acoucité
Observatoire de l'environnement sonore

Caractéristiques acoustiques de deux salles de l'école de Curis-au-Mont-d'Or

Table des matières

1. Description des salles 3
1.1. Cantine 3
1.2. Garderie 4
2. Réglementation 5
3. Mesure et analyse 6
3.1. Matériel et protocole 6
3.2. Cantine : mesures pendant le service 6
3.2.1. Evolution temporelle brute 6
3.2.2. Espace 1 7
3.2.3. Espace 2 7
3.2.4. Interview 9
3.3. Temps de réverbération 10
3.3.1. Cantine 10
3.3.2. Garderie 11
4. Conclusion 12
LEXIQUE 13

L'association Acoucité a été sollicitée par la mairie de Curis-au-Mont-d'Or afin de caractériser les propriétés acoustiques de deux salles de l'école et de suggérer, si besoin, des solutions permettant une amélioration de l'ambiance sonore.

1. Description des salles

1.1.Cantine

Les matériaux utilisés sont les suivants :

- Sol en linoléum
- Murs en béton et surfaces vitrées
- Faux-plafond en fibre minérale

Les matériaux mis en œuvre pour le sol et les murs sont des matériaux réfléchissants, c'est-à-dire qu'ils absorbent peu les ondes sonores, tandis que le faux-plafond semble posséder un bon coefficient d'absorption acoustique.

La cantine se constitue d'une grande pièce et est divisée en deux, à peu près aux deux tiers. La séparation n'est pas totale, le mur possède deux passages sans portes en forme de rectangle ainsi qu'un troisième en forme d'arche.

1.2.Garderie

Les matériaux utilisés dans cette pièce sont similaires à ceux de la cantine.

La morphologie de la pièce est particulière avec une forme en « L », une hauteur de plafond variable ainsi que la présence de colonnes.

La quantité de mobilier est plus importante que dans le réfectoire.

"A l'oreille" le temps de réverbération* semble plus important que dans la salle de restauration avec la présence d'échos flottants*.

**Définition disponible en annexe.*

2. Réglementation

Extrait de l'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement :

LOCAUX MEUBLÉS NON OCCUPÉS	DURÉE DE RÉVERBÉRATION MOYENNE (exprimée en secondes)
Salle de repos des écoles maternelles ; salle d'exercice des écoles maternelles ; salle de jeux des écoles maternelles	
Local d'enseignement ; de musique ; d'études ; d'activités pratiques ; salle de restauration et salle polyvalente de volume 250 m³	0,4 Tr 0,8 s
Local médical ou social, infirmerie ; sanitaires ; administration ; foyer ; salle de réunion ; bibliothèque ; centre de documentation et d'information	
Local d'enseignement, de musique, d'études ou d'activités pratiques d'un volume > 250 m³, sauf atelier bruyant [3]	0,6 Tr 1,2 s
Salle de restauration d'un volume > 250 m³	Tr 1,2 s
Salle polyvalente d'un volume > 250 m³ [1]	0,6 Tr 1,2 s et étude particulière obligatoire [2]
Autres locaux et circulations accessibles aux élèves d'un volume > 250 m³	Tr 1,2 s si 250 m³ < V 512 m³ Tr 0,15 ³V s si V > 512 m³
Salle de sports	Définie dans l'arrêté relatif à la limitation du bruit dans les établissements de loisirs et de sports pris en application de l'article L. 111-11-1 du code de la construction et de l'habitation.

(1) En cas d'usage de la salle de restauration comme salle polyvalente, les valeurs à prendre en compte sont celles données pour la salle de **restauration.**
(2) L'étude particulière est destinée à définir le traitement acoustique de la salle permettant d'avoir une bonne intelligibilité en tout point de **celle-ci.**

- Les salles de restauration d'un volume supérieur à 250m³ doivent respecter un temps de réverbération inférieur ou égal à 1.2 secondes.
- Les salles polyvalentes d'un volume supérieur à 250m³ doivent avoir une durée de réverbération comprise entre 0.6 et 1.2 secondes.

Les deux pièces étudiées dans ce rapport ont un volume supérieur à 250m³.

3. Mesure et analyse

3.1.Matériel et protocole

Matériel utilisé :

- Sonomètres DUO (ACOEM)
- Chaîne d'acquisition SYMPHONIE (ACOEM)
- Enregistreur TASCAM

La norme NF EN ISO 3382 a été utilisée.

Les temps de réverbération ont été mesurés avec la chaîne d'acquisition SYMPHONIE et en utilisant une source sonore de type impulsionnelle (ballon de baudruche). La mesure de la durée de réverbération a été réalisée à l'aide de la courbe de décroissance sonore.

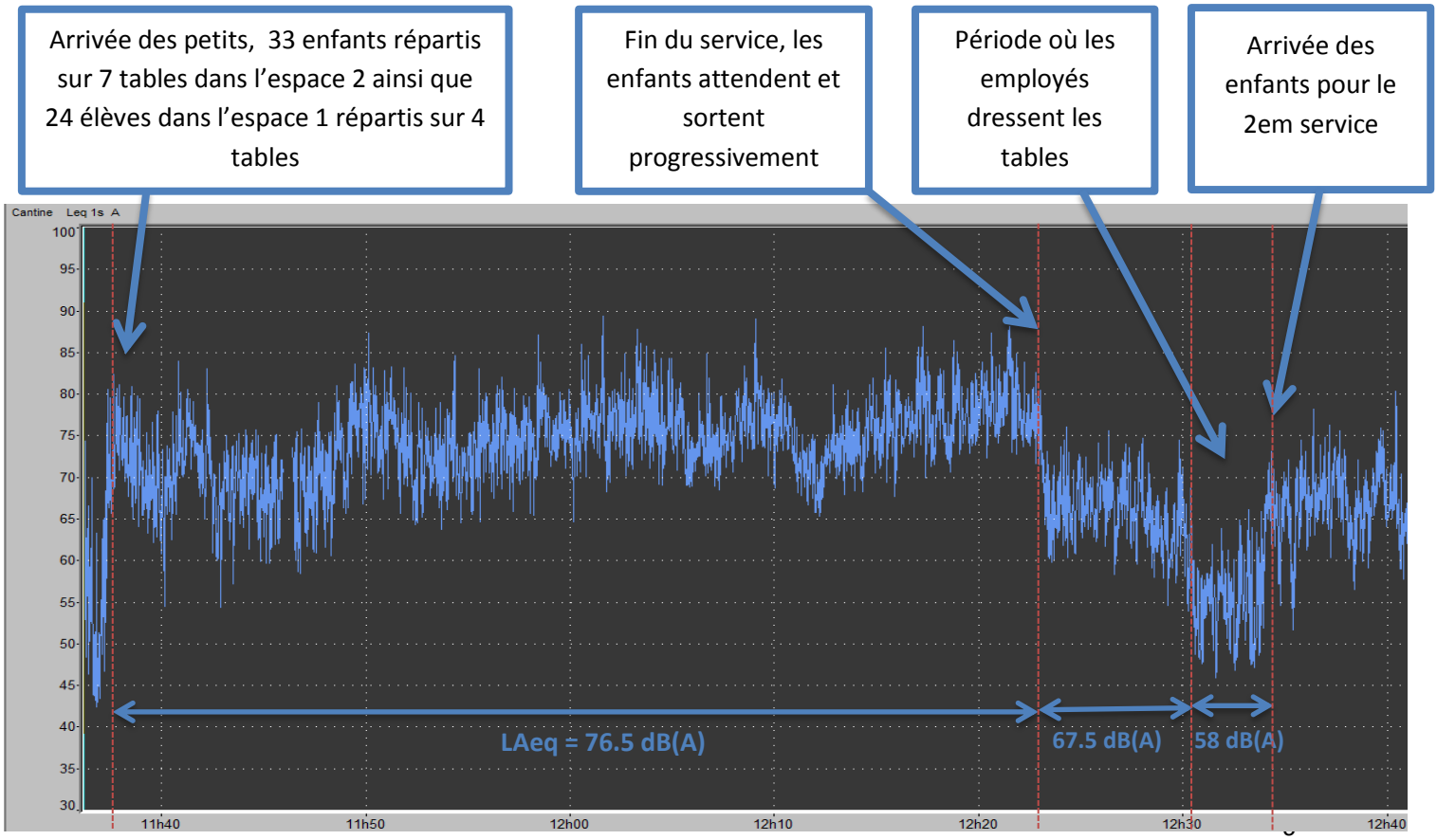
Les mesures du bruit ambiant lors du service ont été réalisées en deux points simultanés, de manière à caractériser les deux espaces qui composent le réfectoire.

3.2.Cantine : mesures pendant le service

Afin de différencier les deux salles qui composent la cantine, l'espace 1 correspond à la pièce principale qui donne sur les deux entrées alors que l'espace 2 désigne la deuxième pièce, plus petite et qui est adjacente à la cuisine.

3.2.1. Evolution temporelle brute

Ci-dessous l'évolution temporelle de la mesure du premier service, dans l'espace 2 du réfectoire.



3.2.2. Espace 1

La période considérée comprend l'entrée, le repas ainsi que la sortie des enfants.

3.2.2.1. Premier service

Début	11:49
Fin	12:31

Leq	Lmax	L90	L10
77	90.5	70	79.5

Indicateurs de niveaux sonores

Le Leq est la moyenne du niveau sonore sur toute la période de mesure. Il vaut ici 77 dB(A). Le bruit de fond qui correspond au L90 est de 70 dB(A) alors que le L10 montre le niveau dépassé 10% du temps de la mesure.

3.2.2.2. Deuxième service

Début	**12:34**
Fin	13:18

Leq	Lmax	L90	L10
76.5	90.5	69	80

Indicateurs de niveaux sonores

Les niveaux entre les deux services sont très proches avec un écart maximum de 1 dB(A) pour l'indicateur L90. La durée des services et le nombre d'enfants sont eux aussi similaires.

3.2.3. Espace 2

3.2.3.1. Premier service

Début	11:49
Fin	12:31

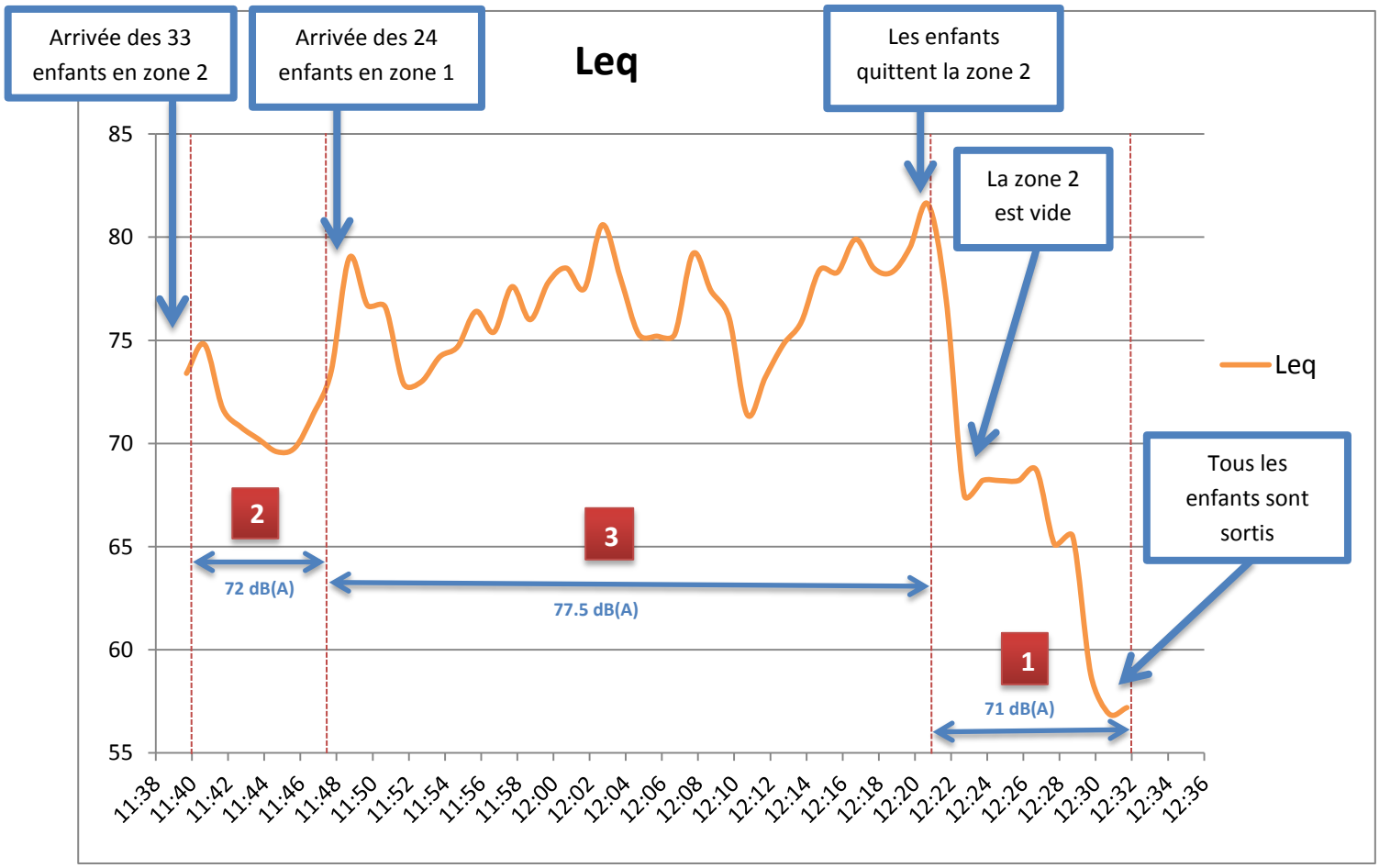
Leq	Lmax	L90	L10
76	89.5	65.5	79.5

Indicateurs de niveaux sonores

Les niveaux enregistrés dans le deuxième espace sont similaires à ceux du premier.

3.2.3.2. Niveaux par périodes

Le nombre d'enfants n'est pas constant durant le service. Il est intéressant de distinguer les différentes périodes à l'aide de l'indice LAeq moyenné toutes les minutes :



Le graphique montre que lors des arrivées ou des départs, le niveau sonore augmente de quelques décibels.

De plus, trois périodes se distinguent :

1. La zone 1 est uniquement occupée par 24 enfants, le niveau est 71 dB(A)
2. La zone 2 est la seule occupée et comprend 33 enfants, le niveau global est 72 dB(A)
3. Les deux zones sont occupées, le niveau sonore est alors de 77.5 dB(A)

L'effet de groupe a une influence importante sur le niveau sonore. En effet, une simple addition des niveaux des périodes 1 et 2 donnerait un résultat de 75 dB(A). On peut donc en déduire que plus le nombre d'enfant présents en même temps est grand, plus leur comportement individuel tend à être bruyant. De plus, plus le niveau sonore est élevé, plus il faut parler fort pour s'entendre.

Le bruit des chaises et des couverts était peu audible, la source prépondérante étant clairement la voix des enfants.

De plus, une analyse du spectre de bruit moyen sur la période de mesure montre que l'énergie sonore se situe principalement dans les bandes d'octaves suivantes : 500Hz, 1000Hz et 2000Hz. Ces bandes d'octaves correspondent à celles de la voie parlée.

3.2.4. Interview

Durant les services, des échanges ont eu lieu avec les enfants. Ci-dessous des extraits des citations des élèves, aux trois questions qui leur ont été posées :

- Trouves-tu qu'il y a du bruit dans la cantine ?
- Quels sons entends-tu ? Qu'est ce qui est bruyant ?
- Que faudrait-il faire pour réduire le niveau sonore dans la cantine ?

<u>Trouves-tu qu'il y a du bruit dans la cantine ?</u>

Les enfants répondent quasi unanimement que oui, ils trouvent qu'il y du bruit.

« Oui il y beaucoup de bruit à la cantine, ce n'est pas un moment agréable. »

« Parfois tellement qu'il y a du bruit, je me bouche les oreilles. Il m'arrive aussi d'appeler les dames de cantine, mais elles ne peuvent pas m'entendre. »

Plusieurs enfants disent qu'il leur arrive d'avoir des maux de tête à cause du bruit.

« Après la cantine j'ai souvent mal à la tête. »

« Quand j'ai mal à la tête, j'ai du mal à me concentrer l'après-midi, et cela m'énerve. »

Une élève malentendante a également livré son sentiment : *« Je trouve qu'il y a trop de bruit à la cantine. Parfois après le repas je peux avoir des sifflements dans mes appareils, et des maux de tête. Il suffirait de parler moins fort, mais on n'y arrive pas. »*

<u>Quels sons entends-tu ? Qu'est ce qui est bruyant ?</u>

Les élèves citent de temps en temps les couverts, les objets qui tombent au sol, les chaises. Mais ce qu'ils citent tous, ce sont les voix, leurs voix. L'observation faite durant la période de mesure est identique, c'est-à-dire que les sources sonores principales sont les voix des enfants, les autres sources sonores sont secondaires, durant les services il y a eu des émergences de type un verre qui tombe au sol, mais elles étaient peu nombreuses.

Quand ils décrivent ce qu'ils entendent, ils parlent d'un effet boule de neige : *« quand la table d'à côté se met à parler trop fort, nous ne nous entendons plus. Nous parlons donc de plus en plus fort pour nous entendre nous aussi. »*

<u>Que faudrait-il faire pour réduire le niveau sonore dans la cantine ?</u>

Sans hésitation ils répondent qu'il faudrait parler moins fort.

« Parler moins fort, chuchoter. »

« Il faudrait que l'on soit moins nombreux par service. »

« Il faut parler fort pendant la récréation, bien de défouler, puis être calme à la cantine. »

Certains semblent douter de leur capacité à parler moins fort durant tout le repas : *« On ne sait pas si c'est possible de faire moins de bruit. Quand les dames de la cantine nous disent de nous taire, cela dure un petit moment et nous reparlons aussi fort. »*

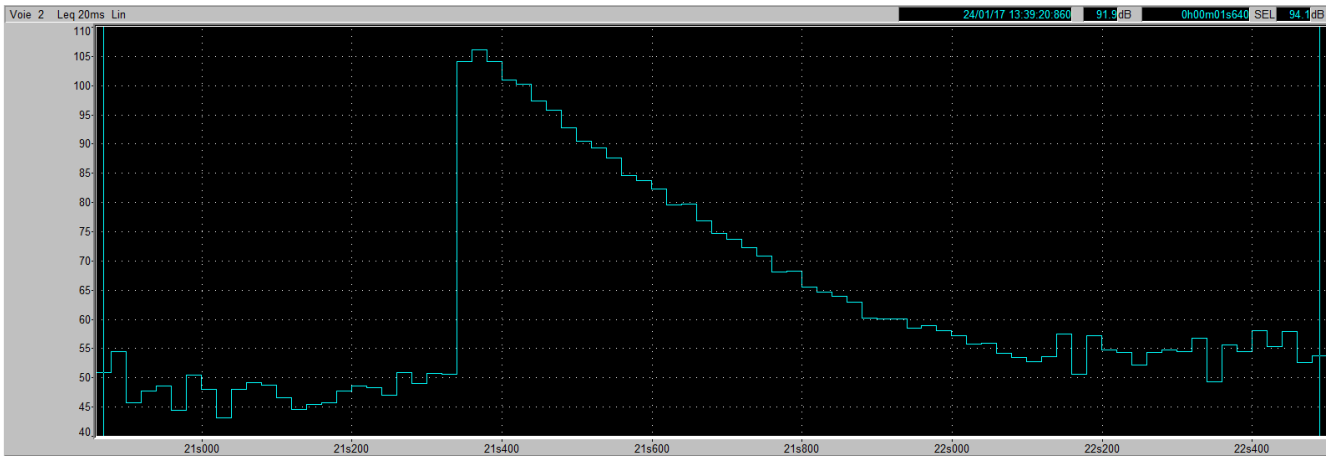
En résumé :

- Les enfants trouvent qu'il y a trop de bruit. Ils ont (pour la majorité) conscience que cela entraine des maux de tête chez certains.
- Ils savent ce qui fait du bruit, ils ont bien identifié les voix comme étant la source sonore la plus forte.
- Les élèves comprennent qu'il faudrait parler moins fort pour réduire le niveau sonore dans la cantine, mais ils ne semblent pas sûrs de pouvoir y parvenir.

3.3.Temps de réverbération

3.3.1. Cantine

La durée de réverbération mesurée est de 0.7 seconde. Les mesures ont été réalisées dans chaque espace, puis moyennées. Il s'avère que les deux valeurs mesurées sont égales, la durée de réverbération est de 0.7 seconde dans chacun des deux espaces.



Evolution temporelle de la courbe de décroissance sonore dans l'espace 1

Ce temps de réverbération, compte tenu du volume de la salle (380m³) est satisfaisant.

La réglementation stipule que pour des cantines dont le volume total est supérieur à 250m³, le temps de réverbération doit être **inférieur à 1.2 secondes**.

En revanche, les préconisations pour des volumes inférieurs sont autour de 0.5 secondes.

Qui plus est, il est pertinent de viser une aire d'absorption équivalente* comprise entre 2/3 et 3/4 de la surface totale au sol. Ici, la surface au sol vaut 117.2m² alors que l'aire d'absorption équivalente calculée équivaut à environ 85m², soit 3/4 de la surface au sol.

La formule de l'aire d'absorption équivalente est :

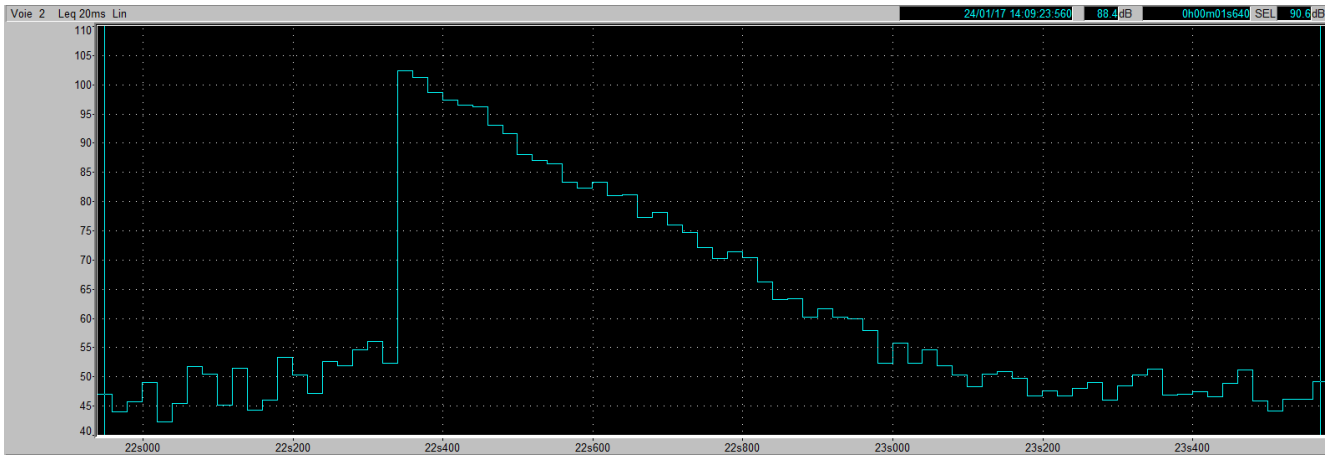
$$A = \frac{0.16 * V}{Tr}$$

Avec V le volume de la salle et Tr le temps de réverbération de celle-ci.

**Définition disponible en annexe*

3.3.2. Garderie

Le temps de réverbération mesuré en salle de garderie est de 0.9 seconde.



Evolution temporelle de la courbe décroissance sonore dans la garderie

Le volume de la pièce est d'environ 280m³.

La réglementation indiquée précédemment pour la cantine s'applique aussi pour ce local et **est donc respectée**.

L'aire d'absorption équivalente est égale à 50m², la surface au sol est de 84.42m². L'aire d'absorption équivalente représente alors 2/3 de la surface au sol, ce qui est correct.

En analysant finement la décroissance sonore par bande d'octave, la présence d'échos flottants* est mise en évidence pour les fréquences en bandes d'octave de 500Hz et 1000Hz.

**Définition disponible en annexe*

4. Conclusion

La cantine ainsi que la salle de garderie ont des durées de réverbération qui respectent la réglementation.

La demande de subvention concerne les établissements dont le permis de construire est antérieur au 10 janvier 1996 et est plafonnée à 20 000€. L'école maternelle de Curis-au-Mont-d'Or n'est probablement pas concernée par cette aide car :

- les temps de réverbérations mesurés respectent la réglementation
- tous les plafonds ont déjà été traités

Les locaux étant conformes à la réglementation, il faut aussi agir directement sur les sources de bruit. Pour cela, une démarche de sensibilisation visant à modifier le comportement des enfants peut s'avérer utile.

Il peut être envisagé :

- des actions pédagogiques de sensibilisation à travers des animations scolaires (contacts : Apieu mille feuilles, Métropole du Grand Lyon, acoucité).
- mise à disposition une « oreille pédagogique » qui est un panneau électronique qui affiche le niveau sonore de la pièce. Cet outil permettrait :
  - de connaître le niveau sonore durant les repas,
  - aux enfants et au personnel d'adapter leur comportement en fonction des informations fournies par l'oreille

  Les seuils sont fixés après concertation et pourront évoluer en fonction des objectifs fixés par l'équipe pédagogique.

En marge de ses actions de sensibilisation, il pourrait être efficace d'équiper le restaurant scolaire avec :

- des cloisons amovibles entre les tables, qui permettraient de créer des zones plus intimes et aideraient les enfants à adopter un comportement paisible. Cela réduirait l'effet "brouhaha".
- des sets de table en plastique peuvent être une solution efficace pour réduire le bruit dû aux couverts. Ils présentent un aspect pratique car il suffirait de les installer, les débarrasser et peuvent être lavés à la machine.

Concernant la salle de garderie, des échos flottants se forment lorsque des surfaces réfléchissantes sont parallèles. Il est possible de « casser » ces échos en posant des panneaux diffuseurs, par exemple, qui dispersent l'énergie dans la salle et brisent les réflexions latérales. Ici, le problème est que les murs à traiter sont ceux qui comprennent un nombre important de fenêtres.

LEXIQUE

ACOUSTIQUE

Partie de la science et de la technique relative à l'étude des problèmes physiques, physiologiques et psychologiques liés à l'émission, la propagation et la réception des bruits.

BRUIT

Le bruit est officiellement un "phénomène acoustique produisant une sensation auditive jugée désagréable ou gênante" (AFNOR NF 530-105). C'est un son qui dérange, déplaît ou agresse. Sa perception est pour une bonne part subjective, souvent considérée comme une "construction sociale". Il est cependant nécessaire de lui donner une valeur quantitative décrite par des valeurs chiffrées représentant son intensité, sa fréquence et sa fluctuation dans le temps.

dB(A)

Le dB(A) est un indice de pondération tenant compte de la composition spectrale du bruit : pour une même énergie sonore, l'oreille perçoit les sons de haute fréquence comme plus forts que ceux de basse fréquence. Le dB(A) est le dB aux niveaux de bruits mesurés dans les fréquences médium.

Trois seuils importants :

- O dB(A) est le seuil d'audibilité chez un sujet moyen,
- 100 dB(A) est le seuil de danger,
- 120 dB(A) le seuil de douleur.

DECIBEL

Le décibel - dB - est l'unité de mesure du niveau sonore. Les bruits usuels sont mesurés sur une échelle de 20 à 120 dB. Les dB s'ajoutent de façon logarithmique : un doublement du niveau sonore se traduit par une augmentation de 3 dB, un niveau sonore multiplié par trois se traduit par une augmentation de 5dB.

ECHO FLOTTANT

Son produit par la répétition rapide et régulière du signal, elle-même engendrée par la présence de surfaces réfléchissantes parallèles.

HERTZ (Hz)

La Fréquence ou Hauteur définit si un son est grave ou aigu.

INDICES STATISTIQUES

L'indice statistique LN indique le niveau sonore dépassé pendant N% du temps de mesure, par exemple :

L10 : niveau dépassé pendant 10 % du temps

L90 : niveau dépassé pendant 90% du temps (assimilable au niveau de bruit de fond)

Lmin : Valeur minimale du niveau sonore mesuré

Lmax : Valeur maximale du niveau sonore mesuré

Leq

Le Leq permet d'évaluer la dose de bruit totale reçue pendant un temps déterminé, car le risque lié au bruit dépend de la durée autant que du niveau sonore. Il est obtenu par un calcul en dB sur une période T. C'est ce qu'exprime la notion de Level Equivalent, dont Leq est la contraction.

Le Leq est utilisé mondialement pour caractériser la gêne due au bruit.

L'indice préconisé par la commission européenne est le **Lden**(Level day, evening night) qui prévoit une pondération de 5dB pour la soirée (18h-22h) et de 10dB pour la nuit (22h-06h)

Le Leq ne mesure pas de façon satisfaisante la gêne due à la voirie en milieu urbain où l'environnement sonore est très complexe.

TEMPS DE REVERBERATION

Le temps de réverbération d'un local est le temps nécessaire, en secondes, pour que le niveau de pression acoustique diminue de 60 dB après l'interruption de la source sonore.

AIRE D'ABSORPTION EQUIVALENTE

Valeur de l'aire d'une surface ayant un facteur d'absorption égal à 1, absorbant la même énergie acoustique que l'ensemble des surfaces du local considéré.