

# GUIDE POUR LA RÉALISATION DE LA SURVEILLANCE D'IMPACT VIBRATOIRE CAUSÉ PAR LES TRAVAUX DE CHANTIER

**PHASES : TERRASSEMENT/ EXCAVATION/ STABILISATION**

---

**D'ËMWELTVERWALTUNG**

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

Administration de l'environnement

# GUIDE POUR LA REALISATION DE LA SURVEILLANCE DE L'IMPACT VIBRATOIRE CAUSÉ PAR LES TRAVAUX DE CHANTIER

*version 1.2 du 4 avril 2024*

TABLEAU 0.1: VERSIONS DU GUIDE

Version	Description	Organisme en charge	Statut de publication
1.0	Guide du 29.07.2021	Luxcontrol SA / Betavi s. à r.l.	Non publié
1.1	Guide du 14.08.2023	Administration de l'environnement	Non publié
1.2	Guide du 04.04.2024	Administration de l'environnement	04.04.2024

VERSION :

1.2

Le présent guide sera actualisé en cas de besoin.

Le Tableau 0.1 présente les différentes versions. Veuillez trouver la version la plus actuelle sur le site

<https://environnement.public.lu>

CONTACT

Administration de l'environnement

Unité Permis et Subsidés

Claude Haas ([Claude.Haas@aev.etat.lu](mailto:Claude.Haas@aev.etat.lu))

Dennis Grönlund ([Dennis.Gronlund@aev.etat.lu](mailto:Dennis.Gronlund@aev.etat.lu))

1, avenue du Rock'n'Roll

L - 4361 Esch-sur-Alzette

## **Sommaire**

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
1.1	Avant-propos .....	3
1.2	Bases légales .....	3
1.3	Définition et application de la norme DIN 4150-2 .....	4
1.3.1	Définition des paramètres et critères principaux extraits de la norme : .....	4
1.3.2	Valeurs de référence générales .....	6
1.3.3	Paramètres d'évaluation.....	6
1.3.4	Procédure d'évaluation générale.....	7
1.3.5	Valeurs de référence spécifiques aux chantiers .....	8
1.3.6	Approche simplifiée .....	9
<b>2</b>	<b>Méthodologie à appliquer dans le cadre de la surveillance de l'impact vibratoire.....</b>	<b>10</b>
2.1	Programme de travail .....	10
2.2	Phases de surveillance et de contrôle des vibrations.....	11
2.2.1	Emplacements des points de mesure .....	11
2.2.2	Validation des procédés.....	12
2.2.3	Normes et documents appliqués pour les mesures vibratoires .....	12
2.2.4	Définition des critères et des limites à respecter .....	12
2.2.5	Dépassements des valeurs limites .....	13
2.2.6	Rapports « Journalier / mensuel / final » .....	13
2.3	Définitions et lexique .....	14
2.4	Bibliographie .....	15
<b>3</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>16</b>

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 AVANT-PROPOS

Le but de ce guide est de standardiser les méthodologies à appliquer par les personnes agréées [1] dans le cadre de la surveillance de l'impact vibratoire lors de la réalisation des travaux de chantier (terrassement/excavation/stabilisation).

Ce guide fixe les règles dans l'application du point de compétence B2 (Vibrations) regroupant les sous-points B21 (Contrôles des émissions) et B22 (Contrôles des vibrations dans les alentours). Il présente les informations et données requises pour la réalisation de mesures de surveillance/de contrôle dans le domaine des vibrations mécaniques.

À noter que le présent guide vise que les effets des vibrations sur les personnes dans les bâtiments en application de la norme DIN 4150-2 et les équipements sensibles dans les alentours du chantier. Les procédures et les exigences décrites dans le présent document ne s'appliquent donc pas aux effets sur les constructions (ensemble de l'ouvrage, planchers, canalisations enterrées) et le sol. Ce guide ne déroge pas à une planification et exécution des travaux de chantier de manière à éviter tout dommage aux constructions, aux installations et au sol dans les alentours du chantier.

Les surveillances/contrôles doivent être réalisées par une personne agréée conformément aux dispositions de la loi du 21 avril 1993 relative à l'agrément des personnes physiques ou morales privées ou publiques, autre que l'État, pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement (personnes agréées). La personne agréée est responsable des éventuels sous-traitants, elle doit s'assurer que les différentes procédures sont connues et correctement appliquées.

## 1.2 BASES LÉGALES

La base légale pour la surveillance/le contrôle de l'impact vibratoire des travaux de chantier se trouve dans la loi et le règlement suivant :

- Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés [2].
  - Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 portant nouvelles nomenclature et classification des établissements classés [3].

Les versions actuelles à considérer ainsi que l'historique du développement de la loi et du règlement précité sont disponibles sur le site <http://www.legilux.lu/>.

Ce guide concerne principalement la réalisation des mesures de surveillance de l'impact vibratoire lors des *chantiers classés* dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999.

### 1.3 DÉFINITION ET APPLICATION DE LA NORME DIN 4150-2

Le domaine d'application de la norme DIN 4150-2 est l'évaluation des immissions de vibrations provenant de différentes sources sur les personnes dans les bâtiments.

Le présent chapitre reprend un résumé de ladite norme. Il reprend la procédure à appliquer lors de l'évaluation des nuisances vibratoires. Celle-ci est précédée par la définition des différents critères / indices à déterminer ainsi que les formules à appliquer (approche simplifiée) qui sont décrites dans la norme précitée. Des extraits de la norme viennent appuyer la description de la méthode appliquée.

#### 1.3.1 DÉFINITION DES PARAMÈTRES ET CRITÈRES PRINCIPAUX EXTRAITS DE LA NORME :

##### Définition du signal vibratoire pondéré en fréquence $KB(t)$

L'équation (1) de la fonction de pondération du signal d'amplitude de la vitesse vibratoire en fonction de la fréquence est la suivante :

$$|H_{KB}(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (f_0/f)^2}} \quad (1)$$

Dabei ist:

$f_0$  5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses);

$f$  die Frequenz, in Hz.

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 3

##### Définition du niveau de vibration pondéré $KB_{\tau}(t)$

La valeur efficace glissante du signal de vibration pondéré en fréquence est déterminée selon l'équation (2) :

$$KB_{\tau}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{\xi=0}^t e^{-\frac{t-\xi}{\tau}} \cdot KB^2(\xi) d\xi} \quad (2)$$

Die Zeitkonstante ist  $\tau = 0,125$  s (siehe auch DIN 45669-1).

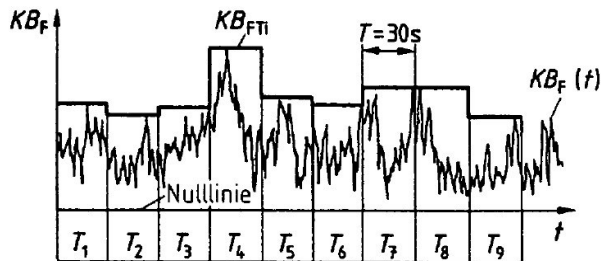
Als Formelzeichen für die bewertete Schwingstärke wird bei Verwendung von  $\tau = 0,125$  s verwendet:  $KB_{\tau}(t)$ .

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 3

**Définition du niveau de vibration pondéré maximal  $KB_{Fmax}$**  : La valeur maximale de  $KB_{\tau}(t)$  qui se produit au cours de la période d'évaluation et qui est imputable à l'évènement à examiner.

**Définition de la valeur maximale du cycle  $KB_{FTi}$**  : Niveau maximal du cycle  $i$  (selon terminologie allemande : Der Takt).

Le temps de mesure est divisé en cycles de  $T = 30$  s chacun. Chacun de ces cycles se voit attribuer la valeur maximale des vibrations évaluées  $KB_F(t)$  atteinte pendant la durée d'observation (voir figure ci-dessous extraite de la norme).



$t$  Zeit  
 $T$  Taktzeit

**Bild 1: Ermittlung der Taktmaximalwerte  $KB_{FTi}$**

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 3

### Définition du $KB_{FTm}$ : Valeur efficace maximale $KB_{FTm}$

La valeur  $KB_{FTm}$  est définie comme étant la racine carrée de la moyenne quadratique des valeurs maximales du cycle  $KB_{FTi}$  selon l'équation suivante (3)

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2} \quad (3)$$

Dabei ist:

$N$  die Anzahl der Takte.

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 3

### Détermination de l'évaluation des vibrations $KB_{FTr}$ :

La valeur  $KB_{FTr}$  est définie selon les équations suivantes (4a) et (4b)

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{T_r} \sum_j T_{e,j} KB_{FTm,j}^2} \quad (4a)$$

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{T_e/T_r} \quad (4b)$$

Dabei ist:

$T_r$  die Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h);

$T_e$  die Einwirkungszeit außerhalb von Ruhezeiten;

$T_{e,j}$  die Teileinwirkungszeiten außerhalb von Ruhezeiten;

$KB_{FTm}$  und  $KB_{FTm,j}$  der (die) Taktmaximal-Effektivwert(e) nach Gleichung (3), die für die Einwirkungszeit  $T_e$  oder Teileinwirkungszeiten  $T_{e,j}$  repräsentativ sind.

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 6

### 1.3.2 VALEURS DE RÉFÉRENCE GÉNÉRALES

Le tableau ci-dessous (« Tabelle 1 » de la norme DIN4150-2), indique les valeurs de référence ( $A_u$ ,  $A_o$  et  $A_r$ ) pour l'évaluation des immissions de vibrations qui se produisent à l'intérieur des bâtiments, locaux ou peuvent séjourner des personnes susceptibles d'être soumises aux vibrations et des locaux similaires :

**Tabelle 1: Anhaltswerte  $A$  für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen**

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 6

Ces niveaux représentent les niveaux vibratoires de référence  $KB$  à respecter dans le cadre d'exposition permanente et dans tous les cas de figure (hors chantier considérés comme des expositions transitoires et momentanées). Pour le cas de l'exposition aux vibrations des personnes séjournant dans les bâtiments dans les alentours immédiats des chantiers, les valeurs de référence indiquées dans le tableau « Tabelle 2 » de la norme (voir chapitre **Error! Reference source not found.** ci-dessous) doivent être respectées.

### 1.3.3 PARAMÈTRES D'ÉVALUATION

Dans le cadre de l'évaluation des niveaux vibratoires à l'immission, il existe deux paramètres d'évaluation :

- le niveau de vibration pondéré maximal  $KB_{Fmax}$  (suivant le chapitre 3.5.2 de la norme),
- le niveau d'évaluation des vibrations  $KB_{FTr}$  (suivant les chapitres 3.8 et 6.4 de la norme).

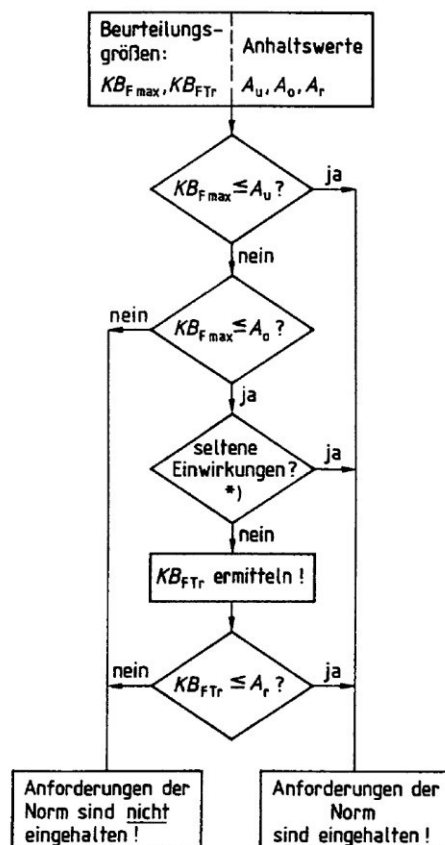


### 1.3.4 PROCÉDURE D'ÉVALUATION GÉNÉRALE

Dans la première étape, les paramètres d'évaluation ( $KB_{Fmax}$  et, si nécessaire,  $KB_{FTr}$ ) doivent être déterminés pour les trois directions x, y et z. La plus grande de ces trois valeurs doit être comparée aux valeurs de référence  $A_u$  et  $A_o$  :

- Si le paramètre  $KB_{Fmax}$  est inférieur ou égal à la valeur d'arrêt  $A_u$  (inférieure), l'exigence de cette norme est remplie.
- Si le paramètre  $KB_{Fmax}$  est supérieur à la valeur de référence (supérieure)  $A_o$ , les exigences de cette norme ne sont pas satisfaites.
- Pour des effets à court terme peu fréquents, l'exigence de la norme est satisfaite si  $KB_{Fmax}$  est plus petit qu' $A_o$  (voir chapitre 6.5.1 de la norme).
- Pour des effets fréquents pour lesquels le paramètre  $KB_{Fmax}$  est supérieur à  $A_u$  mais inférieur à  $A_o$ , il faut déterminer  $KB_{FTr}$  (voir chapitre 6.4 de la norme) et le comparer avec la valeur de référence  $A_r$ . Si le paramètre  $KB_{FTr}$  n'est pas supérieur à la valeur de référence  $A_r$ , les exigences de la norme sont également respectées.

La procédure d'évaluation est décrite et résumée par le grafctet (organigramme) suivant :



### 1.3.5 VALEURS DE RÉFÉRENCE SPÉCIFIQUES AUX CHANTIERS

Dans le cadre spécifique de l'évaluation des niveaux vibratoires KB concernant l'exposition aux vibrations des personnes séjournant dans les bâtiments dans les alentours immédiats des chantiers, la procédure d'évaluation décrite ci-avant est appliquée en considérant les valeurs de référence du tableau « Tabelle 2 » ci-dessous ceci pour des travaux diurnes d'une durée  $D$  ne dépassant pas des travaux de chantier de 78 jours maximum (travail). Pour une durée  $D$  supérieure à 78 jours, il convient de procéder à une évaluation individuelle en fonction du cas. Pour les travaux de nuit et les travaux effectués le dimanche et les jours fériés, les valeurs de référence de la « Tabelle 1 » de la norme sont applicables (voir chapitre 1.3.2 ci-dessus).

La durée  $D$  des effets de vibrations du tableau ci-dessous correspond au nombre de jours pendant lesquels les valeurs de référence de la « Tabelle 1 » de la norme sont dépassées (et non la durée de la construction elle-même). La valeur de référence déterminée à partir du tableau ci-dessous (« Tabelle 2 » de la norme) s'applique pour toute la durée du chantier.

Les différentes valeurs des critères à respecter conformément à la procédure décrite ci-dessus sont à comparer aux valeurs  $A_u$ ,  $A_o$  et  $A_r$  suivantes (selon la terminologie allemande de la norme : *STUFE I* et *STUFE II* du tableau 2) :

**Tabelle 2: Anhaltswerte  $A$  für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen**

Dauer	$D \leq 1$ Tag			6 Tage $< D \leq 26$ Tage			26 Tage $< D \leq 78$ Tage		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Spalte									
Anhaltswerte	$A_u$	$A_o^{*)}$	$A_r$	$A_u$	$A_o^{*)}$	$A_r$	$A_u$	$A_o^{*)}$	$A_r$
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

\*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt  $A_o = 6$ .

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 9

Les différents „STUFE“ (niveaux) sont définis comme suit dans la norme :

- STUFE I (niveau I) : Niveaux considérés comme ne générant pas d'inconfort considérable.
- STUFE II (niveau II) : Niveaux ne générant pas d'inconfort considérable tant que les dispositions décrites dans le paragraphe 6.5.4.3 de la norme DIN4150-2 (mesures pour réduire l'inconfort allant de a) à e) et, si nécessaire, la mesure f) sont appliquées.
- STUFE III (niveau III) : niveaux au-delà desquels les effets sont inacceptables. Dans ce cas il sera nécessaire de convenir de mesures spécifiques adaptées à la situation allant au-delà des recommandations décrites dans le chapitre 6.5.4.3 de la norme DIN4150-2.

Le tableau « Tabelle 2 » ci-dessus ne s'applique pas aux objets nécessitant une protection particulière, comme par exemple les hôpitaux. Ces cas nécessitent des études et des accords spécifiques.

### 1.3.6 APPROCHE SIMPLIFIÉE

Il est possible de déterminer approximativement les grandeurs d'évaluation  $KB_{Fmax}$  et  $KB_{FTTr}$  à partir d'enregistrements de la vitesse vibratoire  $v(t)$ , comme décrit dans le chapitre 7 de la norme.

La valeur maximale du signal de la vitesse vibratoire  $v(t)$  en mm/s et la fréquence du signal en Hz doivent être déterminées. À partir de ces valeurs et des formules (6) et (7) de la norme, la valeur pondérée KB peut être calculée. En tenant compte du facteur de correction  $c_F$  du tableau « Tabelle 3 » ci-dessous la valeur de  $KB_{Fmax}$  peut être estimée.

Les différents critères KB sont définis par les formules suivantes :

Amplitude oscillatoire d'appréciation :

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{v_{max}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}} \quad \text{Formule (6) de la norme}$$

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 10

Amplitude oscillatoire pondérée maximale :

$$KB^*_{Fmax} = KB \cdot c_F \quad \text{Formule (7) de la norme}$$

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 10

Le choix du coefficient  $c_F$  (voir tableau ci-dessous) est à motiver par la personne agréée en charge de l'analyse. De même pour les données d'entrée du calcul : fréquence caractéristique du procédé, niveau de vitesse vibratoire  $v_{max}$  à l'endroit du site de réception.

Ces indices sont nécessaires pour effectuer les calculs des différents critères KB.

Sur base des hypothèses et paramètres nécessaires pour l'évaluation des niveaux vibratoires tels que définis ci-avant, les calculs de KB et de  $KB_{Fmax}$  sont à effectuer.

**Tabelle 3: Erfahrungswerte für die Konstante  $c_F$  für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen**

Zelle	Kurzbeschreibung der Einwirkungsart <sup>1)</sup>	$c_F$ <sup>2)</sup>
1	Harmonische Schwingungen mit geringen Verzerrungen (z. B. Sägewerke in großer Entfernung oder bei wesentlicher Resonanzbeteiligung)	0,9
2	Wie Zelle 1, jedoch stärker verzerrt — mehr als etwa 20 % Verzerrungen (z. B. Sägewerke in enger Nachbarschaft, wenn noch mehrere Oberschwingungen vorhanden sind)	0,8
3	Stochastische Schwingungen und periodische Vorgänge mit Schwebungen a) mit Resonanzbeteiligung (z. B. Webereien, Rammen, gemessen auf mitschwingenden Wohnungsfußböden); b) ohne Resonanzbeteiligung (z. B. auf nicht unterkellerten Wohnungsfußböden)	0,8 0,7
4	Einzelereignisse kurzer Dauer a) mit Resonanzbeteiligung b) ohne Resonanzbeteiligung	0,8 0,6

1) Die Einordnung einer Messung in eine dieser Klassen sollte nach dem Bild der Schwingungsaufzeichnung erfolgen. Die genannten Beispiele sollten nur eine Orientierung geben, in welchen Situationen die einzelnen Klassen der Erschütterungseinwirkung häufig anzutreffen sind.  
2) Die Werte für  $c_F$  sind mittlere Erfahrungswerte. Abweichungen von etwa  $\pm 15\%$  können auftreten.

Source : DIN 4150-2 : 1999-06, page 10

## 2 MÉTHODOLOGIE À APPLIQUER DANS LE CADRE DE LA SURVEILLANCE DE L'IMPACT VIBRATOIRE

### 2.1 PROGRAMME DE TRAVAIL

L'établissement du programme de travail est la première phase de surveillance d'impact vibratoire.

La personne agréée doit soumettre le programme de travail à l'Administration de l'environnement pour approbation avant le début des travaux de surveillance. Ce programme de travail doit contenir, au minimum, les informations suivantes :

- Référence à l'autorisation ministérielle du projet concerné,
- Emplacement et description des points de mesure (p.ex. : local à usage administratif, salle de vie à l'intérieur d'une habitation, équipement sensible, etc.),
- Descriptif des procédés (méthodes appliquées, description des outils utilisés sur le chantier, description des chemins de propagation, description de la structure du bâtiment contrôlé, etc.),
- Types de vibration générés par les différents outils utilisés (stationnaire, sinusoïdale long terme ou court terme, impulsifs, harmoniques, etc.),
- Hypothèses à poser : composante principale (verticale ou horizontale) attendue en fonction des outils utilisés, exposition hors ou pendant les périodes de repos (en général au Grand-Duché de Luxembourg la plupart des chantiers ne travaille pas avant 7:00 h et pas après 19:00 h, ce qui implique une évaluation sans prise en compte des périodes de repos), type de bâtiment (typologie des bâtiments, commerces, résidences, administratifs, etc.), simultanéité d'utilisation d'outils, etc.,
- Limites fixées dans l'autorisation d'exploitation ainsi que les critères à respecter,
- La durée D d'exposition aux vibrations (voir chapitre 1.3.5),
- Description de la procédure de mesure (indication et, le cas échéant, justification des valeurs déclenchant les mesures, etc.) en fonction du type du point de mesure (confort des personnes, équipements sensibles),
- Procédures claires d'alerte en cas de dépassements des valeurs limites fixées (personnels concernés, voisinages et autorités compétentes, etc.),
- Rédaction du rapport (intermédiaire et final) et contenu y figurant.

## 2.2 PHASES DE SURVEILLANCE ET DE CONTRÔLE DES VIBRATIONS

### 2.2.1 EMBLEMENTS DES POINTS DE MESURE

Conformément à la norme DIN 4150-2, le point de mesure peut être placé au niveau de n'importe quelle zone du bâtiment où des personnes sont susceptibles de séjourner de manière permanente, prolongée et ou répétée. En général, les niveaux les plus « élevés » d'un bâtiment sont à surveiller si ceux-ci sont susceptibles d'être occupés. Le choix en matière d'emplacement du point de mesure doit être justifié et argumenté. En effet, la destination et l'usage du bâtiment, du local considéré et surveillé doit permettre de définir si la notion d'inconfort est qualifiée.

Une liste non exhaustive permettant à qualifier la notion d'occupation prolongée est indiquée de la manière suivante :

- Locaux à usage administratif de types bureaux administratifs, espaces ouverts de types bureaux paysagers (open-space, grands bureaux ouverts, etc.), bureaux collectifs et individuels, salles de repos, plateau à aménager, salle de réunion / formation, espace de détente, etc.
- Locaux à usage commercial de types petits commerces de détails, commerces spécialisés, etc.
- Salles de vie à l'intérieur d'habitations, maisons individuelles et/ou mitoyennes, maison bi-familiale, appartements, résidence, etc.

#### **Remarques concernant les salles de vie :**

Les salles/pièces de vie peuvent être définies de la manière suivante :

« Un logement ou habitation comprenant, d'une part, des pièces principales destinées au séjour ou au sommeil, éventuellement des chambres isolées et, d'autre part, des pièces de service, telles que cuisines, salles d'eau, cabinets d'aisance, buanderies, débarras, séchoirs, ainsi que, le cas échéant, des dégagements et des dépendances. » En conséquence, les pièces de vie, ou pièces principales, sont le séjour, les chambres et le bureau. Par exemple, une cuisine ouverte sur séjour est à considérer comme une pièce de vie. »

Les salles contenant des équipements dits sensibles de types équipements techniques informatiques (serveurs, back-up, connectiques sensibles, etc.), instruments de mesures sensibles (centre de recherche, locaux de mesures qualités et métrologique, etc.), équipements médicaux (IRM, radiologie, etc.) ou similaires, doivent faire l'objet d'une attention particulière et doivent être traitées dans le cadre de la surveillance de l'impact vibratoire afin de tenir compte des spécificités techniques des appareils / équipements concernés.

Le choix définitif de l'emplacement du point de mesure de surveillance doit faire l'objet d'une visite sur site et d'un argumentaire lorsque celui-ci diffère du point d'évaluation de l'étude prévisionnelle.

## **2.2.2 VALIDATION DES PROCÉDÉS**

Afin de limiter la procédure de surveillance (exemple : limiter le nombre de capteur, etc.) et de vérifier les hypothèses posées dans le cadre de l'étude d'impact prévisionnelle du chantier et donc des résultats et prescriptions émises dans l'arrêté ministériel, la personne agréée de contrôle peut procéder à une validation préalable à la surveillance afin de valider les procédés choisis et utilisés pour la réalisation des travaux. Pour ce faire, la personne agréée peut procéder à des mesures in-situ de validation à l'aide de plusieurs capteurs (exemple : un capteur aux fondations et un capteur à l'étage le plus haut où des personnes peuvent séjourner de manière prolongée, simultanément). Plusieurs capteurs peuvent être installés sur le même étage afin de définir l'emplacement optimal pour la surveillance à long terme.

En amont de la validation des procédés, ou lors des essais de validation, la personne agréée pourra réaliser des essais vibratoires complémentaires pour déterminer des fréquences de résonance, des fonctions de transfert ou le taux d'amortissement vibratoire.

La personne agréée devra communiquer aux autorités compétentes tout changement par rapport aux conditions d'exploitation du chantier prescrites dans l'autorisation ministérielle. Un rapport reprenant l'ensemble des paramètres et critères définis dans ce document devra être fourni à l'Administration de l'environnement afin d'expliquer les résultats des mesures et les interprétations y découlant.

Dans le cas où des procédés préalablement proscrits dans le cadre de l'étude prévisionnelle pourraient être validés, l'exploitant doit déclarer au préalable la modification de l'exploitation de l'établissement selon les dispositions de la loi relative aux établissements classés.

## **2.2.3 NORMES ET DOCUMENTS APPLIQUÉS POUR LES MESURES VIBRATOIRES**

Les mesures de vitesses vibratoires particulières seront à réaliser avec des appareils conforme à la norme DIN 45669-1 :2020-06 « Messung von Schwingungsimmissionen - Teil 1 : Schwingungsmesser – Anforderungen und Prüfungen ».

Les mesurages doivent répondre aux exigences de la norme DIN 4150-2.

## **2.2.4 DÉFINITION DES CRITÈRES ET DES LIMITES À RESPECTER**

### **2.2.4.1 Les effets sur les personnes**

Dans le cadre de la surveillance vibratoire, des limites de vibrations déclenchant l'action doivent être fixées. Les valeurs de référence fixées dans le tableau « Tabelle 1 » de la norme DIN 4150-2 (voir extrait au chapitre 1.3.2 ci-dessus) s'appliquent. Dans certains cas (à motiver par la personne agréée) ces valeurs ne peuvent pas être appropriées. Dans ces cas, la personne agréée propose des valeurs alternatives adaptées à la situation dans le cadre du programme de travail (voir chapitre 2.1).

La surveillance doit veiller à ce que la durée D (exposition aux vibrations) du tableau « Tabelle 2 » définie préalablement dans l'étude d'impact sonore ne soit pas dépassée. Ceci permet d'adapter les valeurs limites à respecter en fonction de la durée de l'exposition aux vibrations telles que définies dans la norme.

#### 2.2.4.2 Les effets sur les équipements sensibles

Afin de garantir le bon fonctionnement des équipements sensibles lors des travaux de chantier, la personne agréée se réfère aux spécifications du constructeur de chaque équipement. Elle adapte le matériel de mesure et les paramètres d'acquisition pour se conformer aux indicateurs retenus par le constructeur.

### 2.2.5 DÉPASSEMENTS DES VALEURS LIMITES

#### 2.2.5.1 Les effets sur les personnes

Si la valeur  $A_o$  est dépassée les travaux à l'origine des dépassements doivent être arrêtés. La personne agréée doit formuler des recommandations à l'entrepreneur.

Si la valeur  $A_u$  est régulièrement dépassée mais que la valeur  $A_o$  n'est pas atteinte, l'organisme agréé doit procéder à la détermination de la valeur  $KB_{FTT}$ . En fonction de l'évolution de la situation, la détermination de la valeur  $KB_{FTT}$  doit être réalisée à des intervalles réguliers. Lorsque la valeur de  $KB_{FTT}$  est égale à la valeur de  $A_r$ , le chantier doit être arrêté.

Lorsque des valeurs limites ne sont pas respectées, l'Administration de l'environnement doit être informée dans les plus brefs délais, par courriel. Les dépassements des valeurs limites en particulier la valeur  $A_r$  doivent faire l'objet d'une note explicative permettant d'informer l'Administration de l'environnement de la nature des dépassements (origines et causes des dépassements observés, durées d'exposition, niveaux d'exposition et plans d'assainissement).

#### 2.2.5.2 Les effets sur les équipements sensibles

Pour assurer le bon fonctionnement des équipements sensibles les indicateurs retenus par le constructeur de chaque équipement doivent être respectés.

### 2.2.6 RAPPORTS « JOURNALIER / MENSUEL / FINAL »

Les rapports mensuels et le rapport final doivent contenir l'ensemble des informations décrites dans cette procédure et les données minimales requises dans la norme DIN4150-2 (voir chapitre 8 de la norme).

Un rapport journalier peut être requis lorsque des dépassements sont observés. Ce rapport pourra être élaboré sous forme de note explicative comprenant l'ensemble des informations nécessaires pour que l'autorité compétente puisse évaluer et juger de manière claire (sur bases des résultats de mesure) la nature de la gêne occasionnée (voir paragraphe précédent 2.2.6).

## 2.3 DÉFINITIONS ET LEXIQUE

### **bureau individuel (bureau cellulaire, bureau attitré, bureau personnel)**

volume entièrement cloisonné affecté à une personne, conçu pour des tâches individuelles prolongées (travail administratif, appels téléphoniques, lecture et écriture). Le bureau individuel peut aussi être utilisé pour mener des conversations à 2 ou 3 personnes

### **bureau collectif**

volume entièrement cloisonné accueillant de 2 à 5 personnes, conçu pour des personnes travaillant simultanément avec des tâches individuelles séparées (travail administratif, appels téléphoniques, etc.). Il peut comporter ou non des séparations partielles entre les postes de travail (cloisonnettes, écrans)

### **espace ouvert (bureau paysager, open space, grands bureaux ouverts)**

espace conçu pour accueillir plus de 5 personnes sans séparations complètes entre les postes. Les activités exercées dans un espace ouvert peuvent être diverses : téléphone, travail administratif, etc.

**plateau à aménager (bureau «en blanc»)** espace de bureau non affecté à un utilisateur particulier et, de ce fait, vide de tout meuble et de toute activité. Typiquement, un plateau à aménager est caractérisé par :

- l'enveloppe du bâtiment ou bien les murs porteurs,
- le sol,
- le plafond suspendu,
- les équipements nécessaires à la vie de l'immeuble (climatisation, accès, câblage, éclairage, ...)

### **salle de réunion/salle de formation**

volume entièrement cloisonné permettant à plusieurs personnes de converser et de travailler ensemble, essentiellement autour d'une table

### **espace de détente**

lieu de repos où l'on peut trouver des sièges, une machine à café, un distributeur de boissons, etc. Un espace de détente est un lieu informel de rencontre



## **2.4 BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Loi du 21 avril 1993 relative à l'agrément des personnes physiques ou morales privées ou publiques, autre que l'Etat, pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement.
- [2] Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.
- [3] Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 portant nouvelles nomenclature et classification des établissements classés.
- [4] DIN4150-2 - 1999-06 : Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.

## **3 ANNEXES**

### **TABLEAUX SYNOPTIQUES**

Mesures vibratoires de surveillance

*Exemples*

Nom du projet:

Date :

Référence personne agréée :

Maître d'ouvrage:

1 Identification Points de contrôle vibratoire mesuré

Identifiant Point de contrôle	Bâtiment	Adresse	Localisation Site de mesurage	Destination Site de mesurage
PC1	A	6 rue d'Arlon/Windhof	Sous-sol-2	Cave
PC2			Étage +3	Logement/chambre
PC3	B	3 Rue de l'industrie/Windhof	Sous-sol-1	Parking
PC4	C	18 Rue de l'industrie/Windhof	Étage/toiture	Comble aménagé
PC5	D	19 Rue de l'industrie/Windhof	Sous-sol-1	Cave
PC6	E	21 Rue de l'industrie/Windhof	Sous-sol-1	Cave

## 2 Points de contrôle vibratoire-Description site mesurage

Identifiant Point de contrôle	Structure plancher						Position (capteur)			Parois/enveloppe du local de mesure						État général <sup>(6)</sup>						
	Béton	Bois	Hourdis	Mixte <sup>(1)</sup>	Composé <sup>(2)</sup>	NC <sup>*</sup>	Coin	Centre	Autre <sup>(3)</sup>	Béton Bloc Maç.	Bois	Cloison légère	Mixte <sup>(4)</sup>	Composé <sup>(5)</sup>	NC <sup>*</sup>	1	2	3	4	5	NC*	
PC1						X		X							X							X
PC2					X			X							X							X
PC3	X						X			X										X		
PC4		X						X							X							X
PC5						X									X							X
PC6				X							X							X				

\* NC : DONNÉES INCONNUES-Partie 4.1 rubriques à renseigner en fonction des cas recensés

(1) Composition plancher acier nervuré/béton, poutre acier/préfabriqué béton, plancher bois creux avec remplissage intérieur scories ...

(2) Plancher structurel avec chape flottante, parquet sur solive, faux-plancher démontable, plancher structurel avec revêtement de sol souple (moquette, linoléum)

(3) À préciser en fonction de l'emplacement choisi dès lors que les conditions d'applications selon DIN 4150-2 ne sont pas applicables

(4) Cloison verre amovible/cloison fixe (plâtre, maçonnerie,...), association de système matériaux différents par juxtaposition

(5) Enveloppe du local avec doublage intérieur avec ou sans faux-plafond (laine minérale et ou couche isolation thermique rigide PUR (PIR, XPE,...)+parement plein ou perforé en maçonnerie, acier, aluminium, bois, plâtre), association de systèmes et matériaux différents par superposition

(6) Échelle comprise entre 1 et 5 avec 1 : État vétuste/Fissuration avancée/Endommagement/pendage important-sensibilité du plancher à la flexion axiale très élevée, 2 : État médiocre/Flambage important, sensibilité/réponse du plancher à flexion axiale importante, 3 : État moyen/ planéité standard et localement défaut centimétrique, sensibilité/réponse du plancher à flexion axiale moyenne à faible, 4 : : État normal/ planéité standard générale, sensibilité/réponse du plancher à flexion axiale faible, 5 : État Neuf, planéité standard générale, sensibilité/réponse du plancher à flexion axiale très faible. Pour un plancher en bois creux neuf l'étendue de l'échelle est comprise entre 1 et 3 inclus.

### 3 Équipements sensibles aux vibrations <sup>(1)</sup>

Identifiant Point de contrôle	Présence d'équipements	Exigences techniques					Aménagements spécifiques-Traitement antivibratoire			
	sensibles aux vibrations	Seuil vibratoire <sup>(2)</sup>	Fréquences <sup>(3)</sup> (Hz)	Mode de fonctionnement		NC *	Montage/support châssis antivibratoire	Chape flottante	Autre (à préciser)	NC*
	Type			En fonction	Arrêt					
PC1	Scanner t1 IRM SC3	0.5 (v) 1.1 (v)	25-500 (s)	X			X			
	Balance Centrifugeuse	0.25 (a) 0.9 (a)	100-450 (sp)	X			X			
PC3	Data					X				X
PC4	Informatique					X		X		
PC6	Informatique					X				X

\* NC : DONNÉES INCONNUES-Partie 4.2 rubriques à renseigner en fonction des cas recensés

(1) Sont visés les équipements sensibles tels que les appareils médicaux, ...

(2) Seuil vibratoire défini par le fabricant de l'équipement, grandeur exprimée en vitesse vibratoire (v) (mm/s) ou accélération (a) (g ou m/s<sup>2</sup>)

(3) Fréquences caractéristiques définies par le fabricant de l'équipement, (s) motif sinusoïdal, (sp) motif swept, (x) motif autre

#### 4 Recensement des motifs d'incertitude-information type NC (donnée inconnue)

##### 4.a Site de mesurage

Identifiant Point de contrôle	Structure plancher inconnue	Parois/enveloppe du local de mesure inconnues	État général site de mesurage inconnu
	Motif(s)	Motif(s)	Motif(s)
PC1	M1	M2	M3
PC2		M4	M5
PC4		M6	M7
PC5	M8	M9	M10

##### 4.b Équipements sensibles aux vibrations

Identifiant Point de contrôle	Exigences techniques/type d'équipement inconnus	Aménagements spécifiques-Traitement antivibratoire inconnue
	Motif(s)	Motif(s)
PC3	M11	M12
PC4	M13	
PC6	M14	M15

5 Configuration de site /Terrassement roche (Établi sur base de l'étude d'impact et information de planification des travaux)

Identifiant Point de contrôle	Distance limite  minimum de fouille  (m)	Description intervention			Particularités de site-zone de travaux/Point de contrôle vibratoire					
		Durée journalière  (heure(s))	Date début/fin	Id. Phase d'exécution  (1)	Déroctage BRH	Déroctage manuel (Marteau piqueur)	Fraisage/  Rainurage/ Lissage	Ripage mécanique  (griffe/godet renforcé)	Ripage vibrant	Autre (à préciser)
PC1	30	10	11-01/13-01	T1	X					
PC2	25	10	12-01/14-01	T2		X				
PC3	20	8	11-01/14-01	T1	X					
PC4	25	3	11-01/15-01	T3/T3b			X		X	
PC5	50	8	11-01/14-01	T1	X					
PC6	50	8	11-01/14-01	T1	X					

(1) Définie en accord avec la nomenclature reprise de l'étude d'impact sonore et vibratoire établie pour ce chantier

6 Configuration de site/Stabilisation (Établi sur base de l'étude d'impact et information de planification des travaux)

Identifiant Point de contrôle	Distance limite  minimum périmètre stabilisé (m)	Description intervention			Procédé de Stabilisation						
		Durée journalière  (heure(s))	Date début/fin	Id. Phase d'exécution  (1)	Micropieux	Pieux sécants	Pieux non sécants	Talutage angulaire	Palplanche	Paroi berlinoise	Autre (à préciser)
PC1	30										
PC2	25					X					
PC3	20										
PC4	25						X		X		
PC5	50										
PC6	50										

(1) Définie en accord avec la nomenclature reprise de l'étude d'impact sonore et vibratoire établie pour ce chantier



7 Configuration de site /Compactage (Établi sur base de l'étude d'impact et information de planification des travaux)

Identifiant Point de contrôle	Distance limite  minimum  du secteur compacté  (en m)	Description intervention			Installation de compactage					
		Durée journalière  (heure(s))	Date début/fin	Id. Phase d'exécution  (2)	Nombre de passes  (1)	Articulé/fixe monobille lisse	Articulé  /Fixe tandem lisse	Articulé/fixe monobille pieds dameurs	Articulé /Fixe tandem  Pieds dameurs	Autre (à préciser)
PC1	30									
PC2	25					X				
PC3	20									
PC4	25						X		X	
PC5	50									
PC6	50									

(1) Établie en fonction de la vitesse de roulement moyenne du compacteur et de la distance la plus grande de la zone à compacter. Si Aller-retour à préciser et nombre de passe à multiplier par 2

(2) Définie en accord avec la nomenclature reprise de l'étude d'impact sonore et vibratoire établie pour ce chantier