
**Estimation de l'exposition des individus à des
vibrations globales du corps —**

Partie 2 :

Vibrations continues et induites par les chocs dans les
bâtiments (1 à 80 Hz)

Evaluation of human exposure to whole-body vibration —

Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 2631-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

L'ISO 2631 comprendra les parties suivantes, présentées sous le titre général *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps* :

- *Partie 1: Spécifications générales*
- *Partie 2: Vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments (1 à 80 Hz)*
- *Partie 3: Vibrations globales verticales du corps selon l'axe des z (0,1 à 0,63 Hz)*
- *Partie 4: Vibrations dans les navires de mer (1 à 80 Hz)*

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps —

Partie 2 :

Vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments (1 à 80 Hz)

0 Introduction

Les vibrations des structures dans les bâtiments peuvent être perçues par les occupants et les affecter de diverses manières. La qualité de la vie peut en être diminuée, ainsi que l'efficacité du travail.

La présente partie de l'ISO 2631 donne des principes directeurs concernant l'application de l'ISO 2631-1 à la réponse humaine aux vibrations dans les bâtiments. Elle est également destinée à encourager la collecte uniforme de données sur la question.

La présente partie de l'ISO 2631 ne fournit pas d'indications quant aux niveaux des plaintes provenant des occupants de bâtiments sujets aux vibrations ou à toutes amplitudes ou limites acceptables des vibrations dans les bâtiments mais elle contient des courbes de pondération pour la réponse humaine aux vibrations dans les bâtiments.

1 Objet et domaine d'application

En ce qui concerne principalement le désagrément des êtres humains sujets aux vibrations dans les bâtiments, la présente partie de l'ISO 2631 se limite à la considération des points suivants :

- a) les vibrations continues;
- b) les vibrations intermittentes.

L'état des connaissances concernant les vibrations transitoires (impulsives) sont présentées dans les annexes A et B.

Des informations générales sont données à titre indicatif sur la réponse humaine aux vibrations dans les bâtiments, et des courbes de pondération de réponse en fréquence pour un désagrément équivalent des individus sont incluses ainsi que des méthodes de mesurage à employer.

La présente partie de l'ISO 2631 considère le moment de la journée et l'utilisation de l'espace occupé dans le bâtiment, par exemple atelier, bureau, lieu de résidence, salle d'opérations dans un hôpital ou autres zones critiques.

Les amplitudes acceptables des vibrations ne sont pas établies dans la présente partie de l'ISO 2631 car il n'est pas possible de les spécifier de façon rigide et elles dépendent de circonstances

spécifiques. Des indications sont données à titre d'essai dans l'annexe A sur les amplitudes de vibrations à partir desquelles des commentaires défavorables peuvent être soulevés. Dans les cas où un équipement sensible ou des opérations délicates imposent des critères plus sévères que n'en nécessite le confort de l'homme, des limites plus sévères correspondantes devraient être appliquées.

Des corrections et variantes peuvent être permises pour des travaux à court termes de bureaux d'études (par exemple excavation des fondations et percement de tunnels) pour lesquels des pratiques de bonnes relations publiques sont suivies et des avertissements préalables sont donnés.

La présente partie de l'ISO 2631 n'est pas destinée à fournir un guide quant à la probabilité de dégâts structurels pour les bâtiments ou de dommages pour les occupants de bâtiments sujets aux vibrations telles que définies dans l'ISO 2631-1.

La présente partie de l'ISO 2631 se rapporte seulement à la perception tactile et ne doit pas tenir compte de la perception auditive des sons réémis.

2 Références

ISO 2041, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*.

ISO 2631-1, *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps — Partie 1 : Spécifications générales*.

ISO 5805, *Vibrations et chocs mécaniques affectant l'homme — Vocabulaire*.

3 Caractéristiques des vibrations d'un bâtiment

3.1 Direction des vibrations

Étant donné qu'un bâtiment peut être utilisé pour des activités humaines différentes, toutes les positions : debout, assise ou couchée, ou une combinaison des trois peuvent se présenter, de sorte que les vibrations verticales du bâtiment peuvent pénétrer dans le corps aussi bien en tant que vibrations selon l'axe des z , l'axe des x ou l'axe des y comme indiqué à la figure 1.

Normalement, la vibration mesurée devrait faire référence à l'axe approprié. Lorsqu'on ne peut pas établir clairement quelle est la direction appropriée, il peut être préférable de se référer aux courbes combinées comme indiqué en détail en 4.2.3.

3.2 Vibrations à fréquences multiples (discrètes)

Les résultats des recherches concernant l'environnement des bâtiments permettent de supposer qu'il y a des effets de sommation pour les vibrations à des fréquences différentes. Par conséquent, pour l'évaluation des vibrations dans les bâtiments du point de vue du désagrément et des effets sur le confort des occupants, il est préférable d'utiliser des valeurs globales des vibrations pondérées telles qu'elles sont décrites dans l'ISO 2631-1. Une courbe de pondération appropriée pour cette investigation est décrite en 3.5.

3.3 Caractérisation des vibrations transitoires, continues et intermittentes, en ce qui concerne la réponse humaine

La frontière entre la vibration transitoire et la vibration intermittente est difficile à définir. Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 2631, la vibration transitoire (parfois appelée impulsive) est caractérisée par une montée rapide jusqu'à une crête suivie d'une chute amortie qui peut ou non entraîner plusieurs cycles de vibrations (dépendant de la fréquence et de l'amortissement). Elle peut consister également en plusieurs cycles approximativement de même amplitude, sous réserve que la durée soit courte (c'est-à-dire moins de 2 s).

Une vibration intermittente est une succession d'incidents vibratoires, chacun de courte durée, séparés par des intervalles d'amplitudes de vibrations beaucoup plus faibles. Les vibrations intermittentes peuvent être provoquées par des sources à impulsions (dispositif d'enfoncement de pieux, presses à forger), des sources répétitives (brise-pavés) ou des sources qui opèrent de façon intermittente mais qui pourraient produire des vibrations continues si l'on opérait de façon continue (machines intermittentes, élévateurs, convois ferroviaires, trafic).

Dans la présente partie de l'ISO 2631, une vibration continue est une vibration qui reste ininterrompue sur une période de temps considérée (voir annexe A).

Les événements uniques de grandes amplitudes tels que des explosions qui se produisent seulement quelques fois par jour constituent un cas spécial. Il est généralement recommandé que des opérations de cette nature n'aient pas lieu la nuit afin d'éviter tout dérangement. Au cours de la journée, ces opérations ne devraient avoir lieu qu'un petit nombre de fois. Un événement peut comprendre une vibration impulsive importante ou un groupe de vibrations transitoires avec des impulsions individuelles séparées par une courte période (groupe d'une durée maximale de 1 min).

Dans la pratique, les vibrations produites par les événements impulsifs peuvent être satisfaisantes même si elles sont d'un ordre de grandeur supérieur à celles qui sont dues au trafic et aux vibrations globales des bâtiments. Les amplitudes des vibrations pour un commentaire défavorable minimal dépendent de la période de temps au cours de laquelle les événements se produisent en un lieu.

3.4 Classification des bâtiments et des zones de bâtiments

La classification relative à la réponse humaine devrait être faite uniquement sur la base de l'occupation prévue, des tâches accomplies par les occupants et de la liberté attendue d'une intrusion éventuelle. Chaque pièce occupée d'un bâtiment doit être analysée en fonction de ces critères.

NOTE — Pour les indications concernant l'état des connaissances, voir annexe A.

3.5 Mesurage des vibrations

La technique préférentielle de mesurage est celle qui enregistre les valeurs non filtrées en fonction du temps à partir desquelles peut ultérieurement être déterminée toute valeur désirée. Si possible, les vibrations dans les bâtiments devraient être mesurées en termes d'accélération, mais dans certains cas, il peut se trouver plus approprié de les mesurer en termes de vitesse ou de déplacement.

La méthode préférentielle d'évaluation de l'influence des vibrations continues est la détermination de la valeur efficace de l'accélération pondérée (tel que recommandé dans l'ISO 2631-1).

NOTE — Voir les annexes A et B pour les méthodes traitant d'autres facteurs que des faibles facteurs de crête.

Si la position des occupants vis-à-vis de l'environnement vibratoire est constante et connue, les fonctions de pondération établies pour les directions suivant les axes des z , des x et des y doivent être utilisées. Si la position des occupants varie ou est inconnue vis-à-vis des vibrations qui interfèrent ou provoquent des désagréments, alors, soit la plus sévère des directions z , x et y , soit une caractéristique de pondération obtenue par la combinaison de l'axe des z et des axes des x et des y peut être utilisée. La fonction de pondération combinée est alors utilisée et a une fréquence de coupure de 5,6 Hz et une atténuation donnée par :

$$\text{Atténuation} = \sqrt{1 + (f/5,6)^2}$$

où f est la fréquence, en hertz. (Voir les courbes expliquées en 4.2.3.)

On dispose de données insuffisantes sur la réponse humaine aux vibrations transitoires (impulsives) pour justifier l'introduction, ici, d'une méthode préférentielle d'analyse de ces mouvements.

La conduite couramment utilisée dans certains pays est illustrée en annexe A et des méthodes supplémentaires faisant à présent l'objet de recherches et d'essais, sont mentionnées en annexe B.

Le mesurage des vibrations devrait être effectué sur une surface structurelle supportant le sujet humain au point de pénétration des vibrations dans le sujet humain.

NOTE — Dans certaines conditions, le mesurage peut être effectué en dehors des structures ou sur une surface structurelle autre que celle comportant les points de pénétration des vibrations dans le sujet humain. Dans ces cas, il est nécessaire de déterminer des fonctions de transfert.

Les mesurages devraient être effectués selon les trois axes orthogonaux et il faut se référer à la courbe appropriée. Autrement, on peut utiliser la courbe x , y et z combinée, en se servant du cas le plus défavorable rencontré (voir 4.2.3).

4 Caractérisation des vibrations dans les bâtiments en ce qui concerne la réponse humaine

4.1 Critère d'amplitude acceptable en ce qui concerne la réponse humaine

Les propositions qui suivent sont toutes basées sur les recommandations concernant l'action des vibrations globales sur les êtres humains données dans l'ISO 2631-1.

L'expérience a montré dans de nombreux pays que des plaintes concernant les vibrations dans les bâtiments à caractère résidentiel risquent d'être formulées par les habitants quand les amplitudes de vibrations sont seulement légèrement au-dessus des niveaux de perception. En général, les amplitudes satisfaisantes sont liées au niveau de commentaire défavorable minimal et non pas, déterminées par d'autres facteurs tels que les risques pour la santé à court terme ou l'efficacité dans le travail. De fait, en pratique, les amplitudes sont telles qu'il n'existe pas de risque de fatigue ou d'autres symptômes provoqués par les vibrations. Des situations existent où des amplitudes de mouvements supérieures à celles provoquant le niveau minimal de commentaire défavorable peuvent être tolérées, particulièrement pour des gênes provisoires et de rares événements de courte durée. Un exemple peut être constitué par un projet de construction ou un projet d'excavation. Tout facteur alarmant peut être réduit par des signaux d'avertissement, d'annonces et/ou une régularité de l'événement, et un programme approprié de relations publiques. Seulement dans des cas extrêmement peu fréquents, il devrait être nécessaire de consulter la «limite de capacité réduite par la fatigue» et les «limites d'exposition» données dans l'ISO 2631-1 en tant que guide.

Pour des situations où des vibrations se produisent au-delà d'une période prolongée, à long terme, l'habitude peut donner lieu à un changement des commentaires défavorables.

4.2 Courbes de base

Les courbes de base représentent les amplitudes de réponses humaines approximativement équivalentes du point de vue des désagréments et/ou plaintes concernant l'interférence avec les activités. Les courbes de base pour l'accélération et pour la vitesse sont données respectivement aux figures 2a, 3a et 4a, et aux figures 2b, 3b et 4b. Les amplitudes de vibrations acceptables dans des pièces et bâtiments devraient être spécifiées comme des multiples des amplitudes des courbes de base spécifiées en 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3. Pour des amplitudes d'accélération et/ou de vitesse inférieures aux valeurs correspondant aux courbes de base des figures 2a, 3a et 4a, et/ou 2b, 3b et 4b, généralement aucun commentaire défavorable, aucune sensation ou plainte, n'a été enregistré. Toutefois, ceci n'implique pas que, suivant les circonstances et les prévisions, des désagréments et/ou des plaintes sont à attendre à des amplitudes plus élevées.

NOTE — Les valeurs d'accélération pondérée doivent être évaluées par rapport aux amplitudes d'accélération de base dans la bande de fréquences de sensibilité maximale telle qu'établie dans l'ISO 2631-1.

L'établissement des critères d'études et des objectifs par l'exploitation des courbes de base présentées dans la présente partie de l'ISO 2631 devrait être fait à partir de l'expérience de l'état des connaissances et en examinant correctement les facteurs sociaux, de relations publiques et économiques.

NOTES

1 L'annexe A résume les règles courantes d'utilisation des facteurs multiplicatifs en liaison avec les courbes de base présentées. Il est souhaitable que l'utilisation de la présente partie de l'ISO 2631 facilite la collecte uniforme des données supplémentaires.

2 Les courbes de base présentées ne tiennent pas compte de la possibilité, qu'à des fréquences supérieures à environ 30 Hz les vibrations des murs introduisent des perturbations acoustiques indésirées.

4.2.1 Courbes de base pour les vibrations des pieds à la tête (axe des z)

Pour les vibrations selon l'axe des z , les courbes de base pour l'accélération et pour la vitesse sont données aux figures 2a et 2b. Le tableau 1 contient les valeurs correspondantes d'accélération et de vitesse en fonction de la fréquence aux fréquences centrales des bandes de tiers d'octave pour les courbes des figures 2a et 2b.

À des amplitudes d'accélération au-dessous de la courbe de base, les commentaires défavorables sont très rares. Cela ne signifie pas que les valeurs au-dessus de cette courbe entraînent une augmentation des commentaires défavorables, l'amplitude considérée comme acceptable dépendant des circonstances.

4.2.2 Courbes de base pour les vibrations d'un côté à l'autre ou du dos à la poitrine (axe des x ou des y)

Pour les vibrations appliquées à l'homme suivant les axes des x et des y , il convient d'appliquer des courbes de base différentes, lesquelles sont données aux figures 3a et 3b. Le tableau 1 contient les valeurs correspondantes d'accélération et de vitesse en fonction de la fréquence aux fréquences centrales des bandes de tiers d'octave pour les courbes des figures 3a et 3b.

Pour les fréquences comprises entre 1 et 2 Hz, une amplitude d'accélération de $3,6 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$ est appliquée.

Pour des fréquences supérieures à 2 Hz, une courbe de vitesse constante peut s'appliquer.

On remarque qu'aux basses fréquences les courbes de base pour les vibrations selon les axes des x ou des y sont plus sévères que dans le cas de l'axe des z . Ceci est dû à la sensibilité du corps humain au mouvement horizontal à ces basses fréquences.

4.2.3 Courbes de base combinées-standard pour l'exposition du corps humain selon un axe non défini

Dans de nombreux cas, la même zone de bâtiment peut être utilisée par des individus également dans les positions couchée

ou debout aux différentes heures du jour. Dans ce cas, un standard combiné utilisant la combinaison du cas le plus défavorable de l'axe des z et des axes des x et des y doit être appliquée.

Ceci doit être obtenu en utilisant la réponse selon l'axe des z de 8 à 80 Hz, et la réponse selon les axes des x et des y de 1 à 2 Hz. Pour les fréquences entre 2 et 8 Hz, on effectue une interpolation linéaire entre les deux courbes. Ces courbes combinées sont montrées aux figures 4a et 4b. Le tableau 1 donne les

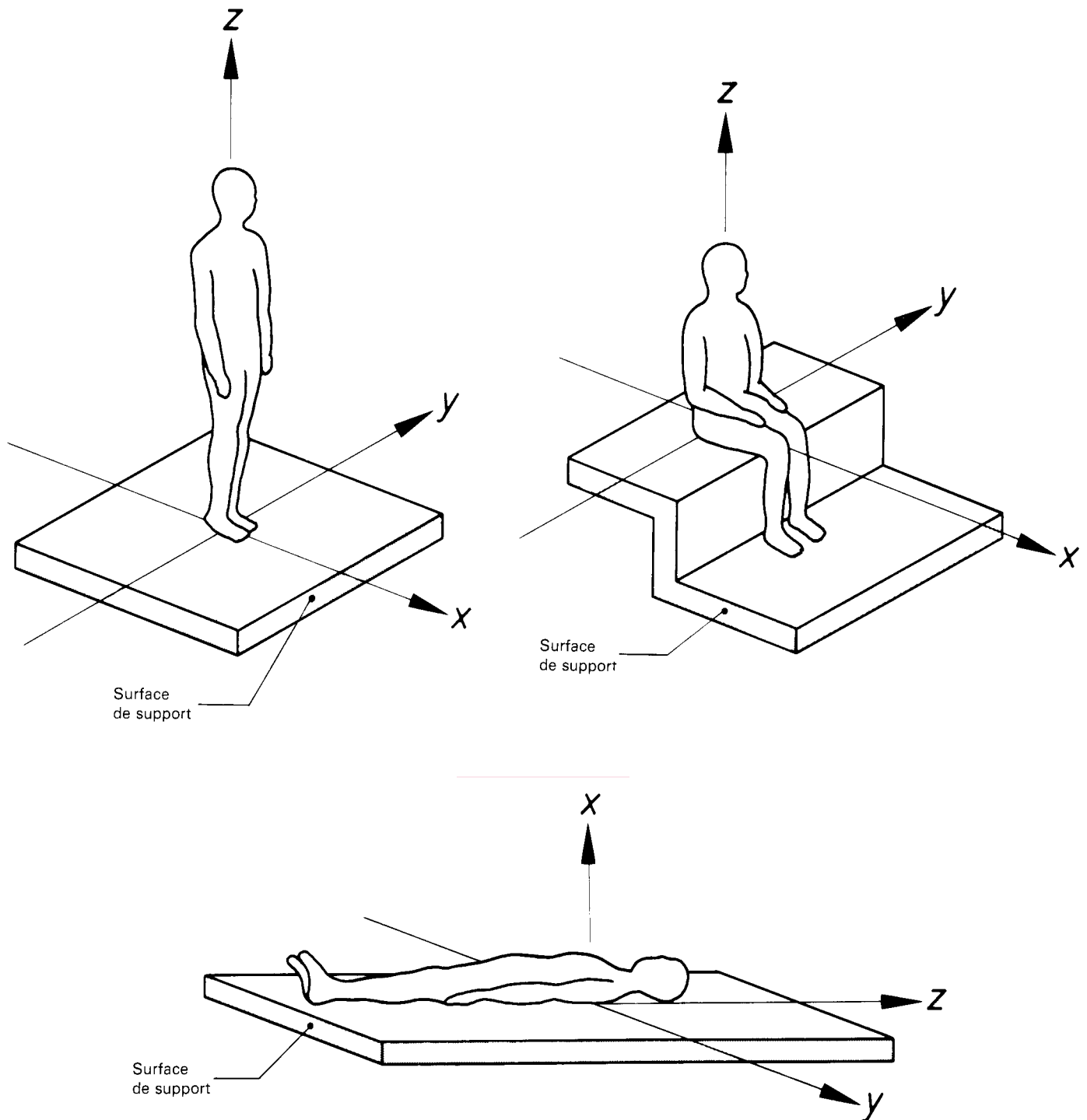
valeurs correspondantes d'accélération et de vitesse en fonction de la fréquence pour les courbes des figures 4a et 4b.

Ces courbes de base combinées-standard (voir annexe A et figure 5a) pourraient être utilisées pour des recherches préliminaires en vue de déterminer si une investigation ultérieure est nécessaire.

NOTE — Dans certains pays, il est préféré d'utiliser séparément les courbes de base selon l'axe des z et les axes des x et des y plutôt que la courbe provisoire de pondération combinée.

Tableau 1 — Valeurs d'accélération et de vitesse aux fréquences centrales de bandes de tiers d'octave pour les courbes de base des figures 2a, 2b, 3a, 3b, 4a et 4b

Fréquence (Fréquence centrale des bandes de tiers d'octave) Hz	Accélération (efficace) m/s ²			Vitesse (efficace) m/s		
	Courbe de base figure 2a	Courbe de base figure 3a	Courbe de base figure 4a	Courbe de base figure 2b	Courbe de base figure 3b	Courbe de base figure 4b
1	1×10^{-2}	$3,6 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$1,59 \times 10^{-3}$	$5,73 \times 10^{-4}$	$5,73 \times 10^{-4}$
1,25	$8,9 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$1,13 \times 10^{-3}$	$4,58 \times 10^{-4}$	$4,58 \times 10^{-4}$
1,6	8×10^{-3}	$3,6 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$7,96 \times 10^{-4}$	$3,58 \times 10^{-4}$	$3,58 \times 10^{-4}$
2	7×10^{-3}	$3,6 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$5,57 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$
2,5	$6,3 \times 10^{-3}$	$4,51 \times 10^{-3}$	$3,72 \times 10^{-3}$	$4,01 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$2,37 \times 10^{-4}$
3,15	$5,7 \times 10^{-3}$	$5,68 \times 10^{-3}$	$3,87 \times 10^{-3}$	$2,88 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$1,95 \times 10^{-4}$
4	5×10^{-3}	$7,21 \times 10^{-3}$	$4,07 \times 10^{-3}$	$1,99 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$1,62 \times 10^{-4}$
5	5×10^{-3}	$9,02 \times 10^{-3}$	$4,3 \times 10^{-3}$	$1,59 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$1,36 \times 10^{-4}$
6,3	5×10^{-3}	$1,14 \times 10^{-2}$	$4,6 \times 10^{-3}$	$1,26 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$1,16 \times 10^{-4}$
8	5×10^{-3}	$1,44 \times 10^{-2}$	5×10^{-3}	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
10	$6,3 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-2}$	$6,3 \times 10^{-3}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
12,5	$7,81 \times 10^{-3}$	$2,25 \times 10^{-2}$	$7,8 \times 10^{-3}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
16	1×10^{-2}	$2,89 \times 10^{-2}$	1×10^{-2}	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
20	$1,25 \times 10^{-2}$	$3,61 \times 10^{-2}$	$1,25 \times 10^{-2}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
25	$1,56 \times 10^{-2}$	$4,51 \times 10^{-2}$	$1,56 \times 10^{-2}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
31,5	$1,97 \times 10^{-2}$	$5,68 \times 10^{-2}$	$1,97 \times 10^{-2}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
40	$2,5 \times 10^{-2}$	$7,21 \times 10^{-2}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
50	$3,13 \times 10^{-2}$	$9,02 \times 10^{-2}$	$3,13 \times 10^{-2}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
63	$3,94 \times 10^{-2}$	$1,14 \times 10^{-1}$	$3,94 \times 10^{-2}$	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$
80	5×10^{-2}	$1,44 \times 10^{-1}$	5×10^{-2}	$9,95 \times 10^{-5}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$9,95 \times 10^{-5}$



a_x, a_y, a_z = accélération selon les directions des axes x , y et z

axe x = dos-poitrine

axe y = côté droit au côté gauche

axe z = pieds (ou bassin)-tête

Figure 1 — Directions des systèmes de coordonnées basicentriques pour les vibrations mécaniques influençant le corps humain

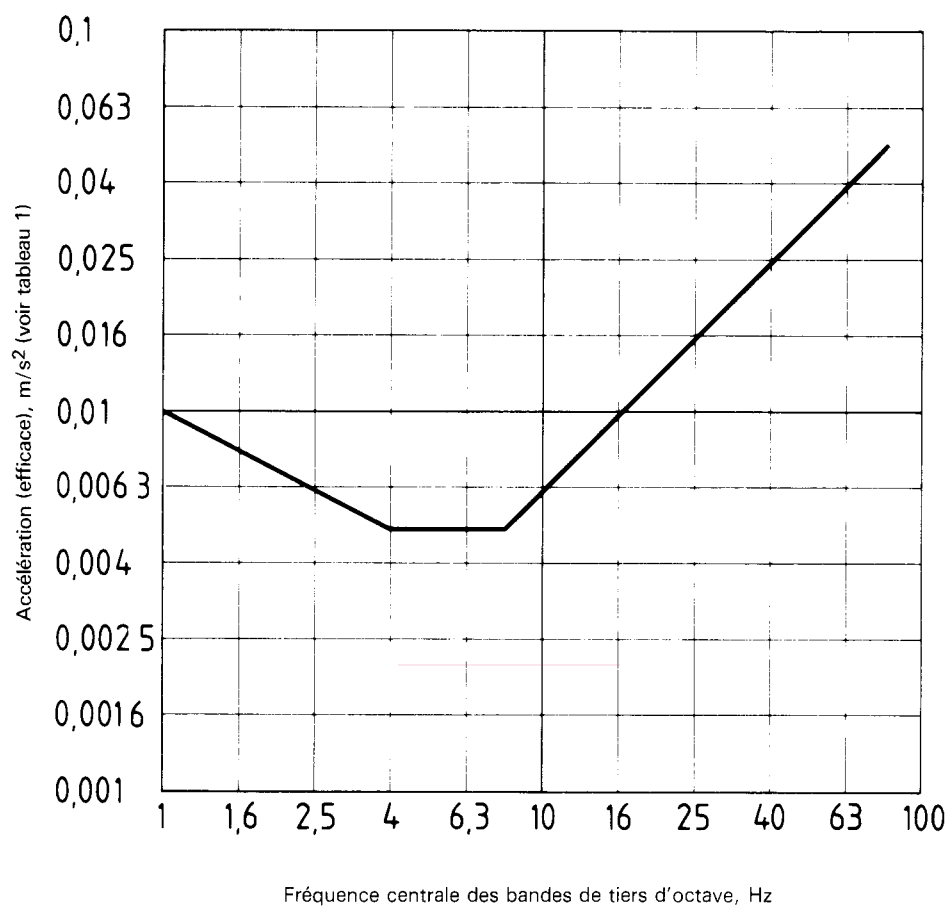


Figure 2a — Vibrations dans les bâtiments — Courbe de base pour l'accélération selon l'axe des z
(ceci représente la courbe de base pour les vibrations pieds-tête, voir 4.2.1)

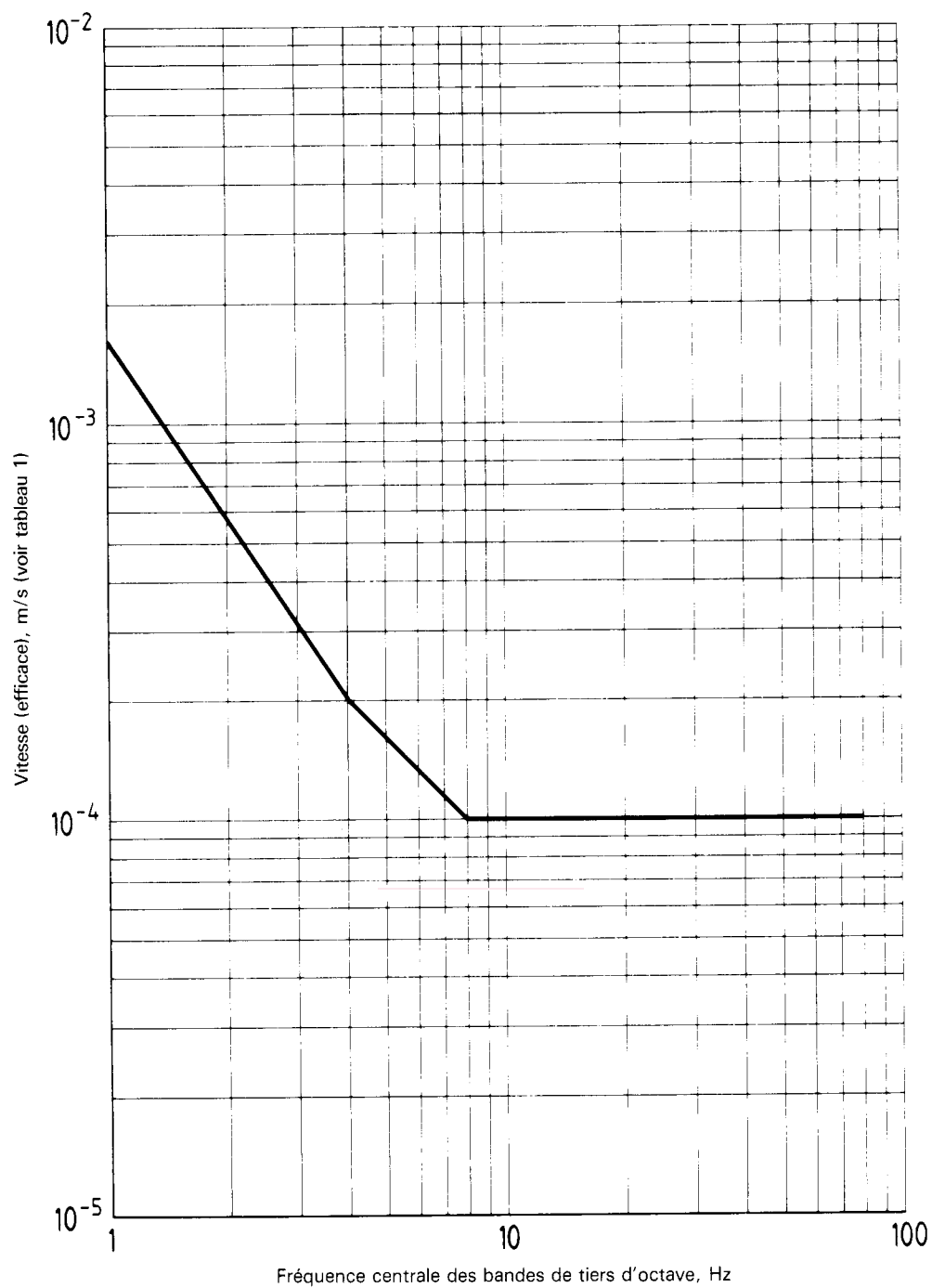


Figure 2b — Vibrations dans les bâtiments — Courbe de base pour la vitesse selon l'axe des z
(ceci représente la courbe de base pour les vibrations pieds-tête, voir 4.2.1)

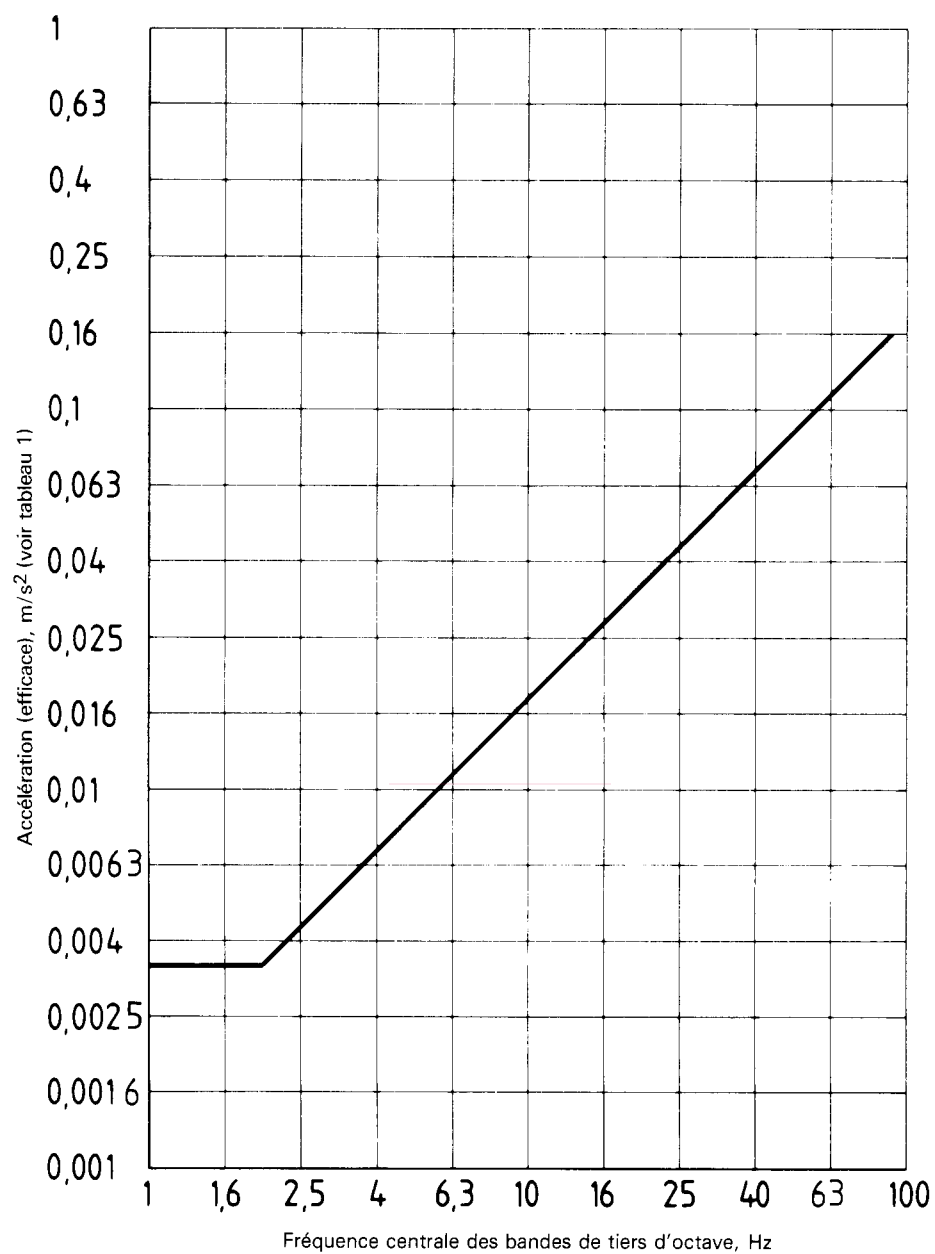


Figure 3a — Vibrations dans les bâtiments — Courbe de base pour l'accélération selon les axes des x et des y
(ceci représente la courbe de base pour les vibrations d'un côté du corps à l'autre et du dos à la poitrine, voir 4.2.2)