



Introduction à l'acoustique du bâtiment

ÉDITION 2012



Dans le domaine du bâtiment, les nuisances sonores telles que les bruits de circulation, de pas, de conversation, d'équipements sont la source de désagréments qui peuvent aller d'une dégradation de la qualité de vie, à des répercussions directes sur la santé des occupants.

Aujourd'hui les études montrent que 54% des français sont gênés par le bruit provenant du voisinage extérieur et 85% par des bruits venant de leur propre logement¹.

La lutte contre les bruits est donc devenue un enjeu important qui se traduit par des réglementations, des normes acoustiques qui fixent des performances acoustiques minimales à atteindre à l'intérieur des bâtiments pour garantir un confort acoustique aux occupants et usagers.

Les performances acoustiques s'expriment au moyen d'un grand nombre d'indices qui caractérisent les produits, les locaux, les phénomènes d'isolation, de correction : R_A , D_{nTA} , α_w , DL ,... sont autant d'indices qu'il faut appréhender pour comprendre les obligations réglementaires.

Cet **ESSENTIEL DE L'HABITAT** vous propose de retrouver une présentation des principaux phénomènes rencontrés dans le domaine de l'acoustique du bâtiment ainsi que les définitions des principaux indices utilisés.

Vous retrouverez les exigences réglementaires dans l'**ESSENTIEL DE L'HABITAT** dédié aux bâtiments d'habitation neufs.



SOMMAIRE

Les notions essentielles de l'acoustique	Page 3
> Les niveaux de bruits	Page 4
> Le fonctionnement acoustique des parois	Page 7
> Les sources et modes de propagation du bruit	Page 8
> Le traitement acoustique des locaux	Page 10
Les indices utilisés dans le domaine de l'isolation acoustique	Page 12
> Caractériser les bruits aériens	Page 13
> Caractériser les bruits d'impacts	Page 16
> Les bruits d'équipements	Page 18
> L'émergence du bruit	Page 19
Les indices utilisés dans le domaine de la correction acoustique	Page 20
> L'intelligibilité de la parole	Page 25

1. Etude Placoplatre menée en 03/2011 auprès d'un échantillon de 1000 personnes représentatives de la population française.

Les notions essentielles de l'acoustique

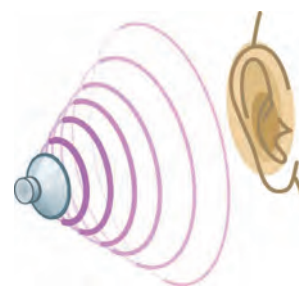
Préalable à l'acoustique du bâtiment, ces quelques définitions permettent de mieux appréhender les valeurs et unités utilisées pour caractériser les produits, systèmes et exigences réglementaires.

Le son

Le son s'est la sensation auditive engendrée par une onde acoustique qui se propage dans un milieu.

L'onde acoustique résulte d'une vibration de l'air due à une suite de pression et de dépression. Tout son résulte de la vibration d'un corps. Dans l'air, la vibration des molécules se transmet de proche en proche depuis la source jusqu'à l'organe de réception qui peut être un appareil de mesure ou l'oreille humaine.

Le son est caractérisé par son niveau et sa fréquence.



► Le niveau sonore :

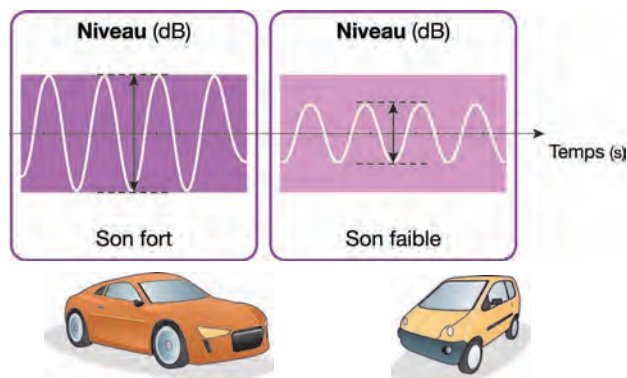


Illustration de différence de niveau de bruit entre une voiturette et une voiture

Le niveau sonore ou niveau de pression acoustique (L_p) caractérise l'amplitude du son.

Le niveau sonore s'exprime en Pascal (Pa). L'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise dans la pratique une échelle logarithmique pour caractériser l'amplitude sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).

Le niveau sonore permet de définir la puissance d'un son.

► La fréquence sonore :

Au sein de l'onde sonore la pression fluctue un certain nombre de fois autour de la pression atmosphérique. Le nombre de fluctuations par seconde définit la fréquence du son en hertz (Hz). La période T est le temps entre 2 fluctuations en seconde

Plus la période T est longue, plus la fréquence est basse : on obtient un son grave. À l'inverse si la période T est courte la fréquence est élevée : on obtient un son aigu.

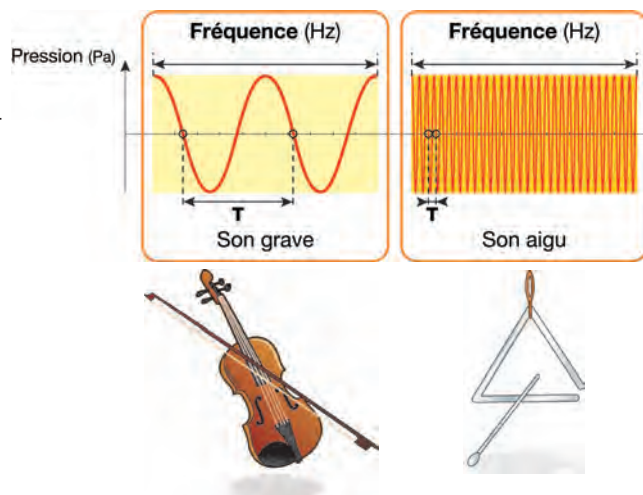


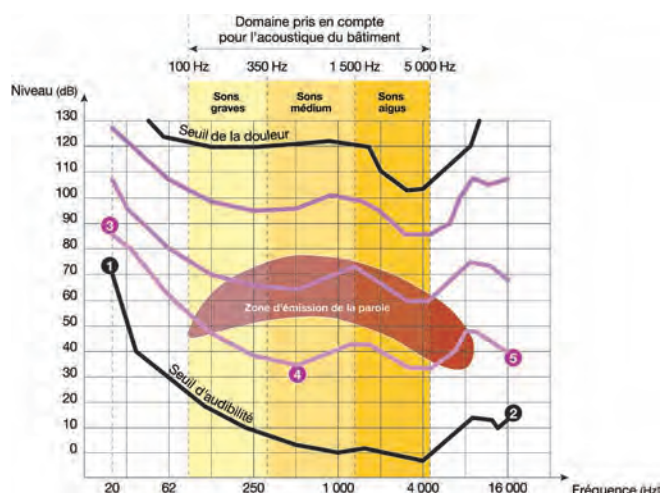
Illustration le son grave d'un violoncelle et le son aigu d'un triangle

Les notions essentielles de l'acoustique

► La perception d'un son

Le seuil d'audibilité de l'oreille humaine permet la perception des sons dont la fréquence se situe entre 20 et 20 000 Hz : du bourdonnement (d'un moteur diesel par exemple) à basses fréquences (20-200 Hz) assez mal perçu par l'oreille humaine, aux chuintements (d'une bouilloire par exemple) aux fréquences aiguës (2 000 à 20 000 Hz). La parole et la musique, très bien perçues par l'oreille, ont des fréquences médiums (200 à 2 000 Hz).

Les fréquences étudiées dans le cadre de l'acoustique du bâtiment se situent entre 100 et 5 000 Hz.



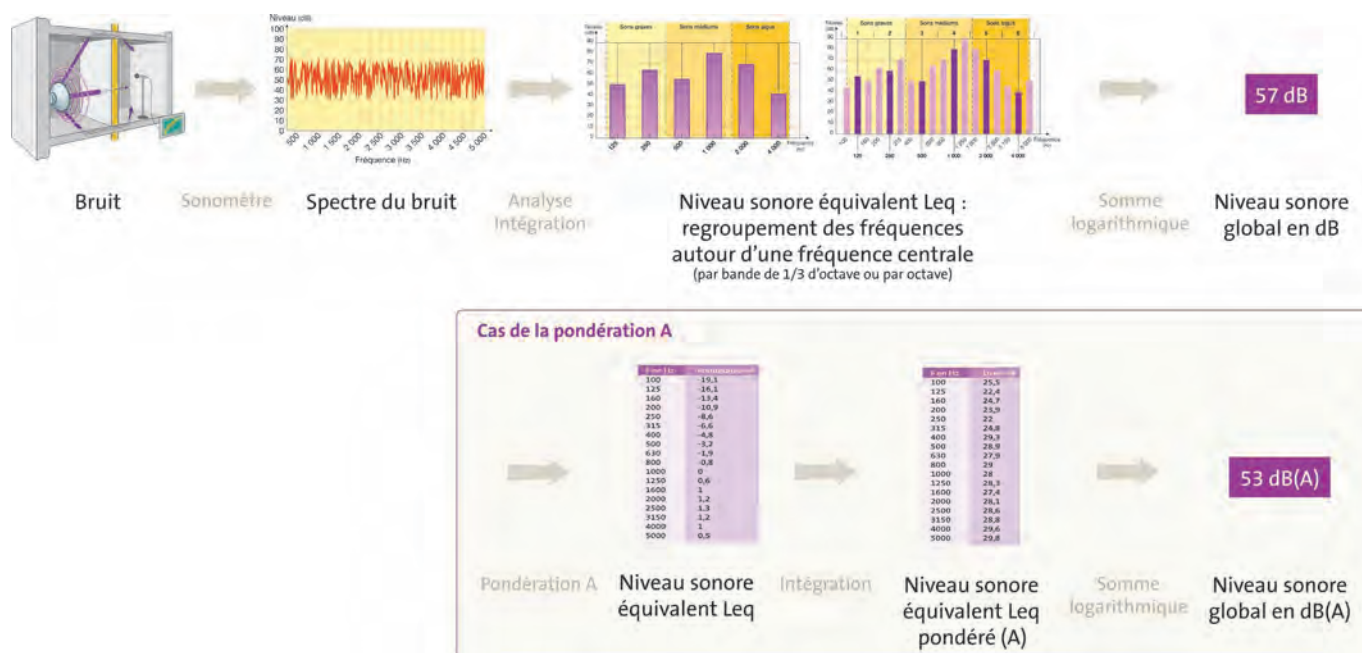
Les niveaux de bruit

► L'analyse du bruit : du spectre du bruit au niveau sonore global

Dans l'acoustique du bâtiment, on rencontre rarement un son pur, d'une seule fréquence et avec une puissance propre. On observe plutôt des mélanges de sons de fréquences et niveaux de puissances différents : des bruits.

La mesure acoustique réalisée dans un bâtiment ou dans un laboratoire à l'aide d'un sonomètre fournit un spectre du bruit : il représente le niveau sonore pour toutes les fréquences mesurées.

Pour faciliter les échanges et les comparaisons au quotidien, le spectre du bruit est analysé conventionnellement par bande de tiers d'octave et/ou bande d'octave, puis traité mathématiquement pour obtenir le niveau sonore global en dB ou dB(A)¹. C'est ce niveau sonore global que nous utilisons au quotidien pour classer, comparer et additionner les performances acoustiques entre elles.



¹ Le dB(A) étant issu d'une pondération rendant compte de la sensibilité de l'oreille humaine.



► Les règles d'addition des niveaux de bruits

Le niveau sonore s'exprime selon une échelle logarithmique, les règles d'addition classiques ne s'appliquent donc pas aux niveaux de bruit. Par exemple, deux conversations identiques et simultanées, dont le niveau sonore est de 50 dB, ne donneront pas un niveau sonore de 100 dB, mais un niveau sonore de 53 dB.

Voici les règles d'addition applicables en fonction des niveaux de bruit considérés :

• Si les bruits sont de niveaux très différents

Si l'écart des niveaux de bruit est supérieur à 10 dB, le bruit le plus fort masque le plus faible. C'est l'effet « de masquage » lorsque qu'un son est rendu inaudible par un autre.

Exemple :

Deux bruits
de niveaux
très différents.



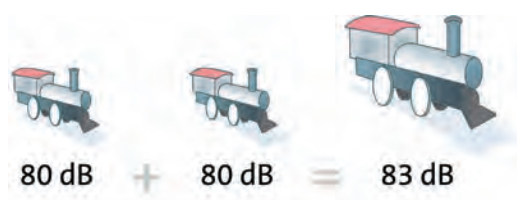
• Si les bruits sont de niveaux voisins (écart < 10 dB)

Si les niveaux de bruit sont similaires, l'évaluation du niveau de bruit résultant se fait par addition au niveau de bruit le plus fort d'une valeur donnée dans le tableau suivant :

Différence entre deux niveaux sonores (en dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valeur à ajouter au niveau le plus fort (en dB)	3,0	2,6	2,1	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5

Exemples :

Deux sources avec
une différence
de niveau nulle :



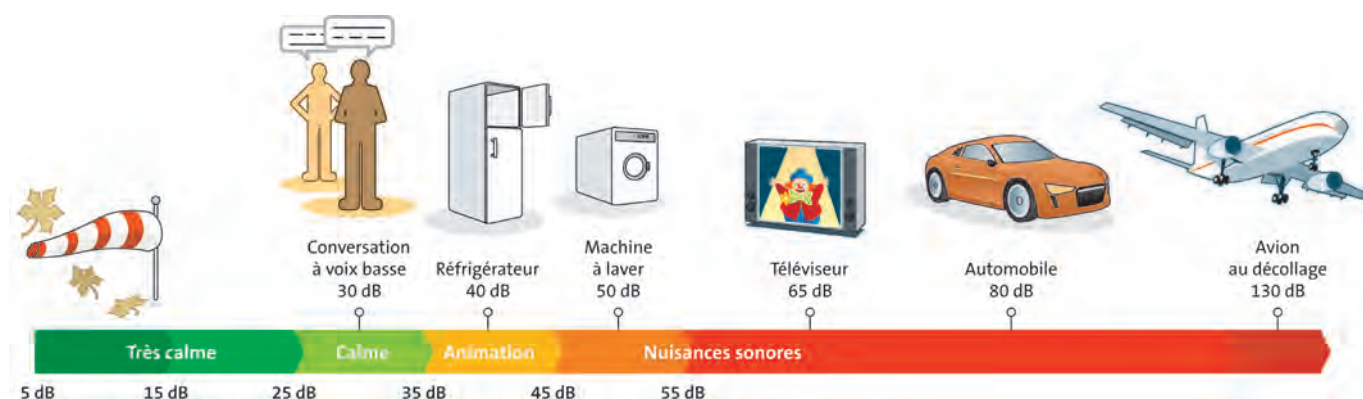
10 sources avec
une différence
de niveau nulle :



Les notions essentielles de l'acoustique

► L'échelle des niveaux de bruit

L'échelle des niveaux de bruit ci-dessous permet d'organiser des bruits courants en fonction de la perception de l'oreille humaine : de l'ambiance calme d'une conversation à voix basse aux nuisances sonores provoquées par un avion au décollage.

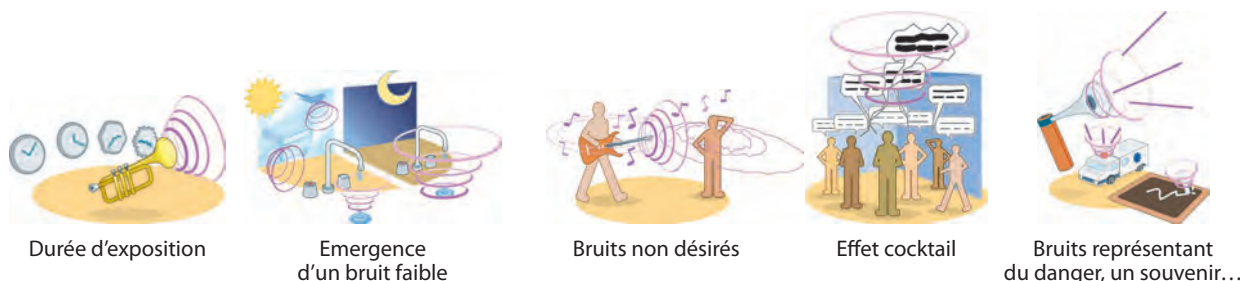


Le confort acoustique :

Le confort acoustique est une notion subjective qui dépend de la perception de chaque individu.

- > Cette perception sera influencée par divers facteurs : le même bruit pourra être perçu par un individu comme une nuisance sonore du fait de sa durée d'exposition à ce bruit, de son émergence durant une période de sommeil ou du souvenir attaché à ce bruit...

Exemple de facteur influençant la perception d'un bruit :

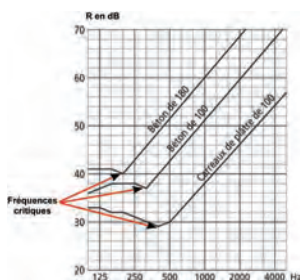


- > Il est important de prendre en compte ces notions de physiologie et de psychologie dans l'acoustique (domaine de la psycho acoustique), car elles mettent en lumière la difficulté de traiter parfois des problèmes de nuisances sonores car la perception des bruits par l'oreille humaine, seul organe humain toujours en activité, n'est pas purement rationnelle...

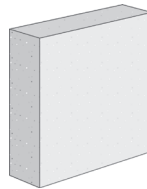


Le fonctionnement acoustique des parois

► Le cas des parois simples : la loi de masse expérimentale et la fréquence critique



Exemple de parois simples :



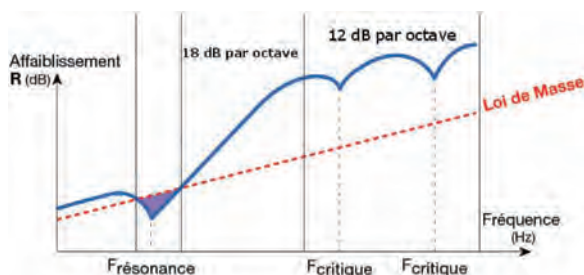
Voile béton de 16cm
 $R_w (C; C_{tr}) = 59 (-2; -6) \text{ dB}$



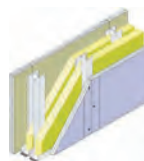
Verre 8 mm d'épaisseur
 $R_w (C; C_{tr}) = 32 (-1; -2) \text{ dB}$

Les parois simples sont constituées d'un seul matériau, leurs performances acoustiques varient selon la nature et la masse surfacique de ce dernier. Selon une loi expérimentale dite « loi de masse », leur indice d'affaiblissement acoustique (R) varie avec la fréquence. La **fréquence critique** est la fréquence à laquelle la paroi présente l'affaiblissement acoustique le plus faible. Au-delà de cette fréquence l'indice d'affaiblissement croît de façon linéaire. La fréquence critique doit être en dessous de 100 Hz pour que la paroi soit performante acoustiquement. Cette fréquence peut être abaissée en augmentant l'épaisseur de la paroi simple.

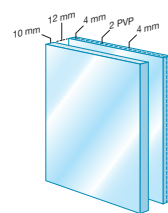
► Le cas des parois doubles : l'effet masse-ressort-masse et la fréquence de résonance



Exemple de parois doubles :



Cloison séparative SAD 160
Placo® DuoTech® 25
 $R_w (C; C_{tr}) = 69 (-3; -10) \text{ dB}$



SGG CLIMAPLUS SILENCE 370 AP
 $R_w (C; C_{tr}) = 42 (-1; -5) \text{ dB}$

Afin d'optimiser la performance acoustique des parois et d'en limiter le poids et l'épaisseur. On a recours aux systèmes de parois doubles (ou parois légères). Elles sont constituées de deux parois simples séparées par un vide d'air ou un isolant, et présentent de bien meilleures performance acoustique que les parois simples d'épaisseurs équivalentes. Dans le cas de parois doubles, on observe que l'indice R est plus faible à la **fréquence de résonance** du système. La fréquence de résonance dépend de la masse épaisseur et nature des éléments (matériaux et lame d'air/gaz) constituant la paroi. Chaque paroi double présente donc une fréquence de résonance qui lui est propre. Au-delà de cette fréquence, l'affaiblissement acoustique augmente de façon linéaire jusqu'aux fréquences critiques des parois simples qui la compose. Pour que la double paroi présente une bonne performance acoustique sa fréquence de résonance doit se situer en dessous de 100 Hz. On peut déplacer la fréquence de résonance d'une paroi double en augmentant le vide entre les parements, la masse des parements ou en modifiant la nature de l'isolant. Par exemple le doublement de la masse des parements déplace la fréquence de résonance dans les graves d'un tiers d'octave, ce qui permet d'obtenir un gain d'isolement de 3 à 4 dB.

Les notions essentielles de l'acoustique

Les sources et modes de propagation du bruit

Déterminer la (ou les) source(s) de bruit, comprendre son (ou leurs) mode(s) de propagation constituent les premiers éléments à identifier avant de concevoir ou d'améliorer l'isolation acoustique d'un bâtiment (ou la correction acoustique d'un local).

► Les sources du bruit

On distingue trois sources de bruits dans le domaine de l'acoustique du bâtiment :

Les bruits aériens

Les bruits aériens se propagent via l'air ambiant.

On distingue deux catégories de bruits aériens :

- les bruits aériens intérieurs, anciennement nommés bruits roses (bruit de conversation...)
- les bruits aériens extérieurs, anciennement nommés bruit routiers (bruit du trafic ferroviaire...).

Les bruits solidiens ou bruits d'impacts

Les bruits solidiens se transmettent par la mise en vibration des parois et structures.

Ils peuvent aussi être nommés bruits de chocs ou bruits d'impacts.

Ils concernent les bruits de pas, de chute d'objet...

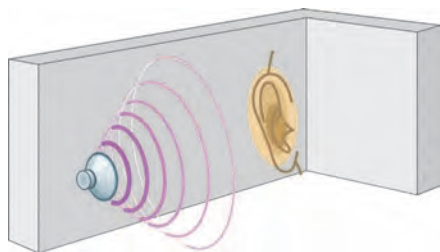
Les bruits d'équipements

Les bruits d'équipements peuvent se transmettre à la fois via l'air ambiant et via une mise en vibrations (des parois, de l'équipement...).

Les bruits d'équipements concernent les ascenseurs, les conduits de ventilations, les réseaux hydrauliques.

► La propagation des bruits

La propagation des bruits se fait principalement selon un ou plusieurs des trois modes de propagation suivant :



Par dispersion :

Dans un espace libre on observe une dispersion de l'énergie acoustique, le niveau du bruit décroissant en fonction de la distance.

La décroissance spatiale des bruits aériens peut être quantifiée en fonction de la source de bruit.

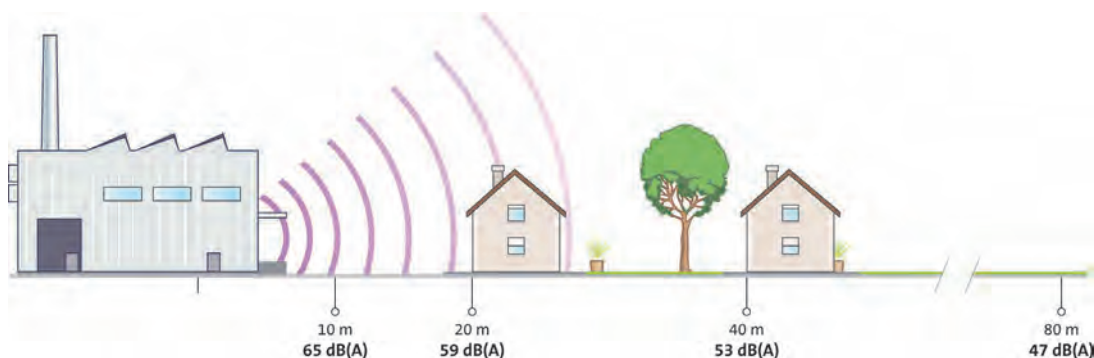




Cas d'une source sonore ponctuelle (usine, discothèque,...)

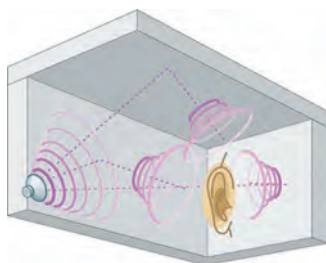
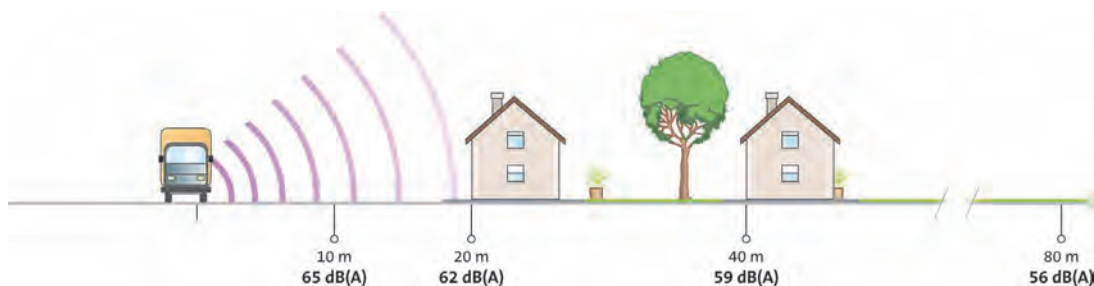
En champs libre, dans un espace ouvert le niveau sonore décroît de 6 dB chaque fois que la distance par rapport à la source est doublée.

Note : dans des locaux fermés, cette valeur n'est atteinte que si les locaux sont exempts de réflexions.



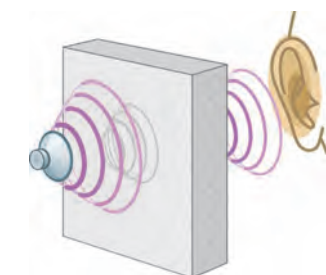
Cas d'une source linéaire (infrastructures routières et ferroviaires)

En l'absence de masque, le niveau sonore décroît de 3 dB chaque fois que la distance par rapport à la source est doublée.



Par réflexion et absorption sur un obstacle

On observe alors un phénomène de réverbération d'une partie de la vibration sur les parois et obstacles rencontrés.

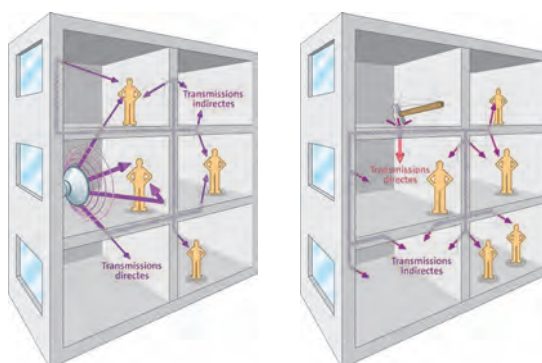


Par transmission de la vibration aux matériaux

Le bruit se propage aux solides (parois, structures...)

Les notions essentielles de l'acoustique

Le traitement acoustique des locaux



Exemple de propagation de bruits aériens et de bruits solidiens

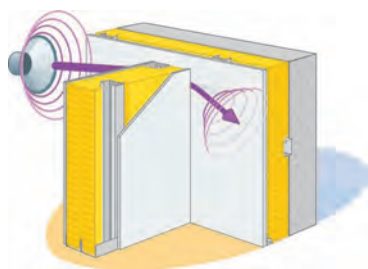
Le traitement acoustique d'un local de la conception à la mise en œuvre doit intégrer toutes les sources possibles de propagation des bruits.

En effet, l'acoustique est un tout. Si dans un local il existe un élément qui présente une faible performance acoustique c'est lui qui pilotera la performance de l'ensemble du local.

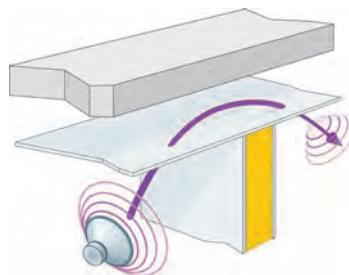
Cet élément peut provenir d'un problème de conception ou de mise en œuvre comme par exemple une paroi qui présente une plus faible performance que l'ensemble, un percement qui favorise la transmission de bruit aérien, un élément de structure qui transmet le bruit d'un équipement.

Les transmissions non souhaitées à l'intérieur d'un local sont souvent nommées « transmissions parasites » alors que les éléments qui les transmettent sont souvent appelés « pont phoniques ».

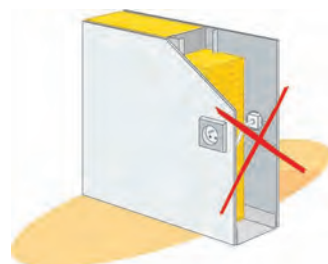
Exemple de transmissions parasites



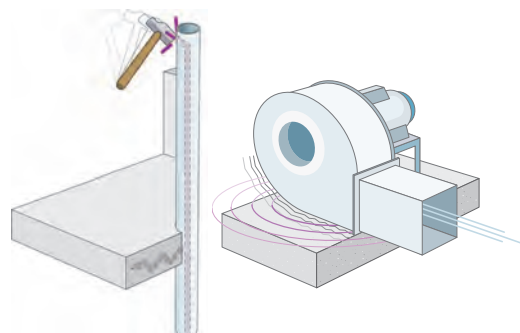
Par des jonctions de parois (doublage)



Par des jonctions de parois de plafond



Par des percements en vis-à-vis,



Par des éléments de structure au contact d'équipements, de réseaux non désolidarisées.



Une fois le local isolé des bruits en provenance de l'extérieur, il convient de traiter l'intérieur du local afin de limiter la réverbération des sons produits à l'intérieur du local.

Le traitement acoustique doit donc être pensé sur l'ensemble des parois d'un local sans négliger les transmissions parasites.

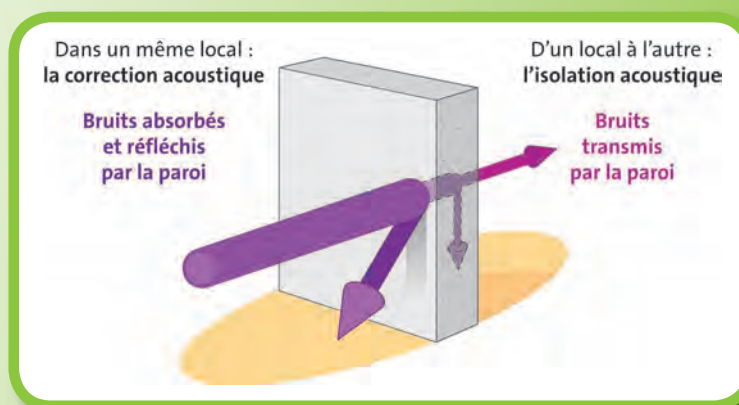
Conclusion :

Le traitement acoustique d'un bâtiment, dans le but d'obtenir le confort acoustique et la conformité aux exigences de performance réglementaire, sera basé sur une conception architecturale intégrant une isolation acoustique de qualité, associée à une correction acoustique adaptée à l'usage de chaque local du bâtiment.

Isolation et correction acoustique

Les deux notions principales de l'acoustique du bâtiment

- > L'isolation acoustique qui vise à se protéger des bruits émanant de l'extérieur du local considéré.
- > La correction acoustique qui est utilisée pour améliorer le confort acoustique à l'intérieur d'un local.

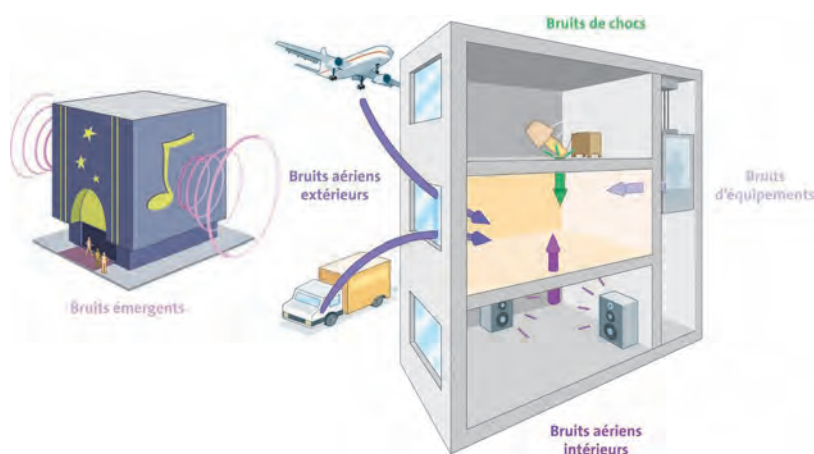


Les indices utilisés dans le domaine de l'isolation acoustique

Un bâtiment subit une large pollution sonore qu'elle soit d'origine interne ou externe.

Pour être efficace, l'isolation acoustique devra être traitée de manière globale en prenant en compte la conception architecturale, les produits et systèmes adaptés et une mise en œuvre soignée pour atteindre les objectifs réglementaires.

Il existe des indices acoustiques pour caractériser chaque type de bruit selon son origine. On distinguera ensuite les indices de mesures en laboratoire (pour les éléments, produits ou systèmes) des indices de mesures in situ (pour les locaux).



L'isolation acoustique des bâtiments			
Les indices de performances en fonction de la source de bruit			
		Caractériser des éléments, produits et systèmes (mesure laboratoire)	Caractériser des bâtiments (mesure in situ)
Bruit aériens	Extérieurs au bâtiment (trafic routier, ferroviaire)	$R_{A, tr}$ En dB	$D_{nT, A, tr}$ En dB
	Intérieurs au bâtiment (conversation, télévision, ...)	R_A En dB	$D_{nT, A}$ En dB
	Transmissions latérales du bruit aérien à l'intérieur du bâtiment	$D_{n, f}$ En dB	-
Bruit solide	Les bruits de chocs (chute d'objet, déplacement de meuble, de personnes, ...)	ΔL_w En dB	$L'_{nT, w}$ En dB
	Les bruits d'équipements (ascenseurs, robinetterie, VMC)	L_w En dB (A)	L_{nAT} En dB (A)
Bruit émergents	Les bruits du voisinage (boite de nuit, ...)	Sans objet	Bruit émergents

Attention :

Les indices utilisés pour l'évaluation des performances produits réalisée en laboratoire ne prennent en compte que les transmissions directes. À *contrario* les indices utilisés pour la caractérisation des performances *in situ* reflètent quant à eux la totalité des transmissions (directes, indirectes et parasites).

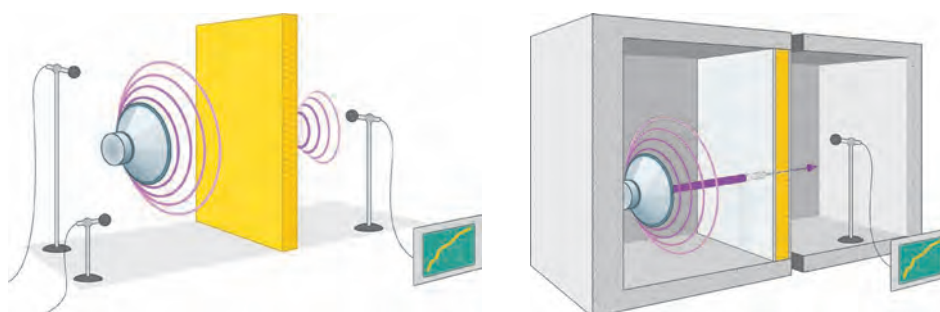
Les objectifs réglementaires sont fixés par types de bâtiments et selon l'origine des bruits dont on souhaite s'isoler. Ils sont exprimés avec des caractéristiques de performances *in situ*.

Par exemple : pour obtenir le niveau de performance exigé en terme d'isolement au bruit aérien intérieur d'une paroi, on est amené en général à retenir des parois dont l'indice R_A est supérieur d'au moins 5 dB au $D_{nT, A}$ recherché.



Caractériser les bruits aériens

► L'évaluation des produits en laboratoire : l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w



L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w (C ; C_{tr}) exprimé en décibel (dB) permet de mesurer les performances d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens, d'origine intérieurs ou extérieurs, des éléments du bâtiment comme, par exemple, les cloisons, plafonds, doublages, fenêtres, toitures...

Les termes d'adaptation C et C_{tr} permettent de calculer deux indices qui caractérisent les éléments en fonction de la source du bruit :

- l'indice R_A (en dB) qui caractérise l'affaiblissement acoustique d'éléments vis-à-vis des bruits aériens intérieurs (bruits de télévision, conversation...),
- l'indice $R_{A, tr}$ (en dB) qui caractérise l'affaiblissement acoustique d'éléments vis-à-vis des bruits aériens extérieurs (bruits d'infrastructures de transports routiers, ferroviaires...).

Dans la pratique, on détermine par une mesure en laboratoire sur une maquette représentative du produit ou du système, l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w (C ; C_{tr}). Il s'agit d'une mesure avec une transmission sonore directe affranchie de toutes transmissions latérales afin de qualifier les seules propriétés de l'élément testé.

La mesure donne lieu à l'établissement d'un rapport de mesure acoustique incluant en plus des indices pondérés, les résultats de mesures par bande fréquence qui permettent une évaluation plus fine des performances d'affaiblissement des éléments.

Plus les valeurs de R_w , R_A ou $R_{A, tr}$ sont élevées, plus la performance d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens de l'élément considéré est élevée.

Les indices R_A et $R_{A, tr}$ sont utilisés par les fournisseurs de produits et systèmes pour caractériser les performances en termes d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens (intérieurs et extérieurs).

Indices de performance d'affaiblissement des produits aux bruits aériens		
Bruit aérien intérieur	Indice d'affaiblissement acoustique normalisé R_A pour un bruit rose à l'émission. (bruit aérien intérieur)	$R_A = R_w + C$ En décibel
Bruit aérien extérieur	Indice d'affaiblissement acoustique normalisé $R_{A, tr}$ pour les bruits de trafic à l'émission. (bruit aérien extérieur)	$R_{A, tr} = R_w + C_{tr}$ En décibel

Les indices utilisés dans le domaine de l'isolation acoustique

LES ESSENTIELS DE L'HABITAT

5

Introduction à l'acoustique du bâtiment

Le gain d'isolement acoustique ΔR_A ou $\Delta R_{A, tr}$:

C'est la différence entre l'indice de la paroi nue et l'indice de la même paroi revêtue du produit ou système évalué. Le gain d'isolement représente uniquement l'affaiblissement de la paroi en transmission directe. Il doit être utilisé uniquement pour comparer les performances de différents éléments isolants entre eux. Lors de la comparaison, il faut toujours comparer des valeurs issues de mesures sur des supports identiques (ou équivalents).

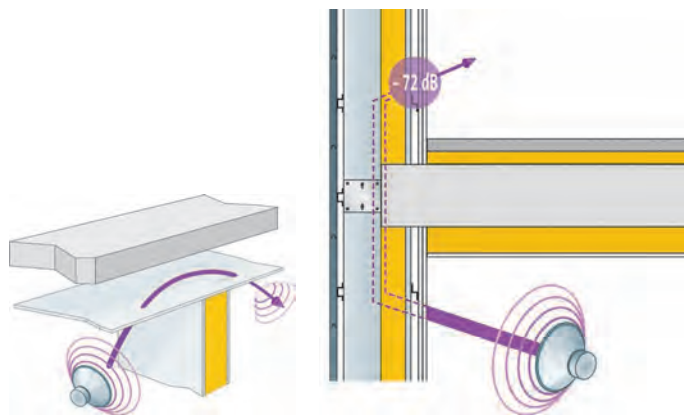


LES CONSEILS SAINT-GOBAIN

Le laboratoire acoustique de Saint-Gobain Glass a obtenu l'accréditation COFRAC¹ pour les essais de mesure de l'indice d'affaiblissement acoustique applicables aux vitrages, fenêtres et portes-fenêtres suivant la norme ISO 17025².

Grâce à cette distinction, le laboratoire est en mesure de proposer aux fabricants et maîtres d'ouvrages de tester leurs solutions acoustiques et de valider, le cas échéant, la performance mesurée dans le cadre de leurs obligations vis-à-vis du marquage CE.

► L'évaluation des transmissions latérales des bruits aériens $D_{n,f}$



L'isolement acoustique latéral normalisé $D_{n,f}$ en décibel, caractérise les transmissions latérales des bruits aériens entre deux pièces adjacentes au travers d'un plancher technique, d'un plénum, ou par une façade légère. On utilise l'indice $D_{n,f}$ pour mesurer les performances d'isolement acoustique aux bruits aériens en transmissions latérales d'éléments tels que des plafonds suspendus, des planchers surélevés, des planchers flottants, des façades légères...

Dans la pratique, on détermine par une mesure en laboratoire sur une maquette représentative du produit ou du système l'isolement acoustique latéral normalisé.

La mesure donne lieu à l'établissement d'un rapport de mesure acoustique incluant en plus de l'indice pondéré les résultats de mesures par bande fréquence qui permettent une évaluation plus fine des performances de l'isolement des éléments.

Plus la valeur $D_{n,f}$ est élevée plus l'isolement acoustique au bruit aérien en transmission latérale de l'élément est performant.

Indice de performance d'isolement latéral normalisé $D_{n,f}$ ³ aux bruits aériens intérieurs

Bruit aérien intérieur	Indice d'isolement latéral normalisé (bruit aérien intérieur)	$D_{n,fw} + C$ En décibel

¹ Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral européen pour les essais. L'accréditation COFRAC apporte la preuve de la compétence du laboratoire d'acoustique à produire des résultats techniques et de son impartialité. C'est une garantie de confiance.

² La norme internationale ISO 17025 facilite l'acceptation des résultats d'un pays à un autre auprès d'organismes prenant part à des accords de reconnaissance mutuelle.

³ Selon ISO 10848-2 : 2006 Acoustique — Mesurage en laboratoire des transmissions latérales du bruit aérien et des bruits de choc entre pièces adjacentes

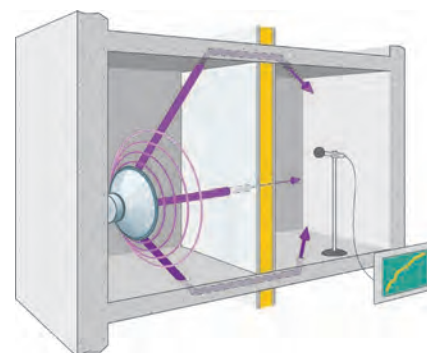


► L'évaluation du bâtiment *in situ* : l'indice d'isolement acoustique pondéré $D_{nT,w}$

l'isolement acoustique standardisé pondéré exprimé par l'indice $D_{nT,w}$ (C ; C_{tr}) exprimé en décibel permet d'évaluer les performances d'isolement acoustique aux bruits aériens, d'origine intérieurs ou extérieurs des locaux d'un bâtiment comme les cuisines, les circulations, les pièces de séjour...

Les termes d'adaptation C et C_{tr} , permettent de calculer deux indices qui caractérisent les locaux en fonction de la source du bruit :

- l'indice $D_{nT,A}$ (en dB) qui permet de caractériser l'isolement acoustique de locaux vis-à-vis des bruits aériens intérieurs (bruits de télévision, conversation...),
- l'indice $D_{nT,A,tr}$ (en dB) qui permet de caractériser l'isolement acoustique de locaux vis-à-vis des bruits aériens extérieurs (bruits d'infrastructures de transports routiers, ferroviaires...).



Il s'agit d'une mesure en situation qui dépendra à la fois des caractéristiques de l'indice d'affaiblissement de la paroi séparative, de sa surface, des transmissions latérales, du volume du local de réception, de la durée de réverbération du local...

Plus les valeurs de $D_{nT,w}$, $D_{nT,A}$ ou $D_{nT,A,tr}$ sont élevées plus l'isolement acoustique au bruit aérien du local testé est performant.

Les indices $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$ sont utilisés dans la réglementation acoustique pour fixer les performances en termes d'isolement acoustique aux bruits aériens (intérieurs et extérieurs) entre locaux. Les valeurs sont définies par local et selon l'usage du bâtiment.

Indices de performance d'isolement acoustique d'un local aux bruits aériens :		
Bruit aérien intérieur	Indice d'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,w}$ pour un bruit rose à l'émission (bruit aérien intérieur)	$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$ en décibel
Bruit aérien extérieur	Indice d'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A,tr}$ pour les bruits de trafic à l'émission (bruit aérien extérieur, isolement de façade...)	$D_{nT,A,tr} = D_{nT,w} + C_{tr}$ en décibel

Les indices utilisés dans le domaine de l'isolation acoustique

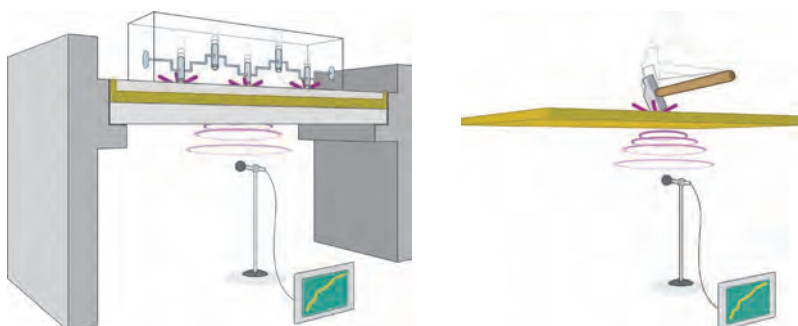
LES ESSENTIELS DE L'HABITAT

5

Introduction à l'acoustique du bâtiment

Les bruits d'impacts

► **L'évaluation des produits en laboratoire : le niveau de bruit de choc pondéré $L_{n,w}$ et la réduction du niveau de pression du bruit de choc pondéré ΔL_w**



La réduction du niveau de bruit de choc pondéré ΔL_w exprimé en décibel permet de caractériser des éléments tels que les sous-couches acoustiques, sous revêtement de sol (carrelage et parquet), les isolants sous chapes...

La mesure est réalisée en laboratoire sous un plancher de référence en béton de 14 cm soumis aux sollicitations d'une machine à chocs normalisée. Le montage permet de s'affranchir de toutes transmissions latérales pour caractériser un produit (ou système) uniquement en transmission directe.

La mesure permet de déterminer la réduction du niveau de bruit de choc pondéré ΔL_w d'un revêtement de sol et le niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L_{n,w}$ d'un plancher (avec ou sans revêtement de sol).

**Plus la valeur ΔL_w est élevée plus l'efficacité acoustique au bruit de choc du revêtement de sol est élevée.
Plus la valeur de $L_{n,w}$ est faible plus l'isolement contre le bruit de choc est performant.**

Les indices ΔL_w et $L_{n,w}$ sont utilisés par les fournisseurs de produits et systèmes pour caractériser les performances en termes d'isolement aux bruits de chocs.

Indices de performance des produits/système au niveau de pression de bruit de choc

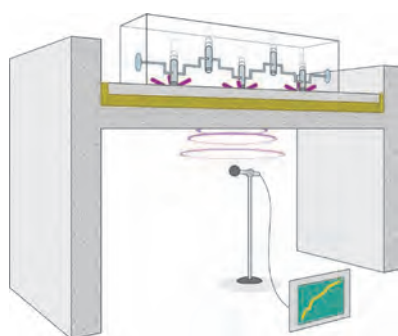
Plancher	Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé	$L_{n,w}$ en décibel
Revêtement de sol	Réduction du niveau de bruit de choc pondéré dû au revêtement sur un sol de référence	$\Delta L_w = L_{n,w} \text{ plancher+revêtement} - L_{n,w} \text{ plancher de référence}$ en décibel

Note :

La valeur ΔL_w ne peut être utilisée que pour l'évaluation des performances d'isolement dans le cas de revêtements de sol appliqués sur un plancher lourd (béton, béton cellulaire...). Elle ne peut pas être utilisée en cas de planchers à solives bois ou métal. Dans le cas d'utilisation sur planchers légers, des essais in situ dans un local témoin peuvent permettre de mieux déterminer le type d'isolement nécessaire pour garantir un bon niveau de confort acoustique.



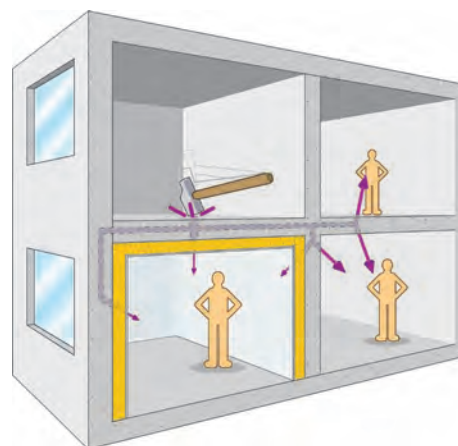
► L'évaluation des planchers *in situ* : le niveau de pression de bruit de choc standardisé $L'_{nT,w}$



le niveau de bruit de choc $L'_{nT,w}$ en décibel permet de caractériser les performances acoustiques d'un plancher (support et revêtement) *in situ* dans son ensemble. La mesure est réalisée au sein du bâtiment avec une machine à chocs normalisée. Le niveau de bruit de choc $L'_{nT,w}$ (dB) est le bruit perçu dans une pièce voisine, en dessous principalement, bien que la mesure puisse être réalisée dans n'importe quelle pièce adjacente à la pièce d'émission.

Plus la valeur de $L'_{nT,w}$ est faible plus l'isolement contre le bruit de choc est performant.

L'indice $L'_{nT,w}$ est utilisé dans la réglementation acoustique pour fixer les performances en termes d'isolement aux bruits de chocs entre locaux. Il est à noter que pour être conforme à la réglementation acoustique la valeur minimale de $L'_{nT,w}$ requise doit être validée dans toutes les pièces adjacentes au local d'émission source.



Indice de performance d'élément <i>in situ</i>		
Plancher	Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé	$L'_{nT,w}$ en décibel



Les indices utilisés dans le domaine de l'isolation acoustique

LES ESSENTIELS DE L'HABITAT

5

Introduction à l'acoustique du bâtiment

Les bruits d'équipements

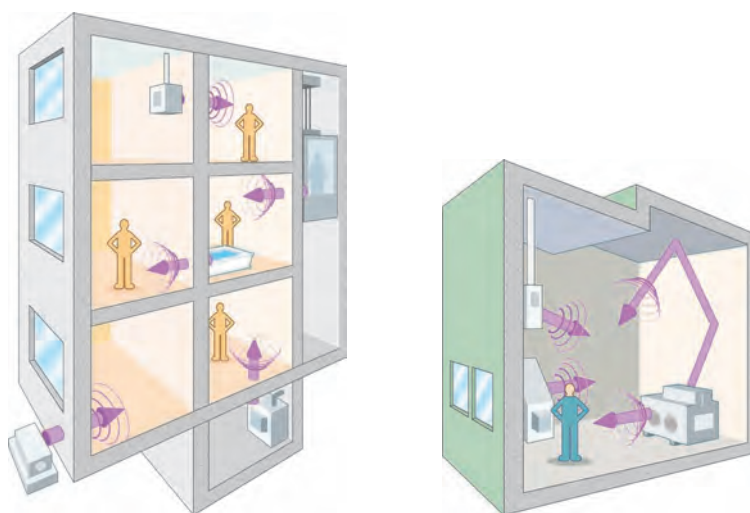
► L'évaluation des équipements en laboratoire

On détermine en laboratoire le niveau de puissance acoustique L_w en dB (A). Il permet d'évaluer des équipements comme les climatisations, les bouches de ventilation, les chaudières...

Plus la valeur de L_w en dB(A) est élevée plus l'équipement est bruyant.

Equipement	
Niveau de puissance acoustique du matériel	L_w En dB(A)

► L'évaluation des équipements in-situ : le niveau de pression acoustique standardisé L_{nAT}



Le niveau de pression acoustique standardisé L_{nAT} en dB(A) caractérise le bruit dans un local lorsqu'un équipement est actif. Il sert par exemple à caractériser les gaines techniques.

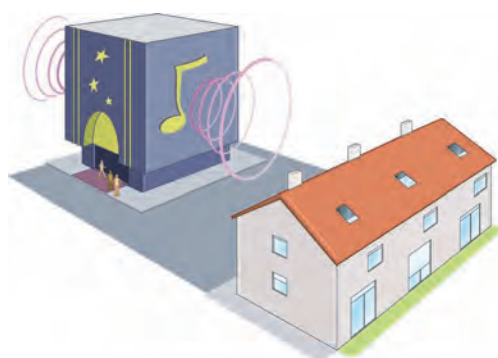
Plus la valeur de L_{nAT} en dB(A) est faible le bruit de l'équipement dans le local est faible.

L'indice L_{nAT} est utilisé dans la réglementation acoustique pour le bruit maximal d'un équipement défini par local.

Performance du bâtiment	
Niveau de pression acoustique standardisé	L_{nAT} en dB(A)

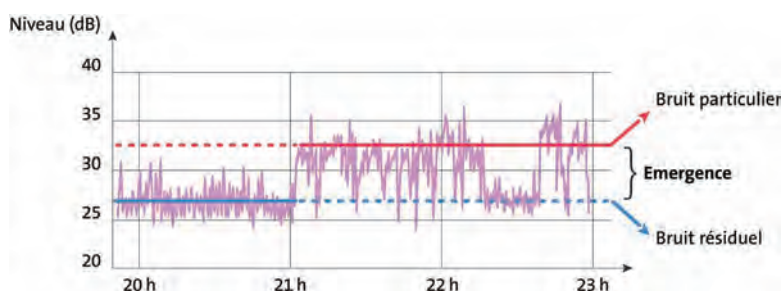


L'émergence du bruit



L'émergence du bruit produit par une activité (par exemple une discothèque) est définie par la différence entre le niveau moyen du bruit ambiant comportant le bruit de l'activité et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, dans un lieu donné (correspondant à l'occupation normale et au fonctionnement normal des équipements).

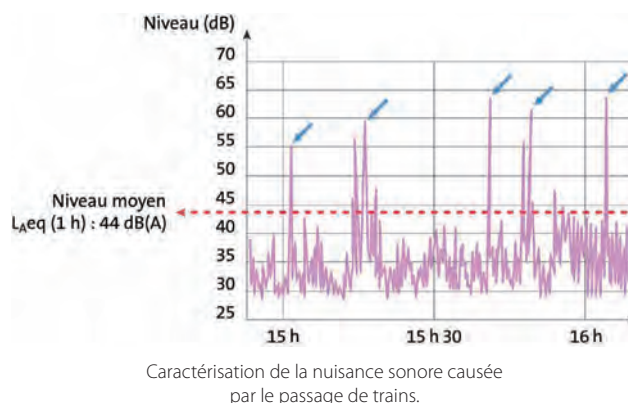
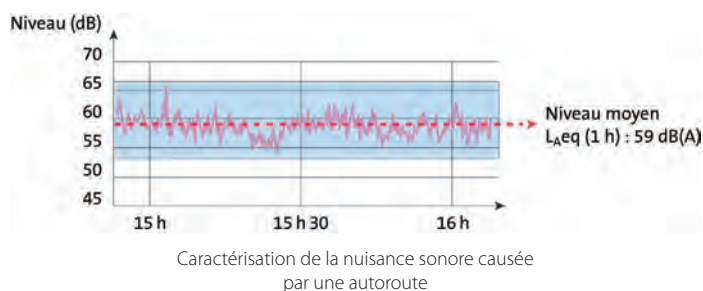
Il s'apprécie sur une durée cumulée de temps pouvant varier de quelques minutes à quelques heures en fonction de la nature de la source de pollution sonore et de la réglementation applicable. L'émergence s'exprime en dB(A).



L'émergence du bruit est utilisée dans la réglementation acoustique pour fixer les performances en termes d'isolement aux bruits de voisinage, aux bruits émanant d'une discothèque...

Le niveau acoustique équivalent L_{aeq}

Le niveau acoustique équivalent L_{aeq} en dB(A) est utilisé pour caractériser une nuisance due à un bruit variable dans le temps (passage d'un train, bruits de machines d'atelier, trafic routier). Il représente le niveau de bruit équivalent des événements de bruit (de même énergie sonore) générés par la source de nuisance sonore sur une période donnée. Il est utilisé pour établir, par exemple, les différentes catégories d'infrastructures routières dans la réglementation acoustique.



Les indices utilisés dans le domaine de la correction acoustique

LES ESSENTIELS DE L'HABITAT

5

Introduction à l'acoustique du bâtiment

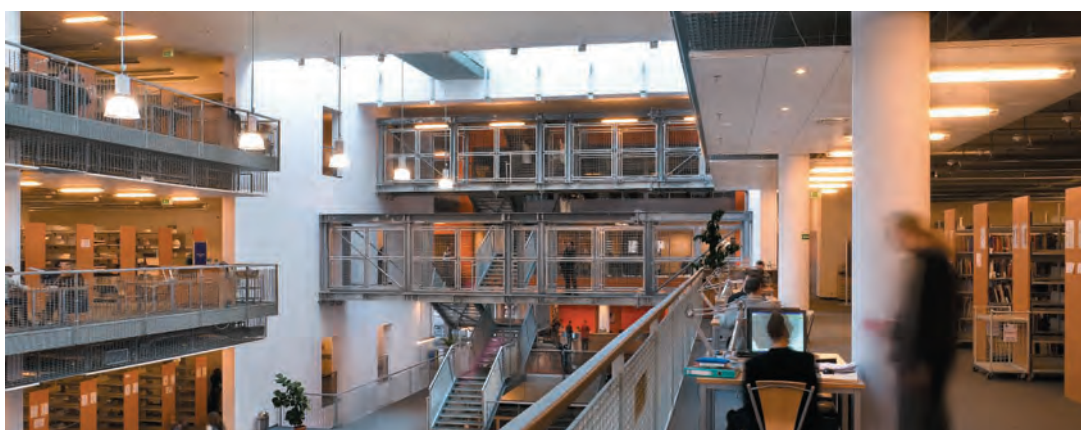


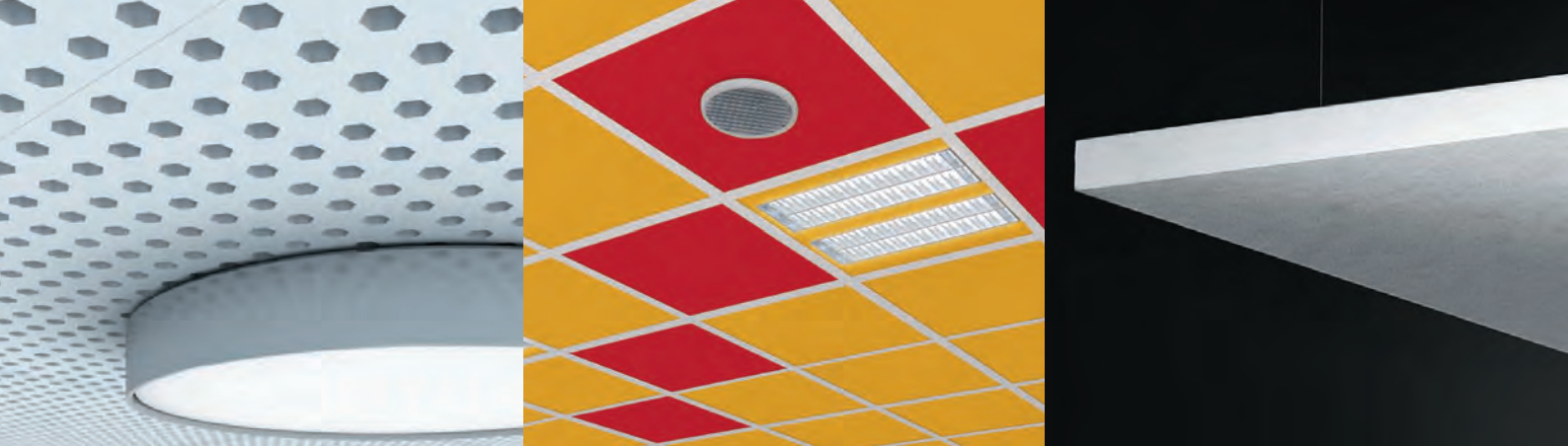
La correction acoustique vise à limiter la réverbération, le niveau de l'onde sonore et à améliorer l'intelligibilité de la parole dans un local.

La correction acoustique de l'ambiance sonore d'une pièce induit une conception architecturale réfléchie et la maîtrise de l'énergie sonore réfléchi sur les parois par la pose de matériaux absorbants.

La correction acoustique des bâtiments

Le coefficient d'absorption pondéré	α_w
Aire équivalente d'absorption d'un local	$A_{(f)}$ en m^2
La durée de réverbération	T en seconde
La décroissance spatiale	$D_{L2'}$, D_{Lf} et $D_{2,s}$
Indicateurs de l'intelligibilité de la parole	Rapport Signal/bruit (S/N)
	D50
	STI
	RASTI
	% ALCons





► Le coefficient d'absorption pondéré

Le coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w traduit la capacité d'un élément à absorber une onde sonore à sa surface, sa valeur pouvant varier de 0 à 1. Le coefficient d'absorption acoustique pondéré est sans unité.

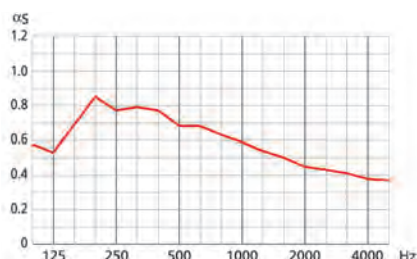
Il sert à caractériser les performances d'absorption acoustique des éléments tels que : les plafonds absorbants suspendus, les panneaux muraux, les écrans, les moquettes ...

Plus la valeur du coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w sera élevée plus l'élément sera absorbant.

Indice d'absorption acoustique pondéré		
α_w sans unité varie de 0 à 1 Avec éventuellement un Indicateur de forme si l'absorption est privilégiée dans une zone de fréquence ¹ :		
Basse 250 Hz	Moyenne 500 - 1 000 Hz	Haute 2 000 - 4 000 Hz
L	M	H

Pour aller plus loin :

Le coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w constitue une première approche pour évaluer la performance d'éléments. Si une analyse plus fine des performances par bande de fréquence est requise pour privilégier une fréquence d'absorption spécifique, on se réfèrera alors au coefficient d'absorption acoustique pratique α_p qui donne la valeur d'absorption par bande de fréquence (125, 250, 500, 1 000, 2 000 et 4 000 Hz).



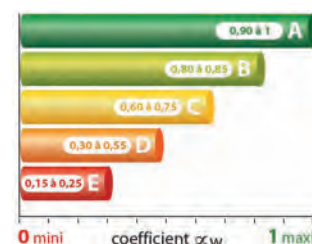
Sous plénum 300 mm et laine minérale 75 mm						
α_p	125	250	500	1000	2000	4000
Gyptone® Line 6 SP	0,60	0,79	0,74	0,59	0,46	0,39
α_w	0,50 (L)					

$\alpha_p = 0$ le matériau n'absorbe aucune énergie acoustique à la fréquence donnée,
 $\alpha_p = 1$ le matériau absorbe toute l'énergie acoustique,
 $\alpha_p > 0,5$ on considère l'absorption comme importante dans la bande d'octave considérée.

Exemple de courbe et valeur unique du coefficient absorption pour un produit absorbant.

Les classes d'absorption

Pour faciliter la comparaison de produits entre eux, il existe cinq classes d'absorption de A à E définies en fonction des valeurs du coefficient d'absorption acoustique pratique α_p . Les plages des courbes de références étant assez larges, les classes d'absorption fournissent une indication générale des caractéristiques d'un produit.



LES CONSEILS SAINT-GOBAIN

Pour une première approche

En fonction de l'usage du local, la classe d'absorption du matériau constituant le plafond devra être de :

Classe d'absorption A : où les gens travaillent et communiquent de manière permanente

Classe d'absorption B : où les gens travaillent et communiquent de manière intermittente (locaux de transit) ; où la réverbérance a une contribution positive à la perception de l'espace (salle de performance musicale, etc.)

Classe d'absorption C : où les gens travaillent et communiquent de manière sporadique

¹ Le coefficient a une absorption supérieure d'au moins 0,25 à la courbe de référence à 250 Hz, dans la zone de 5 00-1000 Hz ou 2 000-4 000 Hz.

Les indices utilisés dans le domaine de la correction acoustique

► L'aire d'absorption équivalente d'un local

Pour caractériser l'absorption présente dans un local, on recherche la surface d'un matériau parfaitement absorbant (coefficient $\alpha_w = 1$) qui aurait le même pouvoir absorbant que les produits se trouvant effectivement dans le local. L'aire d'absorption est la somme des produits, S_i étant la surface des différents matériaux absorbants présents dans le local et α_i leurs coefficients d'absorption acoustique. Ce calcul théorique ne prend pas en compte la spécificité architecturale du local. L'aire d'absorption équivalente dépend de la fréquence. Elle peut être calculée par bande d'octave, en utilisant les coefficients d'absorption acoustique pratiques α_p .

Le calcul est souvent réalisé pour une première approche à l'aide des coefficients d'absorption acoustique pondérés α_w . L'aire d'absorption équivalente ($A_{(f)}$) est utilisée pour déterminer par le calcul le temps de réverbération d'un local T grâce à la formule de Sabine.

Aire d'absorption équivalente

$$A(f) = \sum_i S_i \alpha_i(f)$$

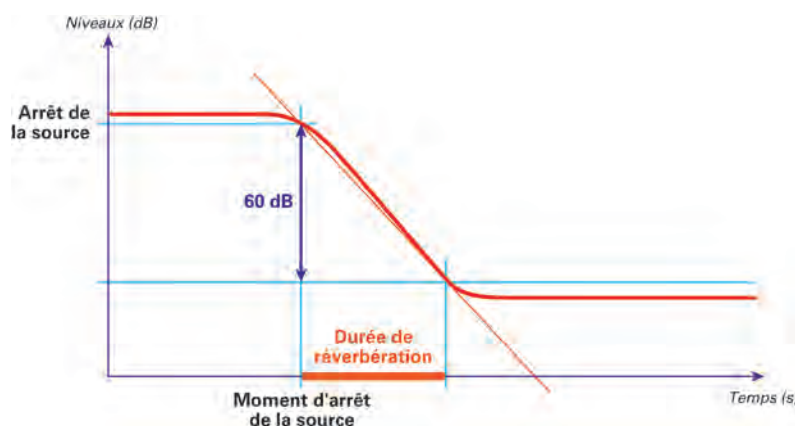
Avec

A : Aire d'absorption équivalente du local en m^2

S_i : surface du matériau i en m^2

α_i : coefficient d'absorption du matériau i

► La durée de réverbération d'un local



Paramètre acoustique caractérisant un local fermé, la durée de réverbération T est le temps (en seconde) qu'il faut pour que le niveau sonore dans un local diminue de 60 dB lorsque cesse l'émission d'une source sonore (soit un millionième de la valeur initiale).

C'est un des paramètres utilisés dans la réglementation acoustique pour évaluer la qualité sonore des locaux. (La réglementation se réfère à la valeur mesurée T *in situ* et non celle issue de calculs).

La durée de réverbération dépend de la fréquence. On mesure (ou calcule) la durée de réverbération par bandes de tiers d'octaves ou d'octaves.

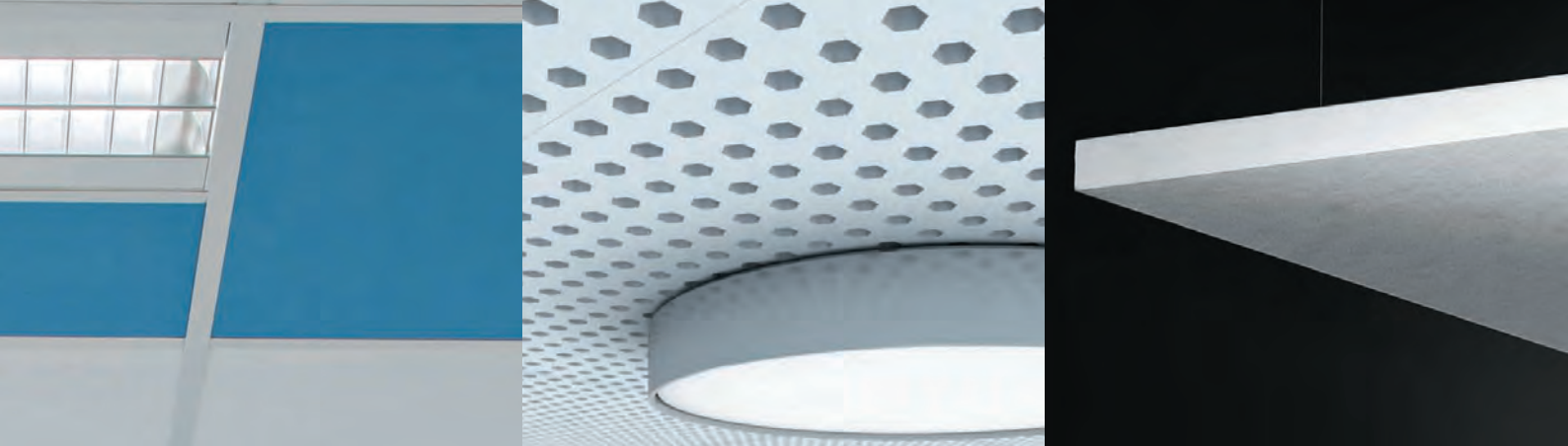
La durée de réverbération sera d'autant plus longue que le local sera grand, avec des parois lisses et parallèles 2 à 2 ; elle sera d'autant plus courte que la surface des matériaux absorbants sera élevée.

Estimation par le calcul de la durée de réverbération – la formule de Sabine

Ce calcul théorique issu de l'aire d'absorption équivalente $A_{(f)}$ ne prend en compte que les caractéristiques des produits sans tenir compte des spécificités architecturales du local.

Les valeurs issues du calcul peuvent donc grandement différer de la mesure réelle en fonction de l'orientation des parois et des conditions de mise en œuvre des produits.

La formule de Sabine peut être utilisée pour des locaux d'usages courant tels que des salles d'enseignement, de conférence... Les auditoriums et les studios d'enregistrement donneront lieu à d'autres types de calculs.



Formule de Sabine Durée de réverbération

$$T = 0,16 \frac{V}{A(f)}$$

Avec
A : Aire d'absorption équivalente du local en m²
T : durée de réverbération du local en s
V : volume du local en m³
S : surface du matériau testé

Mesure de la durée réverbération d'un local

La mesure de la durée de réverbération d'un local se fait au moyen d'une source sonore omnidirectionnelle et d'un système d'appareil de mesure.

Pour des locaux type salle de spectacle, la mesure peut être réalisée dans la salle vide ou lorsque la salle est occupée.

La mesure de la durée de réverbération est réalisée dans le local à plusieurs fréquences puis on réalise la moyenne des durées de réverbération selon les fréquences définies par la réglementation applicable au local.

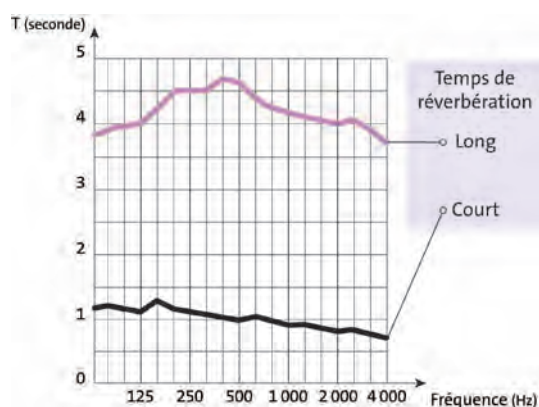
C'est cette durée de réverbération moyenne qu'il faudra comparer aux exigences réglementaires.

Par exemple pour les locaux où la qualité d'écoute de la parole est importante on donne généralement une durée de réverbération moyenne des valeurs à 500, 1000 et 2000 Hz qui sont les octaves principaux de la parole.

Durée de réverbération¹

$$T = \bar{T}_f$$

Avec
T : durée de réverbération du local en s
T_f : durée de réverbération du local sur les bandes de fréquence considérées



Exemple de courbe de temps de réverbération par bande de fréquence

Activité	Durée de réverbération type
Studios d'enregistrement	0,25 s à 0,9 s
Salle de classe, tribunaux	0,5 s à 1,2 s
Bureau (Espaces ouverts)	0,6 s
Cinémas	0,8 s à 1,2 s
Salles polyvalentes	1 s à 1,5 s
Eglise, cathédrales	2 s à 4 s

Exemples de valeurs types de durée de réverbération.

LES CONSEILS SAINT-GOBAIN

Dans une pièce de 4 x 5 x 2,5 m en béton, l'ajout de 20 m² de plafond acoustique avec $\alpha_w = 1$ peut permettre de diminuer fortement la durée de réverbération calculée : on passe de 3.1 s à 0,40 s à 500 Hz, de 2,3 s à 0,4 s à 1000 Hz et de 1.9 s à 0.4 s à 2 000 Hz.

Les valeurs exprimées sont des valeurs théoriques comparatives. Pour une garantie de résultat, contacter un bureau d'étude acoustique

¹ Selon NF EN ISO 3382-2 :2010 mesurage des paramètres acoustiques des salles partie 2 durée de réverbération des salles ordinaires

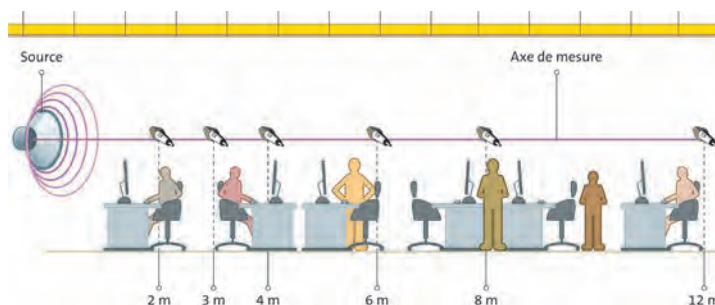
² Utilisé sur toute la surface disponible.

Les indices utilisés dans le domaine de la correction acoustique

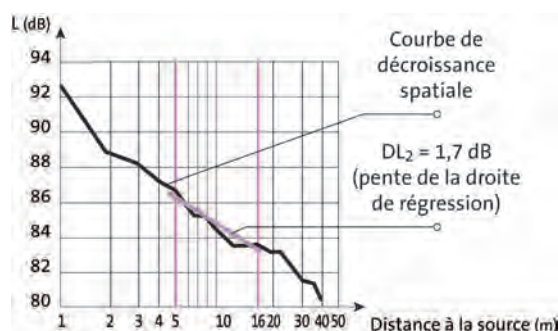
► La décroissance spatiale

Apparentée à la durée de réverbération, la décroissance spatiale représente la diminution du niveau de pression sonore en fonction de la distance. Elle prend en compte non seulement l'absorption sonore, mais aussi la dispersion sonore dans le local étudié.

Les deux paramètres DL_2 et D_{Lr} qui découlent de l'étude de la courbe de décroissance sonore spatiale permettent une évaluation plus fine que la durée de réverbération ; ils sont utilisés pour caractériser l'acoustique des grands locaux.



Taux de décroissance spatiale : DL_2 (en dB)



Exemple de courbe de décroissance et de calcul de DL_2

La diminution moyenne du niveau de bruit par doublement de la distance DL_2 est la pente de la courbe de régression de la courbe de décroissance sonore spatiale pour une échelle de distances donnée. Les mesures du DL_2 peuvent être effectuées par des moyens relativement simples et constituent une première approche de la décroissance spatiale.

L'amplification du niveau de pression acoustique : D_{Lr} (en dB)

Le paramètre D_{Lr} indique l'écart entre le niveau de bruit émis par une source sonore normalisée dans le local à une échelle de distances donnée et le niveau de bruit en cas de propagation libre du son (cas idéal, sans réflexion).

D_{Lr} est un paramètre plus précis que DL_2 pour apprécier la qualité acoustique en raison d'une gamme de valeurs de mesures plus étendue.

Les mesures du D_{Lr} nécessitent des moyens plus importants que celles du DL_2 .

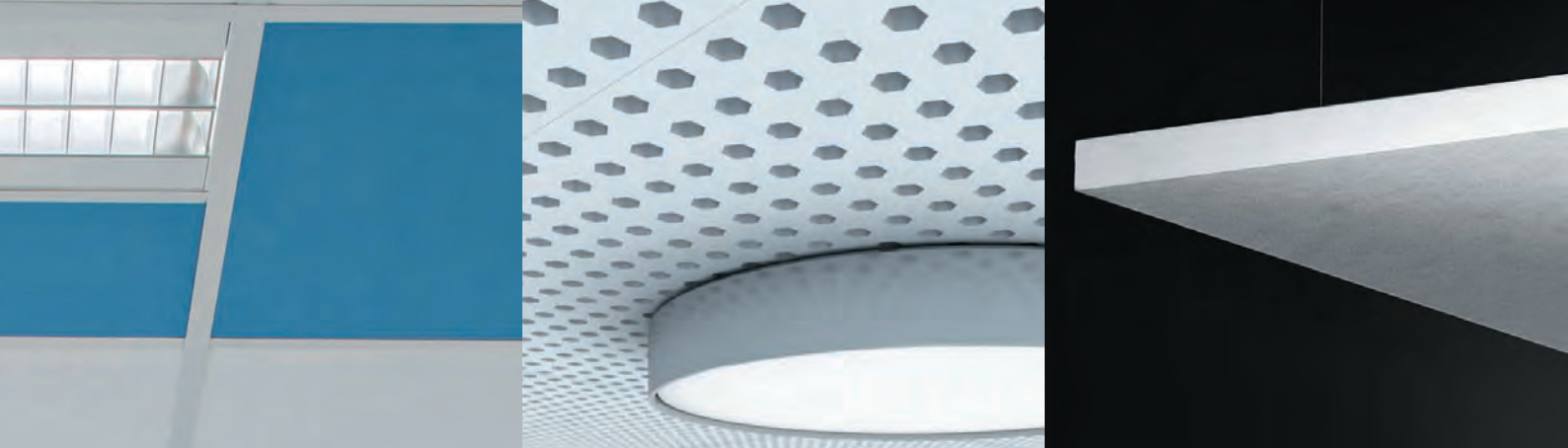
Taux de décroissance spatiale d'intelligibilité de la parole : $D_{2,5}$ (en dB)

Taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique pondéré A de la parole par doublement de distance. Cette définition est une application du doublement de distance DL_2 défini dans l'ISO 14257, mais en utilisant le spectre de puissance acoustique de la parole normale avec pondération A sur toute la plage de fréquences. La décroissance spatiale n'est pas déterminée pour les bandes d'octave individuelles.

Dans un **bureau**, une valeur élevée de DL_2 et un faible D_{Lr} contribuent à moins de gêne entre postes de travail. Une valeur de $D_{2,5} > 7$ est recommandée par la norme internationale ISO 3382-3.

Pour un local industriel des valeurs type de $DL_2 \geq 4$ dB et $D_{Lr} \leq 8$ dB sont recommandées.

De manière générale, **dans les espaces ouverts**, il est recommandé un $DL_2 > 6$ afin d'améliorer le ressenti subjectif des utilisateurs.



L'intelligibilité de la parole

L'intelligibilité de la parole est un critère essentiel lorsqu'il s'agit de communiquer des messages. L'intelligibilité va dépendre de facteurs tels que : temps de réverbération, niveau du bruit de fond, volume et géométrie de la pièce, répartition des surfaces réfléchissantes et absorbantes... Il existe différentes méthodes pour évaluer le niveau de compréhension de la parole dans un environnement spécifique.



► Rapport Signal/bruit (S/N)



La compréhension d'un message dépend de l'environnement sonore. Ainsi dans un endroit bruyant il est difficile de suivre une conversation. Le rapport signal/bruit (S/N) traduit la compréhensibilité d'un message dans un environnement bruyant, c'est le rapport entre le signal (parole par exemple) et le bruit de fond (la propagation du bruit par exemple).

S/N est un nombre sans unité qui est d'autant plus grand que le bruit de fond est négligeable.

Le traitement acoustique d'un local peut être envisagé de deux façons:

Si on souhaite **échanger entre deux zones de travail** ou partager avec une large audience, on augmente le rapport S/N pour améliorer l'intelligibilité.

S/N	< 10 dB	10 dB – 30 dB	> 30 dB
Appréciation du niveau d'intelligibilité	Faible	Bon	Excellent

Si au contraire on souhaite réaliser une **zone de travail où la confidentialité des échanges prime**, on cherche à réduire le rapport signal/bruit.

S/N	< 5 dB	- 5 dB	5-10 dB	>10 dB
Appréciation du niveau de confidentialité	Excellent	Bon	Faible	Mauvais

Les indices utilisés dans le domaine de la correction acoustique

► La définition D50

La Définition D50 est un indice qui caractérise la clarté du son, en appréciant la part d'énergie acoustique transmise avant l'apparition de la réverbération sonore.

La définition D50 est une mesure réalisée *in situ* qui illustre le rapport en pourcentage de l'énergie acoustique arrivant dans les 50 premières millisecondes, avec l'énergie totale émise. La valeur de la définition D50 varie entre 0 et 100%.

Un D50 d'au moins 50% est généralement recommandé pour une bonne intelligibilité de la parole.

D50	0 à 30%	30 à 45%	45 à 60%	60 à 75%	75 à 100%
Appréciation	Mauvais	Limite	Moyen	Bon	Excellent

► Indice de transmission de la parole STI (Speech Transmission Index)

L'indice de transmission de la parole (STI) permet d'évaluer la qualité de transmission de la parole dans le local. C'est le rapport entre l'émergence d'items (phrases, mots ou syllabes) correctement identifiables et le bruit de fond du local étudié dans sept bandes d'octave.

Le STI demande un temps de traitement long, il est donc parfois remplacé par la mesure de l'indice de transmission vocal rapide (RASTI).

La valeur du STI varie de 0 à 1, plus la valeur tend vers 1 plus l'intelligibilité de la parole est élevée.

STI	0. à 0.3	0.35 à 0.45	0.5 à 0.6	0.65 à 0.75	0.8 à 1.0
Appréciation	Mauvais	Limite	Moyen	Bon	Excellent

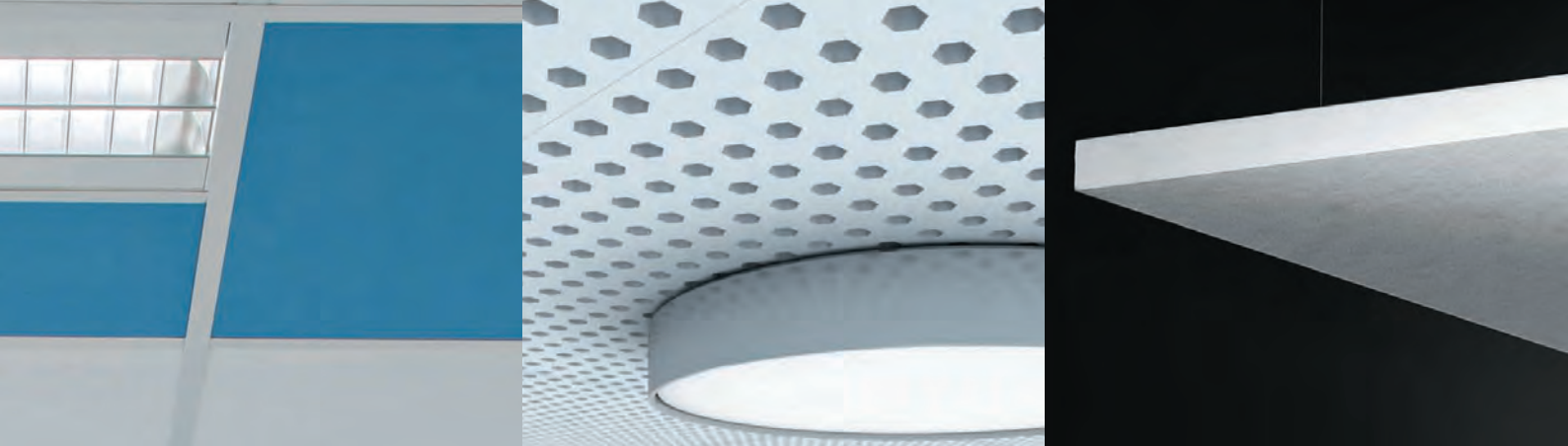
► Le RASTI- L'indice de transmission vocal rapide (Rapid Speech Transmission Index)

Il s'agit d'une méthode informatique d'évaluation simplifiée du STI dans un local. (moins de points de mesure).

Le RASTI est le rapport entre l'émergence d'items (phrases, mots ou syllabes) correctement identifiables et le bruit de fond du local étudié.

Il permet d'évaluer la qualité de transmission de la parole dans le local.

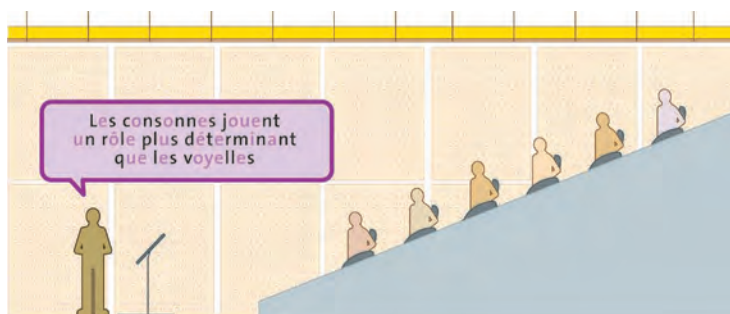
La valeur du RASTI varie entre 0 et 1, plus la valeur tend vers 1 plus l'intelligibilité de la parole est élevée.



► Pourcentage de perte sur l'articulation des consonnes % ALCons

Les consonnes jouent un rôle plus déterminant que les voyelles dans l'intelligibilité de la parole. Les consonnes qui émettent dans les fréquences aiguës, permettent au message parlé d'être compris alors que les voyelles qui émettent dans des gammes de fréquences basses donnent du volume au message parlé.

Si les consonnes sont clairement entendues, il sera plus facile de comprendre la parole dans son ensemble, c'est ce que traduit l'indicateur % ALCons



Un % ALCons = 0 permet une excellente intelligibilité

Pourcentage de perte sur l'articulation des consonnes % ALCons	
$\% \text{ ALCons} = (200 \times r \leq x \text{ Tr} \leq) / (V \times Q)$	Avec r – distance source/point de mesure Q – facteur de directivité de la source Tr – temps de réverbération V – volume de la salle

% Alcons	100% - 3%	33% - 15%	15% - 7%	7% - 3%	3% - 0%
Appréciation	Mauvais	Limite	Moyen	Bon	Excellent

Correspondance entre des indices d'intelligibilité de la parole RASTI, le % ALCons et l'appréciation du rendu dans un local

RASTI	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,32	0,34	0,36	0,38	0,4	0,42	0,44	0,46	0,48	0,5	0,52	0,54	0,56	0,58
% ALC	57,7	51,8	46,5	41,7	37,4	33,6	30,1	27	24,2	21,8	19,5	17,5	15,7	14,1	12,7	11,4	10,2	9,1	8,2	7,8
Appréciation	Mauvais					Limite								Moyen						

RASTI	0,6	0,62	0,64	0,66	0,68	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	0,8	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1
% ALC	6,6	5,9	5,3	4,8	4,3	3,8	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1	0,9	0,8	0
Appréciation	Bon								Excellent												

Les indices utilisés dans le domaine de la correction acoustique

► Classe d'articulation (AC)

La classe d'articulation sert à caractériser des espaces de bureau. C'est un indice qui sert à mesurer le degré d'intelligibilité de la parole (caractéristiques de réflexion et d'absorption) entre deux zones d'un espace ouvert (des bureaux par exemple). Cette classification est établie en fonction de l'affaiblissement interzone qui est déterminé par la mesure du bruit réfléchi par-dessus une cloison de partition de 1.5m de hauteur dans les fréquences critiques de la parole. (Cette mesure ne prend pas en compte l'influence du volume de la voix et des bruits de fond).

Plus la classe d'articulation est élevée, meilleure est la discrétion des échanges dans un espace ouvert.

La classe d'articulation AC peut être utilisée comme un outil de classement et de comparaison de différents systèmes de plafonds suspendus par exemple.

AC	<100	100-150	150-170	170-200	>200
Appréciation	Mauvais	Limite	Moyen	Bon	Excellent



LES CONSEILS SAINT-GOBAIN

Nous vous recommandons d'utiliser un plafond suspendu avec la classe d'articulation minimum 180 afin de parvenir à un niveau de discrétion acceptable. Une classe d'articulation haute donne une certaine intimité contrairement à une classe d'articulation inférieure.



Un premier pas vers la formation ...



Pour vous initier
aux grandes thématiques de l'habitat
et découvrir les solutions des marques
du groupe Saint-Gobain.

Adfors • Clipper • Coramine • Ecophon • Eurobeton industrie • Eurocoustic • GIMM • Glassolutions • Isover • Les Menuiseries Françaises • Norton • PAM
Placoplatre • Plafometal • Quantum • Saint-Gobain Glass • Saint-Gobain Performance Plastics • Saint-Gobain Solar • Sevax • Solar Gard • Vetrotech • Weber



SAINT-GOBAIN - BP 161 - 354, rue de Meaux - 93410 Vaujours

service-formation@saint-gobain.com | www.construireavecsaint-gobain.fr |

N°Azur 0 810 440 440
PRIX APPEL LOCAL

Les formations Saint-Gobain

LES ESSENTIELS DE L'HABITAT

5

Pour vous initier, vous perfectionner ou vous spécialiser à un métier du bâtiment.

22 sociétés du Groupe Saint-Gobain associent aujourd'hui, leur expertise pour vous accompagner dans vos démarches de conception, de construction, de rénovation et de vente*

Une offre complète et segmentée

Plus de 75 stages vous sont proposés répondant à 10 thématiques spécifiques :

- Systèmes constructifs
- Façades et menuiseries extérieures
- Isolation et étanchéité
- Aménagement intérieur et finitions
- Protection incendie
- Génie climatique
- Energies renouvelables
- Canalisation et systèmes
- Réglementations et solutions
- Vente

Notre offre de formation s'articule autour de 3 grands axes :

► La formation à la mise en œuvre

Pour s'initier, se perfectionner, se spécialiser dans un métier.

Principalement dédiées aux artisans et entreprises, ces formations traitent de thématiques variées allant de l'enveloppe du bâtiment, à l'aménagement intérieur, en passant par les finitions et les énergies renouvelables.

► La formation à la conception d'un habitat durable

Pour comprendre, appliquer, se conformer aux réglementations en vigueur.

Destinés en priorité aux décideurs et prescripteurs, ces stages détaillent les réglementations spécifiques et relatives à chaque métier ou type d'ouvrages. Ils présentent les solutions et innovations des sociétés du groupe Saint-Gobain.

► La formation à la vente des produits et systèmes

Pour argumenter, convaincre ses clients pour monter en gamme et améliorer son mix.

Une offre unique sur le marché

L'originalité et l'exclusivité de notre offre réside dans la complémentarité des systèmes et solutions proposés par les différentes marques du Groupe. Cette approche globale et transversale vise la montée en compétences de toute la filière du bâtiment. Elle donne une vision claire et pratique des solutions disponibles pour imaginer et concevoir l'habitat d'aujourd'hui à demain.

Que vous soyez artisan, entreprise, négociant en matériaux ou prescripteur (bureau d'études ou de contrôle, architecte, économiste de la construction, maître d'ouvrage,...), vous trouverez au fil de notre offre de formation des programmes adaptés à vos besoins.



SAINT-GOBAIN - BP 161 - 354, rue de Meaux - 93410 Vaujours

Organisme de formation Enregistré sous le numéro* 11 78 8171878

*Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'État



Abrasifs Structure
du bâti

Aménagement
intérieur

Maison
ossature bois
Énergies renouvelables

Isolation
par l'extérieur
par l'intérieur

Menuiseries
intérieures

Menuiseries extérieures

Protection Solaire
Canalisations



* Adfors • Clipper Coramine • Ecophon • Eurobeton industrie • Eurocoustic • GIMM • Glassolutions • Isover • Les Menuiseries Françaises • Norton • PAM • Placoplatre • Plafometal • Quantum • Saint-Gobain Glass • Saint-Gobain performance plastics • Saint-Gobain Solar • Sevox • Solar Gard • Vetrotech • Weber

Pour plus d'informations sur l'offre de formation Saint-Gobain :
service-formation@saint-gobain.com | www.construireavecsaint-gobain.fr

N°Azur 0 810 440 440
PRIX APPEL LOCAL



www.adfors.com



www.clipper.fr
www.amenagementtertiaire.fr



www.coramine.com
www.amenagementtertiaire.fr



www.ecophon.fr



www.eurobeton-industrie.com



www.eurocoustic.com



www.gimm.fr
 Tél : 04.74.64.54.44



SAINT-GOBAIN
 BP 161
 354, rue de Meaux
 93410 Vaujours

www.construireavecsaint-gobain.fr

► N°Azur 0 810 440 440
 PRIX APPEL LOCAL



www.glassolutions.fr

Assistance technique :

► N°Indigo 0 820 810 820
 0,118 € TTC / MN



www.isover.fr
www.toutsurlisolation.com

Assistance technique :

► N°Indigo 0 825 00 01 02
 0,15 € TTC / MN



Tél : 03.25.30.52.00



www.saint-gobain-abrasives.com



www.pamline.fr
www.pamelixair.com



www.placo.fr
www.toutplaco.com

Assistance technique :

► N°Indigo 0 825 023 023
 0,15 € TTC / MN



www.plafometal.com



www.quantumglass.com



www.saint-gobain-glass.com

Assistance technique :

► N°Indigo 0 820 810 820
 0,118 € TTC / MN



www.plastics.saint-gobain.com



www.saint-gobain-solar.com



www.sevax.com



www.solargard.fr



www.vetrotech.com



www.weber.fr

Centre de renseignements
 techniques :

► N°Indigo 0 820 00 33 00
 0,12 € TTC / MN

