FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ACOUSTIQUE: CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE

PRINTEMPS 2022

Isolation acoustique des façades



Debby WUYTS CSTC

EN COLLABORATION AVEC



UN SERVICE DU

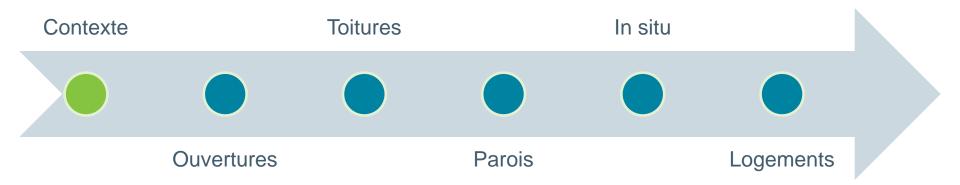


AVEC LE SOUTIEN DE





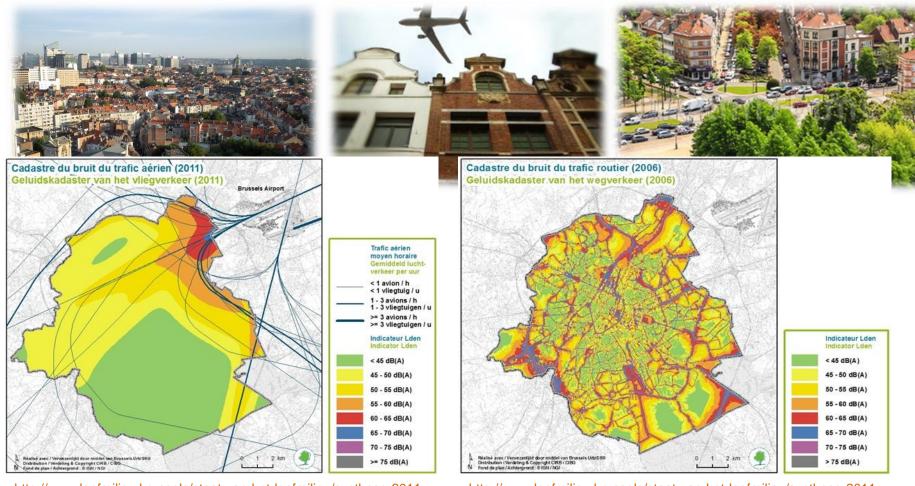
Plan de l'exposé





Problématique

Les bruits du trafic aérien et urbain en RBC



http://www.leefmilieu.brussels/staat-van-het-leefmilieu/synthese-2011-2012/geluid/geluidskadaster-van-het-luchtverkeer

http://www.leefmilieu.brussels/staat-van-het-leefmilieu/synthese-2011-2012/geluid/geluidskadaster-van-het-wegverkeer

Problématique

Les bruits du trafic aérien et urbain in RBC

Tableau 1.12:

Enquêtes de santé par interview : Proportion des ménages qui ont été gênés chez eux dans les 12 derniers mois par les facteurs de l'environnement envisagés

Source : Institut de Santé Publique, Enquête de Santé par interview 2004 et 2008

Source de la gêne	2004		2008		
Source de la gene	RBC	Belgique	RBC	Belgique	
pollution de l'air	-	-	15,6%	5,7%	
bruit du trafic routier	14,4%	9,1%	14,6%	5,3%	
vibrations	9,4%	6,0%	12,6%	4,5%	
bruit de voisinage	8,6%	5,7%	7,8%	3,6%	
bruit du trafic aérien	8,0%	2,4%	9,9%	2,0%	
accumulation d'immondices	6,8%	2,8%	11,0%	2,6%	
humidité	5,1%	2,8%	8,1%	2,7%	
autres mauvaises odeurs	5,0%	4,0%	6,5%	3,2%	
moisissures	2,9%	2,0%	6,0%	2,2%	
bruit du trafic ferroviaire	2,6%	1,3%	6,2%	1,2%	
pollution lumineuse	2,3%	1,6%	-	-	
bruit entreprises	2,1%	2,0%	2,6%	0,9%	
mauvaises odeurs industrie	1,9%	2,2%	5,4%	2,2%	
champs électromagnétiques	1,1%	0,7%	-	-	

Tableau 1.2:

Baromètre de l'environnement : Importance perçue de l'impact d'une nuisance sur la santé: % de notes 8, 9 et 10 (*)

Source: Bruxelles Environnement, 2008 et 2009

Nuisance	décembre 2007	mars-avril 2009
Nuisance	N = 802	N = 803
Circulation routière	70%	70%
pics d'ozone	56%	56%
fumée des usines	53%	51%
présence de produits chimiques dans les produits ménagers	40%	43%
pics de pollution hivernaux	49%	41%
bruit de la circulation routière	30%	33%
pollution intérieure telle que produits chimiques, peintures, acariens, présence de moisissures,	34%	32%
bruit des avions	28%	31%

(*) note entre 1 et 10 donnée par la personne sondée, 10 signifiant que la nuisance est importante pour elle et 1 qu'elle ne l'est pas du tout. Les notes intermédiaires sont destinées à nuancer la réponse.

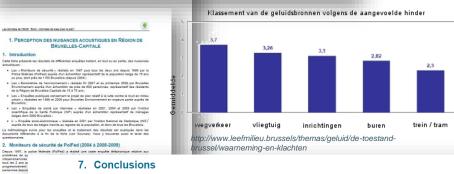
5. Conclusions

Les incidences sonores liées aux activités aéroportuaires de l'aéroport de Zaventem ont été évaluées sur base des relevés acoustiques collectés en continu durant les années 2004, 2005 et 2006 en 8 points de mesure Cette évaluation vise à caractériser d'un point de vue acoustique chaque point de mesure afin de disposer de valeurs objectives sur base desquelles :

- la gêne engendrée par le trafic aérien peut être évaluée ;
- l'impact acoustique du trafic aérien peut être quantifié;
- la cartographie du bruit du trafic aérien, déterminées par calcul, peut être comparée et validée.

Le bruit généré par le trafic aérien a une incidence sur l'ambiance sonore des quartiers où sont localisés les différents points de mesure. La contribution sonore des avions, déterminée aux points de mesures relativement proche de l'aéroport ou directement concernés par certaines routes aériennes, atteint des valeurs généralement proches ou supérieurs à 5 dB(A) ce qui altère de manière significative l'ambiance sonore de ces quartiers.

En Belgique, sel-problème par en trafic, et 28% pou-qui touchent plus vitesse non adap agressive dans la



7. Conclusions

L'analyse des résultats des différentes enquêtes présentées ci-dessus montre que le bruit est généralement considéré, avec la qualité de l'air, comme une nuisance importante en Région bruxelloise. Son ressenti diffère cependant fortement selon les quartiers, comme en témoignent les résultats de l'enquête socio-économique générale de l'INS.

Ces enquêtes mettent en outre en évidence le fait que l'environnement sonore est considéré par beaucoup comme une donnée importante dans l'évaluation de la qualité de la vie et dans le choix du lieu de résidence. Plus particulièrement, l'enquête de santé menée par l'ISP en 2001 montre que près de 9% des ménages bruxellois interrogés ont pensé à déménager en raison des nuisances acoustiques qu'ils subissent dans leur lieu de résidence!

> PERCEPTION DES NUISANCES ACOUSTIQUES EN RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE PAGE 14 SUR 16 – juillet 2010 OBSERVATOIRE DES DONNEES DE L'ENVIRONNEMENT

Problématique

Protection efficace?

1° Approche à la source = efficacité garantie Quiet.brussels: Plan de prévention et de lutte contre le bruit et les vibrations en milieu urbain (environnement.brussels)

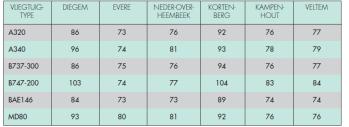
2° Plan d'aménagement intelligent: Les pièces calmes en façades calmes

3° Isolation optimale de la façade → directives de construction



Tabel 2
Gemiddeld L _{Amax} -niveau
boven meet-
punten voor
diverse types
vliegtuigen in
enkele gemeen-
ten rond Zaven- tem (het betreft
hier niet alleen
nacht-
vluchten) [4].

VLIEGTUIG- TYPE	DIEGEM	EVERE	NEDER-OVER- HEEMBEEK	KORTEN- BERG	KAMPEN- HOUT	VELTEM
A320	86	73	76	92	76	77
A340	96	74	81	93	78	79
B737-300	86	75	76	94	76	77
B747-200	103	74	77	104	83	84
BAE146	84	73	73	89	74	74
MD80	93	80	81	92	76	76





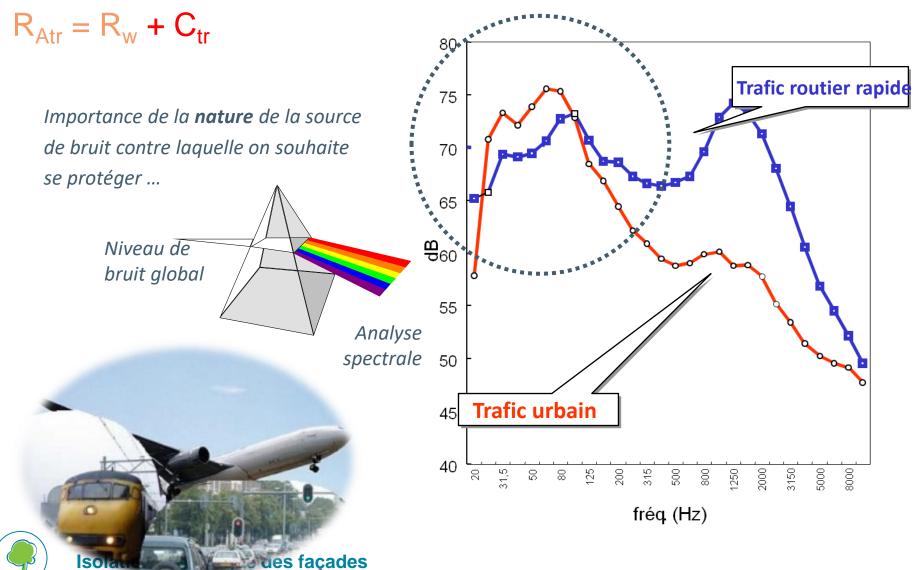
BRUSSELS







Importance des basses fréquences



Importance des basses fréquences

> EN ISO 10140-2:

Mesure de l'indice d'affaiblissement acoustique R en laboratoire (graphique R en fonction de la fréquence)

EN ISO 717-1:

Détermination de la valeur unique R_w

+ les termes d'adaptation (C;C_{tr})

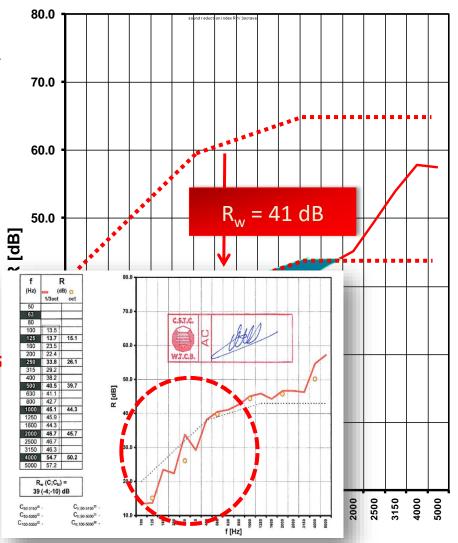
Résistance contre des bruits typiques basses fréquences (e.a. bruit de trafic) :

$$R_w + C_{tr} = R_{Atr}$$

Loi des masses ... !!

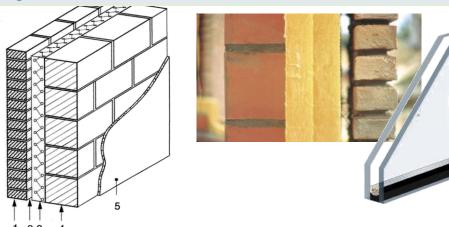


Isolation acoustique des façades



Quelques valeurs types

Constructions	$R_{\rm w}$	(C;C _{tr})	R _w (C;C _{tr})
Brique pleine 9 cm / lame d'air non ventilée de 5 cm remplie de laine minérale / bloc de béton creux 19 cm / enduit	55 dB	(-1;-5) dB	50 dB
Vitrage 4/15/4	29 dB	(-1;-4) dB	25 dB
Vitrage 4/16/6	35 dB	(-2;-5) dB	30 dB
Vitrage 6/15/44.2A	39 dB	(-2;-6) dB	33 dB
Châssis simple ouvrant en PVC avec renforcements en acier, vitrage 44.2A/20/66.2A	46 dB	(-1;-4) dB	42 dB







Isolation acoustique des façades

Isolation acoustique des pans de façade

Isolation acoustique composée R'Atr



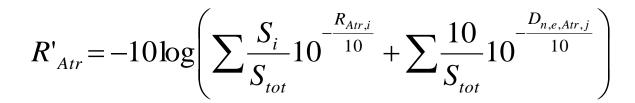
L'élément de plus faible est déterminant pour la somme énergétique (logarithmique)!

$$R'_{Atr} = -10\log\left(\sum_{S_{tot}} S_{i} 10^{\frac{R_{Atr}}{10}} + \sum_{T} \frac{10}{S_{tot}} 10^{\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}}\right)$$



Isolation acoustique composée

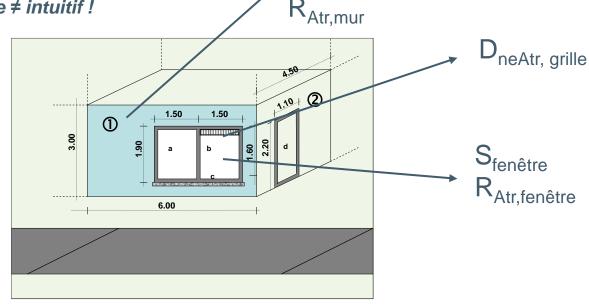
Méthode de calcul EN 12354-3 (simplifiée)



Moyenne pondérée logarithmique ≠ intuitif!

venster	muur	gemi	ddelde
30%	70%	"logaritmisch "	"rekenkundig"
25 dB	48 dB	30 dB	41 dB
30 dB	48 dB	35 dB	43 (B
35 dB	48 dB	40 dB	44 dB
40 dB	48 dB	44 dB	46 dB
venster	muur	gemi	ddelde
50%	50%	"logaritmisch"	"rekenkundig"
25 dB	48 dB	28 dB	37 dB
30 dB	48 dB	33 dB	39 dB
35 dB	48 dB	38 dB	42 dB
40 dB	48 dB	42 dB	44 dB
venster	muur	gemi	ddelde
70%	30%	"logaritmisch "	"rekenkundig"
25 dB	48 dB	27 dB	32 dB
30 dB	48 dB	32 dB	3 5 (B
35 dB	48 dB	36 dB	39 dB

41 dB



S_{mur}



40 dB

48 dB

42 dB

Isolation acoustique composée R'Atr

Méthode de calcul EN 12354-3 (simplifiée)

$$R'_{Atr} = -10\log\left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}}\right)$$

Grille de ventilation : $D_{n,e,w}$ (C;C_{tr})= 37 (0;-1) dB, $D_{ne,Atr}$ = 36 dB ! Autre grandeur $R_{Atr} \approx D_{ne,Atr}$ - 10 dB

Fenêtre : R_w (C;C_{tr})= 40 (-1;-3) dB, R_{Atr} = **37 dB** (S = 6,1 m²)

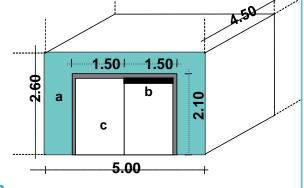
Mur de façade: R_w (C;C_{tr})= 56 (-1;-5) dB, R_{Atr} = **51 dB** (S = 6,7 m²)

Surface totale du pan de façade: 13 m²

$$R'_{Atr,tot} = -10 \log \left(\frac{6.1}{13} 10^{\frac{-37}{10}} + \frac{6.7}{13} 10^{\frac{-51}{10}} + \frac{10}{13} 10^{\frac{-36}{10}} \right) = 35,4dB$$

Fenêtre Mur de façade

Grille de ventilation



Vitrages et fenêtres

Coût/efficacité, approche par étape

R_w

< 20 dB

Importance de l'élément faible!

25 à 30 dB

$$R'_{Atr} = -10\log\left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}}\right)$$

30 dB



30 à 35 dB

> 40 dB

> 50 dB



FLÉMENTS DE CONSTRUCTION

- Ponts phoniques (ouvertures)
 - Grilles de ventilation non insonorisées
- Défauts acoustiques localisés dans les raccords entre éléments de construction, joints (toiture/murs, fenêtres/murs, ...)
- Panneaux de remplissage légers et structures sandwiches à isolation thermique rigide
 Coupoles en polycarbonate
- Toitures constituées de panneaux sandwiches légers avec isolation thermique rigide (sans finition désolidarisée de la sous-face)
- Fenêtres légères avec parties ouvrantes non étanches
- Toitures constituées de panneaux sandwiches légers remplis de laine minérale (sans finition désolidarisée de la sous-face)
- Toitures traditionnelles avec isolation thermique rigide
 Fenêtres équipées de vitrages thermiques traditionnels et de châssis occupant plus de 30 % d'ouverture de jour
- Fenêtres ordinaires avec parties ouvrantes étanches

Toitures traditionnelles isolées au moyen de laine minérale (ou d'un autre isolant aux propriétés absorbantes)

Murs doubles en bois et/ou en panneaux assemblés de manière rigide, avec remplissage de la coulisse au moyen de laine minérale

Grilles de ventilation normales insonorisées

Vitrages acoustiques ordinaires

Murs à ossature bois avec briques de parement

Fenêtres équipées de vitrage acoustique spécial à base de résine coulée ou de PVB(A)

Murs de façade en blocs de béton cellulaire collés (légers et peu épais)

- Murs de façade en blocs de béton cellulaire collés (lourds et épais)

Chambres antibruit et grilles de ventilation murales performantes

Maçonneries traditionnelles (parement en briques de 9 cm, coulisse garnie ou non d'isolant thermique, 14 cm de briques, crochets)

- Maconneries lourdes

Doubles fenêtres

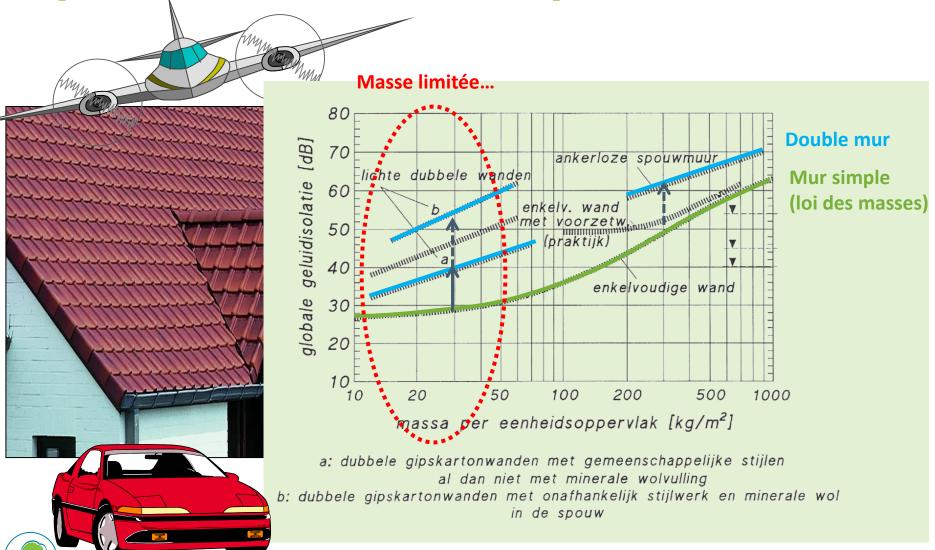
- Murs en béton, structures de toiture en béton



Isolation acoustique des faça

Optimalisation acoustique

Isolation acoustique des façades

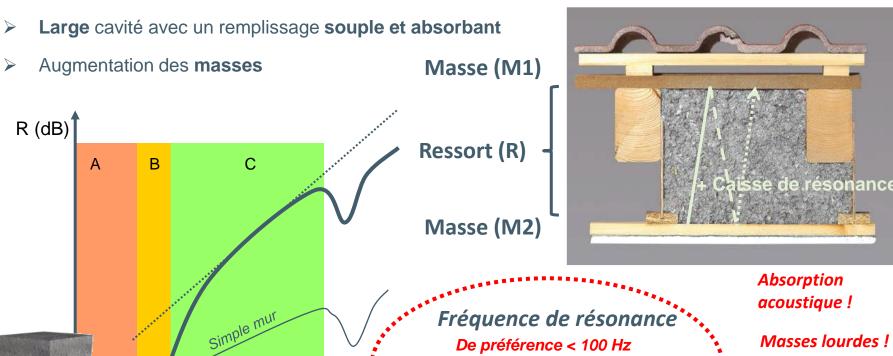


Double structures

Optimalisation acoustique

Découplage maximal (contacts inévitables: souples)

Isolation agoustique des façades (2)



Fréquence de résonance

De préférence < 100 Hz

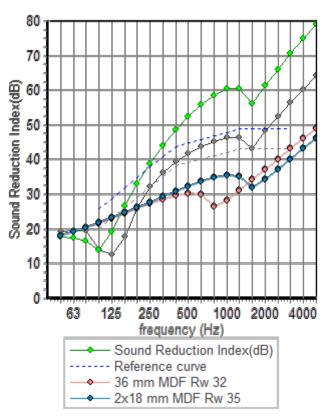
$$f_r \approx \frac{75}{\sqrt{d}} \cdot \sqrt{\frac{1}{m_1^{"}}} + \frac{1}{m_2^{"}}$$

acoustique!

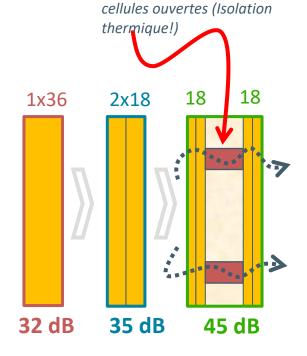
Masses lourdes! Ressort souple!

Double structures

Optimalisation acoustique



39 dB *Couplages durs évités !*



Remplissage souple et à

+ > 10 dB grâce "principe du double mur"

= la solution pour les structures (de toit) légères !

INSUL®



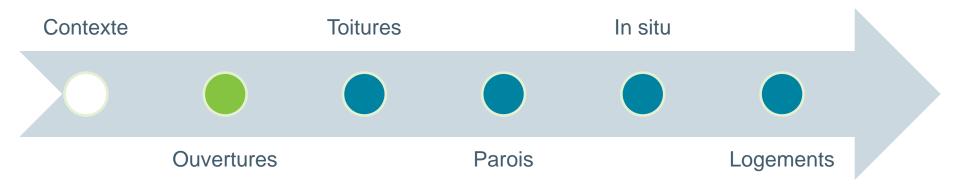
Isolation acoustique des façades

Elements faibles courants

Fuites < 20 dBGrilles de ventilation Panneaux de remplissage légers 25 à 30 dB Toitures légères Fenêtres traditionnelles 30 dB Toitures traditionnelles Murs doubles en bois 30 à 35 dB Grilles de ventilation acoustiques $> 40 \, dB$ Vitrages acoustiques Maçonneries traditionnelles > 50 dBMurs en béton



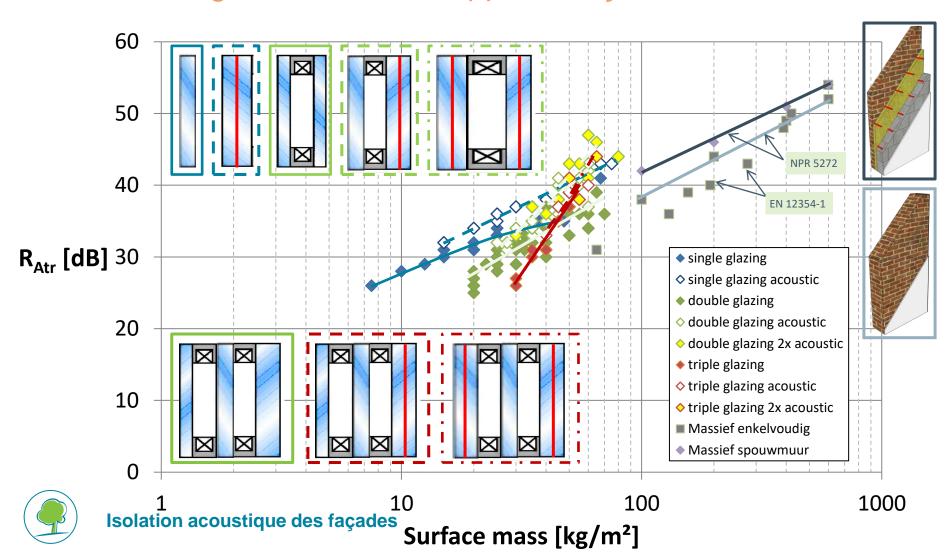
Plan de l'exposé





Vitrages et fenêtres

Elements légers dans l'enveloppe de façade



Vitrages et fenêtres

Fenêtre = châssis + vitrage

R_{Atr} de fenêtre en fonction de :

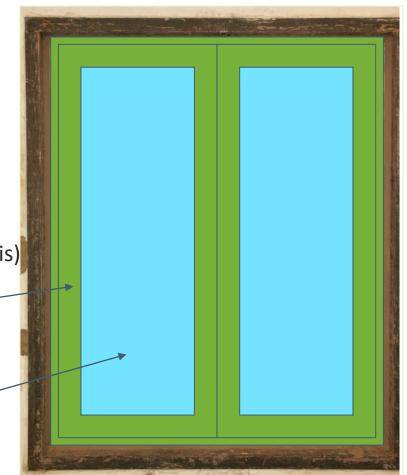
- 1. Etanchéité des raccords
- 2. valeur R_{Atr} du vitrage
- 3. Nature du profilé (densité et épaisseur)
- 4. Rapport m² châssis/m² vitrage
- 5. Systèmes de serrage (vitrage dans châssis)

châssis: S_{châssis}, m"_{châssis}

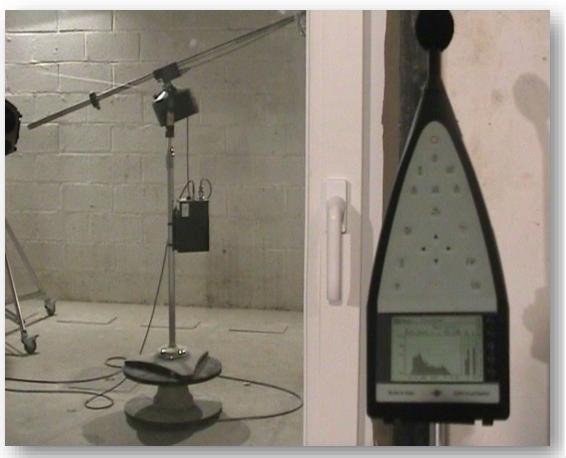
vitrage: S_{vitrage}, R_{Atr,vitrage}

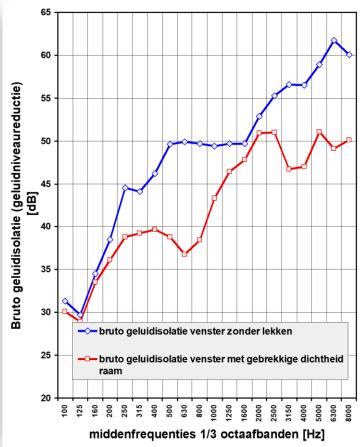






Fenêtre = châssis + vitrage + fuites







Importance des joints d'étanchéité (rénovation)

- ✓ Petits fuites (Fuite de hautes fréquences)
 - jusque 7 mm >>> silicone
 - jusque 1.5 cm >>> mastique, caoutchouc... (remplissage lourd)
- ✓ Larges fuites ou trous (fuites en moyennes et hautes fréquences)
 - >>> matriaux lourds (bois, plâtre, cimentage, double mur...)
- ✓ Entre parties mobiles (fenêtre, châssis)
 - >>> suffisamment compressible, matériaux ssouple et/ou absorbants











Profils des joints efficaces

isolation acoustique des façades



- souplesse → Joints avec profil à lèvre
- Pression nécessaire faible
- Plusieurs joints d'étanchéité
- Compression suffisante!
- Parfaite adhésion dans les coins



raam of deur

Akoestisch ongunstige kraal- of holteprofielen voor kierdichtingen: de indrukkliepte is laag, de vereiste aandrukkracht is relatief hoog

Akoestisch goede dichtingen met lipprofielen

Nombre de points de fermeture suffisant!





Journal

CSTC

2000/1

Raccord des dormants: absorption + colmatage

Raccordement au gros oeuvre

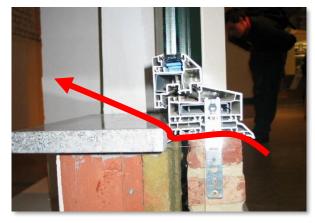


Détecteur ultrasons pour la détection des fuites acoustiques

Isolation acoustique des façades

Seuils et tablettes de fenêtre





Fenêtre = châssis + vitrage + fuite

Raccord au gros oeuvre: campagne de mesures indicative en laboratoire ...

R _{Atr} fenêtre	Montage standard en laboratoire (pas de fuite)	Montage en laboratoire avec une mousse PU classique	Montage en laboratoire avec une mousse PU acoustique	Montage en laboratoire avec une laine de roche
Fenêtre 1	37	35 / 36 ^(*)	36 / 37 (*)	37 / 37 ^(*)
Fenêtre 2	40	38 / 39 (*)	38 / 40 (*)	38 / 40 ^(*)
(*) sans/avec joint extérieur ± équivalent				ivalent

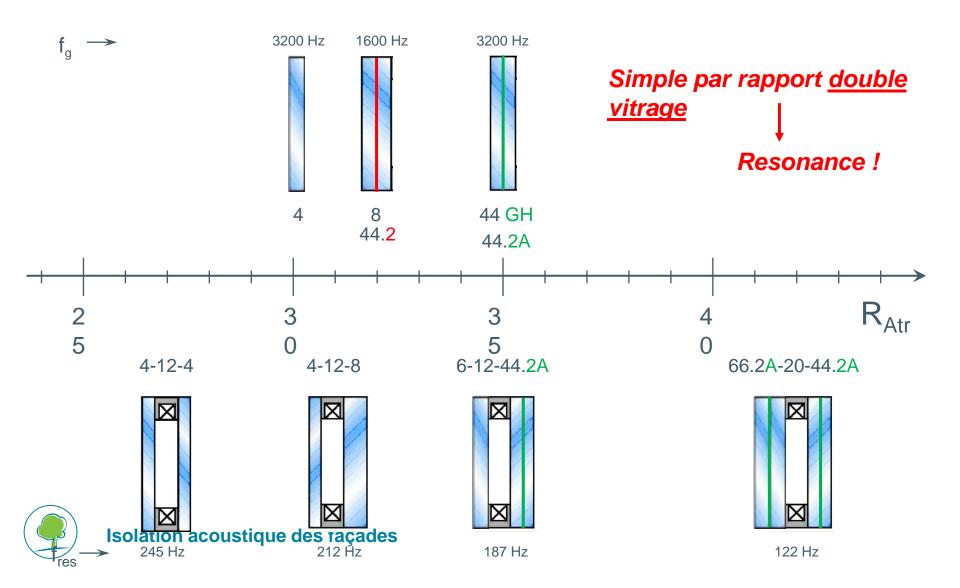
Conclusion:

- 1° Importance du joint extérieur (mortier/silicone), surtout pour de hautes isolations acoustiques
- **2° Importance du raccord entre le cadre du châssis et du gros œuvre** (laine de verre, PU acoustique)

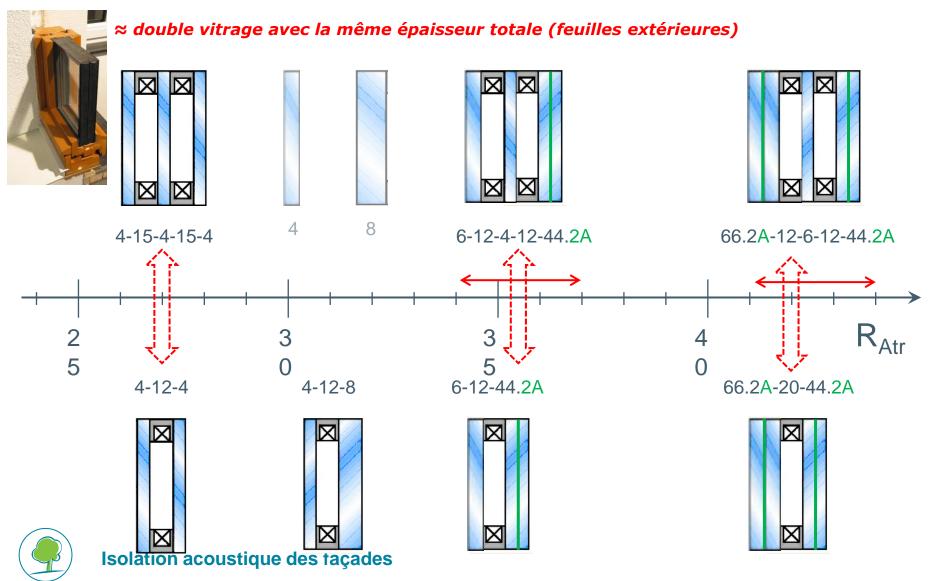


(Rem : de la jointure = seulement 1 cm dans la campagne de mesure...)

Isolation acoustique des vitrages (R_{Atr})



Isolation acoustique des vitrages (R_{Atr})



Isolation acoustique des vitrages (R_{Atr})

Enkelvoudig	$R_w(C;C_{tr})$	R _{Atr}
niet-gelaagd		
4	32(-1;-2) dB	30 dB
6	34(-1;-2) dB	32 dB
8	35(-1;-3) dB	32 dB
10	37(-1;-2) dB	35 dB
gelaagd (niet akoestisch)		
33.2	33(-1;-2) dB	31 dB
44.2	35(-1;-3) dB	32 dB
66.2	39(-1;-4) dB	35 dB
akoestisch gela	aagd	
33.2A	36(0;-3) dB	33 dB
44.2A	37(0;-2) dB	35 dB
66.2A	40(-1;-3) dB	37 dB

Dubbel	$R_w(C;C_{tr})$	R _{Atr}			
symmetrisch					
4-15-4	29(-1;-4) dB	25 dB			
4-16-4	30(-1;-3) dB	27 dB			
6-16-6	33(-1;-4) dB	29 dB			
asymmetrisch					
6-15-4	34(-1;-4) dB	30 dB			
6-16-4	35(-2;-5) dB	30 dB			
6-15-10	38(-1;-4) dB	34 dB			
6-20-10	37(-1;-2) dB	35 dB			
eenzijdig gelaa	eenzijdig gelaagd				
6-15-55.2	39(-1;-4) dB	35 dB			
4-16-44.2	37(-2;-6) dB	31 dB			
6-20-55.2	42(-1;-5) dB	37 dB			
eenzijdig akoes	tisch gelaagd				
8-15-66.2A	43(-2;-4) dB	39 dB			
8-15-44.2A	41(-2;-6) dB	35 dB			
10-20-44.2A	45(-1;-4) dB	41 dB			
12-20-66.2A	45(-1;-3) dB	42 dB			
tweezijdig akoe	tweezijdig akoestisch gelaagd				
66.2A-20-44.2A	50(-2;-8) dB	42 dB			
66.2A-15-88.2A	51(-1;-4) dB	47 dB			

Drievoudig	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}		
niet gelaagd				
4-16-4-16-4	32(-2;-5) dB	27 dB		
eenzijdig akoestisch gelaagd				
6-12-4-12-44.1A	42(-1;-5) dB	37 dB		
tweezijdig akoestisch gelaagd				
44.1A-12-4-12-44.1A	47(-2;-6) dB	41 dB		
66.1A-12-6-12-44.1A	50(-2;-6) dB	44 dB		



CSTC Contact - 2011/3 Doss CSTC - 2011/3.10

Sources:

- a) Round Robin tests
- b) Valeurs guides sur base des mesures en laboratoire récentes au CSTC
- c) Documentations techniques des fabricants de vitrage
- d) Tableau générique dans EN 12354-3(2000) ou dans EN 12758-1(2011) (valeur + 2 dB)



Isloation acoustique des vitra

Influence de la surface

EN 14351-1 (2016)

B.4 Test results and tabulated values - Range of application

The extrapolation rules for test results and tabulated values are shown in Table B.3.

Table B.3 — Extrapolation rules for different window sizes

Window	Window size range	
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) ^a	Sound insulation value for window
-100% to +50% of test speci- men overall area	Overall area ≤ 2,7 m²	$R_{\rm w}$ and $R_{\rm w}$ + $C_{\rm tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to +100% of test specimen overall area	2,7 m² < Overall area ≤ 3,6 m²	R _w and R _w + C _{tr} corrected by -1 dB
+100% to +150% of test speci- men overall area	3,6 m² < Overall area ≤ 4,6 m²	R _w and R _w + C _{tr} corrected by -2 dB
>+150% of test specimen over- all area	4,6 m² < Overall area	R _w and R _w + C _{tr} corrected by -3 dB



a The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 |solusing the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m.

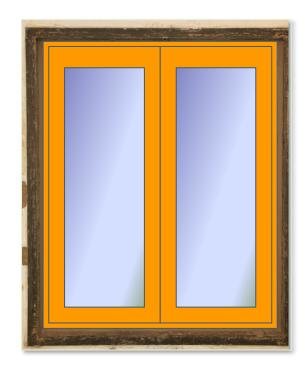
Influence du châssis: règles d'extrapolation (vitrage ≤ 36 dB)

EN 14351-1 (2016)

Table B.2 — R_w + C_{tr} for window based on R_w + C_{tr} for IGU

	Single wi	ndows ^b	Single, slidir	ng windows ^c
IGU R _w + C _{tr} ^a [dB]	Window R_w + C_{tr} [dB]	Number of seals re- quired ^d	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N/A	N/A
36	34	2	N/A	N/A

Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.



Vitrage < 32 dB → effet chassis positif

Vitrage > 32 dB → effet chassis négatif

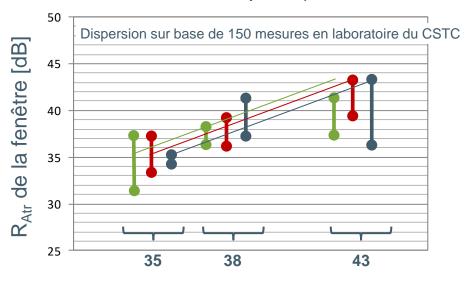
b Fixed and openable (top/side/bottom-hung or pivoted) single windows fulfilling air permeability Class 3, see 4.14.

Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

Openable windows only.

Influence du châssis: mesures in labo (vitrage > 36 dB)

Fenêtres classiques (fixes, oscillo-battants)



R_{Atr} du <u>vitrage</u> [dB]







alu

bois

PVC







vitrage: 44.2A-20-66.2A (R_{Atr}=42 dB)

Ce n'est pas tant le matériau, mais la mise en oeuvre, le renforcement et le colmatage qui sont importants!



Concepts spéciaux

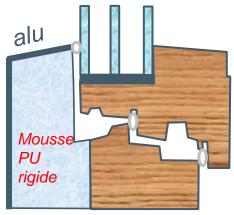


Certains châssis, pour des applications dans des constructions passives, font chuter la peformance de la fenêtre



$$R_{Atr,vitrage} \approx 35 \text{ dB}$$

 $R_{Atr,fenêtre} = 29 \text{ dB } !!$







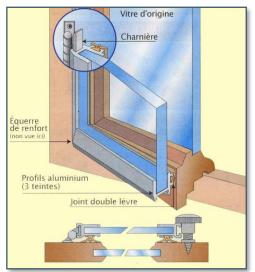
Survitrage

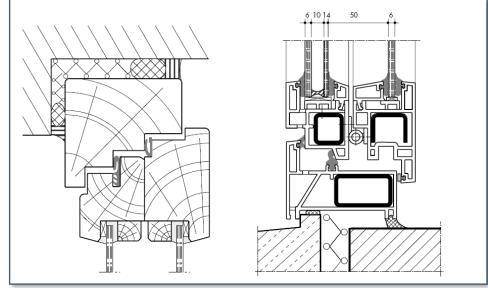
Amélioration difficile à estimer, dégradation acoustique possible!!

> Règles pratiques:

Distance entre les deux vitrages \geq 50 mm (\rightarrow f_{MVM} < 100 Hz) Vitrage feuilleté acoustique

 \rightarrow R_{Atr} > 40 dB possible

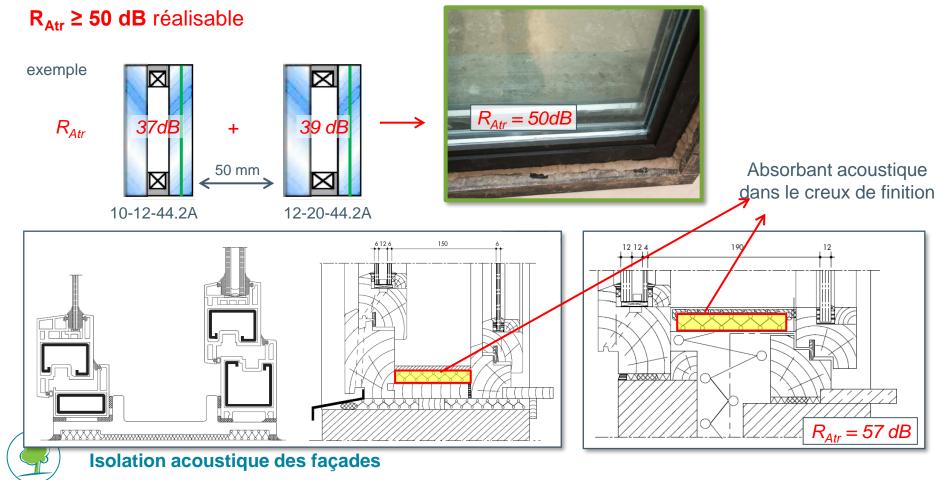






Les doubles fenêtres

> Espace de 50 mm minimum entre les deux vitrages



Fenêtres coulissantes

Influence du châssis

EN 14351-1 (2016)

Règles d'extrapolation pour R_{Atr.olas} ≤ 32 dB

Table B.2 — R_w + C_{tr} for window based on R_w + C_{tr} for IGU

<u>_</u>				
IGU R _w + C _{tr} ^a [dB]	Single windows ^b		Single, sliding windows ^c	
	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals re- quired ^d	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N/A	N/A
36	34	2	N/A	N/A

Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.





Vitrage < 27 dB → pas d'effet du châssis Vitrage ≥ 27 dB → effet négatif du châssis

Fixed and openable (top/side/bottom-hung or pivoted) single windows fulfilling air permeability Class 3, see 4.14.

Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

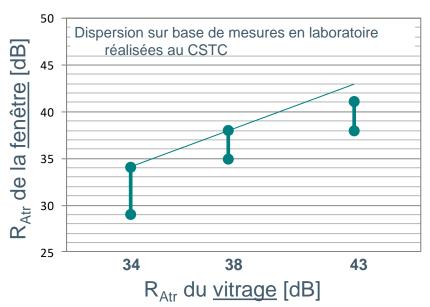
Openable windows only.

Fenêtres coulissantes

Mesures en laboratoire (vitrages > 32 dB)

Pourtant...

Fenêtres coulissantes



Chassis coulissants améliorés acoustiquement : colmatages, alourdissement, systèmes de fermeture





Autres ouvertures de façade

Grilles de ventilation

 $D_{ne,w} + C_{tr} = D_{ne,Atr}$







+/- 25 à 30 dB

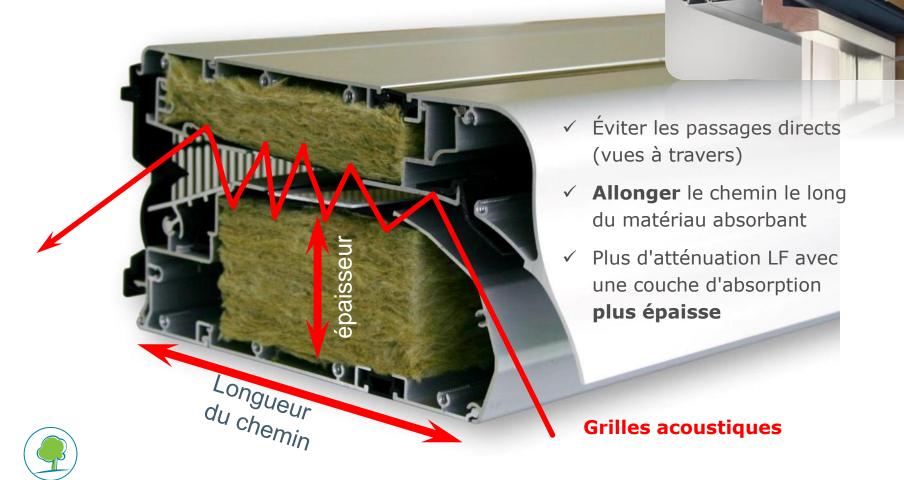






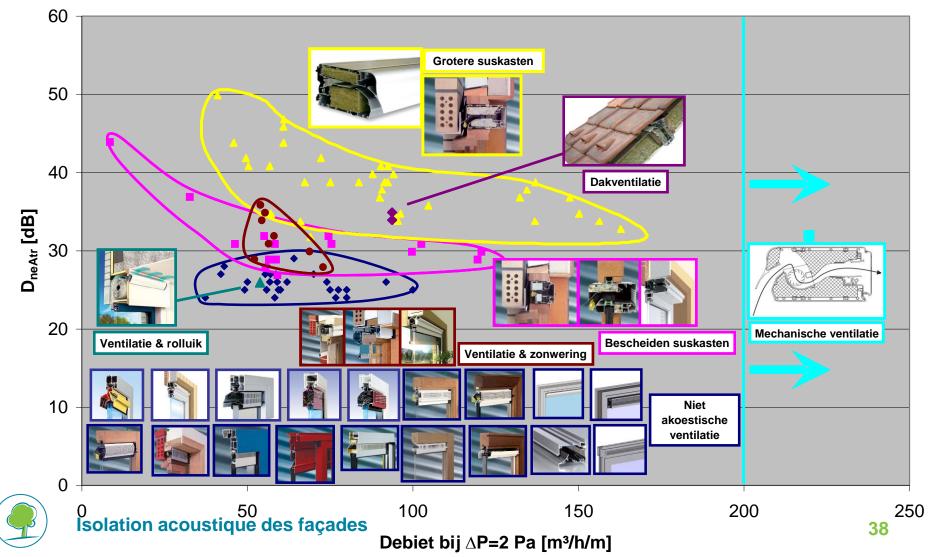
Grilles de ventilation

Optimisation acoustique

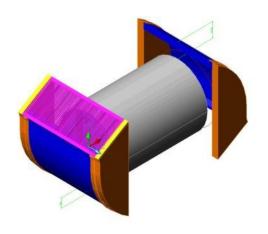


Grilles de ventilaton

Atténuation vs. débit



Silencieux muraux



- ✓ Chemin plus long
- ✓ Absorbant plus épais









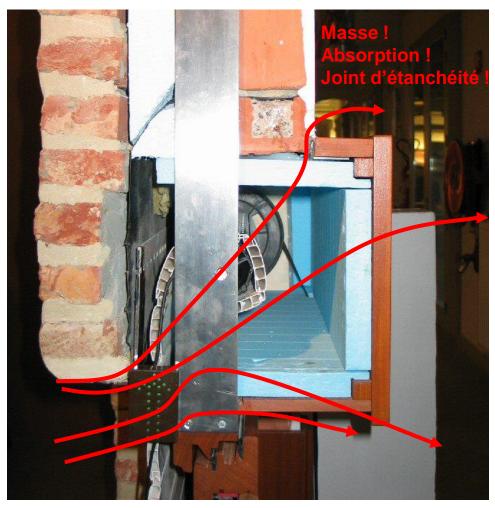
Autres ouvertures de façade

Coffres à volet

- Raccordement à la fenêtre et à la maçonnerie
- Passage du volet et de la sangle







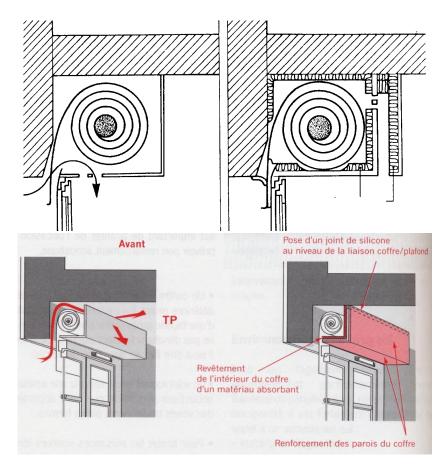


Coffres à volet

Optimalisation acoustique

Caisson suffisamment **lourd**, recouvrement intérieur avec un **absorbant** acoustique, **prolongement** du chemin le long du matériau absorbant, commande **électrique**







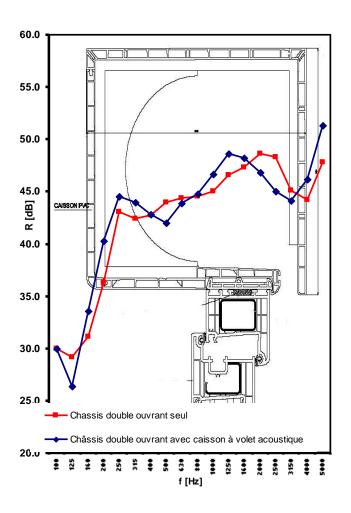
Coffres à volet

Optimalisation acoustique

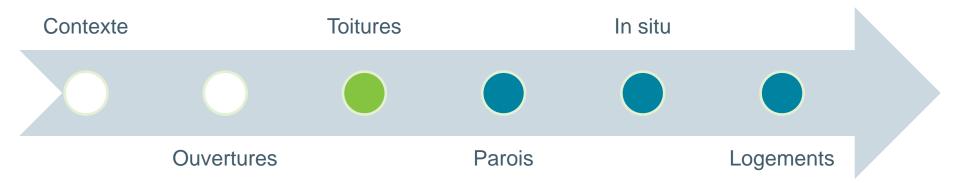
$$R_w = 45 (-1; -3) dB$$







Plan de l'exposé

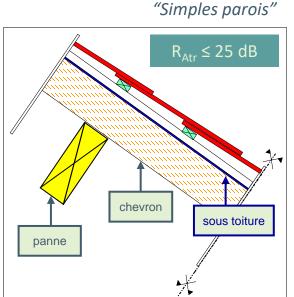




Sans finition intérieure



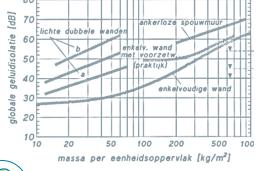
R_{Atr} ≤ 26 dB sous toiture



M1 = revêtement de toiture + sous-toiture

La présence d'un absorbant dans la cavité a peu d'utilité dans le cas de structures simples

isolation thermique ≠ isolation acoustique!



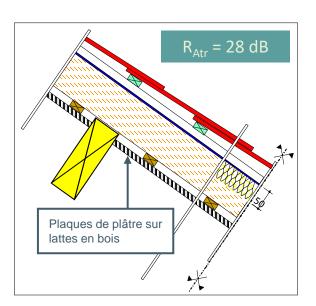


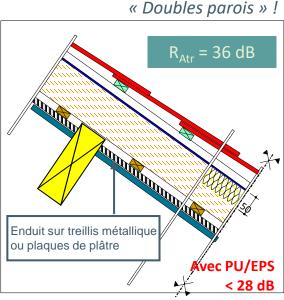
Solution acoustique de la "double paroi" nécessaire ! M-R-M



Finition fixée sur des lattes en bois (M1+M2)

R
R
Atr = 30 dB
Panneaux bois sur lattes en bois





Si la finition du plafond est fixée sur des lattes en bois :

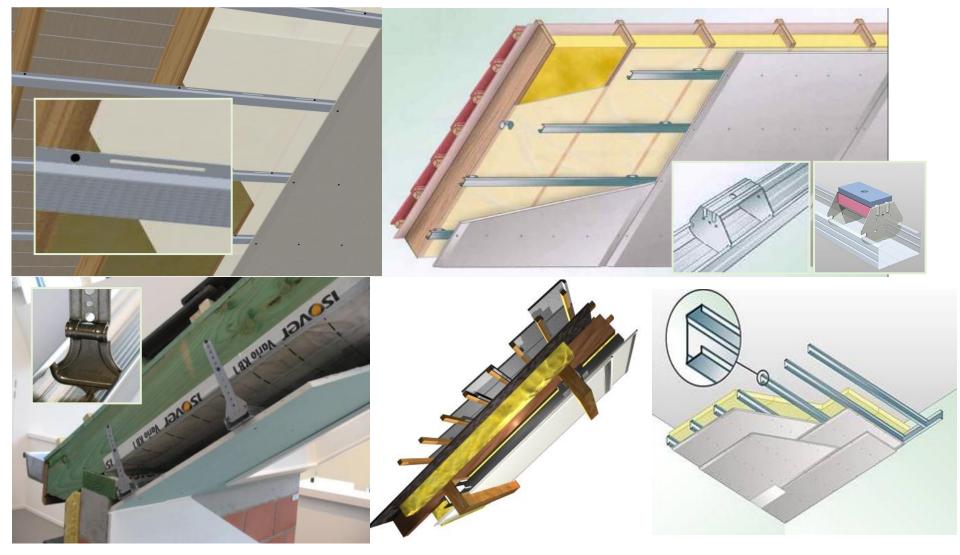
- La présence d'un isolant à cellules ouvertes (laine minérale, cellulose,...) est importante
- Le type de finition du plafond (plaques de plâtre ou panneaux bois) est moins importante
- La performance maximale réalisable = ± 36 dB (deux plaques de plâtre)

→ Augmenter les performances grâce à un meilleur découplage de la plaque du plafond!



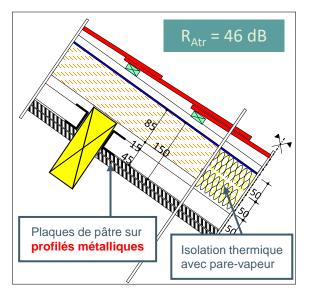
Optimalisation acoustique

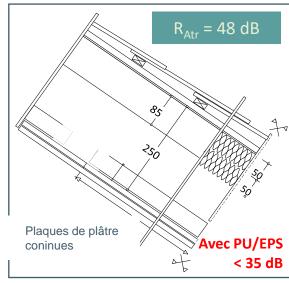
...par un meilleur découplage de la finition intérieure!

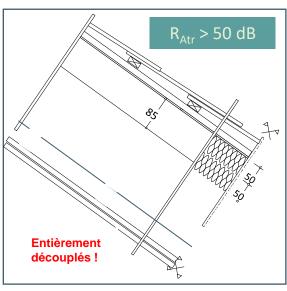


Optimalisation acoustique de la finition intérieure

Cf. façades traditionnelles des murs creux : $R_{Atr} \ge 48 \text{ dB}$



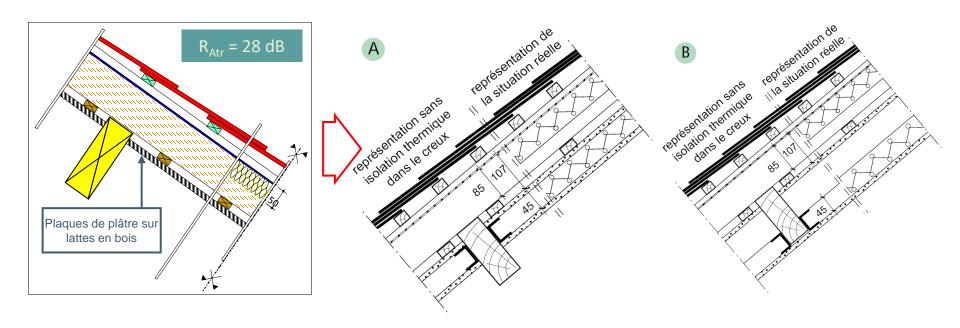




- ✓ Finition entre les pannes : $+ \ge 10$ dB (connexion plaques pannes !)
- ✓ Finition sous les pannes : + ≥ 12 dB (optimalisation du découplage + hauteur de la cavité)
- ✓ Importance du **remplissage absorbant** : + 2 à 3 dB par ajout de 5 cm (+7 dB pour les premiers 5 cm)
- ✓ Influence de la plaque : # kg/m² x2 = + 3 à 5 dB → de préférence 2 plaques minces plutôt qu'1 plaque épaisse

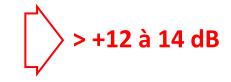


En conservant la finition du plafond existante



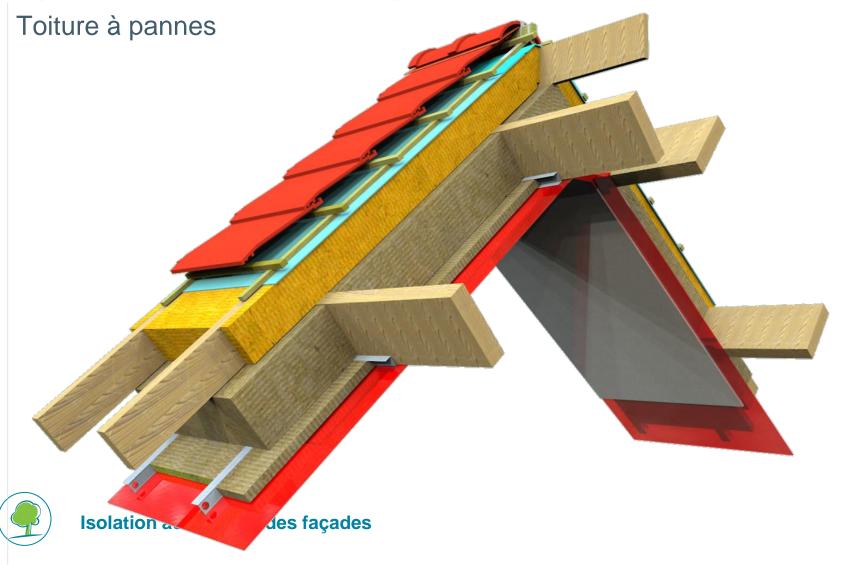
Toiture existante et finition de plafond (M1)

- + remplissage de la cavité à l'aide d'un absorbant acoustique (R)
- + finition du plafond entièrement désolidarisée (M2)



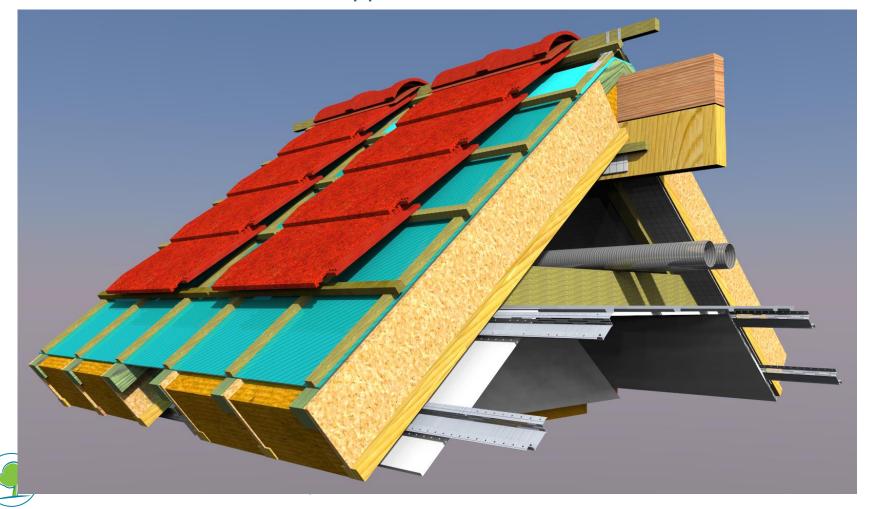


Optimisation thermo-acoustique



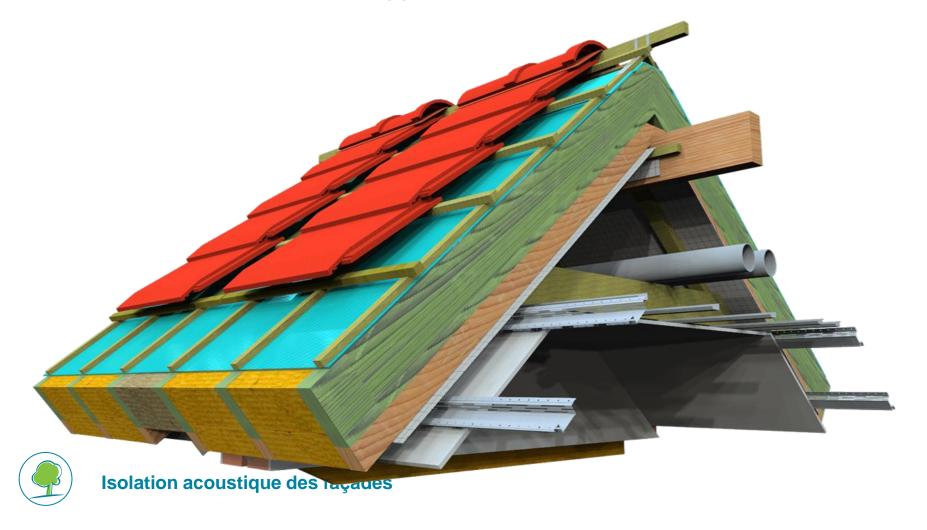
Optimisation thermo-acoustique

Toiture à fermes : isolation supplémentaire à l'intérieur



Optimisation thermo-acoustique

Toiture à fermes : isolation supplémentaire à l'extérieur



Systèmes "Sarking"

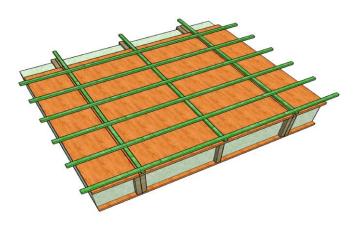


R_{Atr} = 29 dB

SARKING 8 cm Polyisocyanate 2 x 12.5 mm GK R_{Atr} > 42dB

SARKING 8 cm Polyisocyanate 5 cm MW 2 x 12.5 mm GK

Panneaux "sandwichs"

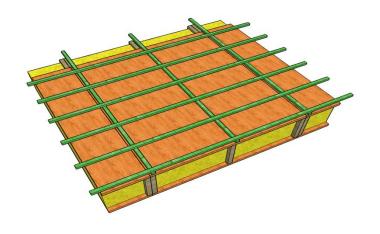


 $R_{Atr} = 25 dB$

16 cm PU - 2x10 mm WBP

L'isolation acoustique reste limitée en raison des **connexions durs**





 $R_{Atr} = 25 dB$

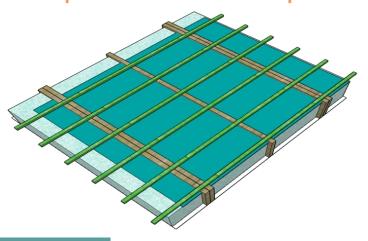
9.8 cm MW - 2x12 mm WBP

 $R_{Atr} = 38 dB$

20 cm MW - 2x18 mm OSB



Les panneaux "autoportants ouverts"

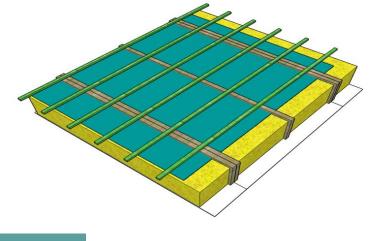


 $R_{Atr} = 20 dB$

16 cm PU - 3 mm WBP

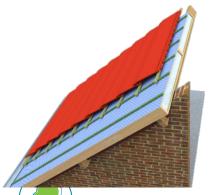
 $R_{Atr} = 23 dB$

7 cm PIR - 12 mm PB



 $R_{Atr} = 28 dB$

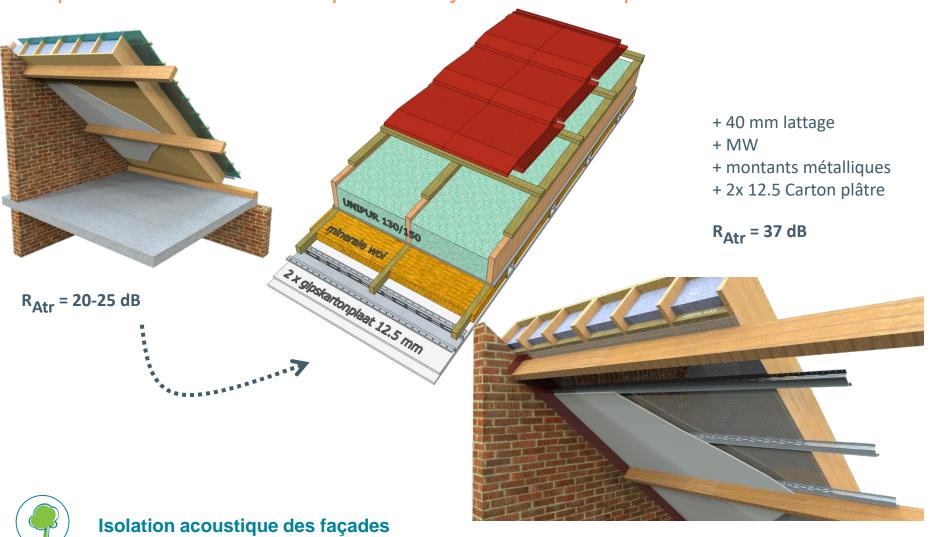
15 cm MW - 16 mm WBP





Souvent : Isolation thermique rigide + finition intérieure mince (< 1 cm) → ajout d'une finition découplée nécessaire ! (cf. solutions pour la rénovation)

Optimalisation acoustique des systèmes autoportants ouvertes



Influence du type de couverture





Tuiles en terre cuite

12 mm WBP -98 mm rockwool (35 kg/m³) – 12 mm WBP Rw(C;Ctr)=35 (-5;-10) dB

Tuiles en béton



Complexes toitures

Optimalisation acoustique des toitures inclinées

CT COUVERTURES

e 28 ianvier 2008 a été publiée la norme NBN S 01-400-1 posant des exigences acoustique des façades des immeubles d'habitation par rapport aux bruits en provenance de l'extérieur. Puisque cette norme définit une facade comme les parties de l'enveloppe ayant toutes la même orientation, ces exigences sont également applicables

B. Ingelaere, ir., chef adjoint du département 'Acoustique, énergie et climat'.

Les éléments de construction présentant des performances acoustiques élevées ont soit une masse surfaciune importante, soit sont conçus sur le principe d'une double naroi correctement mise en œuvre, c'est-à-dire sans faiblesses acoustiques locales. Cette deuxième option permet d'atteindre des performances acoustiques nettement supérieures à celles qui seraient obtenues avec une naroi monolithique de masse surfacique équivalente.

ISOLATION ACQUISTIQUE AMÉ-LIORÉE PAR UNE FINITION DE PLAFOND INDÉPENDANTE

L'isolation acoustique d'une toiture à versants peut être sensiblement améliorée si la finition du plafond est partiellement désolidarisée de la structure portante, créant ainsi une double paroi acoustique. Cet effet peut être optimalisé par l'application d'un isolant thermique assurant une absorption acoustique (généralement des matériaux souples et poreux tels que la laine minérale ou les fibres cellulosiques

mique du complexe toiture influençati dans une large mesure les acoustiques de la paroi. Le re (laine minérale, cel·lulose, ...) est d'autant plus importante. A titre d'exemple, les performances acoustiques de la paroz augmente ront d'environ 3 dB - toute autre chose étant 3 égale - si l'épaisseur de l'isolant thermique

Divers systèmes permettant de réaliser une désolidarisation partielle mais suffisante (cf. figures 1 et 2) existent sur le marché. Ceux-ci sont généralement constitués d'une ossature métallique légère fixée ponctuellement à la structure portante. Ces systèmes permettent

Isolation acoustique des toitures à versants

Il est également possible de réaliser une déarisation complète en créant une travée d'une paroi à l'autre à l'aide de profilés métalliques légers et de plaques de plâtre enrobées de carton (pas illustré). Ce système est souvent appliqué dans le cadre d'une rénovation lorsque la toiture et la finition de plafond existantes font office de première paroi. La finition de plafond indépendante sert alors de seconde paroi; entre ces deux éléments se trouve de préférence un matériau isolant assurant une absorption acoustique. Cette désolidarisation complète permet d'augmenter l'isolation acoustique de plus de 20 dB.

CONSTRUCTIONS TRADITION-NELLES TOITURES SARVING F FERMETTES INDUSTRIFLLES

Si la finition de plafond n'est pas dante, les performances aco plexe toiture sont essen égale, les parois dis de finitions de plafond plafourdes offrent dès e légèrement supécréer dans ces toitures possone de la companya de la company

de désolidarisation adéquate des ntérieures, il ne faut néanmoins pas Indre à un isolement acoustique (R) sur à 36 dB (cf. figure 2).

uas le cas de toitures dites Sarking, il est le plus souvent fait usage de matériaux isolants rigides qui, en l'absence d'un doublage intérieur suffisamment désolidarisé de la structure, ne permettent pas d'atteindre des performances supérieures à 29 dB (cf. figure 2).

TOITURES À CAISSONS CHEVRONNÉS ET PANNEAUX

finition intérieure, d'un isolant thermique rigide et d'éléments portants. Ils forment par conséguent une paroi monolithique fonctionnant selon le principe de la loi de la masse.

(< 1 cm), les caissons ne satisfont générale-

ment pas aux exigences de confort acoustique normal telles que définies par la norme NBN S 01-400-1. Afin d'améliorer la situation, les caissons peuvent être pourvus d'une finition indépendante supplémentaire (cf. § 1).

de deux nangeaux entre lesquels est inséré un isolant thermique. Bien que ces éléments de en raison de la rigidité s procurent néanmoins des es procedent neamhoins des s farique soit suffisamment élevee et it cours à un matériau isolant disporopriétés d'absorption acoustique.

> PRÉCIPITATIONS SUR TOITURES MÉTALLIQUES ET FENÊTRES

Les précipitations sur les toitures métalliques sont susceptibles d'entraîner des bruits de choc qui peuvent être réduits notamment par l'application d'une finition de plafond suffisamment lourde et indépendante

Dans le cas de fenêtres de toiture, le bruit provient en partie de l'impact de la pluie sur les vitrages, mais surtout des choes sur les encadrements métalliques de ces menuiseries Ces bruits de choc sont généralement moins genants car les occupants les considèrent souvent comme naturels. Si l'on souhaite néanmoins atténuer le bruit, on peut envisager la pose d'une protection extérieure qui réduit l'impact de la pluie ou de la grêle. Pour s'avérer efficace, cette protection doit couvrir nor seulement la partie vitrée, mais également l'encadrement métallique.

Fig. 1 Exemple de plafond partielle



RATIQUE



ISOLATION DES TOITURES EN TUILES ET EN ARDOISES AUX BRUITS AÉRIENS

Une protection efficace du logement vis-à-vis des nuisances acoustiques, par le biais de la toiture et des façades, est une exigence de plus en plus importante. Or, la toiture inclinée, de par sa masse surfacique réduite, constitue bien souvent un point faible dans l'isolation du bâtiment. Alors que, jadis, la toiture abritait le nier, formant ainsi un excellent tampon acoustique, aujourd'hui on y aménage chambres à coucher. Dès lors, les locaux les plus sensibles :

le plus souvent les moins bien protégés de la pollution acou

division Physique du bătiment & Climat

vue extérieure.

OBJET DE LA Cet article présente une évaluation d'une série de toitures à finition traditionnelle

à l'exclusion des systèmes acoustiques de finition intérieure proposés par certaines firmes spécialisées et assurant une bonne isolation aux bruits aériens (1). Seuls les matériaux traditionnels ont servi de point de départ à notre étude, dont l'objectif était d'aboutir à une optimisation acoustique de la toiture sans si coût notable par rapport à une exécution tra tionnelle. Pour ce faire, nous avons évalué pact de divers paramètres.

Les enseignements issus de l'étu par que nous ont également per l'amélioration ("rénovation toitures à parement intérieu ation de l'isosolutions ont été testées; lation aux bruits aéri

Bien que l'étude paramétrique concerne les complexes toitures traditionnels (pannes et chevrons), les résultats peuvent s'appliquer, sous certaines conditions, aux toitures à fermettes clouées. Enfin nous examinerons briévement l'isolation aux bruits aériens de toitures réalisées au moyen d'éléments autoportants.

Vu l'excellent applicabilité des résultats dans la pratique, nous cons opté, dans un premier approche relativement simple phénomènes acoustiques ne ntent explicités dans le détail; les perforolation aux bruits aériens ne sont sagées sous un angle spectral, mais exprimées par une valeur à nombre unireprésentée par l'indice de requestion de l'ar-au sonore R_a (°). La majeure partie de l'arreprésentée par l'indice de réduction du icle est donc à la portée du lecteur non initié.

Les schémas permettent de comparer les performances acoustiques de plusieurs toitures. Les données chiffrées ne sont pas des valeurs absolues, mais indiquent l'amélioration des performances (3). En effet, les niveaux d'isolation obtenus en laboratoire résultent de mesures basées sur une incidence sonore diffuse (d'intensité similaire dans toutes les directions). alors qu'en pratique, l'incidence sonore sur la toiture sera non pas diffuse, mais orientée suivant une direction déterminée, ce qui peut entraîner une chute des performances d'isolation aux bruits aériens. L'amélioration relative des performances propres aux différentes toitures sera néanmoins en grande partie conservée.

Les résultats indiquent l'amélioration de l'iso-



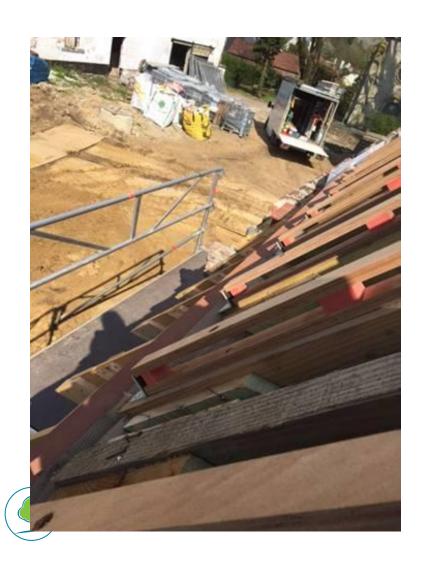
^(*) Les performances de ces systèmes par rapport aux solutions proposées dans le présent article peuvent être évaluées sur la base de leur isolation globale aux bruits aériens, qui peut s'exprimer par exemple au moyen de la valeur R. (C; C,). Le gain d'isolation peut également être calculé approximativement par rapport à la toiture

^(?) Dans la nouvelle norme ISO 717-1, parue en décembre 1996, les performances sont exprimées par la valeur R, accompagnée de deux termes de correction : R, (C;C,) Pour simplifier, nous n'avons gardé que la valeur R, à l'exclusion des termes de correction. De plus amples informations à ce sujet seront publiées ultérieurement.

^(*) Les valeurs surmontées d'un astérisque (par exemple : R_w = x + 14 (à 16) dB*) ne correspondent pas à des résultats de mesure, mais ont été obtenues par extrapolation. Les mesures réelles out été effectuées sur une toiture dont la finition inférieure, identique quant au matériau, est constituée de deux panneaux de plâtre eurobé de carton (2 x 12,5 mm) au lieu d'un seul comme signalé dans les schémas. L'influence du panneau supplémentaire a ensuite été déduite des résultats de mesure. La vaste campagne de mesures a démontré que l'ajout d'un second panneau entraînait un gain d'isolation acoustique de 3 à 5 dB.

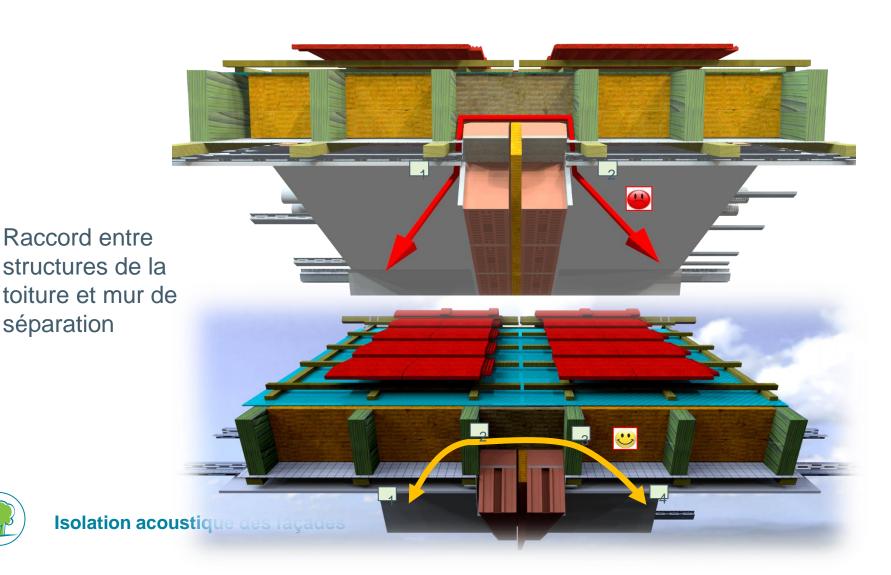
Optimisation acoustique des toitures

Système de lattes-ressorts innovantes



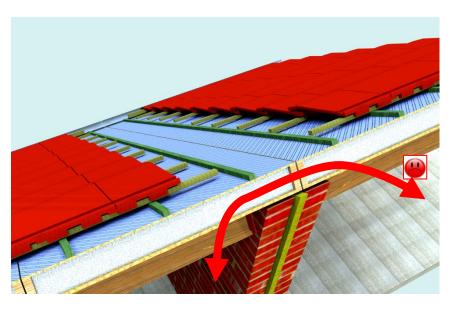


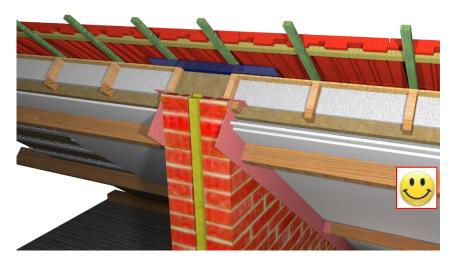
Transmission entre locaux



Transmission entre locaux

Panneaux de toiture : interruption et matériau absorbant au niveau du mur de séparation

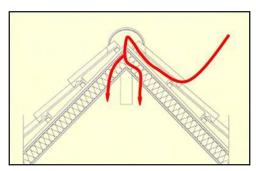




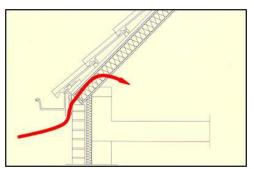




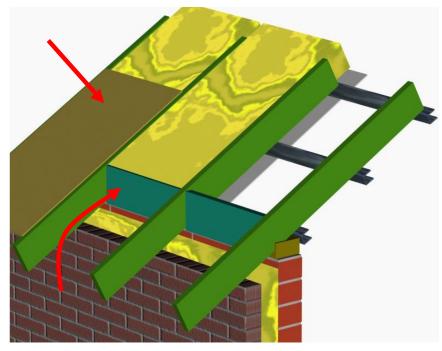
Etanchéité à l'air ≠ étanchéité acoustique







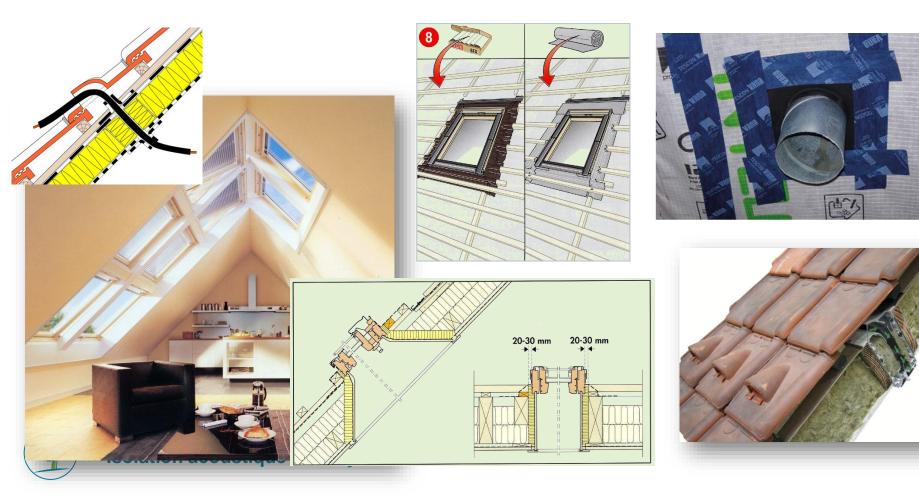






Ouvertures de toiture

Grilles de ventilation et lucarnes (raccords, performance du verre limitée, fuites) -> dans des endroits bruyants : (doubles) fenêtres dans le pignon + ventilation mécanique



Bruit d'impact de la pluie

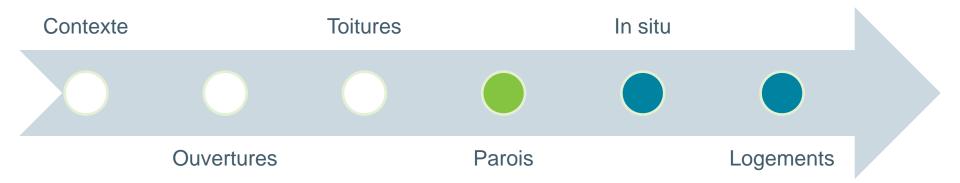
Toitures métalliques: suffisamment lourdes, découplée des finitions intérieures

Fenêtres de toit : profils adaptés



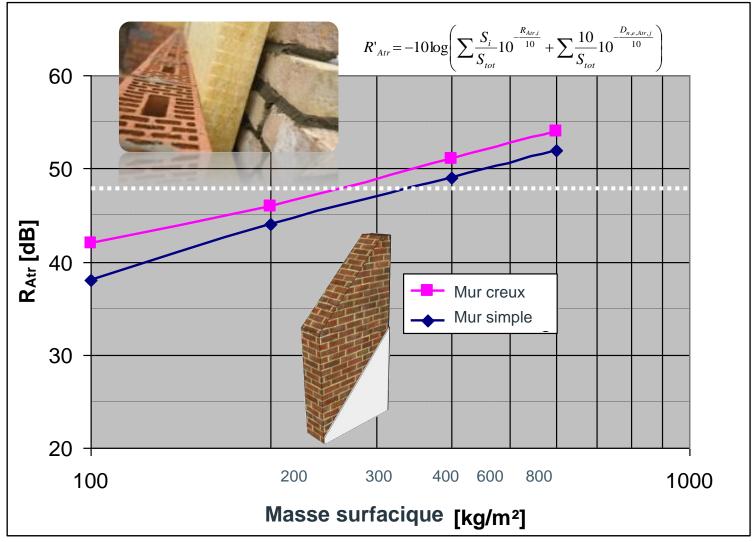


Plan de l'exposé





Négligeable àpd $R_{Atr} > 48 dB$



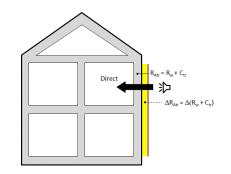


Impact des doublages thermiques

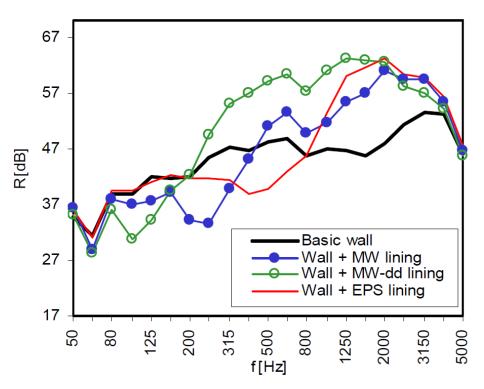
- > Souvent une **détérioration** acoustique avec doublages thermiques
 - Systèmes collés à base de **mousses rigides** (PU, EPS, XPS, ...) ou matériaux d'isolation durs (fibres de bois-ciment, verre cellulaire, plaques d'isolation minérales, ...).
 - Systèmes collés à base d'isolants en épaisseur < 50 mm
- > Amélioration avec un doublage thermo-acoustique
 - MW, E-EPS, flocons de cellulose, flocons de fibres de bois, PUflocons, ... > 50 mm
 - Finition à l'intérieur sur ossature indépendante (ou fixations antivibratiles)
- Normalement impact acoustique négligeable dans la construction massive si fenêtres sont présentes



Impacts des isolants extérieurs ETICS



Réduction de isolation acoustique possible!



Paroi de base:

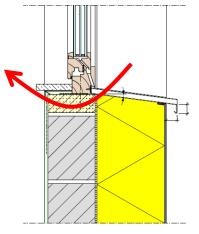
380 mm de briques perforées, plafonnées d'un côté

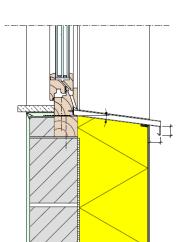
isolant	$\begin{array}{c} f_0 \\ Hz \end{array}$	$\begin{array}{c} \Delta R_{w,direct} \\ dB \end{array}$	$\Delta (R_w + C)_{direct}$ dB	$\Delta (R_w + C_{tr})_{direct}$ dB
EPS	400	0	-1	-1
MW	250	2	0	-2
MW- dd	100	8	6	2

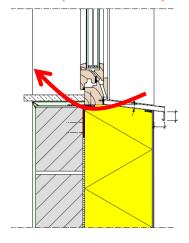
J. Nurzinsky (BRI - Poland), "The effect of additional thermal lining on the acoustic performance of a wall", Acoustics'08, Paris, 2008

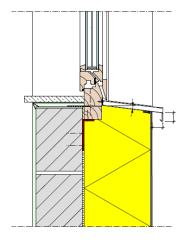


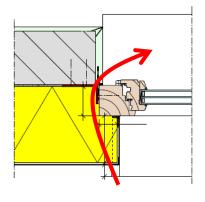
Impact des isolants extérieurs (ETICS)

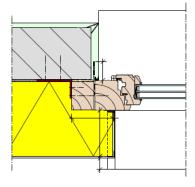








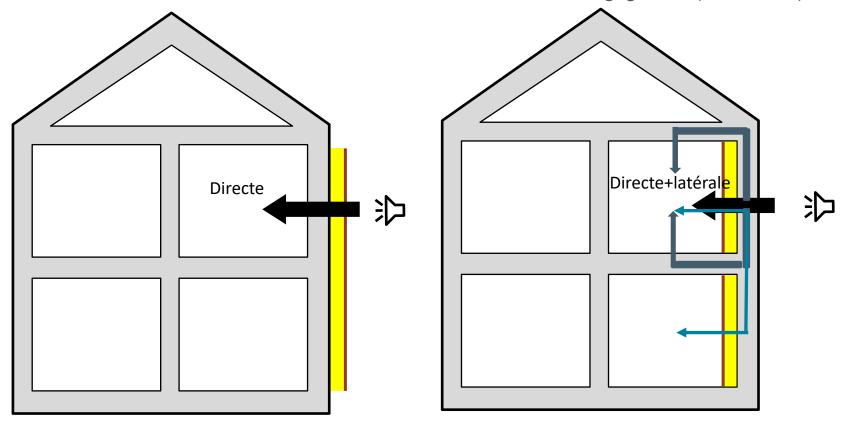






Isolants thermiques extérieurs vs. intérieurs

Plus de transmission latérales avec isolants intérieurs, souvent négligeable (max. 2 dB)

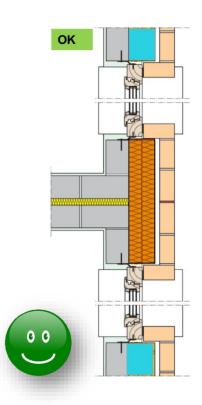


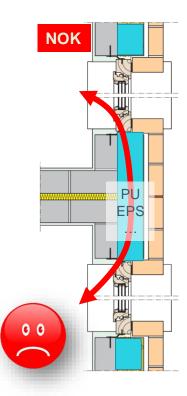


Impacts de l'isolant dans la cavité

Transmission latérale par la cavité



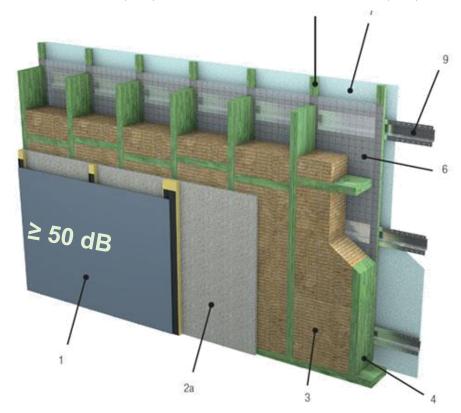


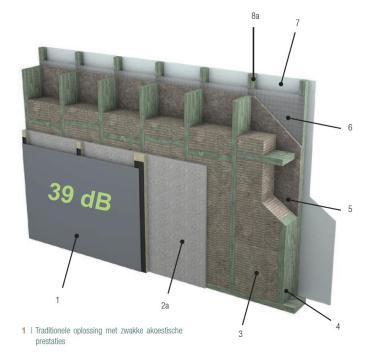




Paroi à ossature bois

- 1. Revêtement extérieur (diverses possibilités)
- 2a. Panneau (16 kg/m²) aux propriétés spéciales en matière de réaction au feu offrant, dans le cas d'une ossature en bois, une résistance au similaire, par exemple)
- 3. Laine minérale ou matériau aux propriétés similaires en matière de réaction au feu et de performances thermoacoustiques
- 4. Ossature en bois
- 5. Panneau OSB
- 6. Pare-vapeur
- 7. Plaque de plâtre comme revêtement intérieur
- 8a. Lattes en bois
- 8b. Lattes en bois d'une section minimum de 45 x 70 mm², par exemple
- 9. Profilé à ressort ou ossature métallique légère indépendante
- 10. Plaque à base de ciment ou plaque constituée d'un matériau similaire (24 kg/m²) permettant de garantir la résistance au feu de la paroi
- 11. Couche de laine minérale deux fois moins épaisse que la couche de laine minérale se trouvant du côté extérieur au pare-vapeur



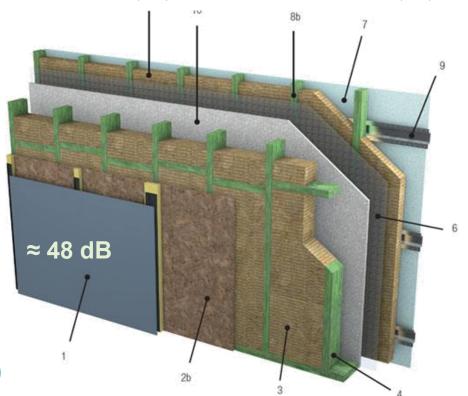






Paroi à ossature bois

- 1. Revêtement extérieur (diverses possibilités)
- 2a. Panneau (16 kg/m²) aux propriétés spéciales en matière de réaction au feu offrant, dans le cas d'une ossature en bois, une résistance au feu suffisante (plaque à base de ciment ou similaire, par exemple)
- 2b. Panneau perméable à la vapeur n'apportant aucune protection
- 3. Laine minérale ou matériau aux propriétés similaires en matière de réaction au feu et de performances thermoacoustiques
- 4. Ossature en bois
- 5. Panneau OSB
- 6. Pare-vapeur
- 7. Plaque de plâtre comme revêtement intérieur
- 8a. Lattes en bois
- 8b. Lattes en bois d'une section minimum de 45 x 70 mm², par exemple
- 9. Profilé à ressort ou ossature métallique légère indépendante
- 10. Plaque à base de ciment ou plaque constituée d'un matériau similaire (24 kg/m²) permettant de garantir la résistance au feu de la paroi
- 11. Couche de laine minérale deux fois moins épaisse que la couche de laine minérale se trouvant du côté extérieur au pare-vapeur





WTCB-Contact 2015/2

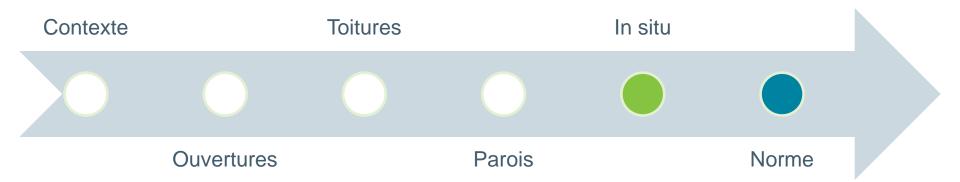
voor lichte gevelwanden



Optimisation des aspects hygrothermiques et sécurité incendie



Plan de l'exposé



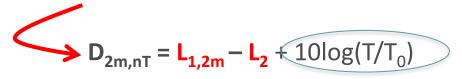


Isolation acoustique de la façade

Mesure in situ "D_{Atr}"

$$D_{Atr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$$

(calcul de la valeur unique selon EN ISO 717-1, mesure selon EN ISO 16283-3)



Conversion du niveau de bruit intérieur vers "pièce normalement meublée"

L_{1,2m}: Niveau d'émission extérieur à 2 m devant le pan de façade

L₂: Niveau intérieur à la réception [dB]

T : Temps de réverbération intérieur [s]

T₀: Temps de réverbération de référence

= $0.5 \text{ s (V} \ge 30\text{m}^3)$; $0.3 \text{ s (V} \le 20 \text{ m}^3)$



Ex. : $D_{2m,nT,w}$ (C; C_{tr}) = 39 (-1;-4) dB \rightarrow D_{Atr} = 39-4 = 35 dB

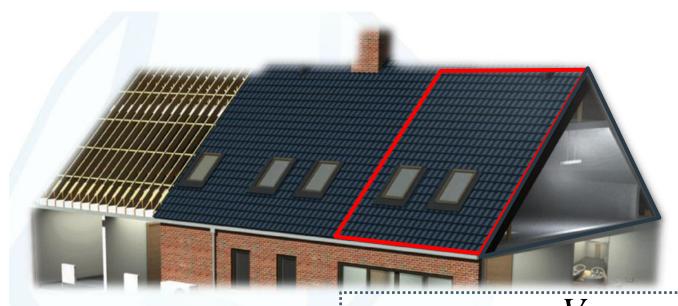




Isolation acoustique des façades

Isolation de façade D_{Atr}

 $D_{Atr} \approx \text{niveau de bruit extérieur - intérieur = } L_1 - L_2 + 10*log(T/T0)$



$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{3S}$$

Isolation acoustique composée

Forme de la façade

Volume de la pièce/surface de la façade



Influence de la forme de la façade

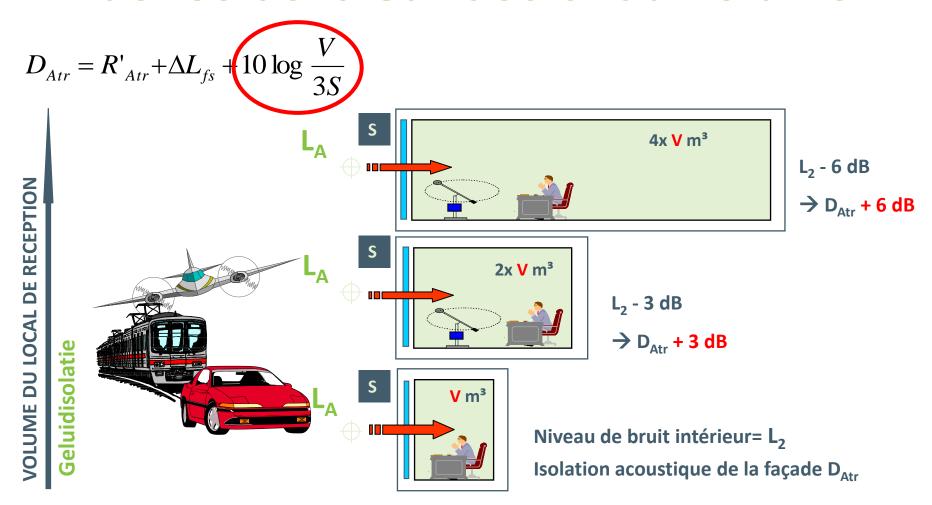
$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{3S}$$

Extra protection (>0) ou reflexions (<0) selon la forme de la façade

ΔLes	1 plane façade	2 gal	lery		3 galle	ery		4 ga	llery		5 galle	ry		66	alcon	у		7 bal	cony		8 balo	ony .		9 ten	race				
dB	L								Ц									l			L		<u></u>						
																			- 4					open	fence		closed	fence	
absorption roof $(\alpha_w) \Rightarrow$	does not apply	:0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≲0,3	0,6	≥0,9	≤0,	3	0,6	≥0,9	⊴0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9
line-of-sight														I															
on façade :	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	does r	ot apply	,	-1		-1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3
<1,5 m														100000															
(1,5-2,5) m			not appl		-1	Ö	2	0	1	3			· .	-1	1	1	3	0	2	4	1 .	1	2	3	4	5	5	6	7
>2,5m	。 Fa	ça			an ^	e:	2	2	2	3	3	4	6	1		2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7



Influence de la surface et du volume

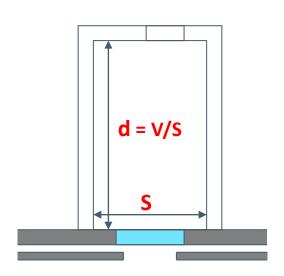


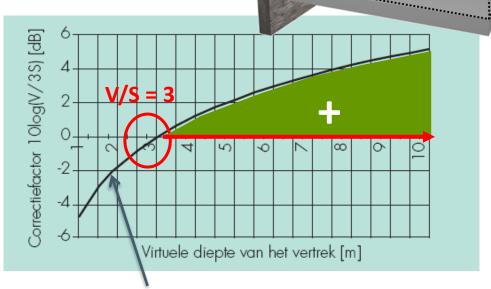
 $D_{Atr} \approx \text{niveau de bruit extérieur - intérieur} = L_1 - L_2 + 10*log(T/T0)$ Isolation acoustique des façades

Influence de la surface et du volume

$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{3S}$$

L'isolation acoustique D_{Atr} augmente avec la 'profondeur virtuelle' (V/S) du local!





Attention aux locaux "peu profonds" (< 3m) et plusieurs pans de façade (p.ex. chambres sous toiture)



Plan de l'exposé



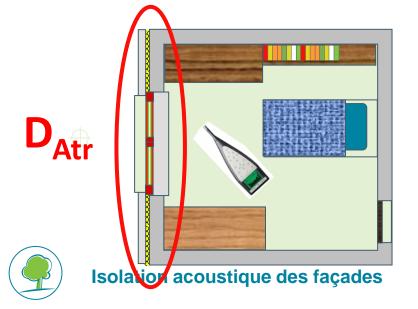


NBN S 01-400-1:2008 (en révision)

Niveau de bruit extérieur à 2 m devant la façade

+3 dB si > deux pans de façade

	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur						
Living, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \succeq L_A$ - 34 (m) B (1) et $D_{Atr} \succeq 26$ dB	$D_{Atr} \ge L_A - 30 + m \text{ dB } (1)$ et $D_{Atr} \ge 30 \text{ dB}$						
Chambre à cours	$D_{Atr} \ge 34 + m dB (1)(2)$							



Niveau sonore intérieur envisagé pour le confort acoustique normal/supérieur :

Séjours, cuisines, bureaux (le jour): ≤ 34/30 dB

Chambre (la nuit) : ≤ 29/25 dB

(Supposition: L_A diminue de minimum 5 dB la nuit)

NBN S 01-400-1:2008 (en révision)

	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur					
Living, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \ge L_A - 34 + m \text{ dB } (1)$ et $D_{Atr} \ge 26 \text{ dB}$	$D_{Atr} \ge L_A - 30 + m \text{ dB } (1)$ et $D_{Atr} \ge 30 \text{ dB}$					
Chambre à cours	$D_{Atr} \ge 34 + m \text{ dB } (1)(2)$						

Exigence (2) pour les chambres est seulement d'application si :

Durant la période nocturne (22u − 6u), au moins trois fois par nuit un niveau de bruit L_{Aeq,1s,max,T} dépasse ≥ 70 dB, provoqué par:

- Soit un bruit provenant du trafic aérien,
- Soit un bruit provenant du trafic ferroviaire.



Les valeurs obtenues dans ce cas ne conduisent pas nécessairement à un niveau de confort satisfaisant



Futures critères prNBN S 01-400-1 (2019)

Classe C = niveau de performance minimum requis pour l'isolation de la façade.

Tableau 3 – Critères pour l'isolation des pans de façade pour les trois niveaux de performances

Exposition de la façade pendant les heures de pointe

Local à protéger	Classe A	Classe B	Classe C				
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et	$D_{Atr} \ge L_{A,da}$	_y –30 dB	$D_{Atr} \ge L_{A,day} - 34 dB$				
chambre à coucher	et D _{Atr} ≥	32 dB	$_{et}$ $D_{Atr} \ge 28$ dB				
chambre à coucher	$D_{Atr} \ge L_{A,\text{night}}$	-25 dB ª	$D_{Atr} \ge L_{A, \text{night}} - 28 \text{ dB}$				
		D_{Atr}	≥34 dB ∘				
exigence supplémentaire pour galeries ou escaliers extérieur(e)s utilisés en commun vers locaux susmentionnés ^b	$D_{2mA} \ge$	48 dB	<i>D</i> _{2m,A} ≥ 44 dB				

a Ce critère doit être augmenté de 3 dB si le local à protéger possède encore un autre pan de façade et si les deux pans de façades contiennent au moins une grille de ventilation ou un élément de façade avec un indice d'affaiblissement acoustique

pondéré R_{Atr} < 48 dB et si les deux pans de façade sont exposés à une charge de bruit diurne $L_{A,day}$ d'au moins 62 dB

Nouvelle exigence pour des galeries



NBN S 01-400-1:2008 (en révision)

Niveau de bruit L₄	Isolement acoustique D _{Atr} (dB) nécessaire							
(dB) devant le pan de façade	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur						
50	26	30						
55	26	30						
60	26	30						
65	31	35						
70	36	40						
75	41	45						





dossier-CSTC 2011/3.10

Classe	Description type	L Aref
1	Exemples: le long de la plupart des chemins calmes, champêtres, dans les lotissements calmes avec circulation locale, dans les rues en ville avec un trafic réduit, pour les façades fortement protégées.	60 dB
2	Exemples : rues asphaltées en ville avec un trafic normal et une seule bande de circulation dans chaque sens.	65 dB
3	Exemple : trafic intense et lourd.	70 dB
4	Exemples: le long de la plupart des rues en ville avec un trafic intense, des rues dont le revêtement est en béton et le trafic important, des routes nationales, près des voies d'accès des grandes villes, le long des routes de liaison régulièrement fréquentées par du trafic lourd vers les terrains industriels.	≥ 77 dB

www.vandaag.be

 $D_{Atr} \ge (m=0)$

26 dB

31 dB

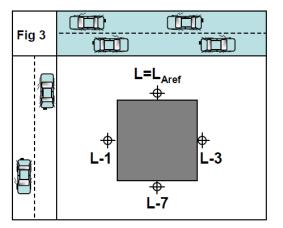
36 dB

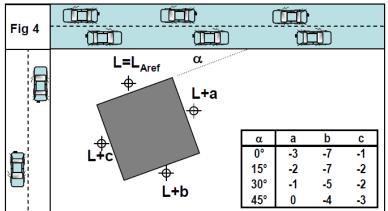
43 dB

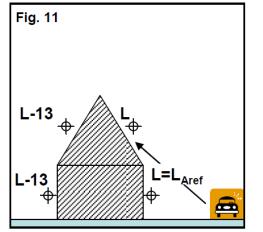
Isolation acoustique des façades

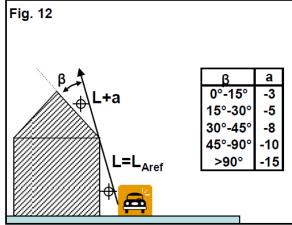
Mieux : Mesure du L_{Aref} à 2m devant la façade

NBN S 01-400-1:2008 (en révision)









- Evaluation ou mesure de la valeur L_{Aref} (façade la plus exposée)
- Détermination de la valeur L_A devant le pan de façade via les figures de la norme



NBN S 01-400-1:2008 (en révision)



Isolation acoustique d'un pan de façade entier

= résultat global, mesuré in situ

Isolation acoustique des façades

Performances des éléments de façade = caractéristique produit, mesuré labo

Dimensionnement

NBN S 01-400-1:2008 (en révision)

Sûr, simple, mais pas nécessairement l'option la plus économique!

l'élément voisin) qui font partie d'un pan de façade e	de façade (y compris leurs détails de connexion avec d'un living, d'une salle à manger, cuisine, bureau ou à couche <u>r</u>
Tous les éléments de façade excepté les grilles de ventilation	$R_{Atr} \ge D_{Atr} + 3 + 10lg[3(S_{netto} + 5n)/V] dB$
Les grilles de ventilation si elles sont présentes	$D_{neAtr} \ge R_{Atr} + 3 dB$

Avec:

n [/] = Le nombre de grilles de ventilation ayant des prestations acoustiques identiques $D_{neAtr} \ge R_{Atr} + 3 dB$; lorsqu'il n'y a pas de grille de ventilation, n = 0

 $D_{Atr}[dB]$ = La valeur de l'isolation nécessaire pour le pan de façade suivant les exigences générales en 7.1.1.

V [m³] = Le volume du local à protéger

 S_{netto} [m²] = La surface totale des éléments composant le pan de façade, qui possèdent un R_{Atr} < 48 dB

- ➤ Basé sur les formules de prédiction de la norme EN 12354-3
- Outil pour atteindre l'exigence pour le pan de façade D_{Atr}
- > Part de responsabilité pour examiner pourquoi le D_{Atr} (mesure in situ) p'est pas atteint
- Pour les grands projets: pas toujours l'option la plus intéressante!



Dimensionnement

NBN S 01-400-1:2008 (en révision)

Seulement pour les pans de façade sans grilles de ventilation!

Tableau 4 Performances minimales R_{st}, nécessaires pour les fenêtres (pour des pans de façade dépourvus d'ouvertures de ventilation).

							R _{Atr} n	écessair	e pour le	s fenêtre:	s [dB]					
L _A (1)	L _A D _{Atr} 100 % (³))	80 % (³)			60 % (³)				40 % (3)	20 % (³)			
[dB]	[dB]	2 m (⁴)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (⁴)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (⁴)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (⁴)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (⁴)	5 m (⁴)	10 m (⁴)
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	32	28	25	29	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	-	42	39	-	41	38	-	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	-	ı	-	1	-	-	-	-	42	ı	-	40	-	41	37

- (1) La : niveau de bruit extérieur pondéré A, en décibels, devant le pan de façade du local étudié.
- Pourcentage de surface de châssis vitrés par rapport à la surface totale du pan de façade considéré, calculé sur la base du tableau 3 de la norme NBN S 01-400-1.
 Pourcentage de surface de châssis vitrés par rapport à la surface totale du pan de façade vue de l'intérieur du local étudié.
- (4) Profondeur du local, en mètres (ou rapport entre le volume de la pièce et la surface du pan de façade considéré vue de l'intérieur).
- Impossible à atteindre avec des conceptions classiques de fenêtre

www.cstc.be

WTCB-Dossiers 2011/3.10

La norme NBN 5 01-406.1 (*), qui fixe les critères acoustiques à prendre en compte pour les immeubles d'habitation, définit notamment des critères concernant les façades. Ce sont généralement les fenêtres et, plus particulièrement, les vitrages qui, s'ils n'ont pas de propriètés acoustiques particulières, détermineront en grande partie l'isolation aux bruits extérieurs. Cet article classifie les vitrages en fonction de leurs performances acoustiques et permet de sélectionner les plus adaptés pour récondre à la norme dans des situations où il n' a pas de critique de ventilation dans la facade.

Quels critères acoustiques pour les vitrages ?

Van Damme, ing., chef du laboratoire 'Acoustique', CSTC

KIGENCES EN FONCTION DE

ères de la NBN S 01-400-1 ne portent les performances individuelles des ux mis en œuvre, mais bien sur le final apporté par l'ensemble de la o'est-à-dire sur l'isolation acoustique ent obtenue in situ et exprimée pa ent acoustique standardisé pondéré et pour les bruits de trafic, le Day. Plus ce tre est élevé, meilleure est l'isolation de e aux bruits aériens. Vu les fortes variassibles du niveau de bruit environnan 6 généralement par le bruit de trafic) ifférents projets, l'isolement demandé norme dépendra du niveau de bruit ir auquel est soumis le bâtiment. Les performances acoustiques ne seron s requises pour les vitrages utilisés sur le avant d'un immeuble à appartements it sur un boulevard bruyant que pour stinés à un même bâtiment construit en

nu de bnuit extérieur, défini par le para
ne pour la façade la plus exposée au

nu yeut se déseminer soi à l'ade d'une meaure un site au soncenders, soit à pastir d'une
entination basée au une description type telle
que proposée dans la norme. Ces descriptions
et, par exemple, dans le cas s'un traits normal
en ville, dans une ne aphalité à une bunde de
circulation dans chaque sonz, le nivre ade bruit
extérieur est de l'ordre de 65 dB(A). C'est sur
la base de ce nivresu de bruit que la norme va
donc imposer l'isodement acoustique D, nécessaire pour la foguée avant de bittimest.

Niveaux différents par pan de façade

Pour les autres pans de façade, le niveau L déterminé ci-des aus n'est pas forcément représentatif du niveau de bruit auquel ils sont sou-

mis en réalité. Prenons l'exemple d'une maison mitoyenne construite le long d'une seule nue; la façade arrière est protégée du bruit de la nue par la présence même du bâtiment qui représente une sorte d'écran acoustique. Les annexes de la norme NBN S 01-400-1 preposent donc une méthode basée sur une série de schémas (cf. figure 1) afin de déterminer, à partir du niveau de bruit sur la façade la plus exposée (généralement la façade avant). $L_{\rm tot}$ le niveau de bruit $L_{\rm x}$ que subirrorz les autres pans de façade du bâtiment. Par exemple, pour un bâtiment quatre façades (maison unifamiliale

Tables of Misses of a book and the contract and different a district a second

ableau 1 Niveau de bruit extérieur estimé pour différentes situations types.							
Classe	Description type	L					
1	Exemples: le long de la plupart des chemins calmes, champêtres, dans les lotissements calmes avec circulation locale, dans les rues en ville avec un trafic réduit, pour les façades fortement protégées.	60 dB					
2	Exemples : rues asphaltées en ville avec un trafic normal et une seule bande de circulation dans chaque sens.	65 dB					
3	Exemple : trafic intense et lourd.	70 dB					
4	Exemples: le long de la plupart des rues en ville avec un trafic intense, des rues dont le revêtement est en bêton et le trafic important, des rutes nationales, prés des voies d'accès des grandes villes, le long des routes de laison régulièrement fréquen- tées par du trafic lourd vers les terrains industriels.	≥ 77 dB					

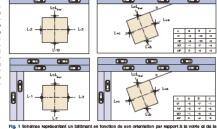


Fig. 1 Softmas représentant un bitiment en fonction de son ordentation par repport à la voirité et de la présence d'une out plusieurs voies des circulation et planettant de déduire le L. jarrité du L_{arc} La chaussée illustrise en blau clair représente un voie de circulation où le trafic est moins intense que sur la chaussée illustrise en blau foncé.

(1) Bureau de Normalisation. NBN S 01-400-1 Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation. Bruxelles, NBN, 2008

Isolation acoustique des façades

Dimensionnement

NBN S 01-400-1:2008 (en révision)

Exemple:

Niveau de bruit extérieur: 65 dB(A)

 \rightarrow Jusque 32 dB : $R_{\text{fenêtre}} \ge R_{\text{vitrage}}$

Surface du pan de façade (depuis l'intérieur) : 8.5 m²

- Surface des fenêtres : 1.9 m² = 22%

TABLEAU : $R_{\Delta tr} \ge \pm 25 \text{ dB}$

- Profondeur du local: <mark>4 m</mark> (ex. vitrage 4-16-4)

Tableau 4 Performances minimales R_{at}, nécessaires pour les fenêtres (pour des pans de façade dépourvus d'ouvertures de ventilation).

							R _{Atr} n	écessair	e pour le	s fenêtre:	s [dB]					
L _A (1)	D _{Atr} (2)		100 % (³)	80 % (³)			60 % (³)				40 % (3))	20 % (³)		
[dB]	[dB]	2 m (4)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (4)	5 m (4)	10 m (⁴)	2 m (4)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (4)	5 m (⁴)	10 m (⁴)	2 m (⁴)	5 m (⁴)	10 m (⁴)
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	- 32	- 28	25	29->	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	-	42	39	-	41	38	-	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-	-	40	-	41	37

⁽¹) La : niveau de bruit extérieur pondéré A, en décibels, devant le pan de façade du local étudié.

 ⁽⁴⁾ Profondeur du local, en mètres (ou rapport entre le volume de la pièce et la surface du pan de façade considéré vue de l'intérieur).
 Impossible à atteindre avec des conceptions classiques de fenêtre.



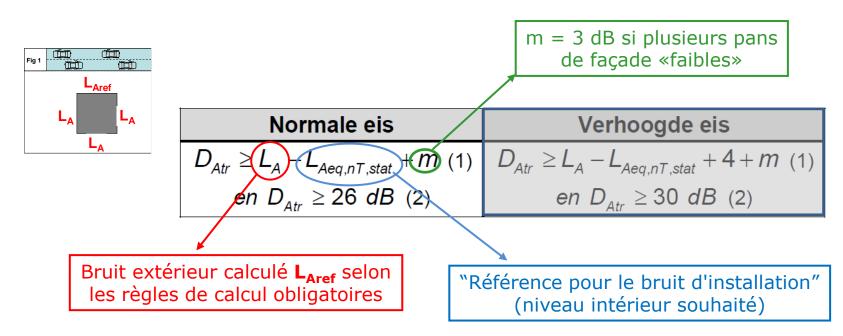
⁽²⁾ D_{Att} : isolement acoustique standardisé pondéré et corrigé, nécessaire pour le pan de façade considéré, calculé sur la base du tableau 3 de la norme NBN S 01-400-1.

⁽³⁾ Pourcentage de surface de châssis vitrés par rapport à la surface totale du pan de façade vue de l'intérieur du local étudié.

Bâtiments scolaires

NBN S 01-400-2:2012

Pour les pièces avec une sensibilité au bruit normale à très élevée



Si aire de jeux utilisée pendant les cours

		Exigence normale	Exigence supérieure
	Aires de jeux	D _{Atr} ≥ 34 dB	D _{Atr} ≥ 38 dB
1	Aires de jeux couvertes	D _{Atr} ≥ 38 dB	$D_{Atr} \ge 42 \text{ dB}$



Conclusions

- En milieu urbain, importance des basses fréquences (+C_{tr})
- In situ, l'isolation de façade est exprimée par le D_{Atr}
- En laboratoire, les prerformances acoustiques des éléments de façade sont exprimées par : R_{Atr} of D_{neAtr} (< 1m²)
- Pour les habitations, les exigences d'isolation acoustique (des éléments) de façade (dimensionnement) se trouvent dans la norme NBN-S01-400-1
- Ce sont généralement les ouvertures de façade (fenêtres, grilles, coffres à voltes) qui conditionnent la performance acoustique de la façade
- Pour optimaliser les éléments de façade faibles, il faut ajouter de la masse, découpler les éléments structuraux et ajouter de l'absorption (système masse-ressort-masse)



Référence & plus d'informations:

- Acoustique des façades | Guide Bâtiment Durable (gidsduurzamegebouwen.brussels)
- NBN S 01-400-1: Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation, NBN, 2008
- prNBN S 01-400-1: Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation, NBN, 2019
- NBN S 01-400-2: Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires, NBN, 2012
- NBN S 01-400: Critères de l'isolation acoustique, NBN, 1977
- NBN EN 12354-3: Building acoustics Estimation of acoustic performance of building from the performance of elements - Part 3: Airborne sound insulation against outdoor noise, NBN, 2000
- Bouwakoestiek, Hogere Cursus Akoestiek, KVIV, G. Vermeir, 2003
- Noise and vibration control, L.L. Beranek, 1988
- <u>www.cstc.be</u> (WTCB-publicaties en Normen)
- www.normes.be/acoustique



Contact

Debby WUYTS, ir. arch.

Chef du Laboratoire Acoustique, CSTC

Coordonnées:

2: +32 2 655 77 11

E-mail: debby.wuyts@bbri.be



Étes-vous un professionnel du bâtiment à Bruxelles...

- Actif dans le domaine de la construction durable et construction 4.0
- Qui s'investi dans les techniques de construction neuves et innovantes
- Désireux d'augmenter votre compétence, votre rendement et votre part de marché?

Êtes-vous à la recherche ...

- d'un support technologique professionnel
- d'informations sur le marché indépendantes et fiables
- de possibilités de financement et de subsides
- de sessions d'informations sur les nouvelles technologies au sein de votre secteur

pour développer et réaliser votre idée innovante?

Alors contactez aujourd'hui "C-Tech", votre service CSTC:

- Composé d'une grande équipe d'experts multidisciplinaires
- Ayant des années d'expériences sur chantier et dans la recherche
- Ayant un vaste réseau régional et international

afin de concrétiser, en toute confidentialité, votre idée innovante ou procédé nouveau!



Souhaitez-vous bénéficier gratuitement de cette assistance? Appelez ou écrivez-nous encore aujourd'hui!







Téléphone: 02 655 77 11

www.c-tech.brussels

E-mail: c-tech.brussels@bbri.be

C-TECH c/o CSTC

Guidance Technologique "Ecoconstruction" Bruxelles

Rue Dieudonné Lefèvre 17 1020 Bruxelles



UN SERVICE DU









