d'observation est déterminée de façon à ce que les vibrations mesurées soient représentatives de la situation étudiée. Elle peut être constituée de plusieurs sous périodes plus courtes. En aucun cas, la période d'observation totale ne pourra être inférieure à 60 minutes.

Article 3. Les paramètres vibratoires sont déterminés pour un domaine de fréquence allant de 1 à 80 Hz.

Article 4. Les vibrations sont mesurées sous forme de niveaux élémentaires déterminés seconde par seconde dans les directions horizontales (x et y) et verticale (z). sous forme de vitesse vibratoire exprimée en mm/s ou d'accélération vibratoire exprimée en m/s².

Article 5. L'évaluation des niveaux vibratoires repose sur la valeur efficace pondérée des niveaux de vitesse vibratoire maximum par seconde déterminés sur base d'une des relations suivantes :

- Dans le cas où les vibrations sont mesurées sous forme **de vitesse vibratoire** $v(t)$:

La vitesse vibratoire pondérée (v_{pond}) est pondérée selon la fonction :

$$|Hv(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{5.6}{f}\right)^2}}$$

FAUX.

$$v_{efficace, pondérée}(t) = \sqrt{\frac{1}{0.125} \cdot \int_{\xi}^t e^{-\frac{t-\xi}{0.125}} v_{pond}^2(\xi) d\xi}$$

$$v_{eff\ pond}(\xi) = \frac{1}{0.125} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t-\xi}{0.125}} v_{pond}^2(\xi) d\xi$$



- Dans le cas où les vibrations sont mesurées sous forme **d'accélération vibratoire** $a(t)$:
L'accélération vibratoire pondérée (a_{pond}) est pondérée selon la fonction :

$$|Ha(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{5.6}\right)^2}}$$

$$v_{efficace,pondérée}(t) = \frac{1000}{2\pi \cdot 5,6} * \sqrt{\frac{1}{0.125} \cdot \int_{\xi}^t e^{\frac{t-\xi}{0.125}} a_{pond}^2(\xi) d\xi}$$

FAUX

Avec f = la fréquence en Hz

Article 6. L'amplitude vibratoire maximale relative à la période d'observation, V_{max} , est la valeur maximale de la valeur efficace pondérée $v_{efficace,pondérée}(t)$ déterminée à l'article 5 pour chacune des directions (x, y et z).

Article 7. L'amplitude vibratoire moyenne relative à la période d'observation, V_{moy} , est la moyenne quadratique de la valeur efficace $v_{efficace,pondérée}(t)$ par seconde déterminée à l'article 5 pour chacune des directions (x, y et z) :

$$V_{moy} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_{efficace,pondérée,i}^2}$$

Avec N = nombre de secondes comprises dans la période d'observation

Les valeurs $v_{efficace,pondérée,i} \leq 0,1$ sont remplacées par 0 mais sont comptabilisées dans N.

CHAPITRE II. – Mesures

Article 8. La mesure est effectuée dans le local dans lequel l'occupant estime que les vibrations les plus fortes sont ressenties, à l'exception des locaux de services.

Les capteurs sont placés sur le sol à l'endroit indiqué par l'occupant ou à défaut, en milieu de plancher .

Les capteurs sont installés de façon à ce qu'il y ait un bon contact avec la surface à évaluer éventuellement en ayant recours à un support permettant un réglage du plan horizontal. La distance par rapport à la surface à évaluer doit être la plus petite possible.

Les axes horizontaux (x et y) seront parallèles aux axes principaux du bâtiment, l'axe X pointant dans la direction de la source de vibrations.

Toutes les mesures sont effectuées en l'absence des occupants du local où les capteurs sont installés.



CHAPITRE III. – Caractéristiques des appareils de mesure

Article 9.

L'ensemble de la chaîne de mesure doit être étalonnée avant la mesure.

Le bruit de fond de la chaîne de mesure doit être inférieur à :

- 0,01 mm/s en cas de mesure de la vitesse vibratoire pondérée
- 0,00036 m/sec² en cas de mesure de l'accélération vibratoire pondérée

CHAPITRE IV. – Mesures complémentaires

Article 10. Afin d'isoler le mieux possible les vibrations occasionnées par la source vibratoire incriminée, celles-ci feront l'objet d'une identification précise au moyen, par exemple, d'une des techniques suivantes :

- mesure simultanée des vibrations dans un autre local ;
- codage lors de la mesure ;
- mesure acoustique ;
- enregistrements audio ;
- enregistrements vidéo ;

CHAPITRE IV. – Rapport de mesures

Article 11. Chaque mesure est consignée dans un rapport de mesure qui, outre les indications prévues à l'article 17, §1^{er}, de l'ordonnance du 25 mars 1999 relative à la recherche, la constatation, la poursuite et la répression des infractions en matière d'environnement, comporte les indications suivantes :

- 1° la durée des mesures ;
- 2° la période d'observation ;
- 3° les conditions de fonctionnement de la source vibratoire ;
- 4° les mesures vibratoires effectuées, ainsi que les éventuelles mesures complémentaires ;
- 5° la justification des relevés effectués et de la méthode de mesure utilisée ;
- 6° la description du matériel de mesure utilisé ainsi que la sensibilité des capteurs ;
- 7° les noms et qualités des agents ayant effectué les mesures ;
- 8° les noms et qualités des agents ayant rédigé le rapport ;
- 9° l'identification des personnes présentes et, le cas échéant, la justification de l'absence des personnes dont la présence est requise



Principes suivis en vue de la rédaction d'un arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitales fixant la méthode de contrôle et les conditions de mesure des vibrations dans les bâtiments occupés.

PRINCIPE DE BASE : S'INSPIRER DE LA NORME DIN4150-2 :1999 MAIS EN LA SIMPLIFIANT ET L'ADAPTANT AFIN DE MIEUX PRENDRE EN COMPTE LA LEGISLATION BRUXELLOISE

GRANDEUR MESUREE

La norme DIN 4150 recourt à une grandeur (ou facteur) d'appréciation nommée KB (Kennwerte für die Beurteilung von Erschütterungen – « caractéristique pour l'évaluation des vibrations (chocs) »). Il s'agit d'une valeur sans dimension qui découle d'une mesure de vitesse vibratoire (exprimée en mm/s) divisée par une valeur de référence $V_0 (=1\text{mm/s})$ et à laquelle un filtre passe-haut du premier ordre de fréquence de coupure égale à 5,6 Hz et la pondération temporelle « fast » ont été appliqués.

établi Par ailleurs, il est établi que l'accélération pondérée (selon la norme ISO 2631 – partie 2 et NBN ENV 28041) et le facteur KB (défini dans la norme DIN4150-2) sont liés par la relation :

$$KB = 28^* \text{ l'accélération pondérée (exprimée en m/s}^2\text{)}^a$$

Proposition :

Laisser le choix de la grandeur mesurée, vitesse vibratoire (en mm/s avec pondération DIN4150-2) ou accélération vibratoire (en m/s² avec pondération ISO2631-2).

Si c'est la vitesse vibratoire qui est mesurée:

- Filtre passe haut avec fréquence de coupure de 5.6Hz
- Pondération temporelle « fast »
- Limitation au domaine de fréquence 1 à 80 Hz

Si c'est l'accélération vibratoire :

- Filtre passe bas avec fréquence de coupure de 5.6Hz
- Pondération temporelle « fast »
- Limitation au domaine de fréquence 1 à 80 Hz

Dans le cas d'une mesure de l'accélération vibratoire (en m/s²), les valeurs doivent être multipliées par 28^b pour pouvoir être comparées aux valeurs limites recommandées dans la norme DIN 4150 de 1999

SSRC ^a « Les effets des vibrations sur les constructions : exigences et méthodes de détermination » - programme SSRC d'appui scientifique à la normalisation, contrat de recherche n° NO/D2/014 - Rapport détaillé d'avancement de la première année : 1^{er} avril 1996 au 31 mars 1997.

^b Plus précisément $\frac{1000}{2\pi \cdot 5,6} = 28.42$



GRANDEUR SERVANT À L'ÉVALUATION

Le traitement décrit dans la norme DIN 4150 repose sur l'analyse de l'ensemble des valeurs maximums relevées pour chaque période de 30 secondes (KBFTi). Il y a donc autant de valeurs que de périodes de 30 secondes comprises dans la période totale de mesure (par exemple une heure de mesure = 120 périodes de 30 secondes = 120 valeurs KBFTi).

Le recours aux valeurs par 30 secondes est historique : les anciens appareils analogiques permettaient une mémorisation de la valeur maximale et un rafraîchissement manuel toutes les 30 sec, le temps au responsable de la mesure de noter la valeur. Il n'y a donc pas réellement de fondement scientifique à cette approche.

Or, comme le mentionne le rapport d'une étude^c, initiée par le CSTC^d, ne prendre qu'une seule valeur par période de 30 secondes engendre une très grande perte d'information par rapport au signal vibratoire (et donc aux vibrations réellement perçues). En outre, deux situations vibratoires différentes pourraient amener à une même valeur par 30s.

Il est suggéré dans ce document de revenir à la mesure physique de base et à partir de là, d'évaluer la moyenne quadratique pour chiffrer la dose (qui correspondrait à la valeur moyenne du futur arrêté).

Mais dans ce cas, on s'éloigne de l'approche originale de la DIN4150-2 et des valeurs limites qu'elle recommande. La moyenne quadratique des vibrations pendant une période de 30s est toujours inférieure à la valeur maximale de la valeur efficace pour ces mêmes 30s. L'utilisation de la grandeur physique de base au lieu de valeurs par période de 30 secondes nécessite de redéfinir les valeurs limites.

La norme DIN 4150-2 se réfère aussi à une valeur d'évaluation (KBFT_r) qui vise à prendre en compte les périodes de repos et des périodes d'influence en vue de pondérer les niveaux vibratoires mesurés en fonction de leur période d'apparition et de leur durée.

La prise en compte des périodes plus critiques (périodes de repos) peut être incluse directement dans la valeur limite appliquée durant ces périodes. Ce principe est appliqué dans la réglementation bruit laquelle fixe des valeurs plus contraignantes pour les soirées, les nuits et les jours de week-ends. Ce même principe peut aussi être appliqué aux limites vibratoires.

Par ailleurs, en pratique, la période d'influence peut être assez difficilement déterminée sans la présence d'un agent assermenté sur place durant toute la durée des mesures et fait généralement l'objet (malgré tout) de divergences entre les affirmations des plaignants et des responsables des nuisances. La prise en compte de la période d'influence (qui tend à réduire la valeur du KBFT_r et est donc en défaveur du plaignant) peut être, elle aussi, dans une certaine mesure intégrée dans la valeur limite fixée ce qui ainsi coupe court à toute discussion.

^c « Critères d'états limites des constructions en matière de vibrations – Rapport Final N° NM/G3/12 et NM/G2/13 – par Christian Mertens (CSTC) et Pierre Spehl (SECO) – 2005 –Politique Scientifique Fédérale

^d Centre Scientifique et Technique de la Construction



Proposition :

Comme dans la DIN4150-2, utiliser deux valeurs pour l'évaluation: une valeur max et une valeur moyenne de type moyenne quadratique.

Pas de recours aux périodes de repos, des valeurs limites plus contraignantes seront appliquées durant ces périodes (cfr législation bruxelloise en matière de bruit des installations classées par exemple).

Pas de recours à la période d'influence, celle-ci étant difficile à déterminer objectivement

En conclusion : réaliser la mesure de la valeur max et de la valeur moyenne à un certain moment et durant une certaine période et sur base de cela, conclure au respect ou non de la législation.

Ne pas utiliser les termes « KB » propres à la DIN4150-2 (et qui n'ont pas de signification évidente en français) afin de ne pas engendrer de confusion et se dissocier officiellement de la norme allemande (pas de renvoi vers cette norme et donc pas d'obligation de l'acquiescer, de la traduire, ...)

CONDITIONS DE MESURE

Emplacement de mesure :

Suivant la DIN 4150-2, la mesure doit être réalisée à l'endroit où les vibrations les plus fortes sont attendues : en milieu de plancher suivant z (direction verticale) et sur ou directement à côté d'éléments de construction (portes, embrasures de fenêtres, murs, ...) suivant x et y (directions horizontales). La valeur la plus défavorable servira à l'analyse.

Proposition :

Dans la pièce où le plaignant indique les vibrations sont les plus importantes, à l'exception des locaux de service (cfr arrêté bruit de voisinage), à l'endroit déterminé par le plaignant.

Dans le cas de mesures non consécutives à une plainte, la mesure sera faite en milieu de plancher.

Durée de mesure

La DIN 4150-2 précise seulement que la période de mesure doit être choisie de façon à être représentative des effets vibratoires.

Proposition :

Durée de mesure : utiliser la définition de la législation bruxelloise

Période d'observation : laisser le soin aux inspecteurs de la déterminer en précisant que la période d'observation doit être représentative des vibrations étudiées en imposant tout de même que la période d'observation minimale de 60 minutes.

Bien distinguer la période d'observation de la durée de mesure.

Mesures complémentaires

Etant donné que les mesures sont parfois réalisées sur des périodes relativement longues et sans la présence permanente d'un agent sur place, il y a lieu de prévoir une validation des événements vibratoires afin de distinguer ceux qui proviennent de la source incriminée des vibrations « parasites »



(inhérentes par exemple à l'activité dans l'habitation où se font les mesures ou provenant d'autres sources). Cette validation peut se faire par un codage sur place, l'exclusion des autres sources via une mesure complémentaire à un autre endroit de l'habitation, ou encore via des enregistrements audio ou vidéo.

Proposition :

Imposer une validation des événements vibratoires incriminés en suggérant le recours à une méthode appropriée (par exemple codage sur place par un opérateur, mesures simultanées effectuées dans un local différent de celui indiqué par le plaignant, enregistrement d'audio dans la pièce où sont mesurées les vibrations, enregistrement vidéo de la source....)

