

SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs



CONTRIBUTION DES SYSTÈMES DE PLAFONDS MODULAIRES AU TRAITEMENT ACOUSTIQUE DES ESPACES INTÉRIEURS ET DES LOCAUX : EXEMPLES DE SOLUTIONS

Philippe Guignouard – LASA
Thomas Toulemonde – IMPEDANCE

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Etablissements soumis à réglementation

- Etablissements de santé
- Hôtels
- Etablissements d'enseignement

SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Etablissement de santé



Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde 3

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Etablissement de santé

Les objectifs



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Arrêté du **25 avril 2003** relatif à la limitation du
dans les établissements de santé



Référentiel pour la Qualité Environnementale
des Bâtiments - **Établissements de Santé**
(Certivea – 2008)



Etablissement de santé

Les objectifs

Arrêté :

- Dans les chambres : $T \leq 0,8$ s
- Dans les blocs opératoires : $T \leq 0,8$ s
- Dans les circulations communes : $A \geq S_{sol}/3$ m²

Référentiel HQE[®] niveau P :

Étude acoustique pour les halls, circulations et les locaux dont le volume est supérieur à 500 m³.

Etablissement de santé

Les défis acoustiques

- Critères d'hygiène et de santé
- Trafic personnes dans les circulations
- Bruit d'activités : monitoring
- Intelligibilité de la parole



Etablissement de santé

Les remèdes

– Critères d'hygiène et de santé

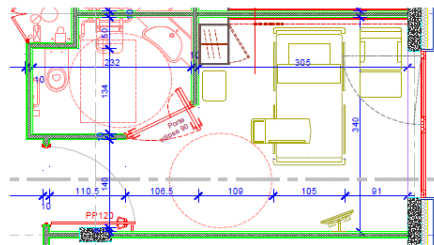
SANTÉ ?

ÉCONOMIE ?

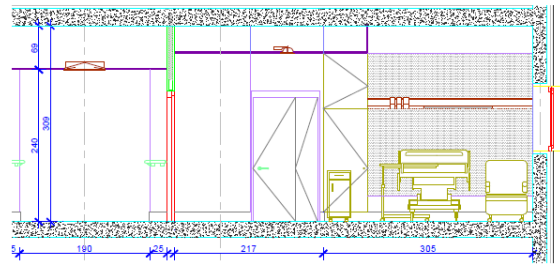
CONFORT ?

Etablissement de santé

Plans architectes de la chambre type modélisée



Vue en plan

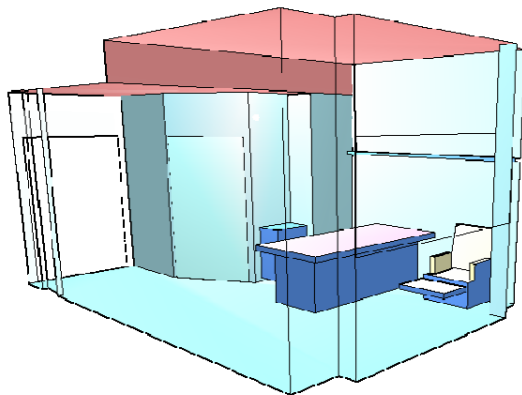


Vue en coupe

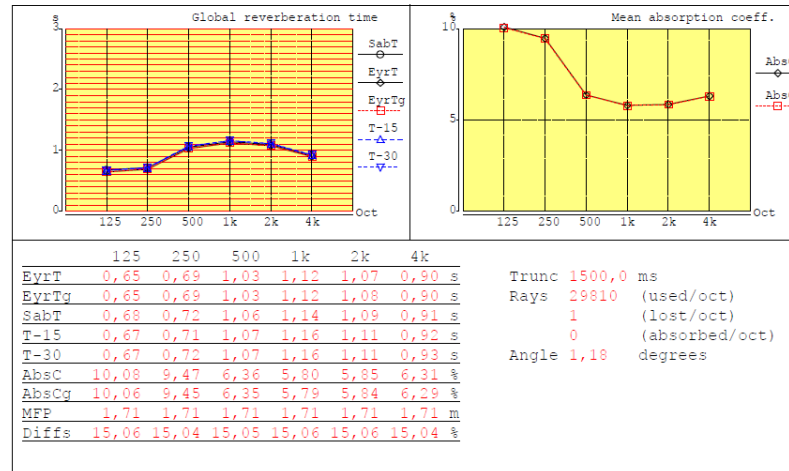
Sans plafond absorbant

Résultats des simulations

Modélisation 3D - localisation des traitements



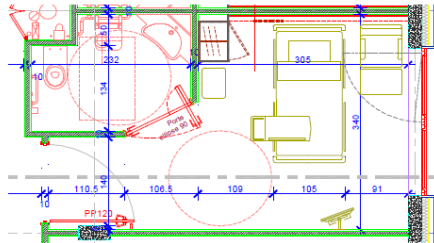
Durée de réverbération dans la chambre modélisée



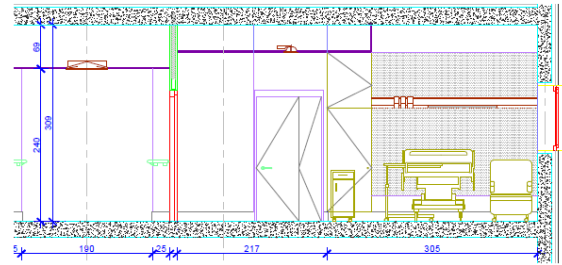
T = 1,11s

Etablissement de santé

Plans architectes de la chambre type modélisée



Vue en plan

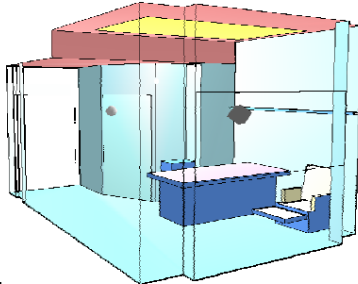


Vue en coupe

Avec 30 % de plafond absorbant

Résultats des simulations

Modélisation 3D - localisation des traitements



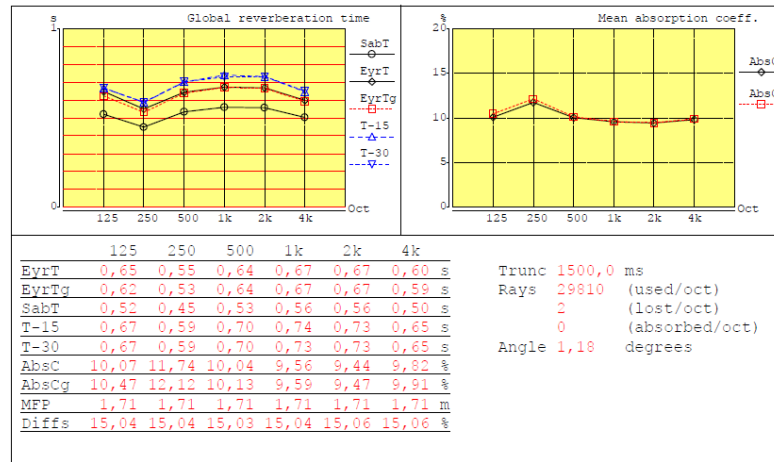
Panneaux absorbants

Mise en place de panneaux absorbants en sous face du plancher haut ou équivalent sur le plan acoustique, sur une surface minimale de 4m².

Coefficients d'absorption pris en compte :

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
α_s	0,20	0,75	1,00	1,00	0,95	0,95

Durée de réverbération dans la chambre modélisée



T = 0,72 s



Etablissement de santé




Les remèdes

- Trafic personnes dans les circulations
 - Conversations des visiteurs
 - Conversations du personnel
 - Circulation de chariots

Etablissement de santé

Les remèdes

Les circulations communes : L = 85 m, l = 1m60, h = 3 m

- $A = S_{\text{sol}}/3 \text{ m}^2$  $T = 1,05 \text{ s}$
- $A = S_{\text{sol}}/2 \text{ m}^2$  $T = 0,80 \text{ s}$
- $A = S_{\text{sol}}/1,4 \text{ m}^2$  $T = 0,65 \text{ s}$



Etablissement de santé

Les remèdes





Dans les blocs opératoires

- Bruit d'activités : monitoring
- Intelligibilité de la parole
 - Limitation du bruit des équipements de contrôle et de surveillance médicaux
 - Bonne compréhension les instructions données

Etablissement de santé

Les remèdes

Bloc opératoire : $L = 7 \text{ m}$, $l = 7 \text{ m}$, $h = 3 \text{ m}$

- $\alpha = 0,5$  $T = 0,8 \text{ s}$, $S/N = 10 \text{ dB}$  **STI = 0,5**
- $\alpha = 0,8$  $T = 0,5 \text{ s}$, $S/N = 15 \text{ dB}$  **STI = 0,8**

Hôtel

Réglementation

- Arrêté et circulaire du 25 avril 2003 relatifs à la limitation du bruit dans les hôtels.
- Arrêté du 1er août 2006 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création.



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Référentiels

- Référentiel pour la qualité environnementale des bâtiments – bâtiments tertiaires (Certivea 2015)
- BREEAM Offices : credit Health 05 – Acoustic Performance



Hôtel

Définition

Aire d'absorption équivalente : $AAE = S \times \alpha_w$

α_w : indice d'évaluation de l'absorption d'un revêtement

(norme NF EN ISO 11654, indice de classement NF S 31-064)

Hôtel

Pour quel usage ?

- Circulations horizontales sur lesquelles donnent les chambres : préserver le sommeil des clients lors d'arrivées tardives et de départs matinaux.
- Espaces réservés à l'accueil et à l'attente du public et salles de restauration : favoriser l'intelligibilité des messages et conversations + l'orientation.
- Participe à l'image de marque : confort garanti, intimité, calme...

Hôtel

Objectifs

Réglementation

AAE des revêtements et éléments absorbants $\geq 25\%$ S(surface au sol) :

- Circulations horizontales sur lesquelles donnent les chambres
- espaces réservés à l'accueil et à l'attente du public
- salles de restauration.

Le Maître d'Ouvrage peut s'il le souhaite (...) fixer des exigences acoustiques pour les locaux de l'établissement autres que les chambres.



Hôtel

Objectifs

Référentiel HQE

circulations **donnant sur des chambres** :

- Base : $AAE_{totale} \geq 0,25 S$ (surface au sol)
- Perf. : $AAE_{totale} \geq 0,50 S$ (surface au sol)
- T. P. : $AAE_{totale} \geq 0,70 S$ (surface au sol)



Hôtel

Circulation d'étage :

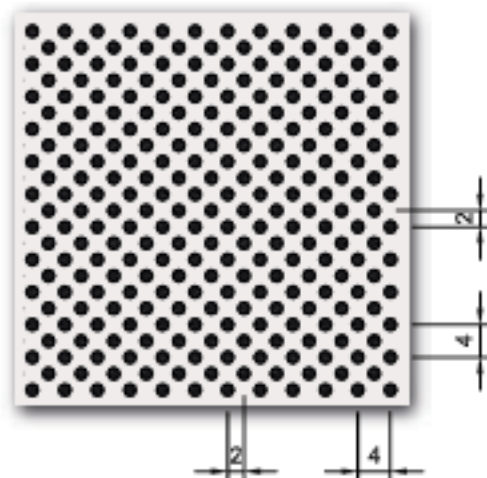
- Plafond $\alpha_w = 0.60$ (classe B),
100% de la surface
- Moquette épaisse $\alpha_w = 0.25$
(classe E)

AAE totale = 0.85 Ssol (HQE niveau
Très Performant)

Exigence complémentaire (standard
de la chaîne hôtelière) :

$$Tr_{100-5000} \leq 0,8 \text{ s}$$

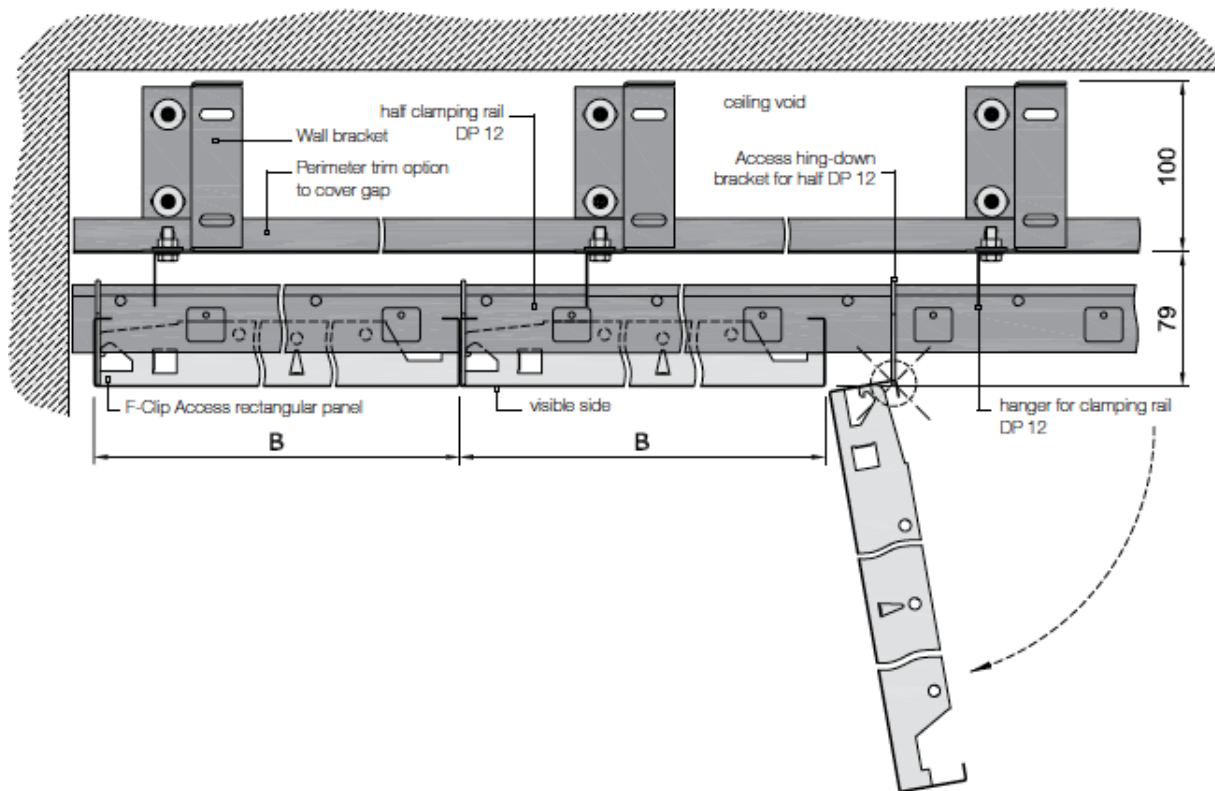
Hôtel



$$\alpha_w = 0.60$$

- Plafond modulaire mur à mur en métal perforé (22% de vide)
- Voile non tissé noir contrecollé
- Plénum visitable 200 mm

Hôtel



Hôtel

Circulation d'étage

$Tr_{100-5000} = 0,5 \text{ s}$

Temps de réverbération moyen

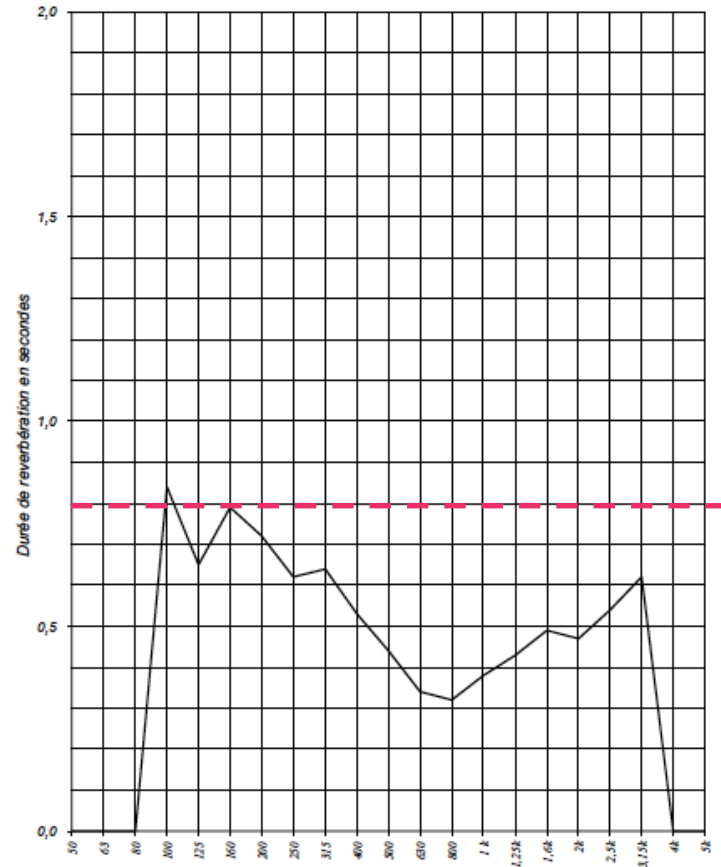
- $Tr_{(50-5000)} = 0,4 \text{ s}$
- $Tr_{(100-5000)} = 0,5 \text{ s}$
- $Tr_{(500-2000)} = 0,4 \text{ s}$
- $Tr_{(400-2500)} = 0,4 \text{ s}$

Exigence

$Tr_{(100-5000)} \leq 0,8 \text{ s}$

Commentaire

Conforme

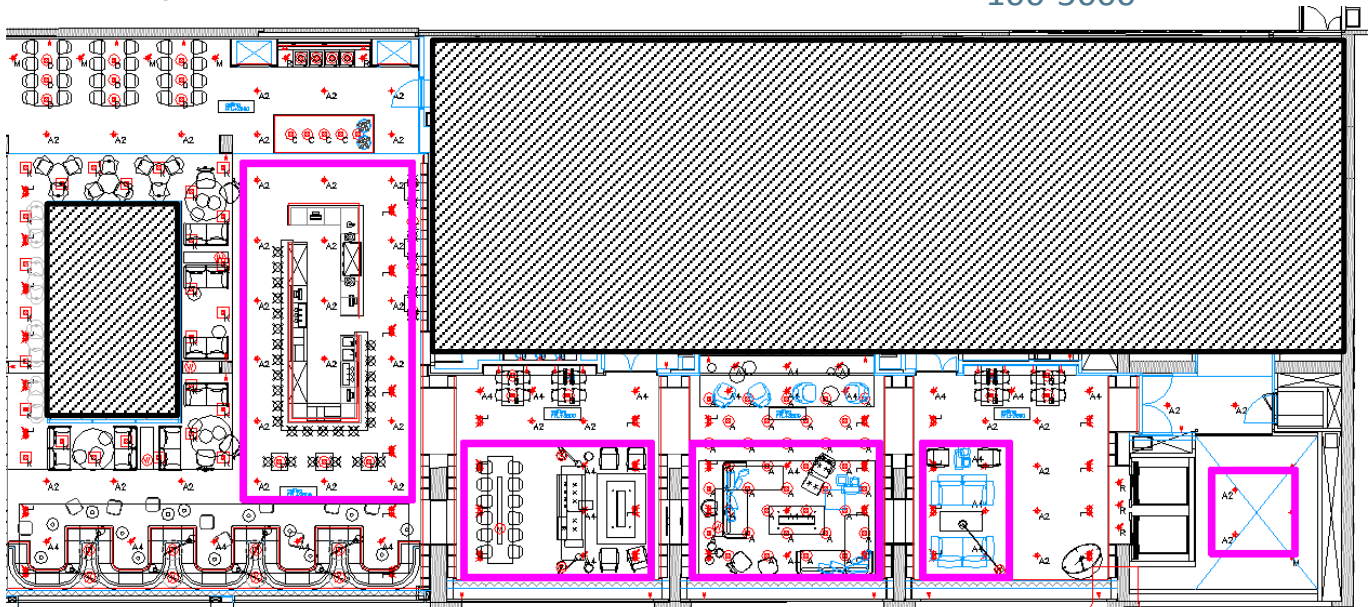


Hôtel

Espace commun (bar, lounge, accueil) :

- Plafond $\alpha_w = 0.90$ (classe A), 1/3 de la surface

Exigence complémentaire (standard chaîne) : $Tr_{100-5000} \leq 1,2$ s



Hôtel

Espace commun (bar, lounge, accueil) :

$$Tr_{100-5000} = 0,9 \text{ s}$$

Temps de réverbération moyen

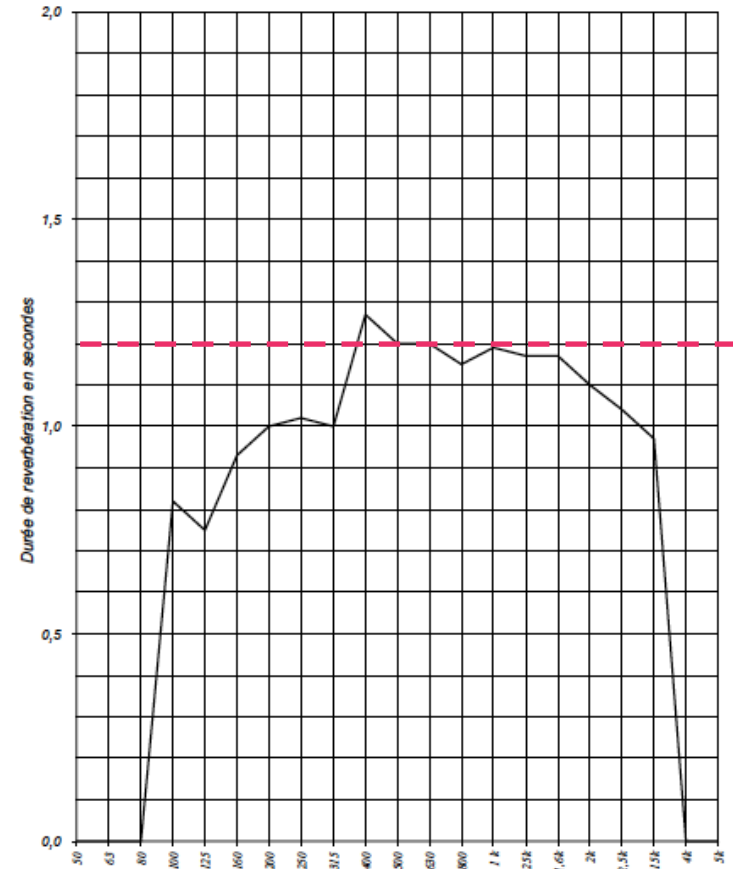
- $Tr_{(50-5000)} = 0,8 \text{ s}$
- $Tr_{(100-5000)} = 0,9 \text{ s}$
- $Tr_{(500-2000)} = 1,2 \text{ s}$
- $Tr_{(400-2500)} = 1,2 \text{ s}$

Exigence

$$Tr_{(100-5000)} \leq 1,2 \text{ s}$$

Commentaire

Conforme



Hôtel

Local informatique →
Plafond classe A, 100% de la surface

Vestiaire ↓
Plafond classe A ou B, 100% de la surface



SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Établissement d'enseignement



mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Etablissement d'enseignement

Les objectifs



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Arrêté du **25 avril 2003** relatif à la limitation du
dans les établissements d'enseignement



Référentiel pour la Qualité Environnementale
des Bâtiments - **Établissements**
d'enseignement (Certivea – 2008)

Etablissement d'enseignement

Les objectifs

Arrêté :

- Dans les salles de classe : $0,4 \text{ s} \leq T \leq 0,8 \text{ s}$
- Dans la salle polyvalente : $0,6 \text{ s} \leq T \leq 1,2 \text{ s}$
- Dans le CDI : $0,4 \text{ s} \leq T \leq 0,8 \text{ s}$
- Dans le hall ($V > 512 \text{ m}^3$): $T \geq 0,15 V^{1/3} \text{ s}$

Référentiel HQE® niveau P :

La réglementation + études concernant les volume $> 250 \text{ m}^3$

Établissement d'enseignement

Les préconisations

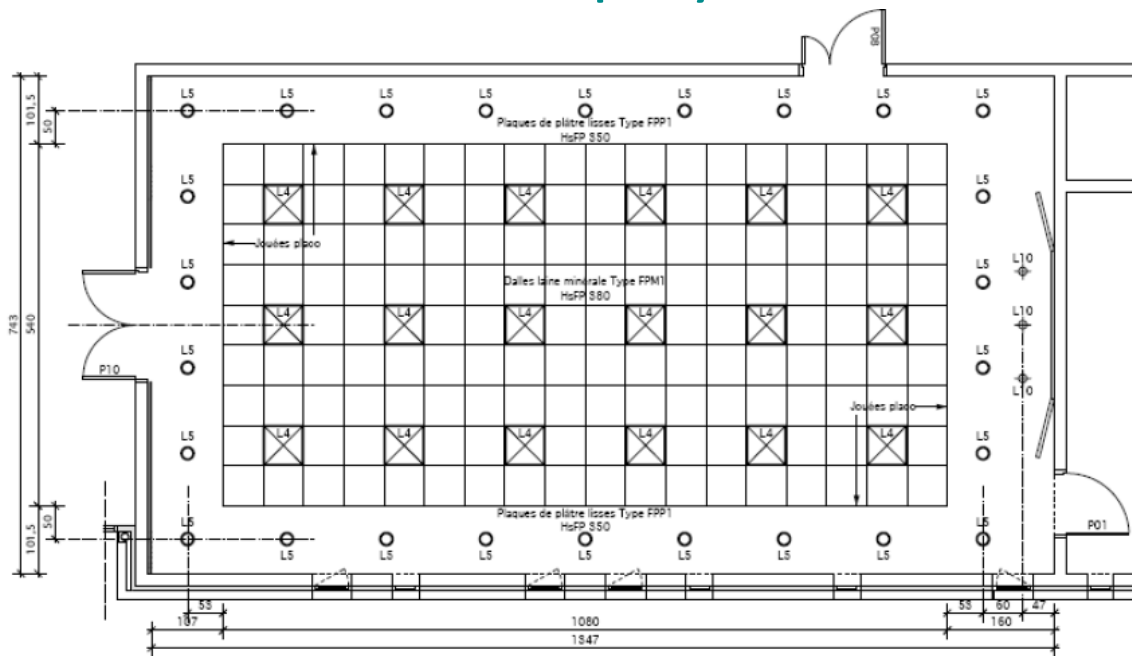
Dans les salles de classes : $\alpha > 0,9$

Dans les circulations : $\alpha > 0,8$

Établissement d'enseignement

Les préconisations

– Dans la salle polyvalente



$$\alpha = 0,95$$

$$S = 50 \%$$



$$T = 0,64 \text{ s}$$

Établissement d'enseignement

Les préconisations

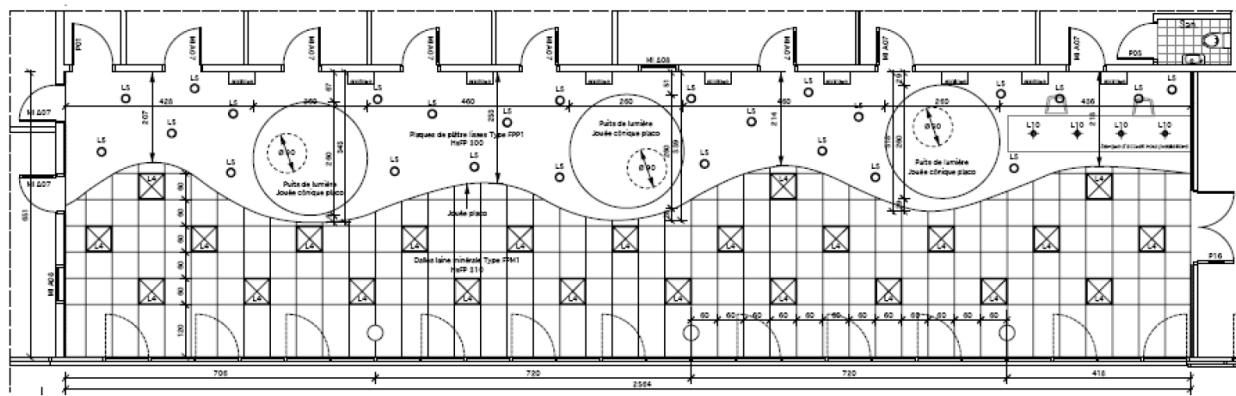
– Dans le CDI

$$\alpha = 0,95$$

$$S = 75 \%$$



$$T = 0,47 \text{ s}$$



Établissement d'enseignement

Les préconisations

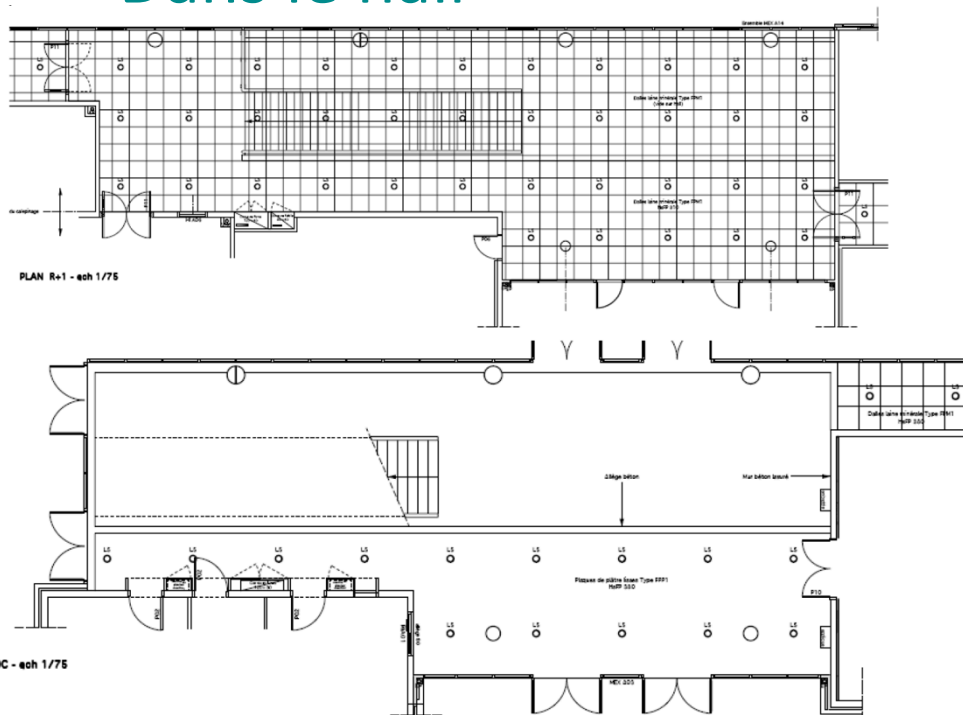
– Dans le hall

$$\alpha = 0,95$$

$$S = 70 \%$$



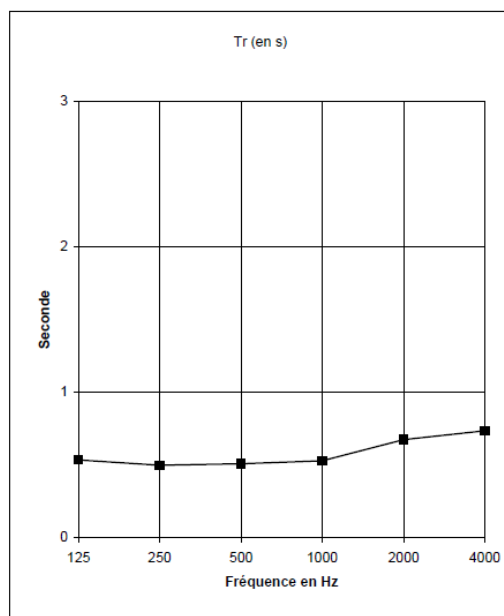
$$T = 0,70 \text{ s}$$



Établissement d'enseignement

Les résultats

– Dans la salle de classe



Objectif

$$0,4 \text{ s} \leq T \leq 0,8 \text{ s}$$

Calcul

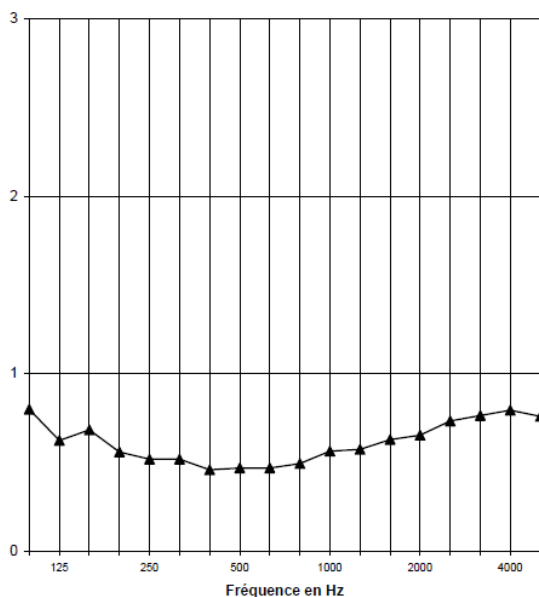
Mesure

$$T = 0,60 \text{ s}$$

Établissement d'enseignement

Les résultats

– Dans la salle polyvalente



Objectif

$0,6 \text{ s} \leq T \leq 1,2 \text{ s}$

Calcul

$T = 0,64 \text{ s}$

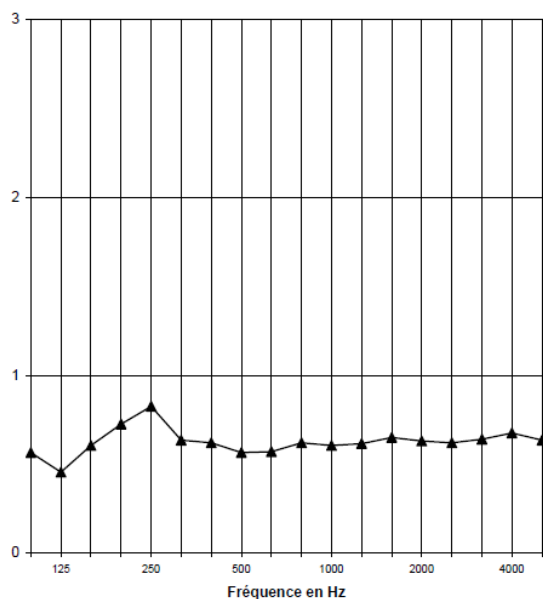
Mesure

$T = 0,60 \text{ s}$

Établissement d'enseignement

Les résultats

– Dans le CDI



Objectif

$0,4 \text{ s} \leq T \leq 0,8 \text{ s}$

Calcul

$T = 0,47 \text{ s}$

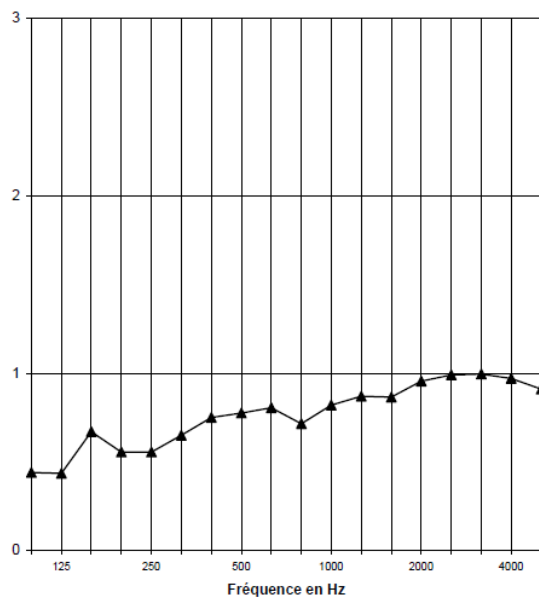
Mesure

$T = 0,60 \text{ s}$

Établissement d'enseignement

Les résultats

– Dans le hall



Objectif

$0,4 \text{ s} \leq T \leq 0,8 \text{ s}$

Calcul

$T = 0,70 \text{ s}$

Mesure

$T = 0,80 \text{ s}$

Etablissements non soumis à réglementation

- Crèches
- Bureaux collectifs
- Etablissements sportifs : piscine
- Restaurants d'entreprise
- Conservatoires de musique

Crèche



Crèche

Guide CNB :

Salle	Durées de réverbération moyennes conseillées (en secondes)
Atrium	0,6 à 0,7 s
Salles de jeux des différentes sections	0,5 à 0,6 s
Locaux de sommeil	0,4 à 0,6 s
Bureaux, locaux médicaux, salles réservées au personnel	0,5 à 0,6 s
Halls et cages d'escaliers susceptibles d'être traversés régulièrement par les enfants	1 s

Crèche

DURÉE DE RÉVERBÉRATION

Salles de repos, salle d'activités, salle de restauration de volume $\leq 250 \text{ m}^3$, local de soins, change, sanitaires, local administratif, salle de réunion

- $TR \leq 0,6 \text{ s}$

Autres locaux accessibles aux personnes d'un volume $> 250 \text{ m}^3$

- $TR \leq 0,8 \text{ s}$ si $250 \text{ m}^3 < V \leq 512 \text{ m}^3$
- $TR \leq 0,10 \times V^{1/3} \text{ s}$ si $V > 512 \text{ m}^3$

Moyenne 500, 1000, et 2000 Hz. Locaux normalement meublés et non occupés.

AIRE D'ABSORPTION EQUIVALENTE

- Circulation, Palier d'étage : $\geq 0,75 \times S_{\text{Sol}} \text{ m}^2$

Crèche

Sanitaires, Vestiaires, Laverie :

- Plafond absorbant avec coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,80$ de type « Hygiène » le cas échéant.

Dégagements :

- Plafond absorbant avec coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,80$ toute surface.

Unités de vie :

Salles d'activité, Salles de repos, Buanderie, Lingerie, Change, Biberonnerie.

- Plafond absorbant avec coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,80$ toute surface.
- Complexe absorbant mural avec coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,80$. Surface à répartir en mur de manière homogène : environ $\frac{1}{4}$ de la surface au sol.

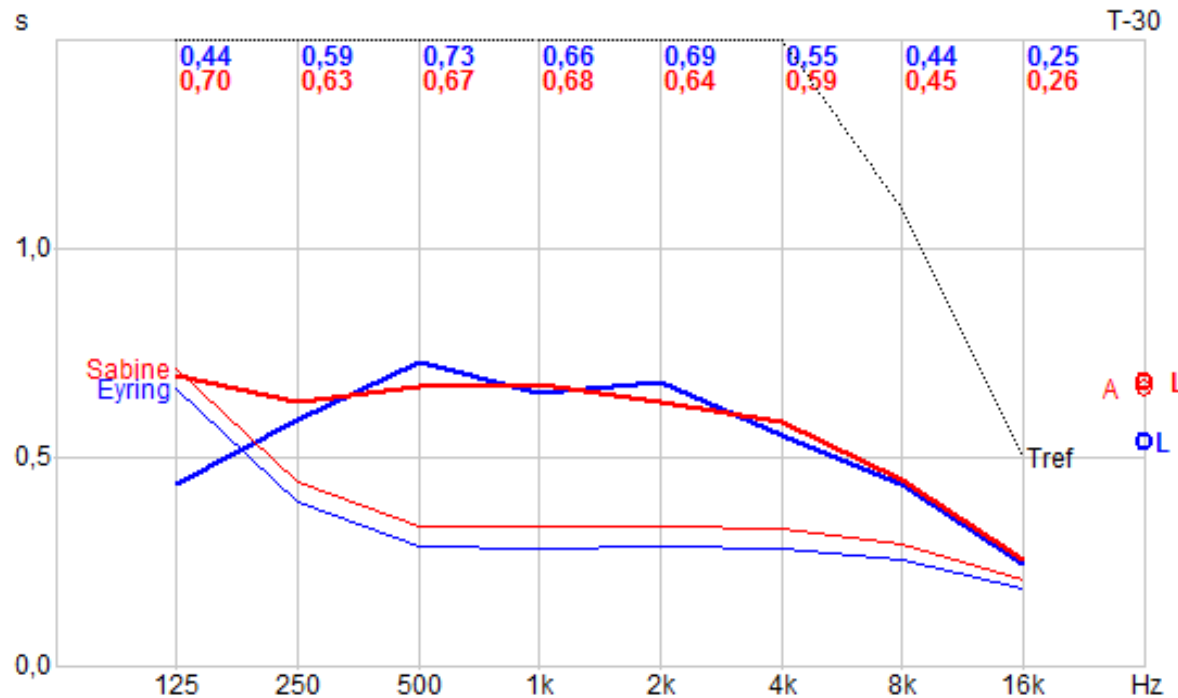
Bureaux, Accueil, Salle du Personnel, Motricité

- Plafond absorbant avec coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,80$ toute surface.
- Complexe absorbant mural avec coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,80$. Surface à répartir en mur de manière homogène : environ $\frac{1}{4}$ de la surface au sol.

Crèche

Unités de vie (prescription et prévision)

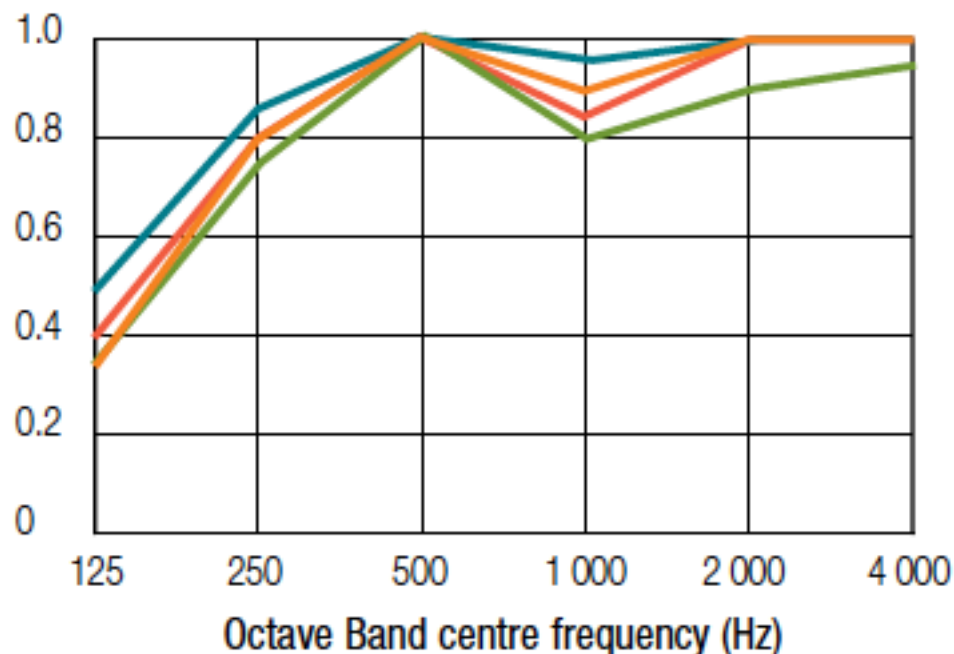
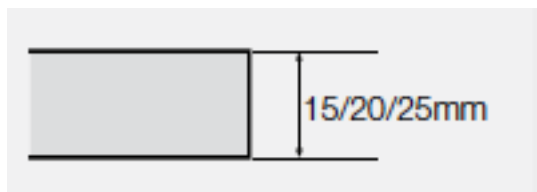
- Plafond absorbant $\alpha_w \geq 0,80$ toute surface.
- Complexe absorbant mural $\alpha_w \geq 0,80$ sur $\frac{1}{4}$ de la surface au sol.



Crèche

Unités de vie (réalisé)

- Plafond absorbant $\alpha_w = 0,95$ sur 80% de la surface.
- Mobilier de différentes hauteurs



SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Crèche



mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Crèche

Unités de vie
(résultat mesuré)

Tr = 0,5 s
Local meublé,
inoccupé

Local :

Activités 2 - R+1 (à côté Ludothèque)
Source de bruit impulsionnelle, 2 positions.
Local meublé : oui

Temps de réverbération moyen

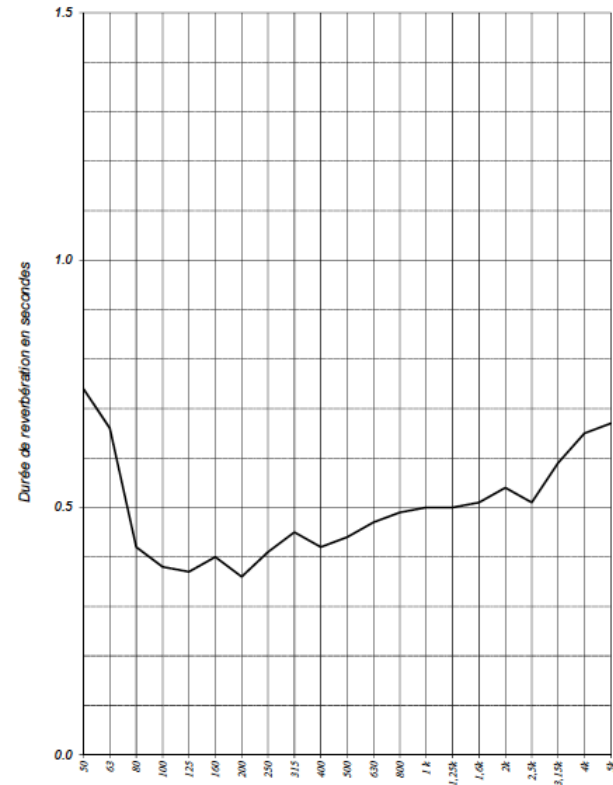
Tr (50-5000) = 0.5 s
Tr (100-5000) = 0.5 s
Tr (500-2000) = 0.5 s
Tr (400-2500) = 0.5 s

Exigence

Tr (400-2500) ≤ 0,6 s

Commentaire

Conforme



SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Bureaux Collectifs



46

Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Bureaux Collectifs

Les textes



Norme NF S 31-080 de janvier 2006, intitulée
"espaces associés – Niveaux et critères de
performances acoustiques par type d'espace"

Référentiel pour la Qualité Environnementale
des Bâtiments - **Bureaux** (Certivea)



Bureaux Collectifs

Les Objectifs

Niveau **Performant** de la Norme NF 31-080

Niveau **Performant** du référentiel HQE – cible 9

$$A_{\text{totale}} \geq 0,75 \times S_{\text{sol}} \text{ m}^2$$

$$T \leq 0,5 \text{ s} (*)$$

AAE : Aire d'Absorption Équivalente en m²

T : Durée de réverbération moyenne 500 – 2 000 Hz

(*) : $T \leq 0,6 \text{ s}$ dans la norme NF S 31-080

Bureaux Collectifs

Les Préconisations



- Plafond Modulaire de type dalles minérale

$$\alpha_w \geq 0,6$$

- Ilots flottants monolithiques suspendus au plafond

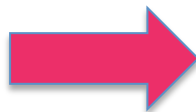
$$A \geq 0,8 \times S_{sol} \text{ m}^2$$

Bureaux Collectifs

Les Mesures acoustiques

– Configuration sans ilot

T = 0,79 s



Non conforme

– Configuration avec 11 ilots

T = 0,76 s



Non conforme

– Configuration avec 13 ilots

T = 0,75 s



Non conforme

SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Bureaux Collectifs



mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Bureaux Collectifs

Les objectifs sont définis pour des locaux

MEUBLÉS

et

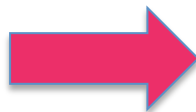
inoccupés

Bureaux Collectifs

Les Mesures acoustiques dans le local meublé

– Configuration sans ilot

T = 0,55 s



Conforme HQE et Norme

– Configuration avec 11 ilots

T = 0,44 s



Conforme

– Configuration avec 13 ilots

T = 0,41 s



Conforme

SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Piscine



François Leclerc Architectes

54

Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Piscine

Défi acoustique :

- Volume important
- Surfaces réfléchissantes
- Bruit d'activités : équipements, nageurs, entraîneurs
- Contraintes hygrométriques

Piscine



Référentiel pour la Qualité Environnementale
des Equipements Sportifs – « Piscine »
(Certivea – 2012)

9.2.4. Acoustique interne du(des) hall(s) de bassin

- Niveau B : Durées de réverbération :
 $Tr_{\text{moyen 500-4000 Hz}} \leq 3\sqrt{V}$
- Niveau P : Critère de **décroissance spatiale par doublement de la distance**
- Niveau P : Critère **d'intelligibilité** de la sonorisation (sécurité et/ou confort) et hors sonorisation.

Piscine

Objectifs acoustiques contractuels :

- Durée de réverbération:

Fréquence (Hz)		125	250	500	1000	2000	4000	Moyenne 500 Hz – 4000 Hz
Durée de réverbération	Tr min (s)	3,2	2,3	1,9	1,9	1,5	1,5	≤ 2,3 s
	Tr max (s)	3,6	2,7	2,3	2,3	1,9	1,9	

- Décroissance par doublement de distance
(norme ISO 14257) : $3 \text{ dB (A)} \leq DL_2 \leq 4 \text{ dB(A)}$

Piscine

Solution proposée :

- Panneaux modulaires $\alpha_w = 0.75$ à base de bois + laine minérale
- Répartition : sheds, plafonds, parois murales.



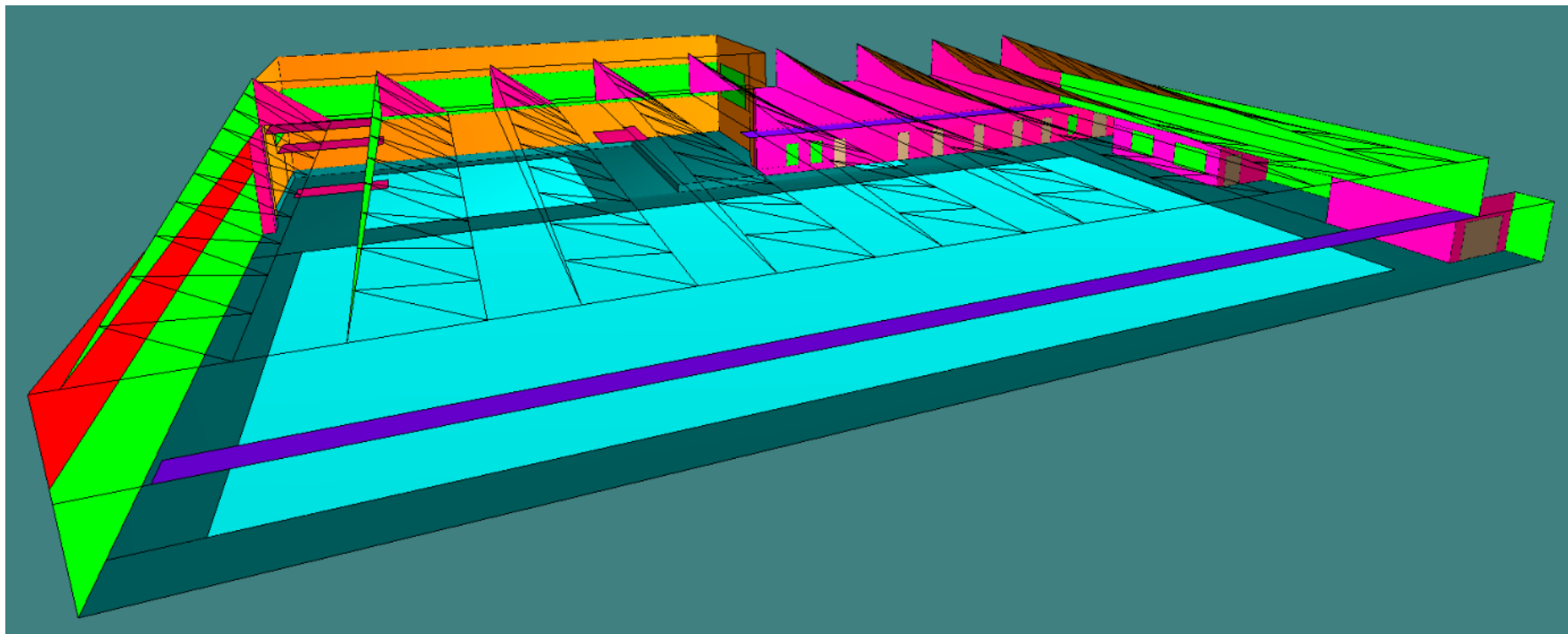
SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Piscine

Modélisation :



59

Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde

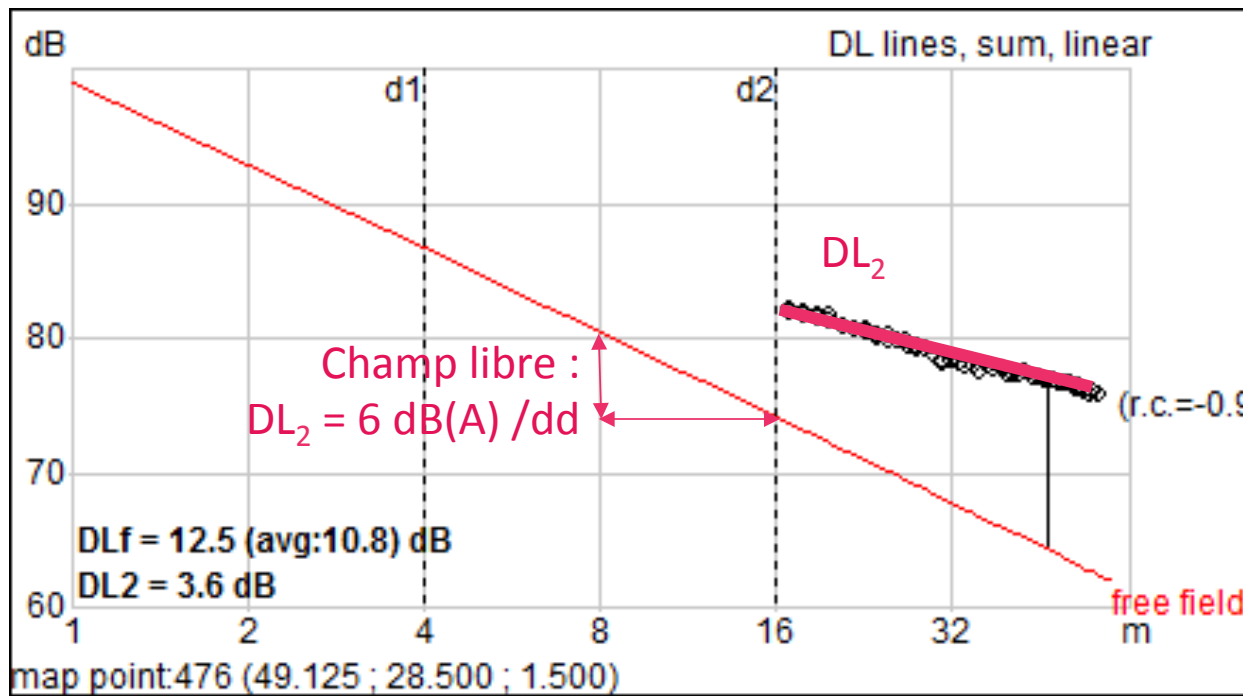
mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Piscine

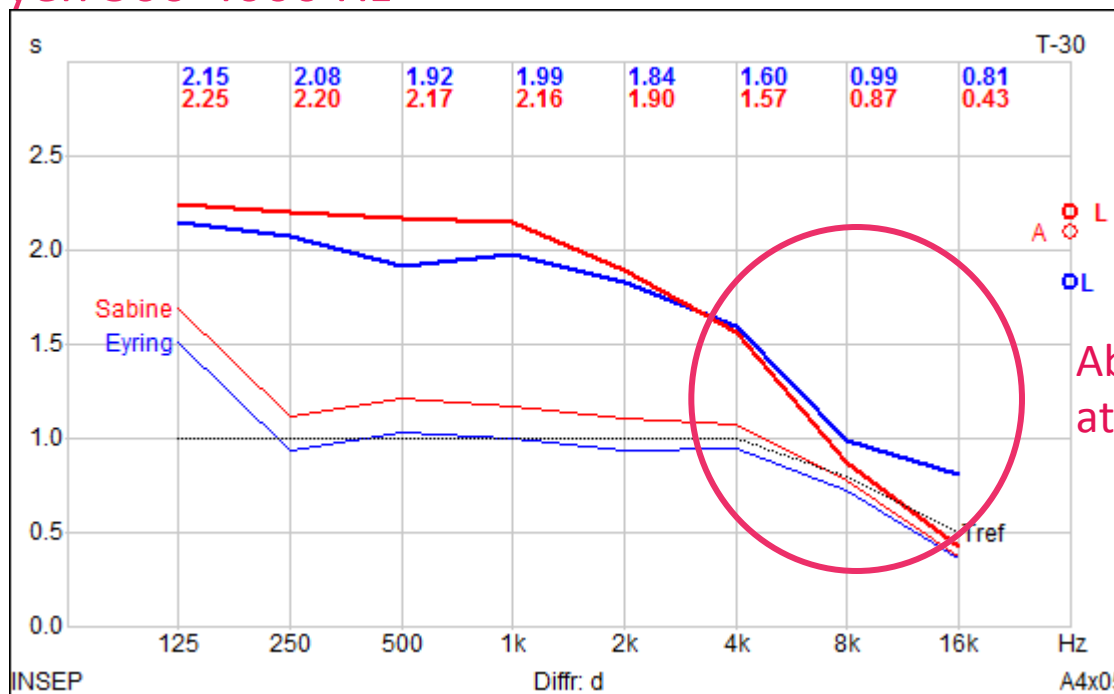
Décroissance spatiale (prévision) : $DL_2 = 3,6 \text{ dB(A) / dd}$



Piscine

Durée de réverbération prévisionnelle :

$$Tr_{\text{moyen 500-4000 Hz}} = 2,0 \text{ s}$$



Absorption atmosphérique

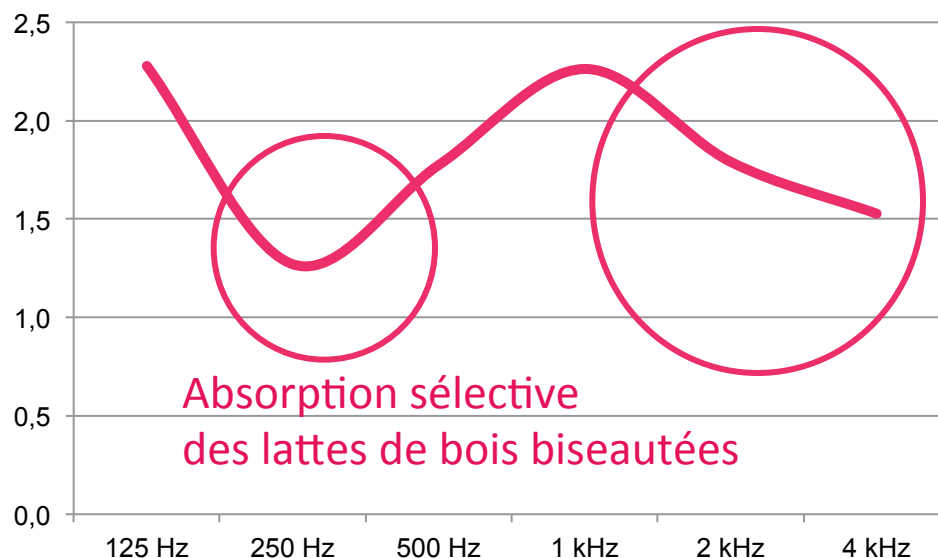
61

Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde

Piscine

Durée de réverbération mesurée :

$$Tr_{\text{moyen 500-4000 Hz}} = 1,8 \text{ s}$$



Absorption atmosphérique

Absorption sélective des lattes de bois biseautées

Piscine

Objectifs acoustiques
atteints :

- **Maîtrise du niveau sonore** : ventilation, goulottes, nageurs... et **ambiance** particulièrement **calme**
- Bonne **intelligibilité** (instructions entraîneur)

SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Bureaux - RIE



mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Bureaux - RIE

Les textes

Norme NF S 31-080 de janvier 2006, intitulée
"espaces associés – Niveaux et critères de
performances acoustiques par type d'espace"

Référentiel pour la Qualité Environnementale
des Bâtiments - **Bureaux** (Certivea)



Bureaux - RIE

Les objectifs

Niveau Performant de la Norme NF 31-080

$$DL \geq 2,5 \text{ dB(A)}$$

$$T \leq 1,0 \text{ s}$$



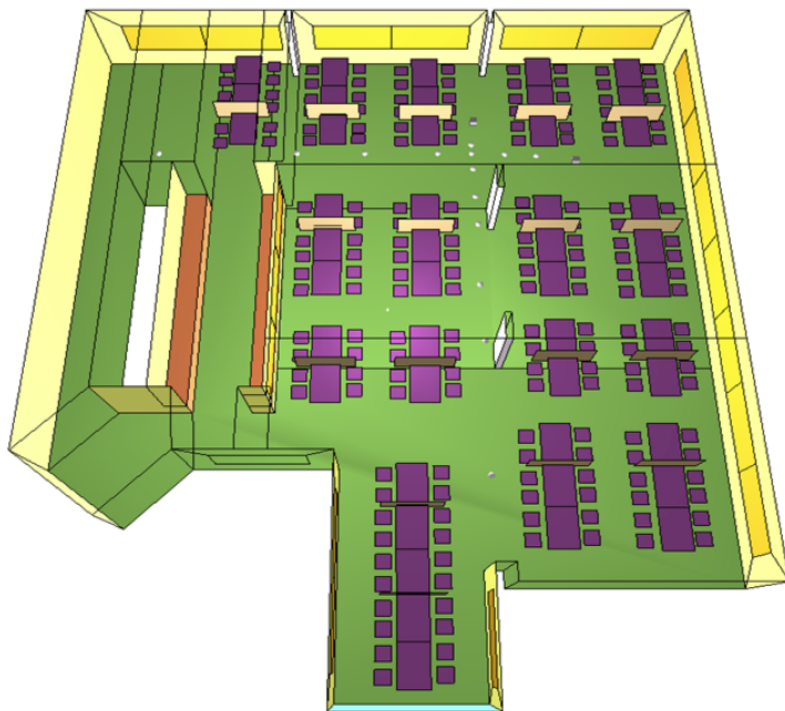
$$\text{Volume} > 250 \text{ m}^3$$

DL : Décroissance du niveau sonore par doublement de la distance

T : Durée de réverbération moyenne 500 – 2 000 Hz

Bureaux - RIE

Les calculs

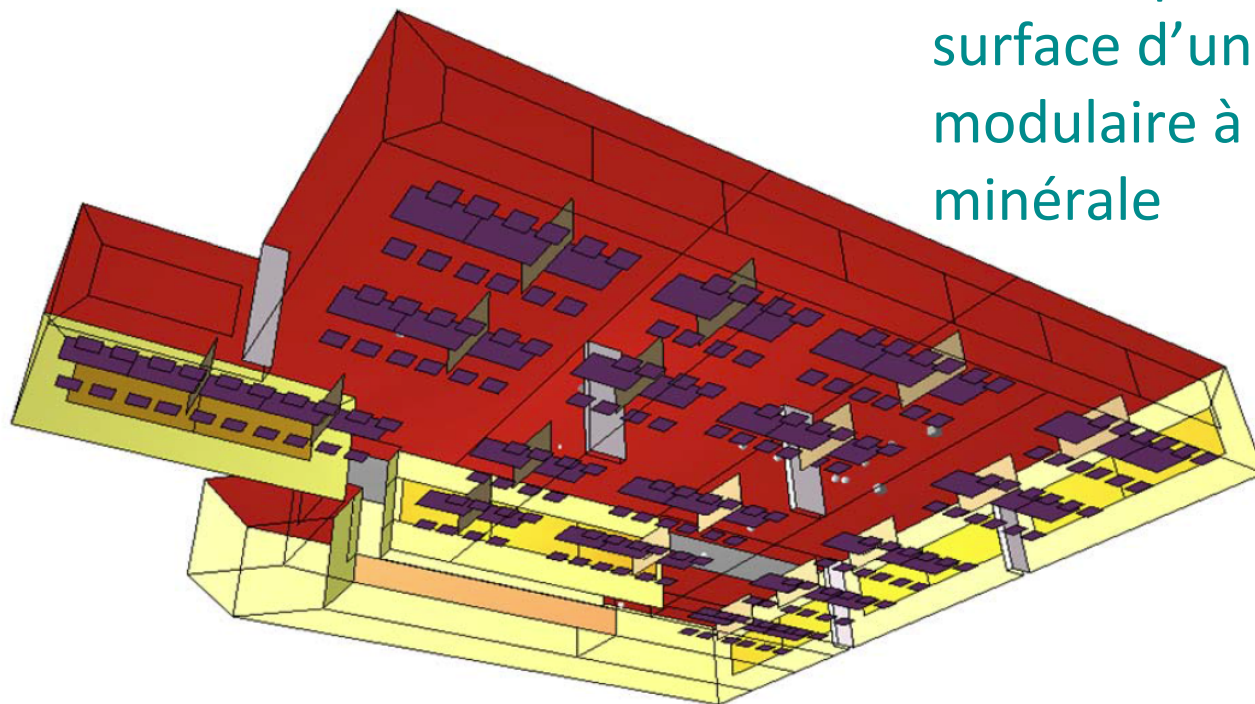


Les calculs de décroissance spatiale ont été réalisés selon deux axes de la salle de restauration, à une hauteur de 1m20 (simulant ainsi une personne assise), conformément à la norme NF EN ISO 14257 relative au mesurage et description paramétrique des courbes de décroissance sonore spatiale dans les locaux de travail en vue de l'évaluation de leur performance acoustique

Bureaux - RIE

Les préconisations

Mise en place sur 100 % de la surface d'un plafond modulaire à base de fibre minérale

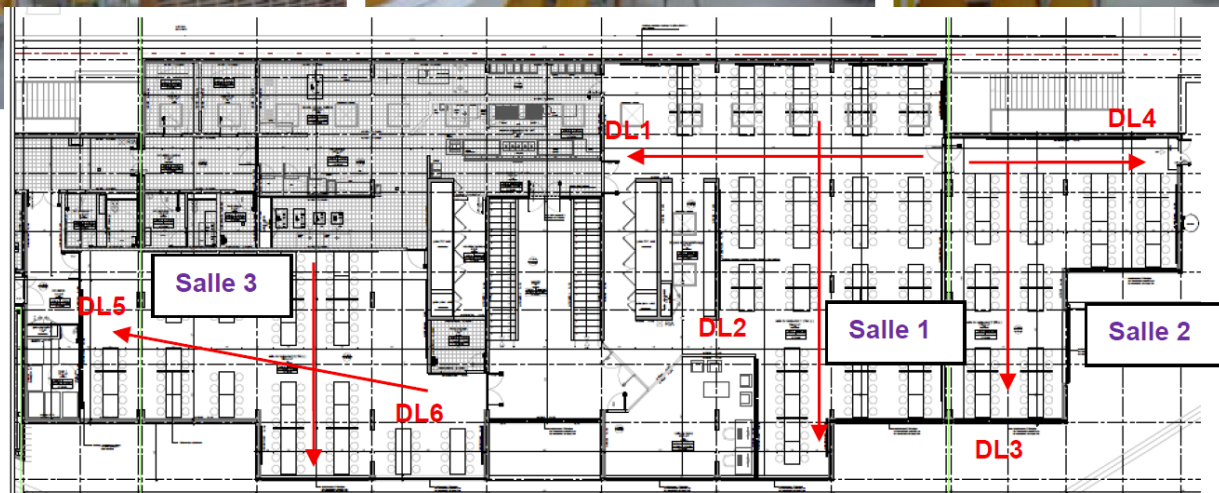
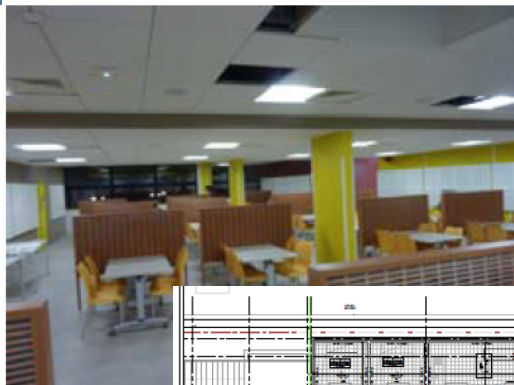


$$\alpha_w = 1$$

Vue de dessous

Bureaux - RIE

Les mesures de la décroissances spatiales

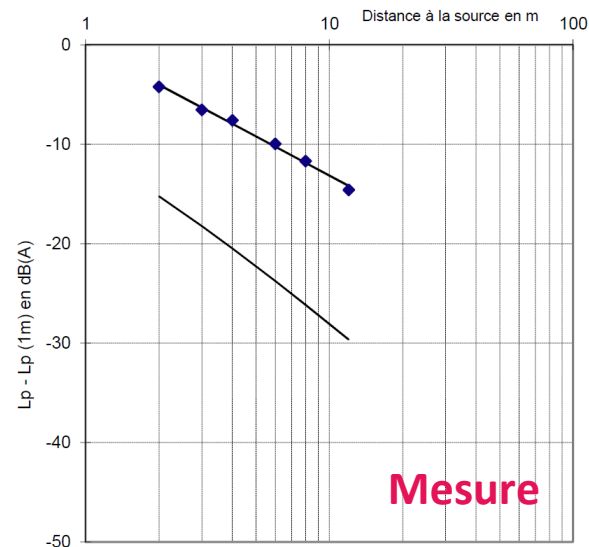
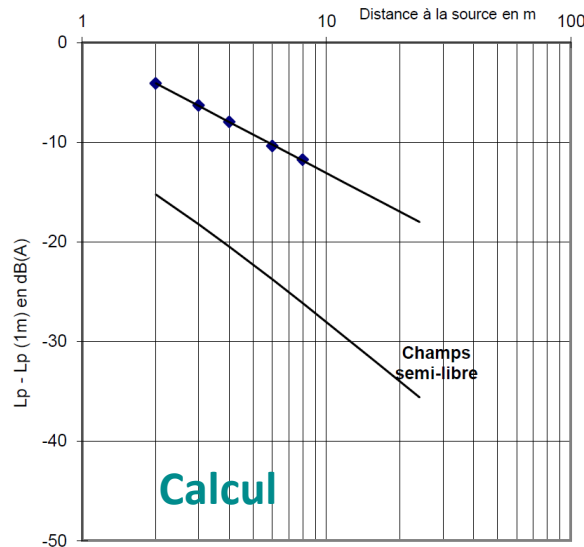


Localisation des décroissances sonores (sans échelle)

Bureaux - RIE

Les résultats de décroissances spatiales

Indice	Objectif	Calcul	Mesure
DL 1	≥ 2,5 dB(A)	3,4 dB(A)	3,9 dB(A)
DL 2	≥ 2,5 dB(A)	3,6 dB(A)	4,5 dB(A)



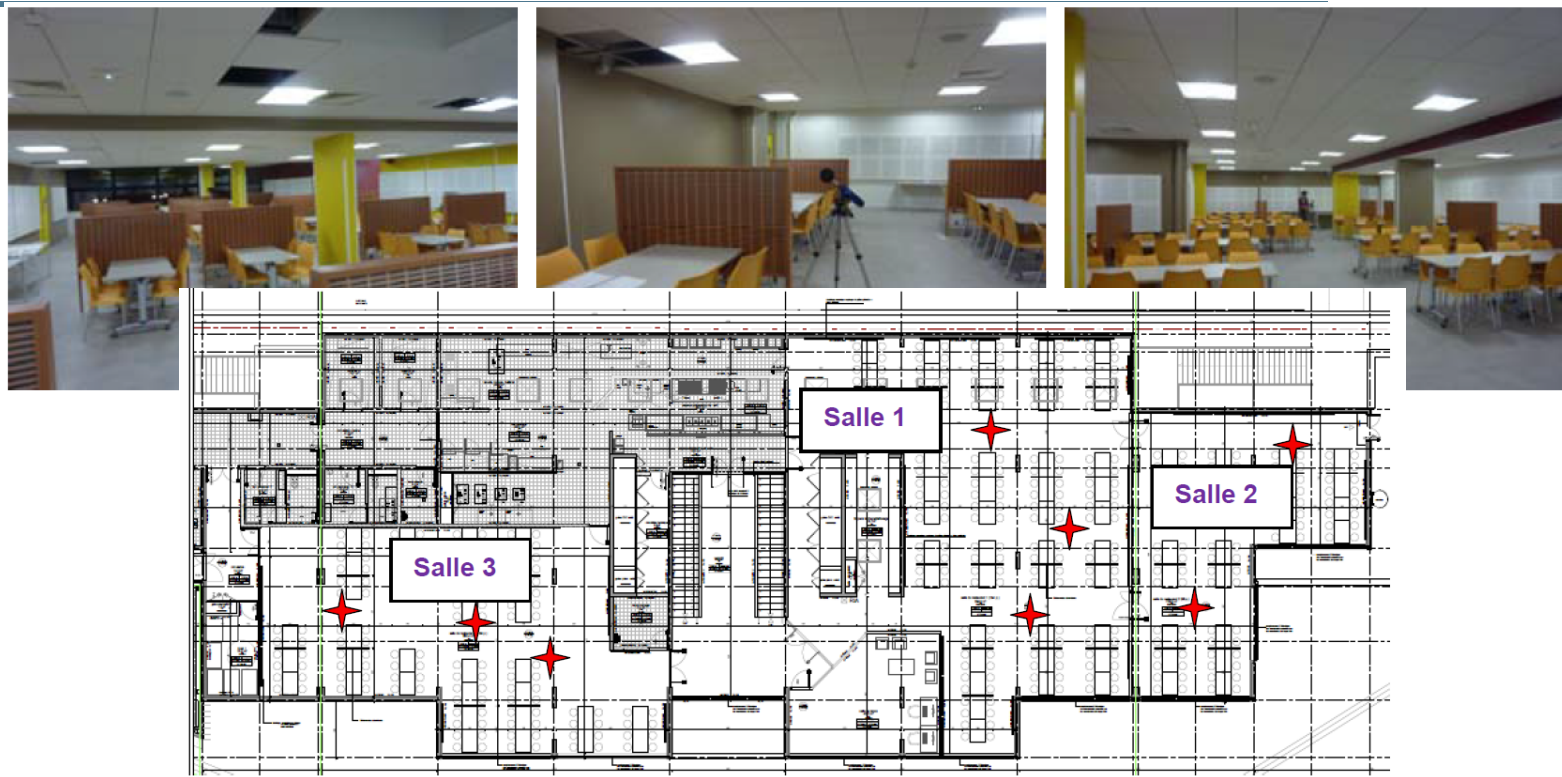
Bureaux - RIE

Les résultats de décroissances spatiales

Indice	Objectif	Calcul	Mesure
DL 1	≥ 2,5 dB(A)	3,4 dB(A)	3,9 dB(A)
DL 2	≥ 2,5 dB(A)	3,6 dB(A)	4,5 dB(A)
DL 3	≥ 2,5 dB(A)	-	2,9 dB(A)
DL 4	≥ 2,5 dB(A)	-	3,8 dB(A)
DL 5	≥ 2,5 dB(A)	3,9 dB(A)	4,7 dB(A)
DL 6	≥ 2,5 dB(A)	3,6 dB(A)	3,8 dB(A)

Bureaux - RIE

Les mesures de durées de réverbération



Localisation des points de mesure de durée de réverbération

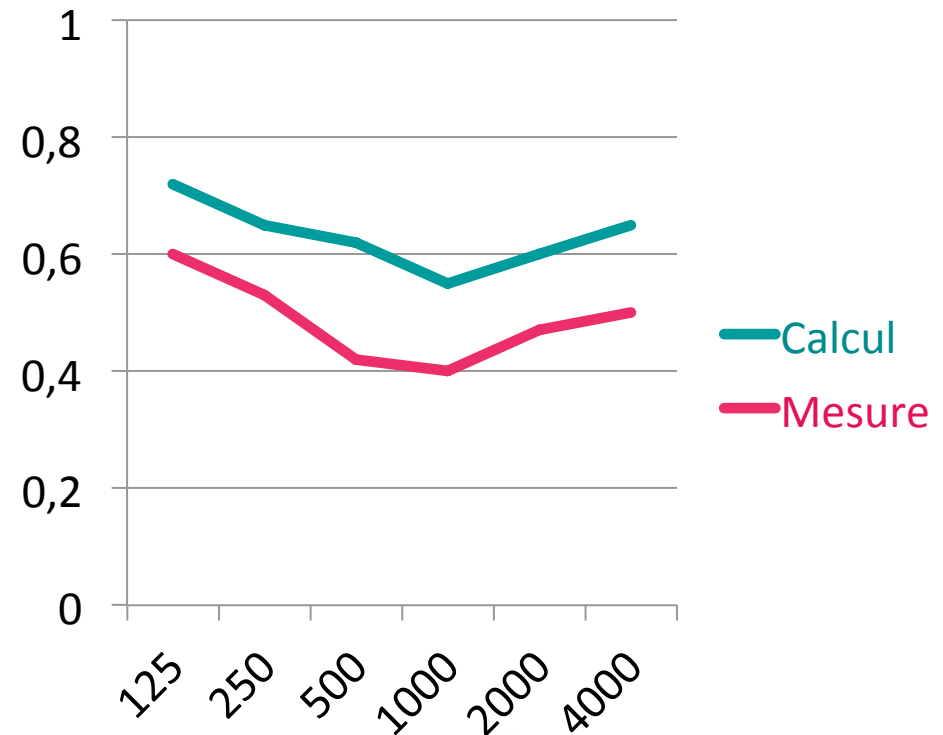
Bureaux - RIE

Les résultats de durées de réverbération

Salle 1

Indice	Objectif	Calcul	Mesure
T 3	$T \leq 1,0$ s	0,60 s	0,43 s

Valeurs moyennes 500 – 2 000 Hz



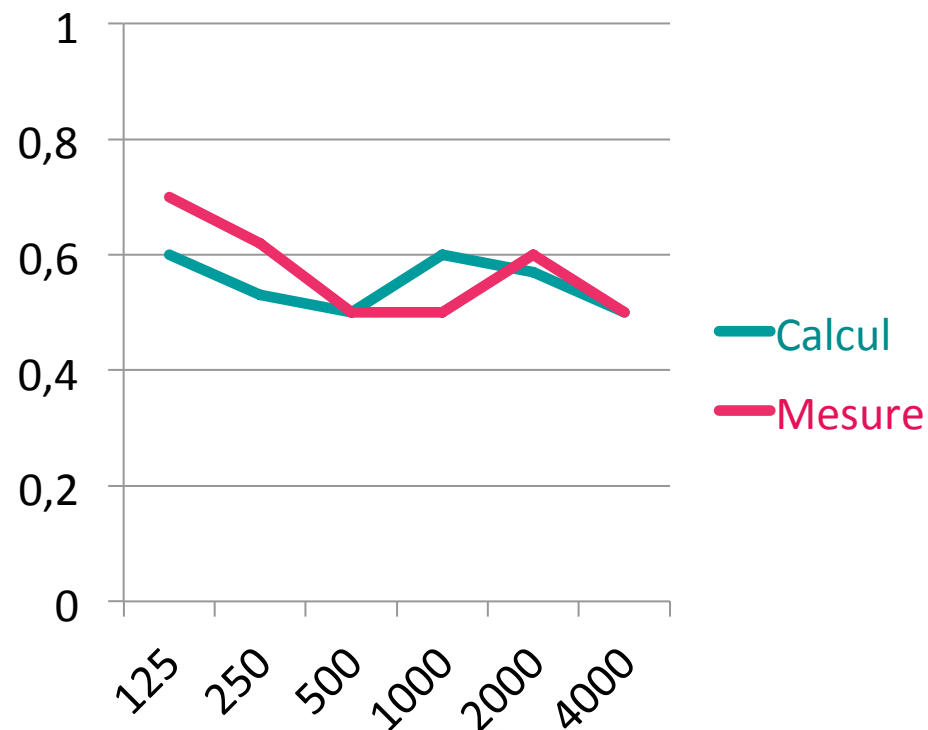
Bureaux - RIE

Les résultats de durées de réverbération

Salle 3

Indice	Objectif	Calcul	Mesure
T 1	$T \leq 1,0$ s	0,67	0,5 s

Valeurs moyennes 500 – 2 000 Hz



SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Conservatoire de musique



Lazo & Mure Architectes

Photo : J-M Monthiers

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Conservatoire de musique

76 Musique = message sonore très organisé :

- informations temporelles et spectrales importantes
- aspect d'apparition très brutal (caractère impulsionnel, temps de montée très court),
- aspect tonal très marqué donc forte énergie sonore dans des bandes de fréquences très étroites ($1/12^\circ$ à $1/24^\circ$ d'octave)
- aspect "prévisionnel" auditif

Conservatoire de musique

77 Problèmes acoustiques rencontrés liés à l'acoustique interne :

Aspect qualitatif :

- Trop de bruit, fatigue, mauvaise qualité de travail...
- Effet « Cathédrale »
- Manque d'intelligibilité

Aspect technique :

- Isolement / réverbération excessive
- Réverbération excessive
- Idem + effet de masque dû à l'ambiance

Conservatoire de musique

Référentiel :



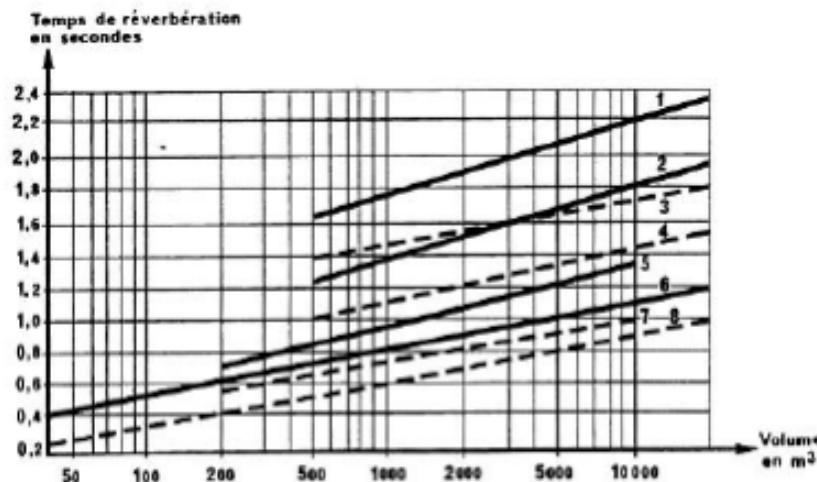
Cahier des charges acoustiques
pour des bâtiments HQE – Écoles
de musique (2003)

- Durée de réverbération : $T_r 60 < 0.7 \text{ s}$ ($< 60 \text{ m}^3$)
- $EDT_{-5,-15 \text{ dB}} = 0.7 \text{ à } 0.8 \text{ s} = \text{intelligibilité } 80\% \text{ minimum}$
- Homogénéité du champ acoustique, spatial et spectral
- Géométrie (échos flottants, réflexions premières et tardives)

Conservatoire de musique

En pratique, durée de réverbération en fonction de :

- Volume
- Activité

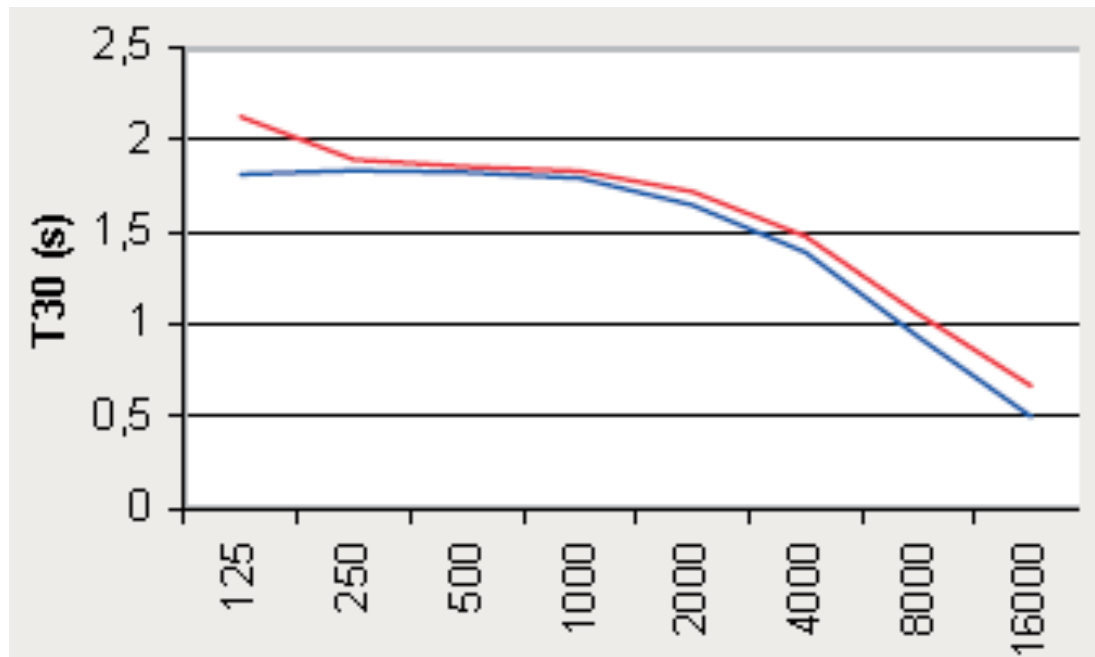


— Temps de réverbération optimal à 1 000 Hz :

- 1 : orgue, audition directe,
- 2 : musique symphonique, audition directe,
- 3 : orgue, enregistrement,
- 4 : opéra, audition directe,
- 5 : jazz et chambre, direct,
- 6 : parole, direct,
- 7 : parole, enregistrement,
- 8 : variétés, enregistrement.

Conservatoire de musique

Equilibre spectral (fréquences) :



SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Conservatoire de musique



Lazo & Mure Architectes
Photo : J-M Monthiers

81

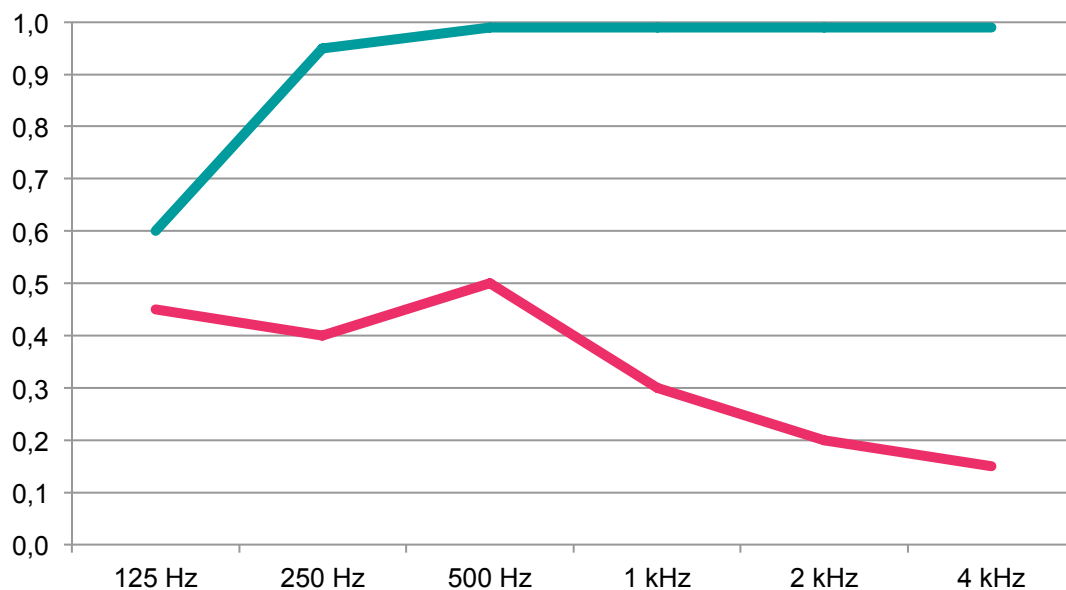
Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Place Carpeaux 92055 La Défense

Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Conservatoire de musique



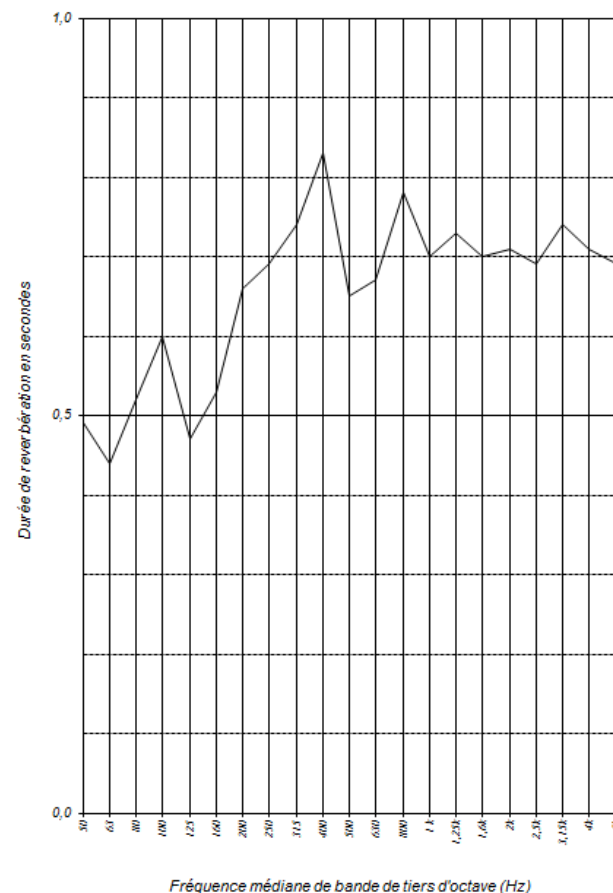
Dalles « Alpha » :
 $\alpha_w = 1.00$
 Classe A

Dalles « Gamma » :
 $\alpha_w = 0.25$ (LM)
 Classe E

Conservatoire de musique

Objectifs atteints :

- Durée de réverbération :
 $Tr_{60} = 0.7$ s
- Homogénéité spectrale
- Absence d'échos flottants



SILENCE

on vit !

Des acteurs s'engagent pour renforcer
le confort acoustique des espaces intérieurs

Conservatoire de musique



Lazo & Mure Architectes
Photo : J-M Monthiers

84

Philippe Guignouard & Thomas Toulemonde

mardi 23 juin 2015
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Place Carpeaux 92055 La Défense

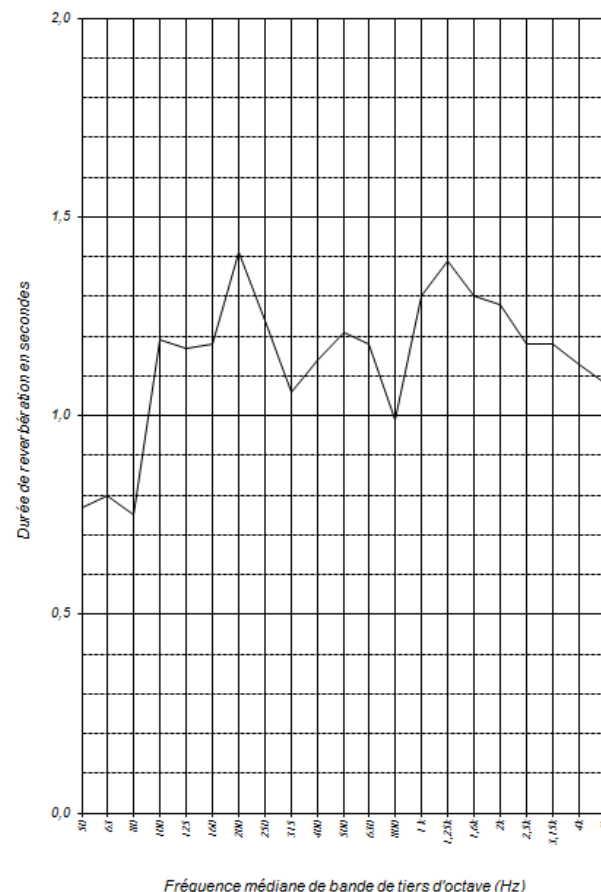
Conférence-Débat organisée par la FIPS et le CIDB



Conservatoire de musique

Objectifs atteints :

- Durée de réverbération :
 $Tr_{60} < 1.2$ s
- Homogénéité spectrale
- Absence d'échos flottants



Fréquence médiane de bande de tiers d'octave (Hz)