



Notice

# ACOUSTIQUE

En milieu scolaire, le bruit peut affecter le comportement et les capacités d'apprentissage des élèves comme leur santé et celle des adultes. Viser un bon confort acoustique des espaces est indispensable. Cette préoccupation doit être prise en compte dans tout projet de réaménagement ou dès l'identification initiale du site pour se décliner jusqu'au choix des matériaux et équipements.

*«Les enseignants représentent 16,4 % des personnes diagnostiquées avec des troubles de la voix alors qu'ils ne constituent que 2 % de l'ensemble de la population active.»*

À DIRES D'EXPERTS...\*

Le bruit en milieu scolaire est une des causes des **difficultés de compréhension** des élèves et, par conséquent, d'apprentissage. Il peut entraîner de la fatigue, du stress, de la nervosité, diminuer l'attention. Chez les enseignants, un mauvais traitement acoustique des locaux peut entraîner des **pertes de voix**, des troubles auditifs. La réduction du bruit est donc essentielle pour le maintien d'un **climat propice à l'apprentissage**.

Pour assurer le traitement acoustique des espaces, il est nécessaire de prendre en compte à la fois le **niveau sonore** et le temps d'**exposition quotidien**. La conception de l'acoustique se joue à trois échelles : celle de l'**environnement** dans lequel se situe l'école, celle du **bâtiment** lui-même (nuisances entre locaux), et, enfin, celle du **local**.

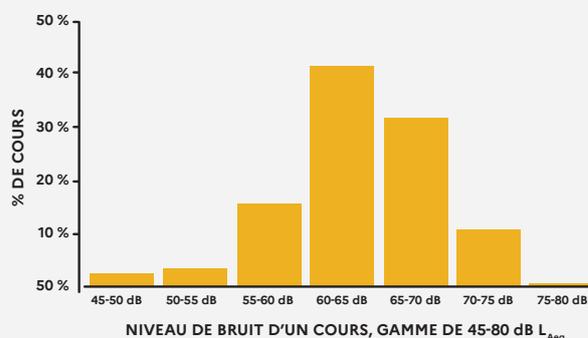
Il est également nécessaire de **limiter les sources de bruit**. Le **choix d'un mobilier adapté** est stratégique, avec la nécessité de générer le moins de bruit possible. Un travail de sensibilisation et d'accompagnement pourra utilement être développé auprès des usagers. La **conception technique** de l'école ou l'établissement est soignée de façon à limiter les nuisances sonores liées à la ventilation et aux équipements sanitaires.

La **sonorisation** (sonneries, messages vocaux, alarmes...) tient compte de la **réglementation en vigueur** et des **niveaux sonores** de chaque espace (salles de musiques, ateliers professionnels, salle de restauration...).

## UN ENJEU FORT : LE NIVEAU DE BRUIT DANS LA SALLE DE CLASSE

En 2009, BruitParif et le CIDB ont réalisé une enquête au sein de 25 lycées. La moyenne de bruit constatée au sein d'une salle de classe se positionne autour de 65 dB, ce qui est bien au-delà du seuil préconisé par l'OMS de 30 dB.

ÉTUDE DU BRUIT CONSTATÉ LORS DE 274 COURS\*\*



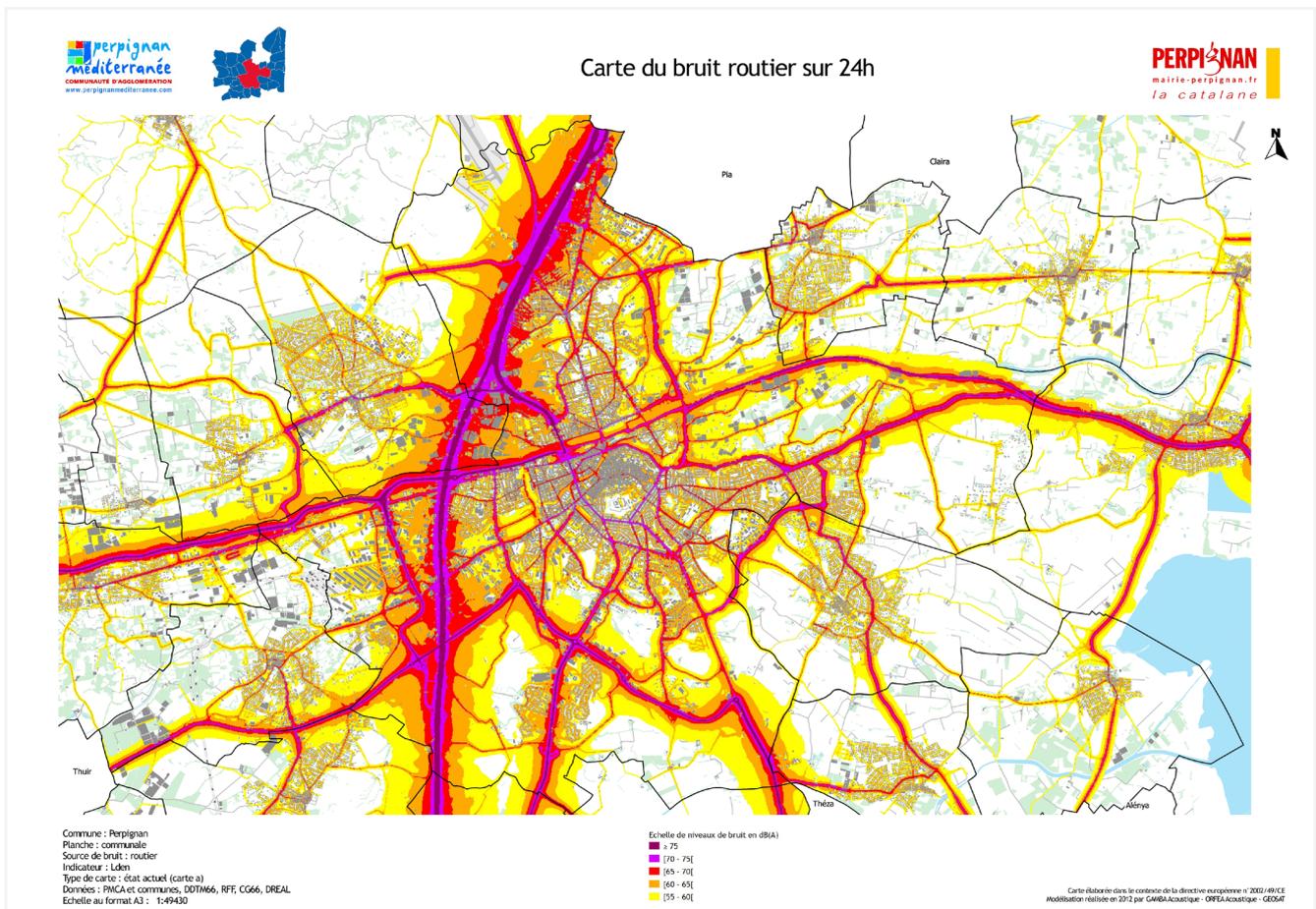
\*Source : Verbatim issu des groupes de travail réunis pour l'élaboration des guides «Bâtir l'École». / \*\*Source : ADEME pour le Débat national sur la Transition énergétique, janvier 2013

# 1. LES ATTENDUS, LES SOLUTIONS À PRIVILÉGIER

## ■ Réduire les nuisances sonores extérieures

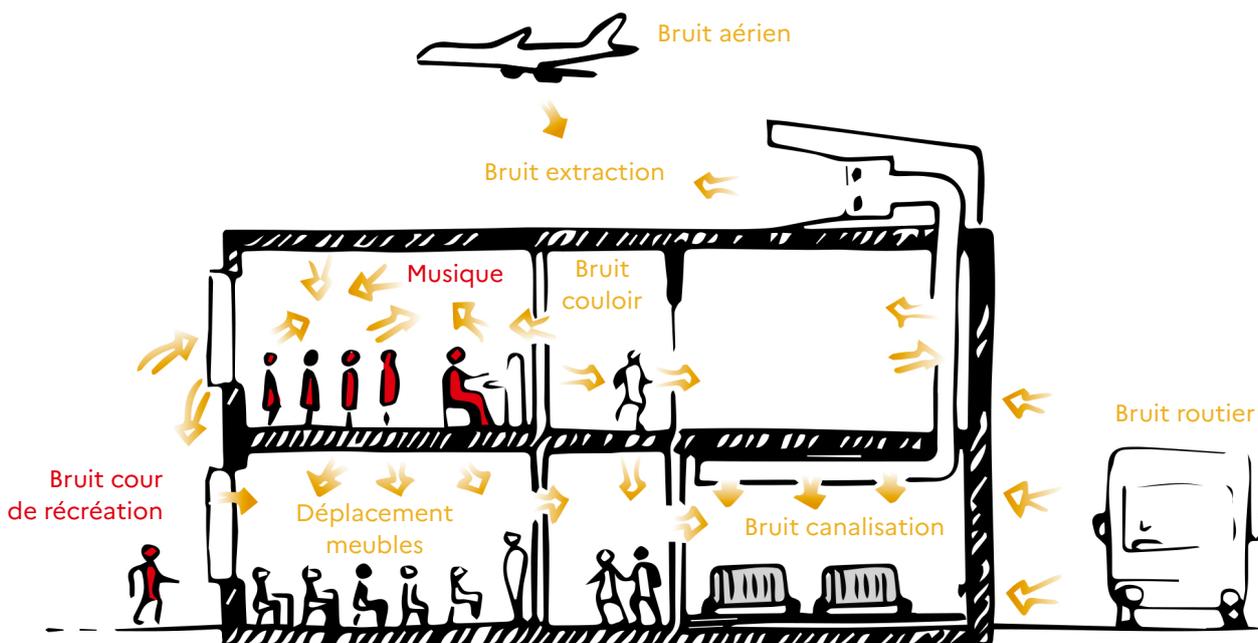
Le choix de l'implantation d'une école ou d'un établissement scolaire tient compte de l'**environnement**. Il nécessite une bonne connaissance du paysage sonore. Les **cartes de bruit stratégiques** sont un outil de gestion et de prévention à mobiliser pour identifier les **infrastructures bruyantes** (réseaux ferroviaires, axes routiers, voies de circulation aérienne) et sélectionner un site qui garantisse au nouvel équipement scolaire un environnement le plus favorable possible.

### CARTE DE BRUIT STRATÉGIQUE DE L'AGGLOMÉRATION DE PERPIGNAN



Source : <https://www.cereg.com>

Pour les constructions neuves, une **réflexion à l'échelle du plan masse** doit privilégier une implantation et une orientation favorables en fonction de l'environnement. Par exemple, un équipement qui s'implante à proximité d'une infrastructure bruyante peut positionner ses bâtiments entre cette infrastructure source de nuisances sonores et la cour de récréation pour préserver cette dernière des **nuisances sonores extérieures**. Inversement, dans un environnement calme, les bâtiments peuvent servir à préserver le **voisinage** des bruits de la cour.



Certaines activités sont particulièrement génératrices de bruit (activités musicales, physiques...) alors que d'autres usages nécessitent davantage de calme (notamment les temps de repos et de sieste en école maternelle). Une **sectorisation des locaux par niveau de nuisance sonore** peut être intéressante, dans la mesure où elle optimise le traitement acoustique des locaux.

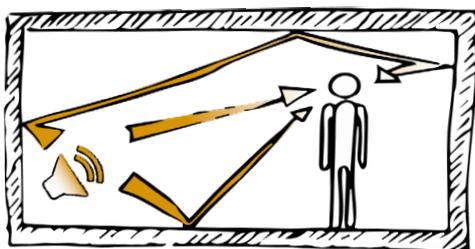
L'enseignement de la musique est en premier lieu concerné par cette préoccupation. La pratique instrumentale (initiation à la batterie, djembé, ...) implique des dispositions très spécifiques pour ces locaux : **isolation du sol pour limiter la transmission des basses fréquences** (épaisseur minimum de 50 mm), **renforcement latéral et plafond**, baffles suspendus, etc..

Présents dans les filières professionnelles et technologiques ainsi que dans certains dispositifs spécialisés (SEGPA), certains **laboratoires et espaces professionnels accueillent des dispositifs générateurs et machines-outils**. Une gradation d'actions doit être mise en œuvre suivant le **niveau de nuisance sonore généré** allant de la simple information, au traitement de l'environnement de l'équipement technique (absorption acoustique renforcée). Ces bruits pouvant représenter une nuisance sonore pour les locaux adjacents impliquent de **croiser les dispositifs de traitement acoustique et l'implantation du local** au sein de l'école ou de l'établissement.

## DÉFINITIONS

**Le son se propage dans toutes les directions, dans tous les matériaux. Dans une pièce, quand une onde acoustique rencontre un obstacle (un mur par exemple), son énergie est réfléchi, absorbée ou transmise.**

**Résonance :** l'énergie réfléchi et renvoyée dans la pièce est responsable des phénomènes de résonance, réverbération et échos.



**Réverbération :** prolongation d'un son après l'interruption de la source sonore suite aux multiples réflexions sur les parois d'un local. Le temps de réverbération d'un local est le temps que met un son à décroître de 60 dB après l'arrêt du fonctionnement de la source.

**Absorption :** l'absorption acoustique réduit la propagation des ondes sonores dans un local. Pour améliorer le confort acoustique d'une pièce, il est donc nécessaire qu'une partie importante de l'énergie sonore ne soit pas réfléchi mais absorbée.

**Le bruit d'impact ou de choc :** bruit émis par une paroi mise en vibration sous l'effet d'un choc direct (par exemple : pas, chute d'objet).

**Les bruits d'équipements :** se transmettent de façon directe ou indirecte par l'air, et sous forme de bruits d'impact par vibration des parois : ascenseur, robinetterie, ventilation mécanique, installation de chauffage ou de conditionnement d'air, etc.

## ■ Contrôler la réverbération

Dans une grande majorité de locaux scolaires, l'enjeu du contrôle de la réverbération est central. Dans les espaces d'enseignement, cette maîtrise est au bénéfice de l'intelligibilité de la voix et donc de l'apprentissage. Dans les espaces à forte fréquentation sur des temps limités telles que les salles de restauration, la limitation de la réverbération garantit le confort acoustique.

Un travail est mené au cas par cas avec les usagers pour cibler les usages des différents espaces et les besoins éventuels en affaiblissement acoustique qu'ils induisent. Ces objectifs se déclinent en conception par des choix de matériaux plus ou moins absorbants.

### VALEURS DE COEFFICIENT D'ABSORPTION POUR DIVERS MATÉRIAUX

VALEURS DE $\alpha$						
Matériaux absorbants*	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	$\alpha_w$ **
Laine minérale ép. 50mm sous bardage perforé > 20%	0,80	0,90	0,90	0,90	0,95	0,90
Faux plafond en laine minérale avec voile fibre de verre, épaisseur = 20 mm (+plénum 200mm)	0,6	0,7	0,85	0,95	0,95	0,95
Mousse de mélamine, épaisseur = 20 mm	0,10	0,20	0,50	0,80	0,90	0,30
Mousse de mélamine, épaisseur = 50 mm	0,28	0,60	0,90	1,00	1,00	0,55
Mousse de polyuréthane, épaisseur = 20 mm	0,15	0,28	0,50	0,95	0,85	0,35
Mousse de polyuréthane, épaisseur = 50 mm	0,36	0,42	0,97	0,82	0,98	0,35
Matériaux non absorbants	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	$\alpha_w$
Vitrage	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	-
Bardage métallique	0,20	0,15	0,14	0,10	0,05	-
Parois lisse (béton)	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-

\* Matériaux absorbants : ils ont pour fonction d'absorber une partie de l'énergie sonore lors de la réflexion d'un bruit sur une paroi.

\*\*  $\alpha_w$  : Coefficient qui donne la valeur moyenne de l'absorption d'un matériau ou d'un assemblage de matériaux. Il se calcule suivant la norme NF EN ISO 11654 (7).

Le traitement des parois d'un local peut être abordé de manière spécifique.

- Pour **les plafonds, les solutions globales** traitant les surfaces de manière **uniforme** garantissent une meilleure acoustique et polyvalence de l'espace. Les **faux plafonds et matériaux perforés**, ou présentant un bon taux d'absorption tels que les matériaux poreux à fibre minérale sont très appropriés dans les salles de restauration et les espaces d'enseignement.
- Pour **les sols, les matériaux absorbants** (moquette, par exemple) et de type **sols souples** pourraient être privilégiés au regard du seul paramètre acoustique. Les premiers sont utiles pour atténuer la réverbération des sons et réduire les bruits de chocs ; tandis que les seconds (vynils, PVC, etc.) sont essentiellement utiles à la réduction des bruits de chocs.

Toutefois, ces revêtements sont aussi choisis en fonction de leurs modalités d'entretien (les matériaux lisses étant plus faciles d'entretien mais moins performants en ce qui concerne l'absorption acoustique).

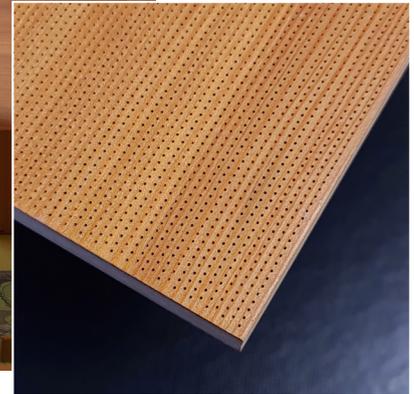
- Pour les murs, la demande en surfaces d'affichage étant importante dans les espaces d'apprentissage, une réflexion sur la disposition des matériaux est à mener, le déploiement de matériaux absorbants pouvant être plus complexe. Néanmoins, certains matériaux absorbants peuvent plus ponctuellement être mis en œuvre. Il est recommandé de privilégier les isolants phoniques en matériaux biosourcés.

**Suivant la méthode d'enseignement, les besoins en termes de traitement acoustique** des espaces d'apprentissage **peuvent varier** : un travail sur les murs nécessite d'anticiper la position de l'enseignant (l'orateur) et des élèves (l'auditorat). L'aménagement d'un amphithéâtre pourra profiter d'un traitement acoustique réverbérant (côté scène) et d'un traitement absorbant (côté public). Les aménagements flexibles de la salle de classe (en autobus, en îlots ou pôles...), où l'enseignant est davantage au milieu de la salle, impliquent un traitement acoustique plus uniforme.

## ÉCOLE BADINTER À ASNIÈRES SUR SEINE (92)



Traitement de la salle de classe avec un matériau perforé en continuité sur les murs et plafonds.



© Agence Yoonseux architectes

## ÉCOLE LA RUCHES À PERTHES (52)



© Tracks architectes

La volumétrie asymétrique de la salle de classe est complétée par un traitement acoustique en panneaux absorbants au plafond.

## RESTAURANT SCOLAIRE DE ROMAIN LAURENT EN GAL (69)

Traitement acoustique de la salle de restauration par le revêtement du plafond et des murs.

© Fabien Perret Architecture et Atelier 43.

## LE TRAITEMENT ACOUSTIQUE DES SALLES DE RESTAURATION EST UN ENJEU IMPORTANT

Leur volumétrie nécessite une attention particulière en termes de traitement acoustique et de choix des matériaux. L'organisation de la salle de restauration en sous-espaces est une solution intéressante. L'installation de panneaux mobiles acoustiques est une solution envisageable sous réserve qu'ils soient compatibles avec la surveillance des élèves et l'organisation du service pour le personnel, en particulier en maternelle où le service se fait souvent à table. L'aménagement doit également être compatible avec les modalités de nettoyage des sols.



Lorsque les circulations sont utilisées comme espaces d'apprentissage, il est souhaitable que les performances acoustiques soient adaptées. L'affaiblissement acoustique des cloisons entre circulations et espaces dédiés à l'apprentissage doit alors être plus exigeant et viser des valeurs supérieures aux exigences réglementaires.

A défaut d'un traitement de surface global, des dispositifs ponctuels (panneaux absorbants, baffles suspendus, pièges à son) peuvent améliorer l'acoustique d'un espace scolaire. Ces dispositifs sont particulièrement bienvenus dans les circulations, les salles de restauration, espaces professionnels, salles de classe...

### GRUPE SCOLAIRE ANTOINE BEILLE À NISSAN-LEZ-ENSERUNE (34)



© Agence MDR architectes.

Traitement des circulations : le faux plafond perforé est renforcé par des pièges à sons

Les **espaces extérieurs**, en particulier la **cour de récréation** et les **espaces de pratique sportive**, font partie intégrante de la vie de l'école ou établissement scolaire et sont mobilisés sur des temps de pause et/ou de cours pour permettre aux élèves de se dépenser et se détendre. Les **revêtements de sols**, les **surfaces murales** des **espaces extérieurs** ont à intégrer la réflexion sur le traitement acoustique : les **revêtements naturels**, par exemple, limitent les nuisances sonores. La **végétalisation** des espaces extérieurs participe aussi à la réduction de la perception des effets de **réverbération sonore**.

#### À DIRES D'EXPERTS...\*

Pour les bâtiments existants, les travaux de rénovation énergétique et notamment la réalisation d'une isolation thermique constituent une aubaine pour apporter des solutions d'amélioration acoustique. **Le choix des matériaux, le traitement des ponts thermiques**, etc., sont autant de sujets pour répondre aux **enjeux d'amélioration acoustique**. Toutefois le traitement des nuisances sonores extérieures peut faire émerger de nouvelles nuisances intérieures.

#### À DIRES D'EXPERTS...\*

A noter que pour limiter les nuisances sonores, **l'organisation de la restauration en self** permet aux élèves de gagner en autonomie, ils déjeunent à leur rythme et quittent la salle de restauration une fois le repas terminé, limitant ainsi les **situations d'attente souvent génératrices de comportements bruyants**. **Dédensifier en limitant le nombre de convives par m<sup>2</sup>** (idéalement prévoir minimum 1,3 m<sup>2</sup> par convive) génère moins de gênes mutuelles entre les usagers.

### UNE ACOUSTIQUE INCLUSIVE : cela profite à tout le monde

Selon leur handicap, certaines personnes ont une grande sensibilité au bruit : troubles du spectre autistique, personnes malentendantes appareillées, personnes malvoyantes... C'est pourquoi il est nécessaire de réduire la résonance autant que possible. Pour cela, on peut :

- privilégier des volumétries limitant les effets d'écho
- prévoir un sol souple qui atténue les bruits de choc (chaussures, chaises, chute d'objets...)
- installer des patins sous le mobilier
- installer des dispositifs d'absorption acoustique (plafond, murs, panneaux mobiles...)
- installer des systèmes amortissants pour éviter les claquements de portes
- favoriser un système de ventilation silencieux
- réduire le niveau de bruit de fond de l'environnement extérieur par le traitement des parois
- porter une attention particulière aux lieux collectifs et bruyants tels que le préau, le réfectoire, le hall, les couloirs et les cages d'escalier.

Pour certains élèves, la sur-stimulation auditive peut entraîner une saturation sensorielle et des modifications du comportement, ils seront alors parfois amenés à porter des casques anti-bruit adaptés pour éviter ces situations.

Les sonneries indiquant la fin d'un cours ou d'une récréation peuvent être stridentes et gêner les enfants appareillés, il est conseillé de choisir une musique afin d'éviter cet inconfort.

L'installation de boucles magnétiques peut être utile pour les personnes malentendantes.

\* Source : Verbatim issu des groupes de travail réunis pour l'élaboration des guides «Bâtir l'Ecole».

## ■ Choisir équipements et mobilier pour éviter les effets de bruits indésirables

La **diminution des bruits de fond** est importante dans le cadre d'une bonne maîtrise de l'ambiance sonore. Dans un équipement scolaire, cela renvoie à la conception des réseaux de ventilation et de plomberie, et, dans une moindre mesure, des réseaux de chauffage et des ascenseurs. Pour ces réseaux, **le traitement acoustique des gaines** est incontournable. Le **choix des équipements sanitaires** est aussi important pour limiter les bruits de chasse d'eau.

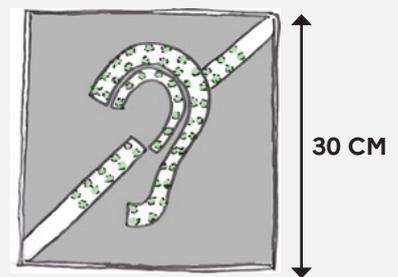
L'aménagement intérieur, l'agencement et le choix du mobilier contribuent aussi à la question acoustique. Certains mobiliers (armoire, parement en bois, bureau...) peuvent comporter des parois perforées, **et contribuer à limiter la réverbération**. Le bruit généré par le déplacement des tables et chaises peut être limité par un choix de mobiliers sur patins ou roulettes. Cela limite les bruits de chocs, d'impact, ou de frottement.

Pour certains élèves qui en ressentent le besoin, il est nécessaire de pouvoir s'isoler, se reposer, avant de poursuivre leur journée d'apprentissage. Des aménagements et mobiliers isolant visuellement et acoustiquement peuvent être envisagés à leur attention : **alcôves, fauteuils ou canapés à dossier haut, box ou cabines sonores etc.**

Les débuts et fins de cours et de récréations sont annoncés par des signaux sonores n'excédant pas 80 dB. Un travail sur la tonalité voire sur l'utilisation d'une composition musicale peut être envisagé.

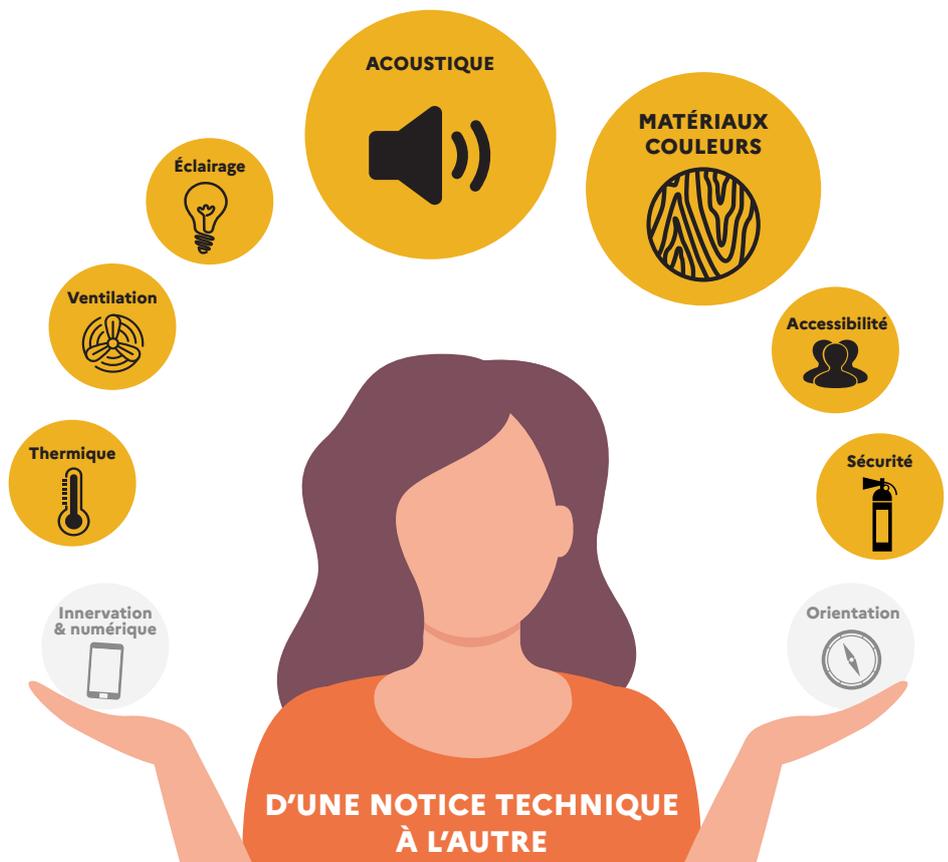
## PISTE À EXPLORER : LE SONOMÈTRE

S'ils sont simples et intuitifs, des outils de mesure peuvent être un indicateur pour les usagers afin de prendre connaissance du niveau sonore d'un local. La mobilisation de cet outil de mesure s'inscrit dans une démarche d'autocorrection : les élèves peuvent voir que le seuil est dépassé, ils vont alors s'autoréguler ou bien le personnel encadrant pourra intervenir pour les ramener au calme. Ce type de dispositif peut autant être installé dans les salles de restauration, que dans les espaces d'apprentissage.



## PISTE À EXPLORER : LA SONORISATION DE LA SALLE D'ENSEIGNEMENT

Aujourd'hui, il est envisageable d'étudier la sonorisation des salles d'enseignement, en équipant l'enseignant de micros, mais aussi en disposant sur chaque groupe de tables en îlot micro et enceinte pour favoriser l'écoute et la prise de parole. Cet équipement favorise une même intensité sonore dans chacun des secteurs de la salle et facilite l'enseignement hybride en présence/à distance.



La conception acoustique dépend fortement des choix en termes de matériaux, et dans une moindre mesure des choix sur les réseaux (ventilation, plomberie, chauffage) comme de la conception thermique de l'équipement. Un compromis doit s'exercer sur l'éclairage, les grandes baies vitrées favorisant l'éclairage naturel mais complexifiant le traitement acoustique des locaux. Les alarmes doivent être audibles dans tous les espaces de l'école ou établissement.

## 2. LES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES À PRENDRE EN COMPTE

- **Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants** : il précise les exigences de performances acoustiques minimales pour les établissements scolaires situés à proximité d'une infrastructure bruyante.
- **Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement** : il précise les performances acoustiques attendues au regard des nouveaux indices en vigueur (norme NF-EN-ISO 717-1 relative au bruit aérien, NF-EN-ISO 717-2 pour les bruits de choc, NF EN ISO 11654 pour les matériaux absorbants). Il est également utile de se reporter au Guide des mesures

acoustiques des Ministères de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, du Logement et de l'Égalité des territoires qui précise les modalités de ces mesures.

- **Arrêté du 5 mai 1996, modifié le 23 juillet 2013** (auquel renvoie l'article 7 de l'arrêté du 25 avril 2003) **relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit**. Il s'applique aussi aux écoles et établissements scolaires et précise pour les constructions neuves l'isolement sonore à atteindre contre les bruits de l'espace extérieur.

## 3. INDICATEURS CIBLES SOUHAITABLES POUR QUELQUES ESPACES

Local d'émission	Local de réception				temps de réverbération (en secondes)
	Salle de repos	Salle de classe	Espace administratif	Infirmerie	
Salle de classe	50 dB*	43 dB*	43 dB*	43 dB*	0.6s recommandée par l'OMS
	inférieur à 55 dB d'après le code du travail		inférieur à 60 dB d'après le code du travail		
Salle de musique, salle polyvalente, salle de sport, salle de motricité	55 dB*	53 dB*	53 dB*	53 dB*	1s recommandée par l'OMS
	inférieur à 45 dB d'après le code du travail				
Salle de restauration	55 dB*	53 dB*	53 dB*	53 dB*	1s recommandée par l'OMS
Espace administratif	50 dB*	43 dB*	43 dB*	43 dB*	0.6s recommandée par l'OMS
	inférieur à 60 dB d'après le code du travail				
Halles et plateaux techniques des lycées professionnels	À adapter selon les machines et équipements abrités				1s recommandée par OMS

\*article 2 de l'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement

### AVANT DE SE LANCER

- Comment tenir compte de l'environnement sonore extérieur ?
- Où positionner les espaces accueillant des activités génératrices de nuisances sonores ?
- Comment maximiser l'acoustique lors de la conception thermique et technique ?
- Quelle sonorisation privilégier ?
- Quel équipement acoustique privilégier dans les salles d'enseignement ?

**D'autres informations disponibles sur le site <https://batiscolaire.education.gouv.fr/>**

\* Source : Verbatim issu des groupes de travail réunis pour l'élaboration des guides «Bâtir l'Ecole».