European Commission

JRC TECHNICAL REPORTS

Indicateur Level(s) 4.4: Acoustique et protection contre le bruit

Manuel d'utilisation: note d'information introductive, instructions et orientations (Version 1.1)

Nicholas Dodd, Shane Donatello (JRC, unité B.5)
Avec le soutien des membres du groupe de travail «Acoustique» de l'EURIMA

Janvier 2021

Commission européenne
Centre commun de recherche
Direction B, Croissance et innovation
Unité 5, Économie circulaire et leadership industriel

Coordonnées
Nicholas Dodd et Shane Donatello
Adresse: Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso, 3. E-41092 Séville (Espagne)
Courriel: jrc-b5-levels@ec.europa.eu
https://ec.europa.eu/jrc
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/home

Avis juridique
La présente publication est un rapport technique établi par le Centre commun de recherche, le service scientifique interne de la Commission européenne. Elle a pour objectif de présenter des données scientifiques probantes à l'appui du processus d'élaboration des politiques européennes. Les résultats scientifiques présentés n'impliquent aucune prise de position de la part de la Commission européenne. Ni la Commission européenne ni quiconque agissant en son nom n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait de la présente publication.

Comment citer la présente publication: Dodd, N., Donatello, S. (2021). Manuel d'utilisation de l'indicateur Level(s) 4.4 «Acoustique et protection contre le bruit»: note d'information introductive, instructions et orientations (version 1.1)

Titre
Manuel d'utilisation de l'indicateur Level(s) 4.4 «Acoustique et protection contre le bruit»: note d'information introductive, instructions et orientations (version 1.1)

Remerciements
Le JRC tient à remercier le groupe de travail «Acoustique» de l'EURIMA pour son soutien technique à l'élaboration du présent manuel d'utilisation. *Rockwool International* a également fourni des contributions techniques spécifiques.

Résumé

Conçu comme un cadre européen commun d'indicateurs clés d'évaluation de la durabilité des bâtiments de bureaux et d'habitation, Level(s) peut être mis en application dès les premières phases de conception d'un bâtiment et tout au long de la durée de vie prévue de celui-ci. En plus d'évaluer la performance environnementale des bâtiments, ce qui est son objectif principal, il permet d'évaluer également, à l'aide d'indicateurs et d'outils, d'autres aspects importants en matière de santé et de confort, de coût du cycle de vie et de risques potentiels à venir liés à la performance.

L'objectif de Level(s) est de proposer un langage commun du développement durable dans le secteur du bâtiment. Ce langage commun doit permettre de prendre des mesures au niveau du bâtiment qui contribuent de façon adaptée aux objectifs globaux de la politique environnementale européenne. Il est structuré comme suit:

1. Macro-objectifs: un ensemble de six macro-objectifs principaux du cadre Level(s) qui contribuent aux objectifs stratégiques de l'UE et des États membres dans les domaines de l'énergie, de l'utilisation des matériaux, de la gestion des déchets, la qualité de l'eau et de l'air à l'intérieur des locaux.

2. Indicateurs clés: un ensemble de 16 indicateurs communs, associés à une méthode simplifiée d'analyse du cycle de vie (ACV), qui peuvent être utilisés pour mesurer la performance des bâtiments et leur contribution à chaque macro-objectif.

De plus, ce cadre vise à promouvoir la réflexion prenant en considération l'ensemble du cycle de vie. S'intéressant tout d'abord aux différents aspects de la performance environnementale des bâtiments, il cherche dans un deuxième temps à orienter les utilisateurs vers une approche plus globale en la matière, en vue de généraliser l'utilisation de l'ACV et des méthodes de calcul du coût du cycle de vie (CCCV).

Table des matières

La structure du document Level(s) 4
Mode de fonctionnement du présent manuel d'utilisation d'indicateur Level(s) 5
Termes techniques et définitions utilisés 6
Note d'information introductive 7
Instructions concernant l'utilisation de l'indicateur à chaque niveau 12
Instructions pour le niveau 1 12
Orientations et informations supplémentaires concernant l'utilisation de l'indicateur 16
Pour utiliser le niveau 1 16
Concept 1 de la liste de vérification du point L1.4: Bruit de l'environnement 16
Concepts 2 et 3 de la liste de vérification du point L1.4.: Isolation acoustique 16
Concepts 2 et 3 de la liste de vérification du point L1.4: Extension des critères de performance à des fréquences inférieures 17
Concept 5 de la liste de vérification du point L1.4: Acoustique de la salle et bruit ambiant dû à l'activité humaine 17
Concept 5 de la liste de vérification du point L1.4: Optimiser l'acoustique des salles de bureau en espace ouvert 18

La structure du document Level(s)

Manuel d'utilisation 1
Introduction au cadre commun

Orientations et informations à l'intention des utilisateurs potentiels de Level(s)

1. **Comment utiliser Level(s)**
2. **Le langage commun du développement durable**
3. **Fonctionnement de Level(s)**

Notes d'information: **Penser la durabilité**

- Réflexion englobant l'ensemble du cycle de vie et la notion de circularité
- combler l'écart de performance
- Comment rénover de manière durable
- Incidence de la durabilité sur la valeur

Manuel d'utilisation 2
Mettre en place un projet

Planifiez l'utilisation de Level(s) dans le cadre de votre projet et réalisez la description du bâtiment.

1. **Élaborer un plan de projet**
2. **Réaliser la description du bâtiment**

Manuel d'utilisation 3
Manuels d'utilisation des indicateurs

Instructions et orientations détaillées concernant l'utilisation de chaque indicateur

1.1 **Performance énergétique lors de la phase d'utilisation**
1.2. **Pouvoir de réchauffement global (PRG) du cycle de vie**

2.1. **Devis quantitatif, nomenclature des matériaux et durées de vie**
2.2. **Matériaux et déchets de construction et de démolition**
2.3 **Conception axée sur l'adaptabilité et la rénovation**
2.4. **Conception axée sur la déconstruction, la réutilisation et le recyclage**

3.1 **Consommation d'eau lors de la phase d'utilisation**

4.1. **Qualité de l'air intérieur**
4.2 **Temps hors des plages de confort thermique**
4.3. **Éclairage et confort visuel**
4.4 **Acoustique et protection contre le bruit**

5.1. **Protection de la santé et du confort thermique des occupants**
5.2. **Risque accru de phénomènes météorologiques extrêmes**
5.3. **Drainage durable**

6.1. **Coûts du cycle de vie**
6.2. **Création de valeur et exposition au risque**

Figure 1. La structure du document Level(s)

Mode de fonctionnement du présent manuel d'utilisation d'indicateur Level(s)

Level(s) est un cadre d'indicateurs clés de durabilité qui peut être appliqué aux projets de construction pour décrire et améliorer leur performance. Les documents d'accompagnement ont été conçus pour être accessibles à tous les acteurs susceptibles d'être associés à ce processus.

Si vous êtes nouveau dans l'évaluation de la durabilité des bâtiments, nous vous recommandons de lire le **manuel d'utilisation 1** afin de vous familiariser avec les concepts de base du cadre Level(s) et la manière dont vous pouvez l'appliquer à un projet de construction.

Si vous n'avez pas encore établi votre projet de construction pour utiliser Level(s), notamment si vous n'avez pas achevé le plan de projet et la description du bâtiment, nous vous recommandons de lire le **manuel d'utilisation 2 du cadre Level(s)**.

Le présent manuel d'utilisation d'indicateur fait partie du manuel d'utilisation 3 du cadre Level(s). Vous y trouverez des instructions sur la manière d'utiliser les indicateurs eux-mêmes. Il a pour objectif de vous aider à appliquer l'indicateur que vous avez choisi à un projet de construction. À cette fin, il contient les éléments ci-après.

- **Une note d'information introductive:** cette section donne une vue d'ensemble de l'indicateur. Elle précise notamment:
  - ✓ pourquoi il pourrait être intéressant de mesurer la performance à l'aide de cet indicateur;
  - ✓ ce que cet indicateur mesure;
  - ✓ à quels niveaux d'un projet il peut être utilisé;
  - ✓ l'unité de mesure utilisée; et
  - ✓ la méthode de calcul et les normes de référence pertinentes.
- **Des instructions concernant la manière d'utiliser les indicateurs à chaque niveau:** cette section contient:
  - ✓ des instructions pas à pas pour chaque niveau;
  - ✓ des précisions quant aux éléments nécessaires pour procéder à une évaluation;
  - ✓ une liste de vérification des principes de conception (niveau 1); et
  - ✓ les modèles de compte rendu.

  Les instructions font souvent référence à la section «Orientations et informations supplémentaires», qui figure après les instructions.
- **Des orientations et des informations supplémentaires concernant l'utilisation de l'indicateur**: cette section fournit davantage d'informations de contexte et d'orientations pour vous aider à suivre des étapes précises des instructions, notamment les principes de conception introduits au niveau 1 et les actions concrètes pour calculer ou mesurer la performance aux niveaux 2 et 3. Elles font toutes référence à des étapes précises des instructions, que ce soit au niveau 1, 2 ou 3.

Ce manuel d'utilisation consacré aux différents indicateurs est structuré de façon à ce que, une fois que vous serez familiarisé avec l'utilisation de l'indicateur et que vous saurez comment vous en servir, vous ne deviez plus vous référer aux orientations et informations de contexte et à ce que vous puissiez travailler directement et uniquement avec les instructions au niveau de votre choix.

Termes techniques et définitions utilisés

Terme	Définition
Bruit aérien	Bruit produit dans l'air et propagé vers la structure du bâtiment. On peut citer, par exemple, les conversations, la télévision, la radio, les bruits d'avions.
Bruit de choc	Bruit généré par une interaction mécanique d'un objet avec la structure du bâtiment, provoquant sa vibration. On peut citer, par exemple, les bruits de pas, le déplacement de meubles, les chutes d'objets, les bruits de perceuse.
Espace commun	Tout type d'espace accessible à tous les occupants du bâtiment, comme les cages d'escalier, les corridors, les salles des pas perdus, les atriums, les couloirs et les autres espaces partagés.
Pièce habitable	Pièce qui fournit les infrastructures d'accueil d'un logement: salon, salle à manger, bureau, cabinet de travail, véranda, etc. Cette catégorie ne comprend pas la salle de bain, la cuisine, les toilettes, la buanderie, le débarras et les espaces de circulation.
Espace privé	Espace où la confidentialité des conversations est importante, comme les bureaux des responsables.
Espace sensible au bruit	Espace où les bruits non désirés sont dérangeants à des niveaux très bas, comme les chambres à coucher, les salles de visioconférence et les cabines isolées pour les travaux qui nécessitent de la concentration.
Bureau en espace ouvert	Bureau conçu pour accueillir plus de quatre personnes sans séparation complète entre les postes de travail.
Durée(s) de réverbération	Temps nécessaire pour que le niveau de pression acoustique dans une salle diminue de 60 dB après arrêt de la source sonore.
Valeur unique	Quantificateur utilisé pour évaluer un aspect de performance acoustique de manière globale, c'est-à-dire sans mettre en évidence les valeurs dépendant de la fréquence.

Note d'information introductive

Remarque à l'attention des utilisateurs: cet indicateur ne comporte actuellement des instructions et des orientations que pour son utilisation au **niveau 1**. Aux utilisateurs souhaitant travailler aux **niveaux 2 et 3**, il fournit des informations initiales concernant d'éventuelles unités de calcul et de mesure ainsi que des normes de référence qui pourraient être utilisées.

Pourquoi mesurer la performance à l'aide de cet indicateur?

Le risque de nuisances acoustiques, dû à la fois à des facteurs extérieurs et intérieurs au bâtiment, est cité comme un facteur d'influence important sur la santé, le confort et le bien-être des occupants d'un bâtiment[1]. Les nuisances sonores peuvent être néfastes pour la santé et la qualité de vie des personnes. Elles peuvent aussi avoir une incidence sur la productivité et la qualité de la communication dans un environnement de travail.

L'importance de la protection des citoyens à l'égard des nuisances sonores est prise en compte dans les orientations politiques européennes, notamment par la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement[2], qui impose une cartographie des sources de bruit externes au niveau des logements, au moins pour les façades les plus exposées. Cette directive exige également la communication d'informations sur le nombre de résidents exposés à différents niveaux de bruit. L'annexe VI de la directive présente une définition technique d'une «façade calme» pour désigner les façades de bâtiments dont les occupants sont exposés à des niveaux relativement faibles de bruit. L'annexe III de la directive fournit des méthodes de calcul des effets sur la santé du bruit causé par les routes, les voies ferrées, les activités industrielles et les avions.

Dans le but de mesurer la performance acoustique d'un bâtiment, les solutions de conception retenues doivent protéger les utilisateurs à la fois du climat acoustique extérieur et du bruit indésirable généré à l'intérieur du bâtiment, ou provenant de bâtiments voisins. En outre, un bon environnement acoustique interne, tant à l'intérieur qu'entre des espaces spécifiques, à savoir notamment entre des chambres à coucher, des postes de travail ou des salles de réunion, est également indispensable pour assurer la satisfaction des utilisateurs et optimiser la productivité.

Que mesure cet indicateur?

Dans les logements, l'isolation acoustique des bruits provenant de la rue ou du ciel est importante pour le bien-être des occupants. Tant dans les bâtiments de bureaux que dans les bâtiments d'habitation, les sources externes de nuisances sonores telles que la circulation, l'activité piétonnière dans les rues et l'activité commerciale ou industrielle peuvent être importantes. Dans les bâtiments commerciaux, cela peut entraîner la décision de condamner des fenêtres et de ventiler mécaniquement les espaces, de sorte que les niveaux de bruit extérieurs constituent un aspect technique important à prendre en considération.

En outre, la prise en considération des murs et des planchers mitoyens est particulièrement importante pour réduire au minimum la propagation des bruits entre les propriétés. Il est donc important de mesurer la propagation des bruits aériens et des bruits de choc dans ces cas-là.

Dans les bâtiments de bureaux, les nuisances sonores peuvent être liées à des espaces de travail ouverts ou, dans les bâtiments dont le plan est plus classique, à une mauvaise isolation acoustique entre les bureaux individuels ou les salles de réunion. Dans ce cas, la mesure de l'incidence et de la propagation aérienne du bruit est pertinente pour l'évaluation. Les services tels que la climatisation, ainsi que les imprimantes et les salles de serveurs peuvent être à l'origine de nuisances et doivent donc faire l'objet d'une attention particulière. La réverbération du son à l'intérieur des espaces est un aspect important à prendre en considération, car elle peut avoir une incidence sur la concentration du

[1] World Green Building Council, *Health, Wellbeing and Productivity in Offices: The Next Chapter for Green Building*, septembre 2014.
[2] Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.

bruit à l'intérieur d'un espace de bureaux partagé, ainsi que sur l'intelligibilité de la parole et le niveau de bruit de fond intérieur. Il s'agit donc également d'un aspect important à mesurer.

À quelle étape d'un projet?

Bien que les présentes orientations ne fournissent actuellement que des instructions pour le niveau 1, il est possible de commencer à travailler aux niveaux 2 et 3 en utilisant les unités de mesure, les méthodes de calcul et les normes de référence actuellement disponibles. Des informations à ce sujet sont fournies ultérieurement dans la section correspondante du présent manuel d'utilisation. Les étapes d'un projet au cours desquelles une évaluation peut être effectuée pour les trois «niveaux» sont indiquées ci-dessous:

Niveau	Activités liées à l'utilisation de l'indicateur 4.4
1. Conception (selon les principes de conception)	✓ Conception: les principaux aspects à prendre en considération concernant la création d'un environnement acoustique de qualité et la maîtrise du bruit peuvent être utilisés par les concepteurs pour déjà évaluer les risques potentiels en fonction de l'utilisation du bâtiment, de l'emplacement et des possibilités de configuration des espaces à l'intérieur du bâtiment.
2. Conception détaillée et construction (sur la base de calculs, de simulations et de plans)	✓ *Conception détaillée et construction: au commencement de la conception détaillée du bâtiment, les performances acoustiques peuvent être calculées et estimées pour les principaux aspects abordés par l'indicateur. L'équipe de conception peut alors se concentrer sur la sélection des matériaux et préciser les détails requis pour atteindre un niveau spécifique de performance technique.*
3. «Tel que construit et utilisé» (sur la base de la mise en service, des essais et des mesures)	✓ *Bâtiment «tel que construit et utilisé»: à l'achèvement du bâtiment, il sera possible de réaliser des études et des mesurages sur le terrain afin de déterminer les performances du bâtiment «tel que construit» et de ses espaces intérieurs.*

Unités de mesure

Cette première version de l'indicateur se concentre sur les cinq principaux aspects de conception de l'acoustique et de la protection contre le bruit. Bien que le présent manuel ne fournisse actuellement que des instructions au niveau 1, les utilisateurs qui souhaitent aller plus loin y trouveront des informations de base sur les indicateurs de mesure susceptibles d'être utilisés dans le cadre établi pas les normes EN et ISO existantes (voir tableau ci-dessous).

Tableau 1. Indicateurs de mesure de la qualité acoustique et de la protection contre le bruit

Aspects de conception acoustique	Description	Niveaux 2 et 3 Quantités à évaluer		
		Se rapportant à	Indice	Description
1. Isolation acoustique de la façade	Protection contre le bruit provenant de l'extérieur	Isolation de la façade	$D_{2m,nT,w}$	Isolement acoustique standardisé pondéré pour le bruit émis par la circulation (isolation acoustique)
			R'_w	Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré
			$R'_{45°}$	Indice d'affaiblissement acoustique apparent
		Niveau de bruit intérieur	L_{Aeq}	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A
			L_{Amax}	Niveau de pression acoustique maximum pondéré A

Aspects de conception acoustique	Description	Niveaux 2 et 3 Quantités à évaluer		
		Se rapportant à	**Indice**	**Description**
			$L_{den,indoor}$	Niveau de pression acoustique intérieur jour-soir-nuit
		Bruit de l'environnement	L_{day}	Niveau de bruit moyen sur la période jour
			L_{night}	Niveau de bruit moyen sur la période nuit
			L_{den}	Niveau de bruit moyen sur la période jour-soir-nuit
2. Isolation au bruit aérien	Protection contre les bruits aériens à l'intérieur de salles ou de bâtiments adjacents	Isolation au bruit aérien	R'_w	Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré
			$D_{nT,w}$	Isolement acoustique standardisé pondéré
			$R'_w + C$	Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré + terme d'adaptation à un spectre
			$D_{nTw} + C$	Isolement acoustique standardisé pondéré + terme d'adaptation à un spectre
			$R'_w + C_{tr}$	Indice d'affaiblissement acoustique apparent + terme d'adaptation à un spectre pour le bruit émis par la circulation
			$D_{nT} + C_{tr}$	Isolement acoustique standardisé pondéré + terme d'adaptation à un spectre pour le bruit émis par la circulation
		Niveau de bruit intérieur	L_{Aeq}	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A
			L_{Amax}	Niveau de pression acoustique maximum pondéré A
			$L_{den,indoor}$	Niveau de pression acoustique intérieur jour-soir-nuit
3. Isolation au bruit de choc	Protection contre les bruits de choc à l'intérieur d'espaces adjacents ou à travers des planchers ou des murs adjacents	Isolation au bruit de choc	L'n,w	Niveau de pression acoustique pondéré du bruit de choc normalisé
			L'nT,w	Niveau de pression acoustique pondéré du bruit de choc standardisé
4. Bruit des équipements techniques	Protection contre le bruit généré par les équipements techniques	Bruit généré par les équipements techniques	$L_{Aeq,nT}$	Niveau de pression acoustique continu standardisé pondéré A
			$L_{AFmax,nT}$	Niveau de pression acoustique maximal standardisé temporel moyen et pondéré en fonction de la fréquence
5. Absorption	Confort	Contrôle de la	T	Durée de réverbération

Aspects de conception acoustique	Description	Niveaux 2 et 3 Quantités à évaluer		
		Se rapportant à	**Indice**	**Description**
acoustique dans les espaces clos/acoustique des salles	acoustique intérieur	durée de réverbération	A_{eq}	Aire d'absorption acoustique équivalente
		Niveau de bruit de fond et intelligibilité de la parole	STI	Intelligibilité de la parole

Limite du système

L'indicateur est lié au module B6 (énergie consommée en phase opérationnelle) du cycle de vie du bâtiment, tel que défini dans la norme EN 15978. L'empreinte matérielle de toutes les fenêtres, tous les produits d'isolation et tous les matériaux de façade utilisés pour améliorer la performance relèverait des modules A1-A5 (production et construction). Des dispositions spécifiques sont également prévues pour la communication d'informations sur les parties de bâtiment dans le cadre de l'indicateur Level(s) 2.1 («Devis quantitatif, nomenclature des matériaux et durées de vie»).

Toutefois, l'indicateur 4.4 est principalement axé sur l'évaluation des effets sur la santé et le confort des occupants à l'aide des connaissances scientifiques relatives aux effets des nuisances acoustiques et sonores sur la santé, le bien-être et la productivité. L'évaluation quantitative ou qualitative des éventuels effets bénéfiques pour les occupants d'un bâtiment donné peut passer par l'utilisation de l'annexe III de la directive 2002/49/CE ou par la conduite d'enquêtes de satisfaction.

Champ d'application

Cet indicateur doit tenir compte de l'importance des aspects architecturaux, y compris en ce qui concerne la conception des façades, les murs mitoyens, les planchers, les subdivisions et cloisons intérieures, les matériaux et traitements de finition de surfaces et tous les autres éléments architecturaux susceptibles d'avoir une incidence sur la performance acoustique. L'indicateur doit aussi tenir compte de la performance acoustique et de l'atténuation du bruit des équipements techniques.

La performance acoustique dépend des activités pour lesquelles les salles sont utilisées. Par conséquent, toutes les salles et tous les espaces à l'intérieur du bâtiment doivent être classés en typologies en fonction de leur utilisation. Les types de salles et d'espaces suivants peuvent être considérés comme très importants:

- dans les logements: les pièces habitables (par exemple, salon et chambre à coucher) et les espaces communs.
- dans les immeubles de bureaux: les bureaux (en espace ouvert), les salles de conférence, les espaces privés, les espaces sensibles au bruit (visioconférence, besoin de concentration, etc.) et les espaces communs.

D'autres types de salles spécifiques peuvent également être examinés, tels que les cantines, les cuisines, les salles à manger, les salles de bains, les toilettes, les réceptions et gaines d'ascenseurs. Les bruits provenant des locaux techniques et des gaines d'ascenseurs doivent être pris en considération dans les autres salles mais pas dans les locaux techniques eux-mêmes.

D'autres aspects de performance acoustique, tels que l'isolation au bruit de la pluie ou au bruit transmis par le sol (circulation, travaux de construction, etc.), ne sont pas pris en considération, mais peuvent faire partie des réglementations nationales ou des systèmes de classification.

Méthodes de calcul et normes de référence

Cette version de l'indicateur se concentre sur les cinq principaux aspects de conception de l'acoustique des bâtiments et de la protection contre le bruit. Des informations de base concernant les unités de mesure susceptibles d'être utilisées dans le cadre établi dans les normes EN et ISO existantes figurent au tableau 2. En l'absence de système national de classification, de lignes directrices nationales ou de dispositions équivalentes pour les bâtiments d'habitation, il est suggéré d'utiliser la norme ISO TS 19488. L'objectif du présent manuel d'utilisation est de fournir des orientations initiales pouvant servir de base à la prise de décision.

Tableau 2. Normes et méthodes de mesure pour l'acoustique et la protection contre le bruit

Aspects de conception acoustique	**Description**	**Niveau 2** **Méthodes de calcul**	**Niveau 3** **Méthodes de terrain**	
			Procédure de notation	**Méthode de mesure** (E = méthode d'enquête) (M = méthode de mesure)
1. Isolation acoustique de la façade	Protection contre le bruit provenant de l'extérieur	EN 12354-3	Isolation de la façade: ISO 717-1	Isolation acoustique de la façade: ISO 10052 (E) ISO 16283-3 (M) Bruit de l'environnement: ISO 1996-1
2. Isolation au bruit aérien	Protection contre les bruits aériens à l'intérieur de salles ou de bâtiments adjacents	EN 12354-1	ISO 717-1	ISO 10052 (E) ISO 16283-1 (M)
3. Isolation au bruit de choc	Protection contre les bruits de choc à l'intérieur d'espaces adjacents ou à travers des planchers ou des murs adjacents	EN 12354-2	ISO 717-2	ISO 10052 (E) ISO 16283-2 (M)
4. Bruit des équipements techniques	Protection contre le bruit généré par les équipements techniques	EN 12354-5	ISO 10052 ISO 16032	ISO 10052 (E) ISO 16032 (M)
5. Absorption acoustique dans les salles et les espaces clos	Contrôle de la durée de réverbération[3], du niveau de bruit de fond et de l'intelligibilité ou de la confidentialité de la parole dans les espaces	EN 12354-6	ISO 11654[1]	ISO 3382-2 (E/M) ISO 3382-3 (M)

[3] Il n'existe actuellement aucune norme internationale définissant une valeur unique pour évaluer la durée de réverbération sur site. Toutefois, la norme ISO 11654 définit une valeur unique pour le coefficient d'absorption des surfaces à mesurer en laboratoire. Il est aussi possible d'utiliser cette valeur pour évaluer la réverbération du bruit dans les espaces clos.

Instructions concernant l'utilisation de l'indicateur à chaque niveau

Remarque: les instructions concernant l'utilisation de cet indicateur ne concernent actuellement que les utilisateurs au niveau 1.

Instructions pour le niveau 1

L1.1. Objet du niveau 1

L'objectif principal d'une évaluation au niveau 1 est de vérifier si les cinq aspects de conception de l'acoustique des bâtiments et de la protection contre le bruit ont été pris en compte au stade de la conception d'un projet. Ce processus permettra de mieux comprendre les principaux aspects de conception et de les classer par ordre de priorité. Il aidera ensuite les participants au projet à prendre les bonnes décisions lors de la définition des exigences et des spécifications. *La présente section fournit également des informations de base sur la manière dont les calculs et les mesurages sur le terrain peuvent être effectués aux niveaux 2 et 3.*

L1.2. Instructions étape par étape

Il convient de lire ces instructions en parallèle avec les orientations et les informations complémentaires qui sont fournies à partir de la page 15.

1. Consulter la liste de vérification des aspects de conception relatifs à l'acoustique et à la protection contre le bruit du point L1.4 et lire les descriptions générales figurant dans les orientations techniques pour le niveau 1.
2. Au sein de l'équipe de conception, passer en revue les aspects de conception et déterminer la manière dont ils peuvent être introduits dans le processus de conception.
3. Lorsque la conception est achevée avec le client, consigner les aspects de conception relatifs à l'acoustique et à la protection contre le bruit qui ont été pris en compte en utilisant le modèle de compte rendu L1.

L1.3. Qui devrait être associé au processus et quand?

Les principaux acteurs au stade de la conception sont notamment les suivants: l'architecte de conception, le propriétaire du bâtiment ou le promoteur, les représentants des occupants et les autorités compétentes en matière d'aménagement du territoire.

Les autres parties prenantes susceptibles de se joindre au projet à un stade ultérieur sont notamment les suivantes: les architectes de conception détaillée, les rédacteurs de spécifications, les architectes d'intérieur, l'entrepreneur principal du bâtiment, les spécialistes de l'acoustique et les occupants du bâtiment.

L1.4. Liste de vérification des aspects de conception relatifs à l'acoustique et à la protection contre le bruit

Il est nécessaire de connaître les aspects de conception et les facteurs connexes qui ont une incidence sur l'incorporation des caractéristiques de conception et sur la sélection des matériaux pour mener une action concernant la performance acoustique. Chaque aspect fournit des informations sur les mesures à prendre pour faire en sorte que les bonnes décisions soient prises au stade de la conception et obtenir de meilleurs résultats à des stades ultérieurs.

Aspects à prendre en considération pour les logements

Aspects de conception acoustique	Description	Aspects à prendre en considération
1. Isolation acoustique de la façade	Protection contre le bruit provenant de l'extérieur	Le bruit extérieur est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur les pièces habitables, et dans quelle mesure? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit? Les niveaux de bruit externe sont-ils susceptibles d'être

Aspects de conception acoustique	Description	Aspects à prendre en considération
		supérieurs à la limite suggérée par l'OMS de L_{den} = 55 dB(A) à l'extérieur des pièces habitables?
2. Isolation au bruit aérien	Protection contre les bruits aériens à l'intérieur de salles ou de bâtiments adjacents	Le bruit aérien provient-il des espaces suivants: – salles situées à l'extérieur du logement; – espaces communs; ou – espaces intermédiaires. Est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur les pièces habitables? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
3. Isolation au bruit de choc	Protection contre les bruits de choc à l'intérieur d'espaces adjacents ou à travers des planchers ou des murs adjacents	Le bruit de choc provient-il des espaces suivants: – salles situées à l'extérieur du logement; – espaces communs; ou – espaces intermédiaires. Est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur les pièces habitables? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
4. Bruit des équipements techniques	Protection contre le bruit généré par les équipements techniques	Les équipements techniques sont-ils pour: – l'ensemble du bâtiment; – des étages spécifiques; ou – des logements individuels. Est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur les pièces habitables? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
5. Absorption acoustique dans les salles et les espaces clos	Contrôle de la durée de réverbération, du niveau de bruit de fond et de l'intelligibilité ou de la confidentialité de la parole dans les espaces	La durée de réverbération et l'absorption acoustique ont-elles été prises en compte dans les espaces communs adjacents aux pièces habitables? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?

Aspects à prendre en considération pour les <u>bâtiments de bureaux</u>

Aspects de conception acoustique	Description	Aspects à prendre en considération
1. Isolation acoustique de la façade	Protection contre le bruit provenant de l'extérieur	Le bruit extérieur est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur: – les postes de travail; – les salles de réunion et de conférence; et – les espaces sensibles au bruit. Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
2. Isolation au bruit aérien	Protection contre les bruits aériens à l'intérieur de salles ou de bâtiments adjacents	Le bruit aérien provient-il des espaces suivants: – autres postes de travail; – espaces de réunion et de conférence; ou

Aspects de conception acoustique	Description	Aspects à prendre en considération
		– espaces communs. Est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur d'autres postes de travail ou salles de réunion? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
3. Isolation au bruit de choc	Protection contre les bruits de choc à l'intérieur d'espaces adjacents ou à travers des planchers ou des murs adjacents	Le bruit de choc provient-il des espaces suivants: – autres postes de travail; – espaces de réunion et de conférence; ou – espaces communs. Est-il susceptible d'avoir une incidence négative sur d'autres postes de travail ou salles de réunion? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
4. Bruit des équipements techniques	Protection contre le bruit généré par les équipements techniques	Les équipements techniques sont-ils pour: – l'ensemble du bâtiment; – des étages/sections spécifiques; ou – des espaces individuels. Sont-ils susceptibles d'avoir une incidence négative sur des postes de travail, des salles de réunion ou d'autres espaces sensibles au bruit? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit?
5. Absorption acoustique dans les salles et les espaces clos	Contrôle de la durée de réverbération, du niveau de bruit de fond et de l'intelligibilité ou de la confidentialité de la parole dans les espaces	La durée de réverbération et l'absorption acoustique ont-elles été prises en compte pour les postes de travail, les salles de réunion et les autres espaces sensibles au bruit? Quelles exigences supplémentaires faut-il prendre en compte si des bureaux en espace ouvert sont proposés (par exemple, intelligibilité de la parole, taux de décroissance spatiale d'intelligibilité de la parole, effet de masque, etc.)? Existe-t-il des exigences à respecter pour garantir une protection adéquate contre le bruit pour l'un ou l'autre de ces deux aspects?

L1.5. Modèle de compte rendu

Pour remplir le modèle de compte rendu pour le niveau 1, il convient d'inscrire «oui» ou «non» en regard de chacun des aspects de conception que vous avez traités et de fournir une brève description des mesures ou décisions prises pour chacun d'entre eux.

Aspect de conception relatif à l'acoustique et à la protection contre le bruit	**A-t-il été traité?** *(oui/non)*	**Comment a-t-il été traité pendant le processus de conception du bâtiment?** *(fournir une brève description)*
1. Isolation acoustique de la façade		
2. Isolation au bruit aérien		
3. Isolation au bruit de choc		

Aspect de conception relatif à l'acoustique et à la protection contre le bruit	**A-t-il été traité?** *(oui/non)*	**Comment a-t-il été traité pendant le processus de conception du bâtiment?** *(fournir une brève description)*
4. Bruit des équipements techniques		
5. Absorption acoustique dans les salles et les espaces clos		

Orientations et informations supplémentaires concernant l'utilisation de l'indicateur

Pour utiliser le niveau 1

La présente section a pour objectif de donner des orientations et des explications complémentaires pour en savoir plus sur les aspects de conception introduits dans la liste de vérification relative à l'acoustique et à la protection contre le bruit au niveau 1, à savoir:

- Concept 1 de la liste de vérification du point L1.4 – Bruit de l'environnement
- Concepts 2 et 3 de la liste de vérification du point L1.4 – Isolation acoustique
- Concepts 2 et 3 de la liste de vérification du point L1.4 – Extension des critères de performance à des fréquences inférieures
- Concept 5 de la liste de vérification du point L1.4 – Acoustique de la salle et bruit ambiant dû à l'activité humaine
- Concept 5 de la liste de vérification du point L1.4 – Optimiser l'acoustique des salles de bureau en espace ouvert

Concept 1 de la liste de vérification du point L1.4: Bruit de l'environnement

Le bruit de l'environnement comprend à la fois le bruit émis par la circulation et celui émis par l'activité économique. Le bruit émis par la circulation peut comprendre le bruit émis par les avions, les routes, les voies ferrées et même les bateaux. Le bruit émis par l'activité économique comprend tous les événements continus et les travaux non temporaires, y compris l'exploitation des usines, les ports, les éoliennes, les navires au mouillage, les salles de concert, les infrastructures sportives, l'activité extérieure (engendrée par un restaurant, par exemple), et le bruit transmis au sein d'un bâtiment par un bar ou un restaurant situé au rez-de-chaussée, par exemple.

Les prévisions des niveaux de bruit à la façade d'un bâtiment dus au bruit de l'environnement doivent être effectuées sous la forme d'une moyenne annuelle (souvent avec une pénalité en fonction de l'heure du jour) ou d'un niveau maximal. Celles-ci peuvent être établies selon la méthode de calcul décrite à l'annexe II de la directive 2002/49/CE. Les logiciels commerciaux effectuent des calculs tridimensionnels et fournissent des estimations de l'incidence négative sur la santé. Les modèles varient en fonction de la gamme de fréquences concernée et sont ajustables en fonction du type de source de bruit et du risque de nuisances sonores. Les données d'entrée pour les modèles de bruit doivent respecter un niveau d'exigence semblable à celui établi pour les comptages/estimations de véhicules et les mesurages de puissance acoustique des sources de bruit effectués conformément aux séries de normes ISO 3744 et ISO 9614. Des données sont également disponibles dans la base de données NOISE mise à disposition par l'UE à l'appui de la directive 2000/14/CE[4].

Pour prévoir les niveaux de bruit à l'intérieur des bâtiments dus au bruit de l'environnement, il est possible d'utiliser soit des calculatrices incluses dans les modèles des logiciels acoustiques, soit des prévisions fondées sur les propriétés d'isolation acoustique des façades et sur les durées de réverbération des salles réceptrices selon une approche par élément de bâtiment.

Concepts 2 et 3 de la liste de vérification du point L1.4.: Isolation acoustique

Les conditions acoustiques d'une salle dépendent de l'utilisation qui est faite de celle-ci. Les salles d'un bâtiment doivent donc être classées en fonction des propriétés acoustiques spécifiques requises pour chaque type de salle (vestibule, auditorium, hall d'entrée, bureau ouvert, salle de réunion, cantine, salle de travail, salle de visioconférence, atelier, cuisine, etc.). Lors de la phase de conception, s'il n'est pas possible de prédire le niveau de bruit réel dans une pièce, on peut en revanche prédire la performance acoustique de la salle sur la base des spécifications de conception.

[4] Émissions sonores des équipements utilisés à l'extérieur des bâtiments – Base de données, https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/noise-emissions-outdoor-equipment_fr

En règle générale, une zone peut être définie par les zones contrôlées par le propriétaire ou l'utilisateur. Les limites d'une telle zone sont fixées par des cloisons, au-delà desquelles le propriétaire n'est plus «propriétaire» des activités menées ou n'exerce plus de contrôle sur elles.

Au cours de la conception, des critères de performance plus stricts peuvent être appliqués à certains espaces dans le but de rendre plus flexible l'utilisation des espaces tout au long du cycle de vie du bâtiment. On peut citer, à titre d'exemple:

- Un cabinet de travail peut être conçu sur le plan acoustique en envisageant une reconversion ultérieure en chambre à coucher.
- Dans les appartements, l'utilisation de planchers flottants suffisamment lourds permet aux locataires de changer leur finition de sol avec une incidence mineure sur l'isolation au bruit de choc vers les voisins de l'étage inférieur.
- Un système de construction insonorisé, modulaire et mobile peut être utilisé pour modifier le plan d'étage dans les grands étages de bureaux.
- Des cabines isolées peuvent être ajoutées à un bureau en espace ouvert afin de fournir des espaces pour effectuer des travaux qui nécessitent plus de concentration ou pour bénéficier d'un niveau de discrétion plus élevé pour les appels téléphoniques.

Les problèmes d'isolation acoustique relèvent soit de l'isolation au bruit aérien soit de l'isolation au bruit de choc. La différence entre ces deux types de bruit est que les bruits aériens sont générés dans l'air et propagés vers la structure du bâtiment (les conversations, la télévision, la radio, les bruits d'avions, par exemple), tandis que les bruits de choc sont générés par une interaction physique avec la structure du bâtiment, ce qui provoque des vibrations. Parmi les exemples de bruits de choc figurent les bruits de pas, le déplacement de meubles, les chutes d'objets, les bruits de perceuse, etc.

Lors de l'estimation des niveaux d'isolation au bruit aérien et au bruit de choc dans un bâtiment, il faut aussi inclure la transmission par les murs mitoyens des bâtiments et des espaces adjacents afin d'inclure l'isolation acoustique apparente et les niveaux d'incidence. Les cloisons entre les espaces se composent souvent de différents éléments (par exemple, une partie vitrée et une partie solide). Il arrive également que l'isolation acoustique des portes soit installée séparément, par exemple lorsque celles-ci séparent un espace résidentiel d'un espace commun. Les calculs de l'isolation acoustique apparente peuvent être effectués à l'aide des parties 1 à 4 de la norme ISO 12354, en utilisant les mesurages en laboratoire tirés de la série de normes ISO 10140 ou un tableau de valeurs.

Concepts 2 et 3 de la liste de vérification du point L1.4: Extension des critères de performance à des fréquences inférieures

Dans la plupart des réglementations du bâtiment ou des systèmes d'évaluation nationaux, les unités de mesure utilisées pour évaluer l'isolation au bruit aérien et au bruit de choc tiennent compte de la gamme standard de fréquences acoustiques pour les bâtiments, comprise entre 100 Hz et 3 150 Hz.

La question de l'importance du bruit dans la gamme de fréquences inférieures à 100 Hz sur l'impression subjective de qualité acoustique n'a pas encore été tranchée. Dans l'attente d'un consensus, il est recommandé de ne pas tenir compte du bruit à basse fréquence dans le cadre du niveau 1. Toutefois, si les utilisateurs souhaitent adopter une approche plus globale et plus prudente dans la conception détaillée, le son à basse fréquence (< 100 Hz) peut être comptabilisé aux niveaux 2 et 3 (il est à noter que les approches exactes pour les niveaux 2 et 3 n'ont pas encore été définies dans la présente version du document d'orientation).

Concept 5 de la liste de vérification du point L1.4: Acoustique de la salle et bruit ambiant dû à l'activité humaine

Les propriétés acoustiques d'une salle peuvent être caractérisées par de nombreuses unités de mesure. Au minimum, les durées de réverbération (T) sont définies pour chaque type de salle lors de

l'utilisation normale du bâtiment, en tenant compte des personnes passant ou séjournant dans la salle. La gamme de fréquences choisie pour la durée de réverbération se situe souvent dans des bandes d'octave 1:1 de 125 ou 250 Hz à 4 kHz pour les salles où les personnes travaillent, se reposent ou restent plus de quelques minutes. Pour les salles où les personnes ne font que passer, comme les couloirs et les escaliers, la gamme de fréquences dans les bandes d'octave est souvent de 500 Hz à 2 kHz. En outre, des descripteurs tels que l'intelligibilité de la parole (STI), l'aire d'absorption acoustique équivalente (A_{eq}), le volume (G), la définition (D_{50}) et la clarté (C_{80}) peuvent aussi être définis pour certains types de salles pertinents.

La durée de réverbération (T) et l'aire d'absorption acoustique équivalente (A_{eq}) peuvent être estimées à l'aide de la norme EN ISO 12354-6, sur la base des données de volume et d'absorption acoustique obtenues conformément aux normes ISO 354, ISO 12354-6 (annexe B), EN 16487, ASTM 423 et ISO 20189.

L'intelligibilité de la parole (STI), le volume (G), la définition (D_{50}) et la clarté (C_{80}) peuvent être estimés à l'aide de modèles de simulation numérique ou de modèles de prévision acoustique utilisant le lancer de rayon. La durée de réverbération (T) et l'aire d'absorption acoustique équivalente (A_{eq}) peuvent aussi être estimées avec plus de précision à l'aide de ces outils de calcul. Les données d'entrée pour les outils doivent être des données d'absorption acoustique obtenues en utilisant les normes ISO 354, ISO 12354-6 (annexe B), EN 16487, ASTM 423 et/ou ISO 21089.

Les mesures des descripteurs pertinents doivent être effectuées conformément à la série de normes ISO 3382.

Concept 5 de la liste de vérification du point L1.4: Optimiser l'acoustique des salles de bureau en espace ouvert

L'environnement sonore des bureaux en espace ouvert peut être très différent selon le type de bureau et le type d'activités. La conception acoustique devrait avoir pour objectif de réduire au minimum la transmission sonore d'une conversation tenue sur un poste de travail qui peut être source de nuisances pour les employés d'un autre poste de travail, provoquant ainsi une distraction. La conception acoustique peut aussi avoir pour but de créer des salles séparées conçues pour des modes de communication spécifiques, par exemple des salles qui sont destinées à être privées ou qui nécessitent un niveau élevé d'interaction susceptible de déranger les autres occupants de l'espace.

L'intelligibilité de la parole et le caractère privatif (ou la confidentialité des conversations) dépendent à la fois du volume des voix et du niveau de bruit de fond, par exemple le bruit provenant de sources extérieures ou d'équipements techniques. Le niveau de bruit de fond nécessaire pour garantir la confidentialité des conversations entre deux postes de travail dépend du volume des voix, du degré de confidentialité de la parole requis et de l'atténuation acoustique entre les deux postes de travail. Le niveau moyen de bruit de fond dans les bureaux en espace ouvert ne devrait pas être trop élevé, sinon il ne peut garantir un bon niveau d'intelligibilité et de concentration aux postes de travail. En outre, l'absorption acoustique est nécessaire pour réduire le niveau de bruit ambiant global dans le bureau en espace ouvert.

Afin de limiter le niveau minimal de bruit de fond nécessaire à la confidentialité des conversations, l'atténuation acoustique entre deux postes de travail ou zones de postes de travail devrait être aussi forte que possible. L'atténuation acoustique dépend à la fois de l'agencement de l'espace de travail et de l'acoustique de la salle. Les possibilités sont notamment les suivantes:

- Prise en compte de **l'agencement et de la géométrie de l'espace de travail** de manière à ce que les postes de travail coopérants soient proches les uns des autres et que les postes de travail indépendants soient aussi éloignés que possible.
- **Géométrie caractéristique des bureaux en espace ouvert:** la règle générale selon laquelle la hauteur du plafond doit être nettement inférieure à la longueur et à la largeur de la salle doit être respectée le plus possible afin d'augmenter le taux de décroissance spatiale d'intelligibilité de la parole. Si la hauteur de la pièce est supérieure à 3 m, il convient d'accorder une attention particulière aux éventuels problèmes acoustiques qui peuvent survenir.

- **Le traitement acoustique de la salle:** la pose de revêtements de plafond, de sol et de mur constitués d'un matériau acoustique absorbant pour limiter la réverbération permettra d'accroître la dégradation spatiale du niveau sonore. Le traitement du plafond aura une incidence significative; notamment si la hauteur du plafond n'est pas trop élevée (voir point précédent). Il est recommandé d'utiliser un traitement au plafond avec un coefficient d'absorption élevé (proche de $\alpha p = 1$ dans les bandes de fréquence vocales principales de 500 Hz, 1 000 Hz et 2 000 Hz), en particulier dans les zones situées entre les postes de travail. La pose sur les murs de matériaux qui absorbent les sons peut également limiter la réverbération à destination et en provenance des postes de travail situés à proximité des murs et en particulier aux coins d'un bureau en espace ouvert.
- Si la distance entre deux espaces de travail est trop faible, l'**atténuation acoustique** peut être augmentée par la mise en place de panneaux de séparation ou de cloisonnettes (cloisons attachées au plan de travail) entre les postes de travail. La performance des panneaux dépend du type de matériau utilisé côté extérieur, de leur masse surfacique et de leurs dimensions. La performance sur site dépend également de l'absorption des plafonds et des surfaces des murs adjacents.