

Evolution de l'indice d'affaiblissement acoustique en fonction de la dimension des éléments

Vitrages

Ce document comprend 11 pages.

Bastien Francony

9 octobre 2014

Table des matières

1 VERSION.....	3
2 OBJET.....	3
3 RÉFÉRENCES.....	3
4 EVOLUTION DE L'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE.....	4
4.1 Evolution fonction de la dimension du vitrage.....	4
5 LOGICIEL DE CALCULS.....	8
6 DIMENSIONS DES CELLULES D'ESSAIS DES LABORATOIRES.....	10
7 ESTIMATION THÉORIQUE.....	10
8 CONCLUSION.....	11

1 VERSION

Indice	Date	Auteur	Commentaire
0.1	2013/12/02	BF	Création
0.2	2013/12/03	BF	Ajout comparaison SGG Stadip silence vitrage/cloison et Stratophone vitrage/cloison
1.0	2014/07/31	BF	Ajout tableau de comparaison des logiciels de calcul
2.0	2014/10/09	BF	Ajout formule théorique de l'indice d'affaiblissement en champ diffus en fonction de la surface

2 OBJET

Ce document présente une étude bibliographique sur la variation de l'indice d'affaiblissement acoustique des vitrages, portes ou éléments de façade dont la dimension, lors des mesures en laboratoire, est inférieure à la dimension de la cellule d'essai. On se concentre, pour l'instant sur les vitrages et cloisons vitrées.

3 RÉFÉRENCES

[1] : ISO 140-3:1995 Acoustique – Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – partie 3 : mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction (**norme révisée par [2]**)

[2] : ISO 10140-1:2010 Acoustique -- Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction -- Partie 1: Règles d'application pour produits particuliers

[3] : NF EN 12758 Avril 2011 : Verre dans la construction - Vitrages et isolement acoustique - Descriptions de produits et détermination des propriétés

[4] : Performance acoustique des éléments de façade – Manuel Van Damme, CSTC WTCB, Juin 2012

[5] : Marque Acotherm – règlement, révision du 14 Septembre 2011(CEBTP, CSTB, FCBA)

[6] : Base documentaire : 6623 – Stabalux – 95.05.01 – Façade verre / acier

[7] : Mémento Saint Gobain Glass - édition 2000

[8] : Base documentaire : 6585 – SAPA

[9] : tableau de données de performances acoustiques standard – BT2a.profiles

[10] : Vitrages isolants certifiés – cahiers des charges – CEKAL la certification des vitrages

[11] : NF EN 14351-1+A1 Mai 2010 Fenêtres et portes - Norme produit, caractéristiques de performance - Partie 1 : fenêtres et blocs portes extérieurs pour piétons sans caractéristiques de résistance au feu et/ou dégagement de fumée

[12] : Base documentaire : 5600 – CLESTRA – cloison loft M82 vitrée stadip silence 66.2

[13] : Base documentaire : 5600 – CLESTRA – cloison loft M82 vitrée stratophone 66,2

[14] : Documentation stratobel/stratophone

4 EVOLUTION DE L'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE

4.1 Evolution fonction de la dimension du vitrage

Dans la norme [1], la dimension de la cellule d'essai est d'environ 10m². Pour les éléments de façade, vitrages, portes et fenêtre, dont les dimensions sont inférieures à la cellule d'essai, la norme fait la remarque suivante : « **Il est peu probable que des éprouvettes, en particulier des vitrages, dont la surface sont dans un rapport allant jusqu'à 2:1, montrent une différences dans l'isolement acoustique supérieure à 3dB pour les indices d'évaluation.** Une surface supérieure à celle qui a été essayée donnera généralement un isolement acoustique inférieur. Des valeurs exactes et fiables ne peuvent être obtenues qu'en mesurant un éprouvette de dimensions appropriées. »

Pour respecter le règlement Acotherm [5], les vitrages et fenêtres doivent avoir les dimensions suivantes :

Produit	Dimensions (H x L en m, hors recouvrement)	Équipement(s) optionnel(s)
Fenêtre 2 vantaux À FRAPPE	1,48 x 1,45	entrée d'air
Porte-fenêtre 2 vantaux À FRAPPE	2,18 x 1,45	entrée d'air / soubassement
Bloc-baie fenêtre 2 vantaux À FRAPPE	1,48 (+coffre) x 1,45	entrée d'air
Bloc-baie porte-fenêtre 2 vantaux À FRAPPE	2,18 (+coffre) x 1,45	entrée d'air / soubassement
Fenêtre 2 vantaux COULISSANT	1,48 x 1,85	entrée d'air
Porte-fenêtre 2 vantaux COULISSANT	2,18 x 1,85	entrée d'air / soubassement
Bloc-baie fenêtre 2 vantaux COULISSANT	1,48 (+coffre) x 1,85	entrée d'air
Bloc-baie porte-fenêtre 2 vantaux COULISSANT	2,18 (+coffre) x 1,85	entrée d'air / soubassement
Bloc-porte extérieur 1 vantail	2,18 x 0,96	--
Bloc-porte extérieur 2 vantaux	2,18 x 1,45	--
Fenêtre de toit	1,40 x 1,14	entrée d'air
Coffre de volet roulant pour fenêtre	hauteur du caisson $\geq$ 200 mm (ou celui utilisé par le demandeur) largeur = 1,45m avec tablier pour hauteur 1,48 m	entrée d'air
Coffre de volet roulant pour porte-fenêtre	hauteur du caisson $\geq$ 200 mm (ou celui utilisé par le demandeur) largeur = 1,45m avec tablier pour hauteur 2,18 m	entrée d'air
Panneau de soubassement	1,23 x 1,48	
Vitrage	1,23 x 1,48	

Selon [4-page 22], un facteur de correction fonction de la surface réelle par rapport au surfaces testées en laboratoire peut être appliqué à l'indice d'affaiblissement.

Surface réelle	Diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique par rapport à la valeur laboratoire obtenue sur un châssis de 1.82 m ²
$S_{réelle} \leq 2.7 \text{ m}^2$	Pas d'adaptation
$2.7 \text{ m}^2 < S_{réelle} \leq 3.6 \text{ m}^2$	$R_{Atr} -1 \text{ dB}$
$3.6 \text{ m}^2 < S_{réelle} \leq 4.6 \text{ m}^2$	$R_{Atr} -2 \text{ dB}$
$4.6 \text{ m}^2 < S_{réelle}$	$R_{Atr} -3 \text{ dB}$

Voici une comparaison entre les murs rideaux de Élégance SAPA [8] et le vitrage utilisé pour ces mêmes murs rideaux :

Désignation	Rw(C;Ctr) (dB)	Ra _{Tr} (dB)
Élément de façade SAPA ELEGANCE 52 de surface 10,67m ² composé d'un vitrage GLAVERBEL 10/15/6 (T380-02-02) PV CSTC 4088	36(-1;-2)	34
vitrage GLAVERBEL 10/15/6 (T380-02-02)	38(-1;-4)	34
Différence		+0dB
Élément de façade SAPA ELEGANCE 52 de surface 10,67m ² composé d'un vitrage GLAVERBEL 6/15/4 (T380-02-01) PV CSTC 4087	34(0;-2)	32
vitrage GLAVERBEL 6/15/4 (T380-02-01)	34(-1;-4)	30
Différence		+2dB
Élément de façade SAPA ELEGANCE 52 de surface 10,67m ² composé d'un vitrage GLAVERBEL 12/16/44.2 (T380-02-03) PV CSTC 4089	42(-2; -5)	37
vitrage GLAVERBEL 12/16/44.2 (T380-02-03)	46(-2;-6)	40
Différence		-3dB

Voici un extrait de document provenant du fabricant Stabalux [6] : « Les essais réalisés pour nous par l'ift-Rosenheim, un institut indépendant, proposent un récapitulatif des performances acoustiques des systèmes de façade Stabalux. Ces essais ont été réalisés sur des éléments de fenêtres monoblocs et des éléments de façade de grandes dimensions, selon le quadrillage habituel. Pour répondre aux exigences habituellement requises d'une isolation phonique, les mesures ont été réalisées avec différents vitrages acoustiques :

6/12/6	Vitrage isolant standard sans dispositif d'isolation phonique supplémentaire
8VSG SI/16/10	Vitrage acoustique CLIMAPLUS SILENCE WS 34/45 avec film d'isolation, verre de sécurité trempé
12VSG SI/24/8VSG SI	Vitrage acoustique CLIMAPLUS SILENCE WS 45/50 avec film d'isolation phonique, verre de sécurité trempé

Les vitrages testés sont représentatifs des nombreux produits proposés par les différents fabricants. Les fabricants de systèmes ne sont pas tenus à la mise en œuvre de ces vitrages. Les tableaux ci-dessous récapitulent les performances acoustiques des profils de façade Stabalux et les valeurs d'isolation phonique pour les façades. **Vu la complexité du sujet, l'appréciation précise d'un projet de construction nécessite la consultation d'experts et, le cas échéant, des mesures in situ.**

Système de profils	Valeurs du profil	Valeurs du vitrage	Composition du vitrage	Valeurs de la façade		Classe d'isolation phonique selon la directive VDI 2719
	R_w (C ; C_v) en dB	R_w (C ; C_v) en dB		Format du corps d'essai 1,23 x 1,48 m R_w (C ; C_v) en dB	Grands éléments de façade R_w en dB	
SR 50	37 (-1 ; -2)	32	6/12/6	34 (-1 ; -3)	33	2
		45 (-2 ; -6)	8VSG SI/16/10	43 (-1 ; -4)	41	3-4
		50 (-2 ; -8)	12VSG SI/24/8VSG SI	48 (-1 ; -4)	45	4-5
SR 60	37 (-2 ; -4) 38 (-1 ; -3)**	32	6/12/6	34 -2 ; -4)	33	2
		45 (-2 ; -6)	8VSG SI/16/10	42 (-1 ; -4)	40	3-4
		50 (-2 ; -8)	12VSG SI/24/8VSG SI	47 (-2 ; -5)	44	4-5
T 50	42 (-1 ; -3)	32	6/12/6	34 (-1 ; -3)*	33	2
T 60		45 (-2 ; -6)	8VSG SI/16/10	43 (-1 ; -4)*	41	3-4
		50 (-2 ; -8)	12VSG SI/24/8VSG SI	48 (-1 ; -4)*	45	4-5
		32	6/12/6	34 -2 ; -4)*	33	2
		45 (-2 ; -6)	8VSG SI/16/10	42 (-1 ; -4)*	40	3-4
		50 (-2 ; -8)	12VSG SI/24/8VSG SI	47 (-2 ; -5)*	44	4-5

* La détermination des valeurs pour les façades avec profils en T stabilux se base sur des mesures comparatives et des appréciations d'expert.

** On constate que les performances d'isolation phonique sont meilleures avec des tubes à visser avec parois épaisses (p.ex. SR 60180-5)

Dans le mémento de Saint Gobain Vitrage [7] disponible de SGG dans la base documentaire, pratiquement toutes les caractéristiques sont issus de simulation simulant les conditions de mesure de la norme EN ISO 140.

Selon le document [9] de BT2a.profiles, la norme [3] donne les valeurs qui peuvent être prises en considération pour certains vitrages ou composition de vitrages lorsque l'on ne dispose pas de mesures en laboratoire. Cependant, il n'y a pas, a priori, de commentaire sur la modification de la surface du vitrage.

Composition en mm	Affaiblissement acoustique (dB) à la fréquence centrale de la bande d'octave (Hz)						Indices et termes d'adaptation		
	125	250	500	1.000	2.000	4.000	R_w	C	C_{tr}
Vitrage simple									
3	14	19	25	29	33	25	28	-1	-4
4	17	20	26	32	33	26	29	-2	-3
5	19	22	29	33	29	31	30	-1	-2
6	18	23	30	35	27	32	31	-2	-3
8	20	24	29	34	29	37	32	-2	-3
10	23	26	32	31	32	39	33	-2	-3
12	27	29	31	32	38	47	34	0	-2
Vitrage feuilleté⁽¹⁾									
33-2 (7mm)	20	23	29	34	32	38	32	-1	-3
44-2 (9mm)	20	25	32	35	34	42	33	-1	-3
55-2 (11mm)	24	26	33	33	35	44	34	-1	-3
Double vitrage⁽²⁾									
4/(6-16)/4 (24mm)	21	17	25	35	37	31	29	-1	-4
6/(6-16)/4 (26mm)	21	20	26	38	37	39	32	-2	-4
6/(6-16)/6 (28mm)	20	18	28	38	34	38	31	-1	-4
8/(6-16)/4 (28mm)	22	21	28	38	40	47	33	-1	-4
8/(6-16)/6 (30mm)	20	21	33	40	36	48	35	-2	-6
10/(6-16)/4 (30mm)	24	21	32	37	42	43	35	-2	-5
10/(6-16)/6 (32mm)	24	24	32	37	37	44	35	-1	-3
6/(6-16)/33-2 feuilleté (23mm)	20	19	30	39	37	46	33	-2	-5
6/(6-16)/55-2 feuilleté (27mm)	24	25	33	39	40	49	37	-1	-5

Selon CEKAL [10] : « Les indices R correspondent aux valeurs minimales des indices d'affaiblissement obtenus sur des échantillons de 1,48 m x 1,23 m mesurés en laboratoire selon les indications de la norme ISO 140, déduction faite des dispersions. Les facteurs influant sur les valeurs d'indice d'affaiblissement acoustique globale sont : l'épaisseur des produits verriers, la différence d'épaisseur des composants verriers, la présence de vitrage feuilleté à propriétés acoustiques, la présence de gaz inertes. **La classe acoustique du vitrage a un caractère conventionnel. Elle ne détermine pas, seule, la performance globale de la fenêtre ou de la façade** qui dépendra : de la dimension du vitrage, des facteurs d'environnements, de la nature des menuiseries, des éléments de ventilation... ».

La norme [11] permet de déterminer le R_w d'une fenêtre à partir du R_w d'un vitrage sans faire d'essai.

Voici une comparaison entre l'affaiblissement acoustique d'une cloison vitrée et son vitrage. Attention, la cloison [12] est testée en laboratoire avec son ossature et ses éléments périphériques. Tandis que l'affaiblissement du vitrage, selon [7], est calculé en simulant les conditions de mesure de la norme EN ISO 140.

Description	$R_w(C;Ctr)$ (dB)	$R_{A,tr}$ (dB)
Vitrage feuilleté SGG Stadip Silence 66.2 dimension : non définie	39(-1;-2)	37
Cloison CLESTRA LOFT M82 Simple vitrage feuilleté 66.2 SILENCE avec jonction PVC, composition du parement : Constitués d'un vitrage feuilleté réf. 66.2 SILENCE (SAINT-GOBAIN) d'épaisseur 12,8 et constitué de deux verres simples d'épaisseur 6 et de deux films PVB acoustique. dimension(mm) : 4180x2470	36(-1;-3)	33
différence		-4 dB

Voici une seconde comparaison entre le vitrage Stratophone 66.2 [13] et une cloison Clestra Loft M82 composé de ce vitrage [12] :

Description	$R_w(C;Ctr)$ (dB)	$R_{A,tr}$ (dB)
Vitrage stratophone 66.2 dimension : non définie	40(-1;-3)	37
Cloison CLESTRA LOFT M82 Simple vitrage stratophone 66.2 - Constitués d'un vitrage feuilleté réf. 66.2 CLAIR STRATOPHONE (AGC) d'épaisseur 12,8 et constitué de deux verres simples d'épaisseur 6 et de deux films PVB acoustique. dimension(mm) : 4180x2470	37(-1;-3)	34
différence		-3 dB

5 LOGICIEL DE CALCULS

Logiciel / Calcul	Isoleme nt	Affaibli- ssement	R fonction de S	Bâtiment complet	Locaux adjacents	R fonction angle	Absorption AC
Acoubat CSTB	X				X		
SONArchitect	X			X	X		
INSUL		X	X ?			X	
BASTIAN	X						
Acous STIFF		X	X			X	
<i>dBKaila</i>	X	X	?		X		
<i>Acousys</i>		X	X				X
Zorba							X
Maine3A– CCTM		X					X

Isolement : calcul de l'isolement D_{nTA} , $D_{nTA,tr}$

Affaiblissement : calcul de l'affaiblissement fonction des paramètres physiques et géométriques des matériaux.

R en fonction de S : prise en compte de la surface de l'élément dans le calcul de l'affaiblissement acoustique.

Bâtiment complet : calcul de l'isolement dans un bâtiment complet.

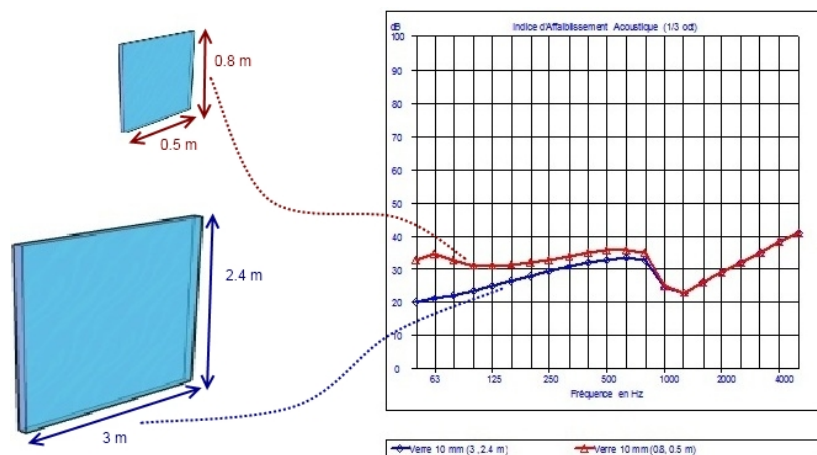
Locaux adjacents : calcul de l'isolement entre locaux adjacents uniquement.

R fonction angle : calcul de l'affaiblissement acoustique en fonction de l'angle d'incidence

Absorption AC : calcul du coefficient d'absorption de matériaux

Les liens

- ACOUBAT: <http://www.cstb.fr/dae/fr/nos-produits/logiciels/acoubat-sound.html>
- SONArchitect : www.soundofnumbers.net/index.php/sonarchitect-iso
- INSUL : www.insul.co.nz
- BASTIAN : www.datakustik.com/en/products/bastian/
- Acous STIFF : www.gamba-logicielaoustique.fr/logiciel-acous-stiff
- INSUL : www.insul.co.nz
- dBKaila (<http://www.dbkaisla.com/fra/description.php>)
- Acousys (CSTB - <http://www.cstb.fr/dae/fr/nos-produits/logiciels/acousys.html>)
- zorba (http://www.acoudesign.com/marshall_day_acoustics.html)
- Maine3A (http://www.ctm-lemans.com/Logiciel_Maine_3A-16-213-fr-3.html)



6 DIMENSIONS DES CELLULES D'ESSAIS DES LABORATOIRES

Voici une comparaison des dimensions des cellules d'essais trouvés dans les PV acoustique de différents types d'éléments :

Labo	rapport	type	Longueur	Largeur	Surface
			m	m	m ²
CSTB	AC00-140/2E	parois maçonnée avec et sans complexe de doublage	4,18	2,47	10,3
CSTB	AC01-068	cloison megastil	3,59	2,98	10,7
CSTB	AC02-017	plafond suspendu	11,13	4,16	46,3
CEBTP	B212.0.162	plafond suspendu	0,6	0,6	0,36
CTBA-IBC	07/CTBA-IBC/PHY/130/2	plancher béton avec isolation rapportée			15,2
CTBA-IBC	07/CTBA-IBC/PHY/130/3	plancher béton avec isolation rapportée			19,2
CSTB	AC00-066/2	complexes de doublage	4,19	2,47	10,3
CEBTP	B212.0.151	complexes de doublages sur parpaings creux			10
CEBTP	BEB2.9.6022-1	cloison à ossature métallique			10
decibel france	PV-100102-58	cloison mobile	4,69	2,77	13,0
CSTB	AC11-26033036/1	toiture industrielle	3,61	4,21	15,2
CSTB	AC08-26011958/1B	cloison	4,18	2,47	10,3
CEBTP	B.212.4.313	monomur de pierre ponce			10
CEBTP	B.212.6.902	cloison pleine			10
Fraunhofer Institut	IBP S 9551-15	plancher collaboran mixte bois béton			18
CSTB	717-940-D101/1	fenêtre pour toit en pente	1,16	1,2	1,4
CSTB	AC03-144/5	fenêtre	1,42	1,45	2,1
CSTB	AC03-140/1	paroi maçonnée avec et sans complexe de doublage	4,18	2,47	10,3

Comme vu dans le tableau ci-dessus, les dimension de la surface d'essais pour les parois et cloisons est d'environ 10m².

7 ESTIMATION THÉORIQUE

Selon l'article de Jean-Claude Pascal (LAUM) « choix des vitrages pour l'isolation acoustique des habitacles d'engins » paru dans acoustique et technique n°6 de juillet 1996, voici la formule théorique de l'indice d'affaiblissement acoustique lorsque la surface de l'élément varie :

avec R_0 : l'affaiblissement acoustique en onde plane frontale

$$R_0 = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{\pi M_s f}{\rho_0 c} \right)$$

et f_c : la fréquence critique

$$f_c = \frac{c_0^2}{2\pi h} \sqrt{\frac{12\rho(1-\nu^2)}{E}}$$

et R_{ds} l'affaiblissement acoustique en champ diffus pour la surface S :

$$R_{ds} = R_0 - 10 \cdot \log_{10} \left[0,2 + \ln \left(2\pi f \sqrt{\frac{S}{c_0}} \right) \right]$$

formule valable dans le domaine de fréquence $\left[\frac{c_0}{2\pi\sqrt{S}}; \frac{f_c}{2} \right]$.

Formule en cours d'intégration

8 CONCLUSION

Les essais acoustiques de vitrages effectués par les laboratoires d'essais sont réalisés avec une ouverture d'essais bien défini. L'appréciation de la variation de cet indice peut-être réalisée par des logiciels de simulation de matériaux acoustiques tel que AcouSTIFF.

Selon une étude du CSTC, l'indice d'affaiblissement acoustique diminue avec l'augmentation de la dimension du vitrage. Cette variation peut atteindre 3 dB pour les vitrages de plus de 2,6 m².