

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ACOUSTIQUE : CONCEPTION
ET MISE EN ŒUVRE

PRINTEMPS 2022

Isolement aux bruits aériens

En pratique

Manuel VAN DAMME

Objectif(s) de la présentation

- Solutions techniques pour la construction de logements acoustiquement performants



Plan de l'exposé

- Les transmissions latérales,
- Isolation acoustique des maisons mitoyennes,
- Principes d'isolement entre appartements.





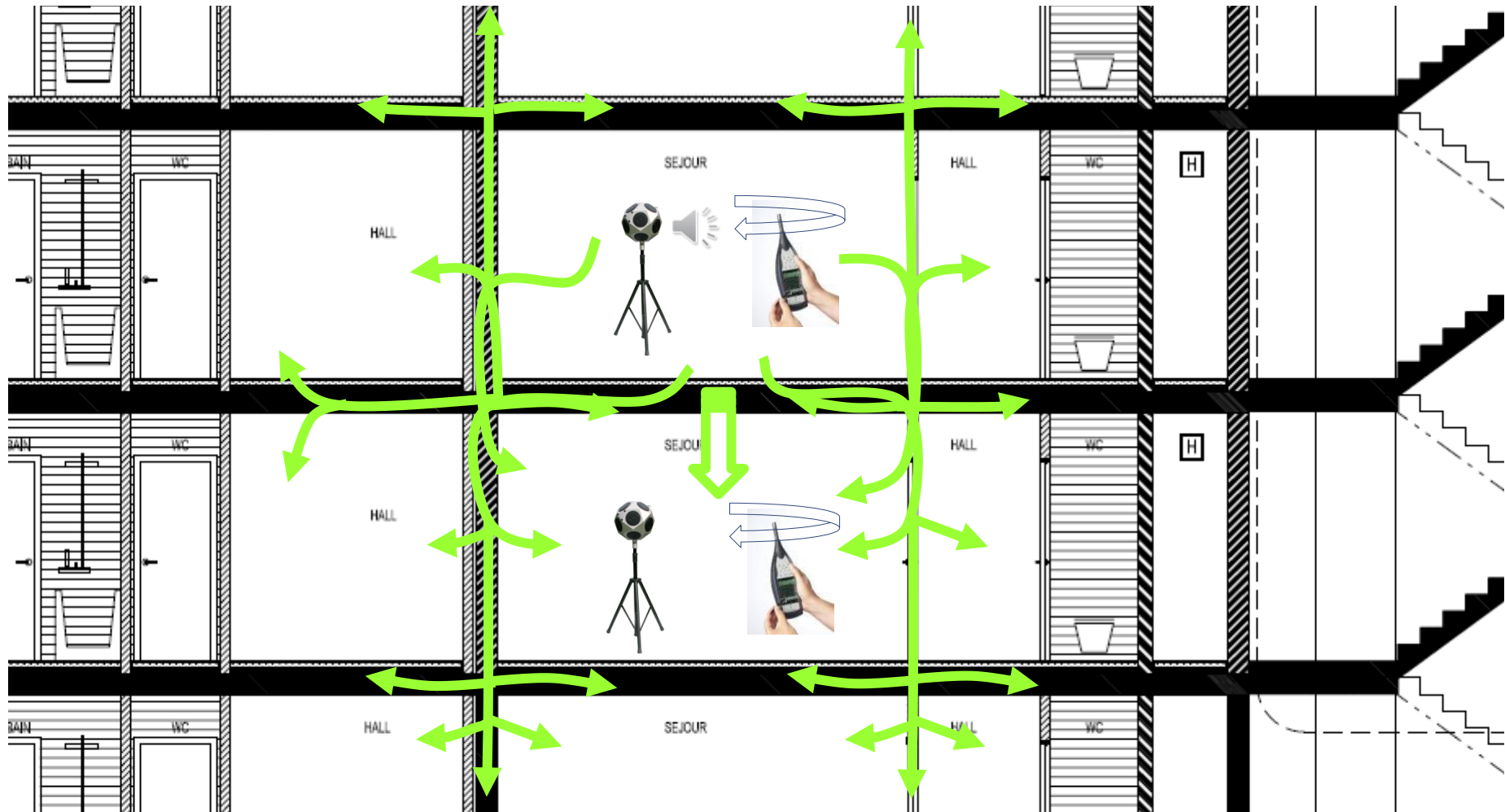
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Mesure de l'isolement aux bruits aériens : **source de bruit rose – transmission directe et transmissions latérales**



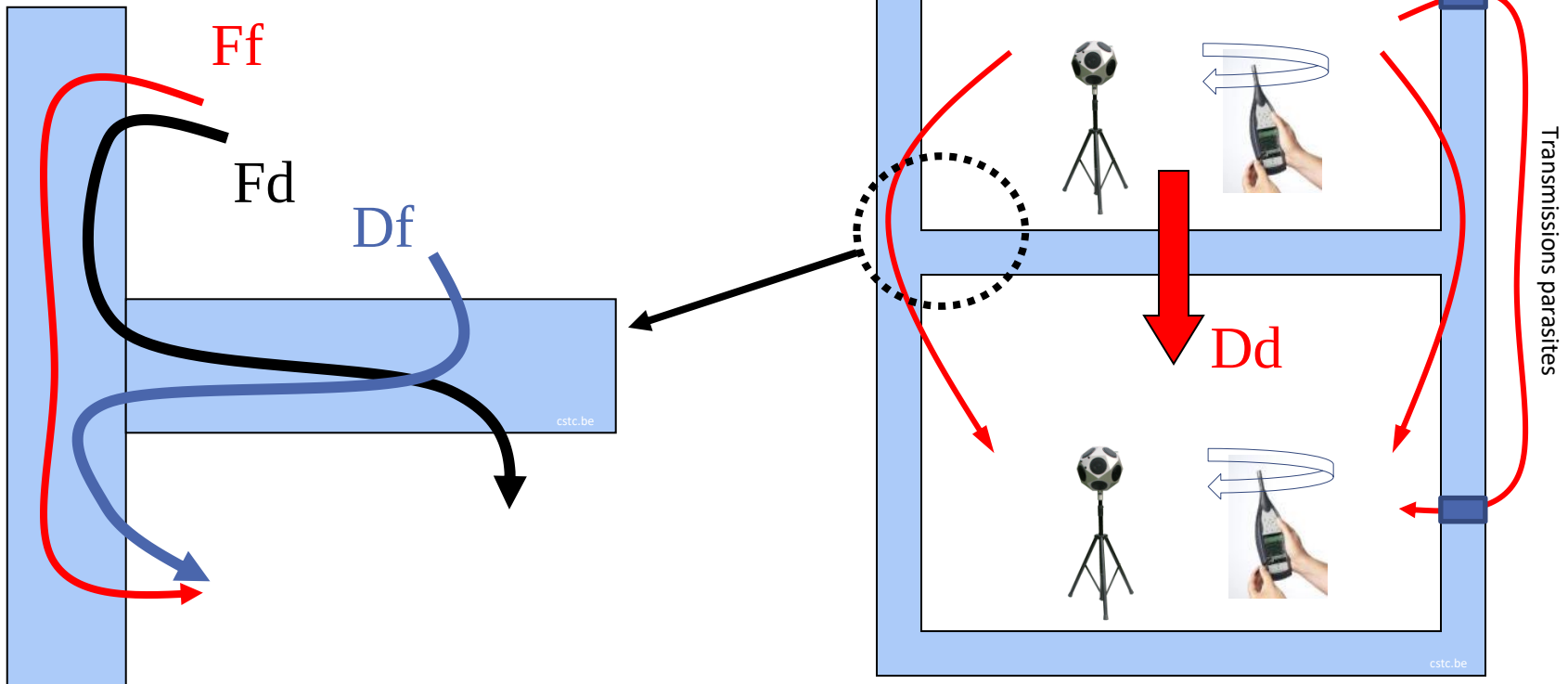




La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Mesure de l'isolement aux bruits aériens : **source de bruit rose – transmission directe et transmissions latérales**

- Voie de transmission directe D_d
- 4 x 3 voies de transmission latérales F_f , F_d et D_f
- Transmissions parasites

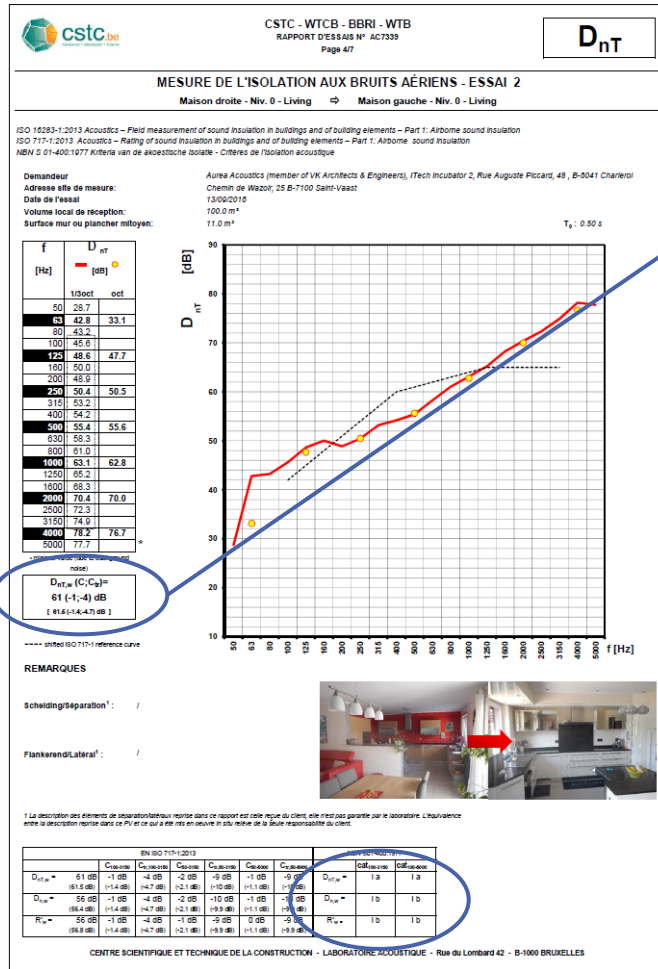


La transmission globale = la transmission directe + somme des transm. latérales



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Mesure de l'isolement aux bruits aériens : l'isolement acoustique standardisé entre deux locaux



$$D_{nT,w} (C;C_{tr}) = 61 (-1;-4) \text{ dB}$$

$$[61.6 (-1.4;-4.7) \text{ dB}]$$

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0}$$

LOCAL D'EMISSION hors de l'habitation	LOCAL DE RECEPTION dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Tout type de local	Tout type de local sauf un local technique ou un hall d'entrée	$D_{nT,w} \geq 54 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$
Tout type de local d'une maison neuve mitoyenne	Tout type de local d'une maison neuve mitoyenne sauf un local technique	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 62 \text{ dB}$
LOCAL D'EMISSION dans l'habitation	LOCAL DE RECEPTION dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Chambre à coucher, cuisine, living et salle à manger	Chambre à coucher	$D_{nT,w} \geq 35 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 43 \text{ dB}$

cstc.be



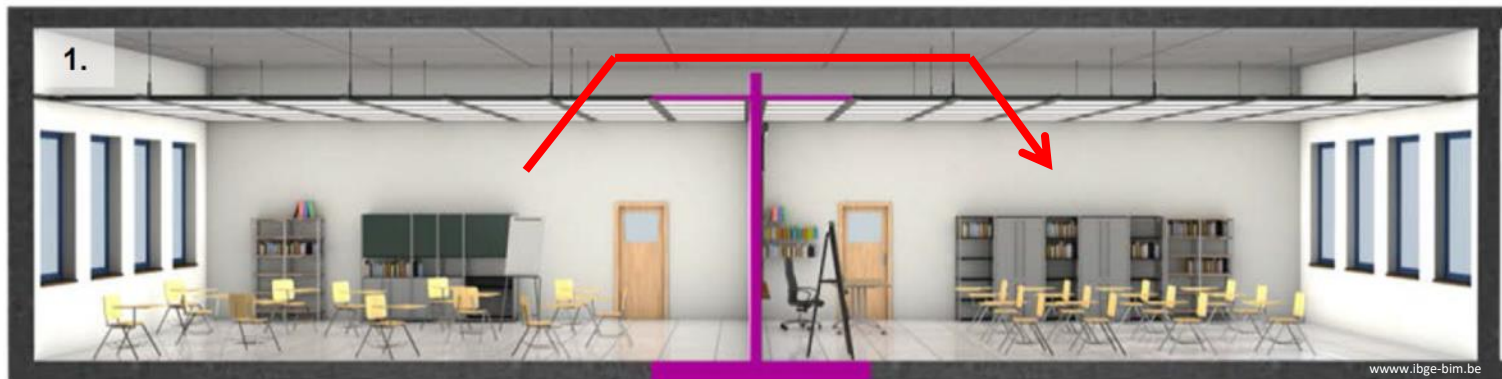
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Prédiction de l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,w}$ à partir des plans du bâtiment

Pour les isolements peu élevés, la performance de l'isolement entre locaux $D_{nT,w}$ est liée principalement à l'indice d'affaiblissement acoustique R_w des éléments qui composent la paroi séparative.

Mais points à risque à prendre en compte :

- Différence entre performances labo et sur site (p.ex. portes)
- Conditions de montage
- Hétérogénéité de la paroi (p.ex. vitrages intégrés)
- Présence de zones plus faibles dans la paroi (p.ex. prises en vis-à-vis)
- Fuites, Voies de transmissions parasites...

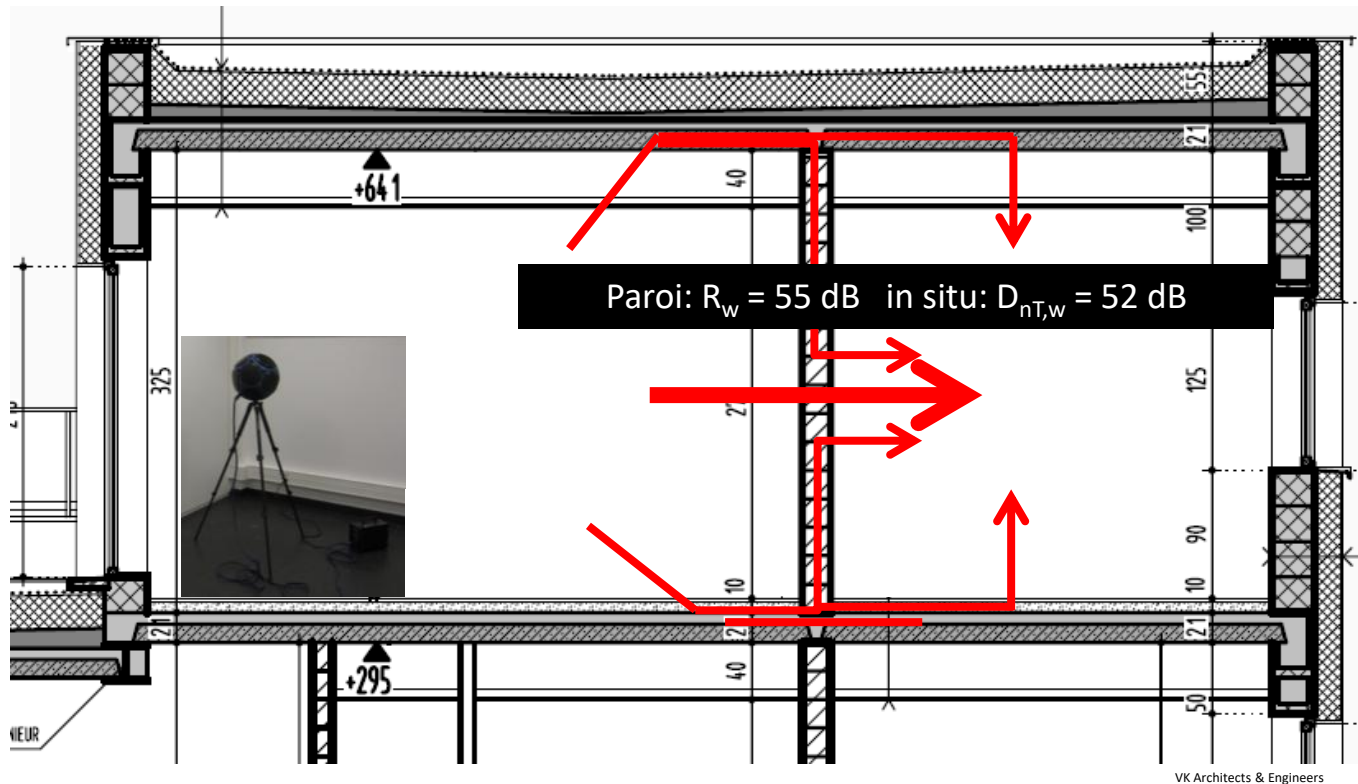




La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Prédiction de l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,w}$ à partir des plans du bâtiment

Pour les niveaux d'isolement acoustique entre locaux élevés, considérer l'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi R_w seul n'est pas suffisant. La performance de l'isolement entre locaux est liée à la paroi séparative mais aussi **aux transmissions latérales** → Calculs EN 12354 indispensables.



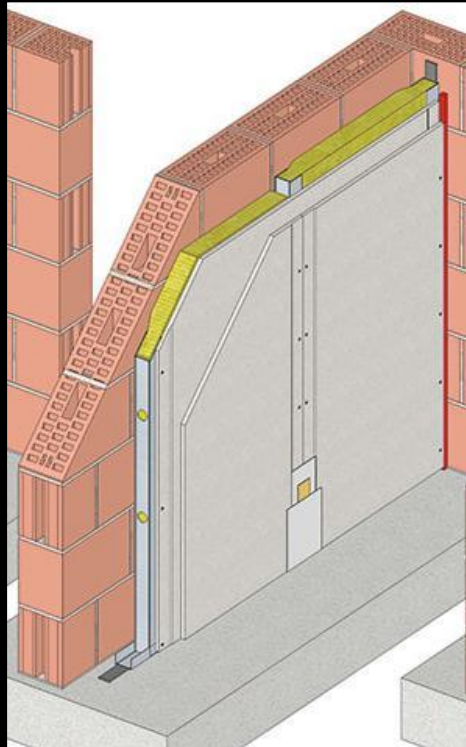


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

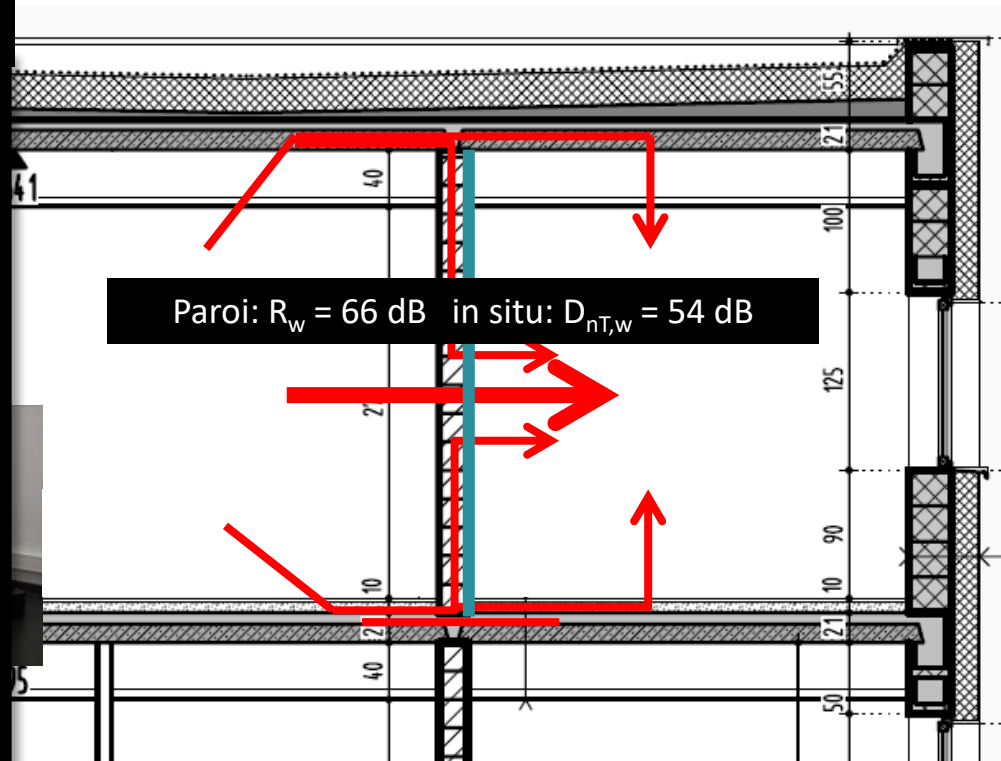
Prédiction de l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,w}$ à partir des plans du bâtiment

Pour les niveaux d'isolement acoustique entre locaux élevés, considérer l'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi R_w seul n'est pas suffisant. La performance de l'isolement entre locaux est liée à la paroi séparative mais aussi **aux transmissions latérales** → Calculs EN 12354 indispensables.

Avec doublage acoustique sur la paroi de séparation



www.cstc.be

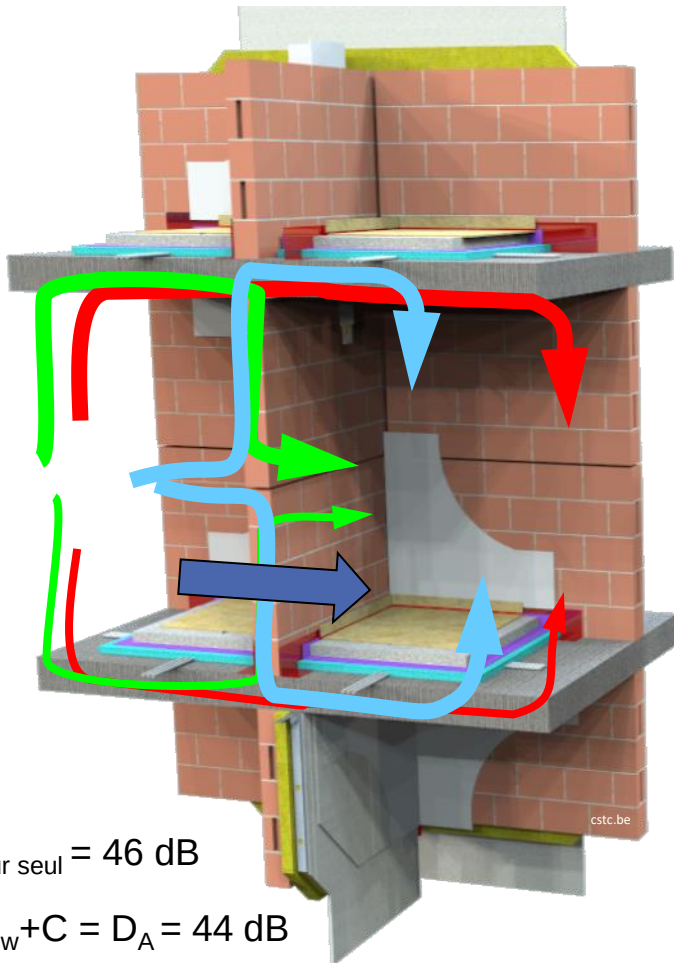


VK Architects & Engineers



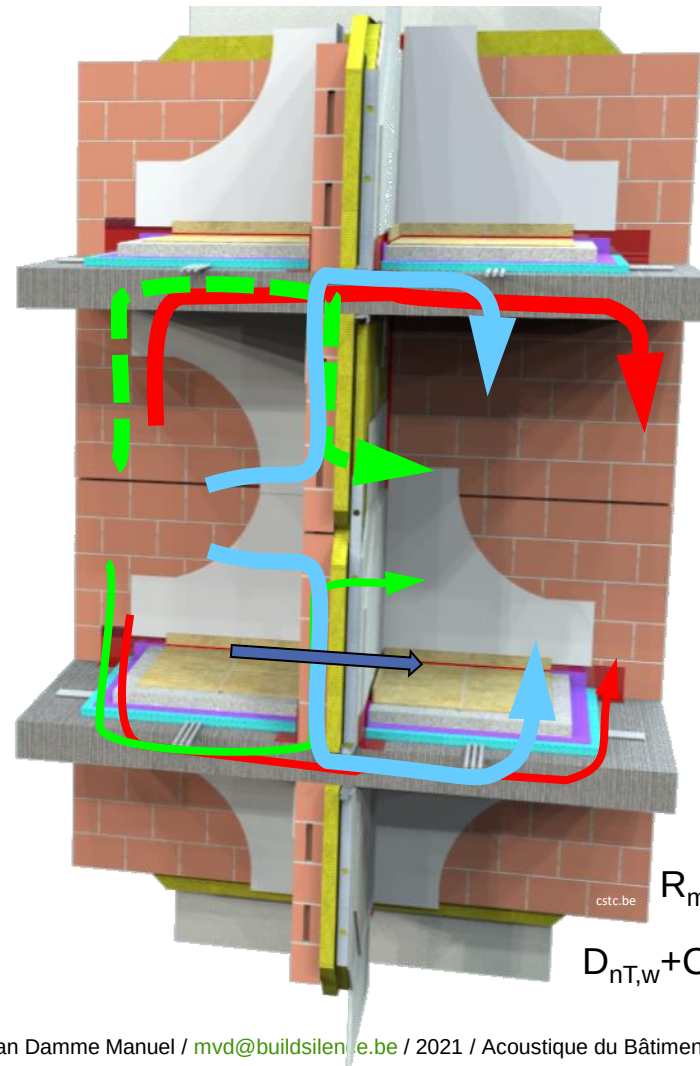
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Influence des transmissions latérales sur l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,w}$



$R_{\text{mur seul}} = 46 \text{ dB}$

$D_{nT,w} + C = D_A = 44 \text{ dB}$



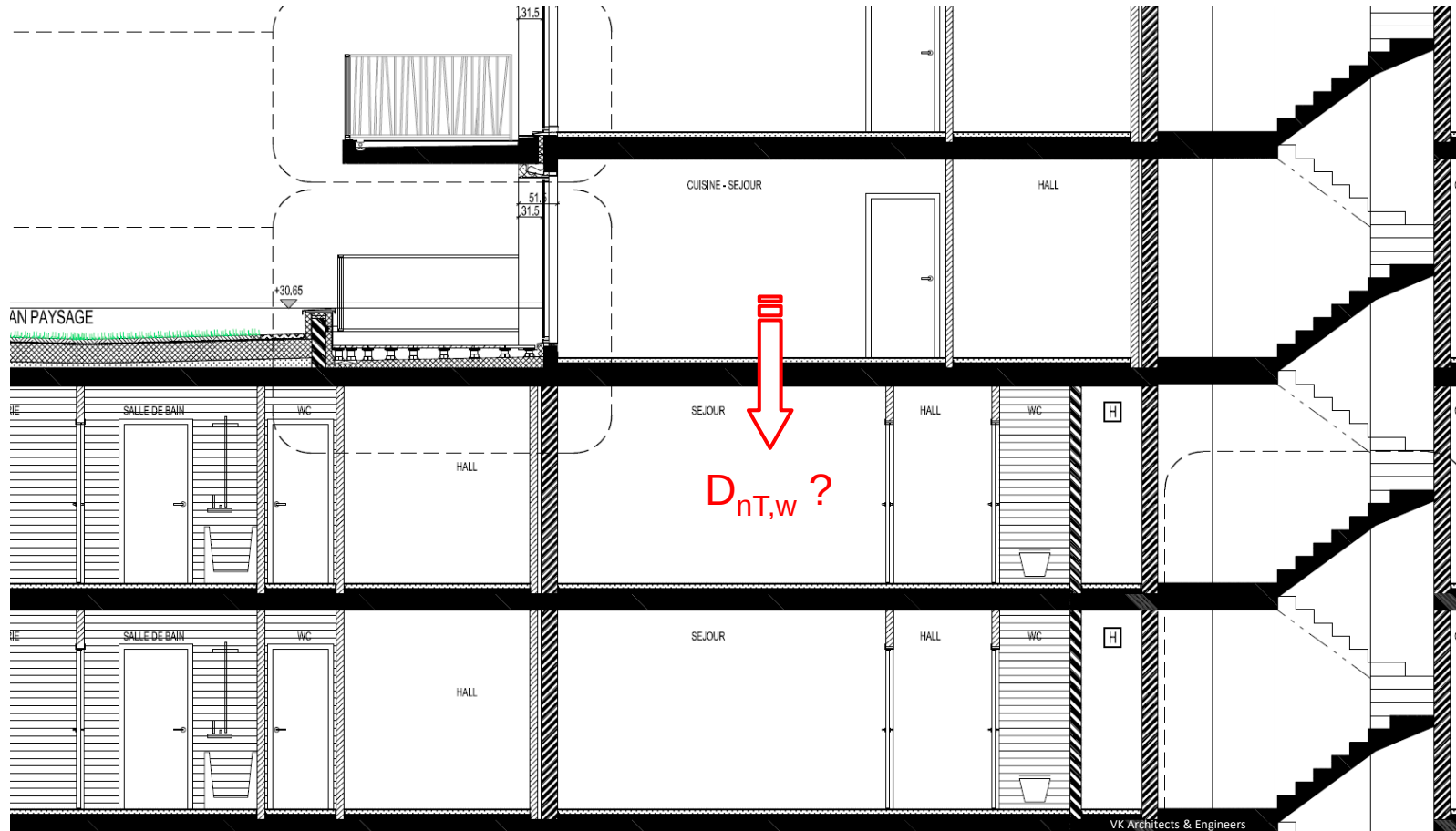
$R_{\text{mur seul}} = 58 \text{ dB}$

$D_{nT,w} + C = D_A = 50 \text{ dB}$



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir de la performance des éléments (EN 12354-1)

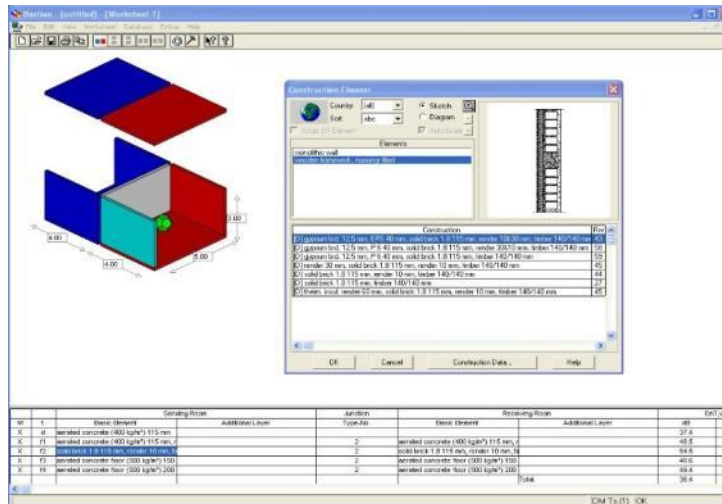




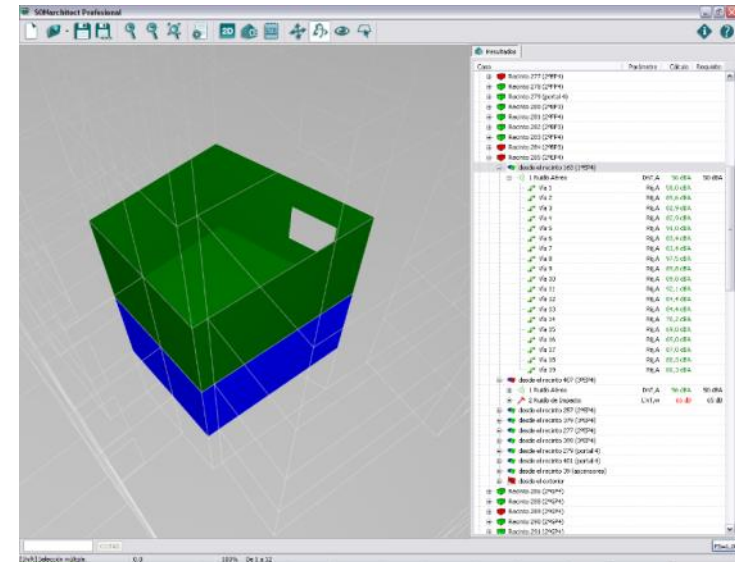
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir de la performance des éléments (EN 12354-1)

Modèles de prédiction selon la EN 12354-1



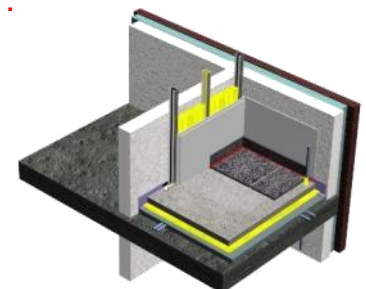
cstc.be



VK Architects & Engineers

Le calcul EN12354 de la performance in situ $D_{nT,w}$ entre deux locaux va tenir compte :

- De l'indice d'affaiblissement de la paroi séparative,
- Des performances acoustiques des parois latérales (planchers et murs),
- De l'influence du type de jonction entre éléments,
- De la géométrie du local de réception,



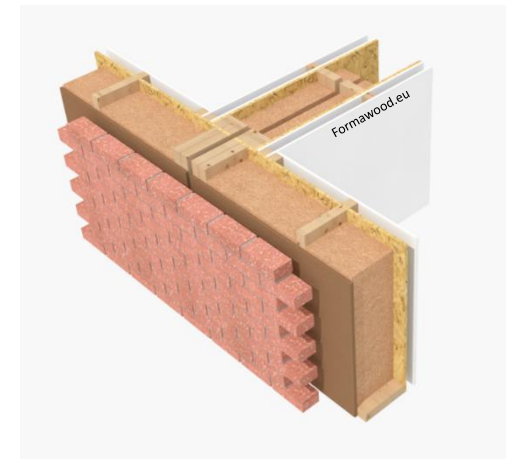
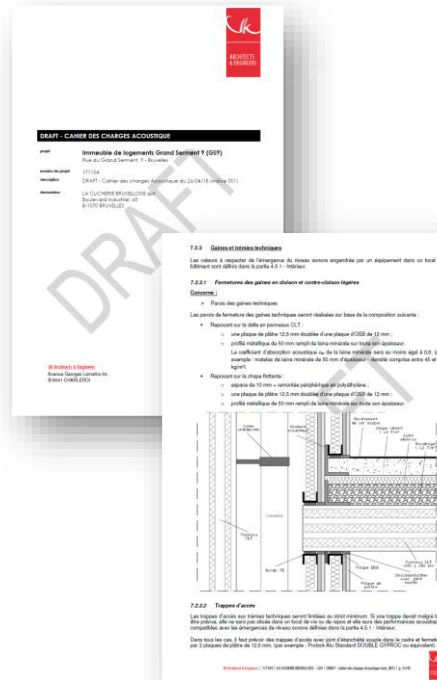
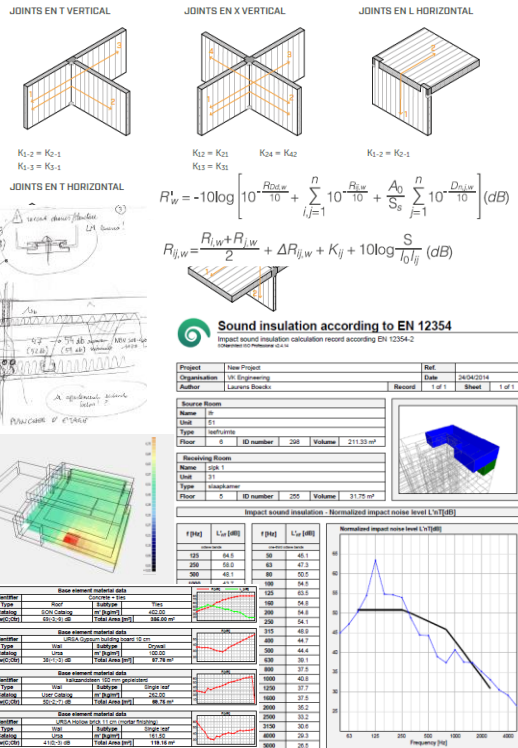
→ Évaluation 3D



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir de la performance des éléments (EN 12354-1)

Modèles de prédiction selon la EN 12354-1





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : **maisons mitoyennes**



Objectifs (confort acoustique normal) :

Isolement acoustique standardisé :

$$D_{nT,w} > 58 \text{ dB}$$

Niveau de bruit de choc standardisé :

$$L'_{nT,w} < 54 \text{ dB}$$

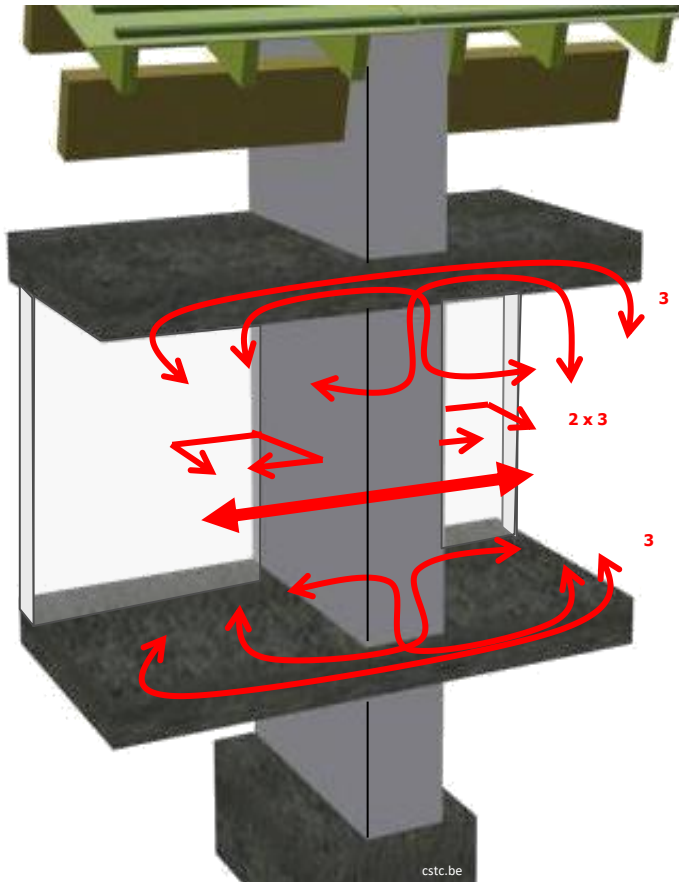
Émergences liées aux équipements :

$$E < 3/6 \text{ dB(A)}$$



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

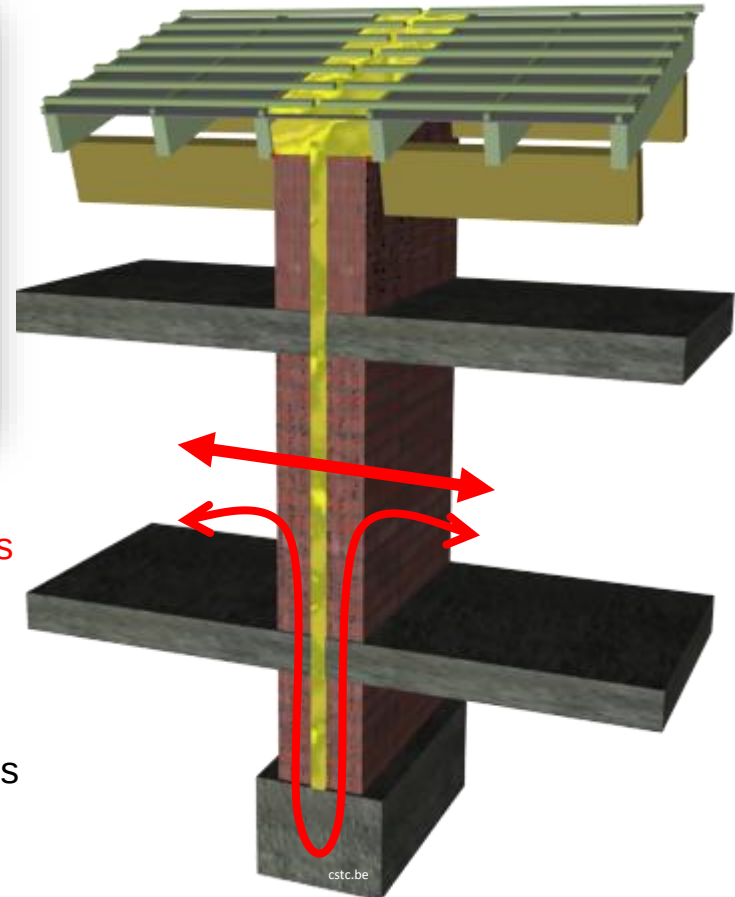


Optimisation du mitoyen :

Double mur sans contacts

→ Système masse-ressort-masse lourd = R_w voie directe élevé

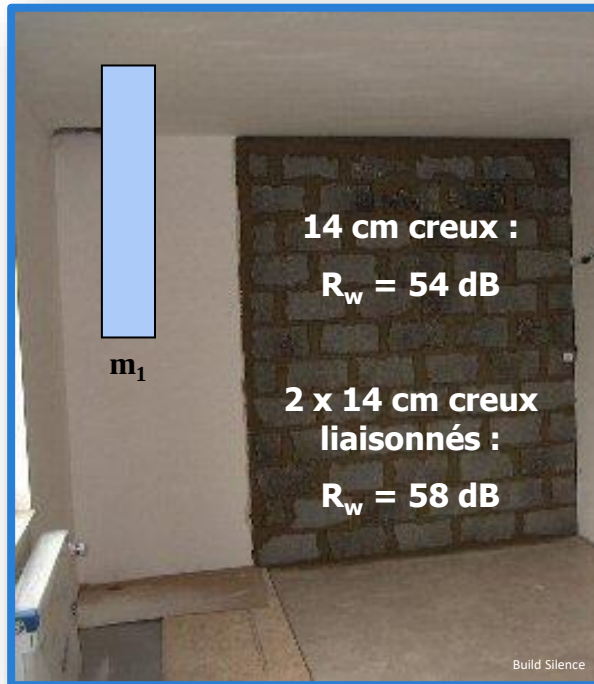
→ Transmissions latérales limitées



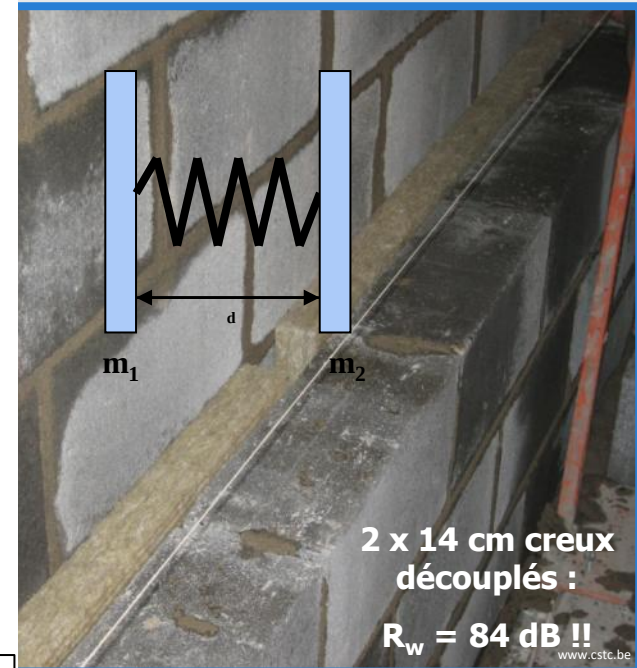
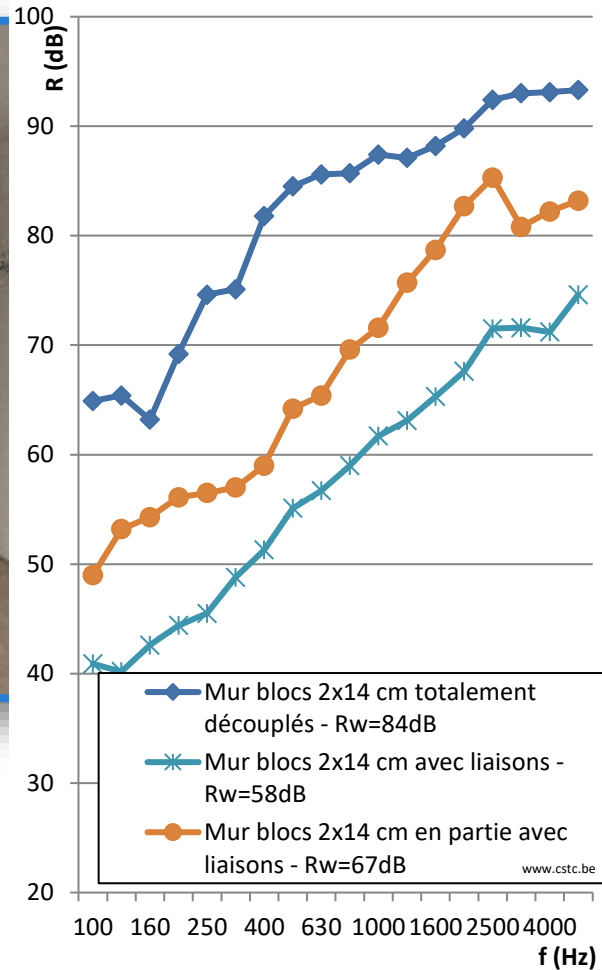


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**



Parois massives : mur simple ou mur double avec contacts entre les murs

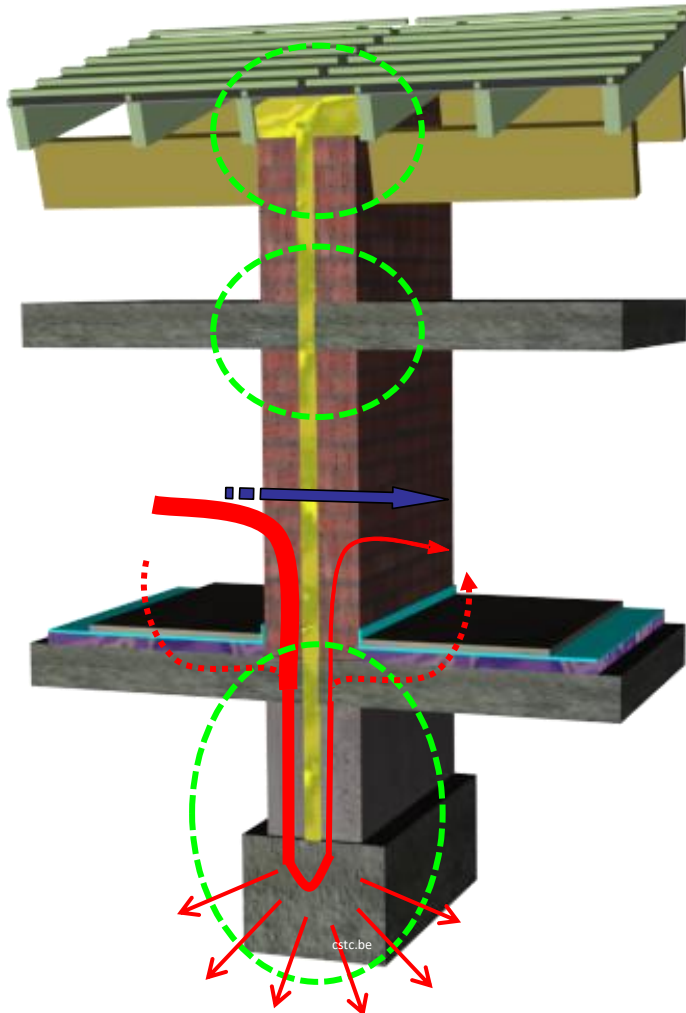


Parois doubles : mur double sans aucun contacts



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**



Concept constructif :

- Masse surfacique des parois du double mur :
 - Objectif 58 dB : min. $2 \times 125 \text{ kg/m}^2$
 - Objectif 62 dB : min. $2 \times 150 \text{ kg/m}^2$
- Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :
 - Fondations séparées/radier interrompu
 - Chape flottante au rez-de-chaussée
 - Planchers interrompus
 - Murs (porteurs) des façades interrompus
 - Aucun contact accidentel entre les parois
 - Absorbant à cellules ouvertes dans la coulisse
 - Détail du raccord des toitures

Importance d'une exécution soignée



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Concept constructif :

Masse surfacique des parois du double mur :

- Objectif 58 dB : min. 2 x 125 kg/m²
- Objectif 62 dB : min. 2 x 150 kg/m²





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Concept constructif :

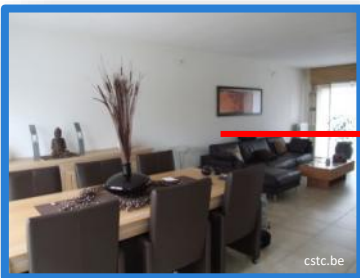
Masse surfacique des parois du double mur :

- Objectif 58 dB : min. $2 \times 125 \text{ kg/m}^2$
- Objectif 62 dB : min. $2 \times 150 \text{ kg/m}^2$

Exemple mesuré (non-conforme) :

- Blocs de 175 mm en béton cellulaire
- Vide de 50 mm
- Blocs de 175 mm en béton cellulaire

$D_{nT,w}$: 47 dB (< 58 dB)





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Concept constructif :

Masse surfacique des parois du double mur :

- Objectif 58 dB : min. 2 x 125 kg/m²
- Objectif 62 dB : min. 2 x 150 kg/m²

Exemple mesuré (conforme) :

- Blocs de 175 mm en silico-calcaire
- Vide de 50 mm
- Blocs de 175 mm en silico-calcaire

D_{nt,w} : 58 à 73 dB (>58 dB)



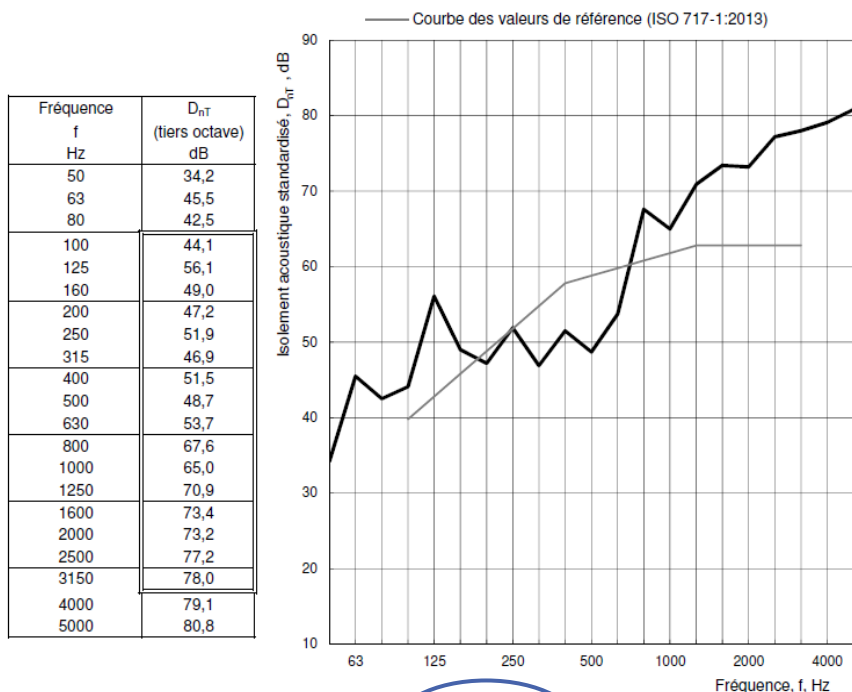


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Importance du soin apporté à l'exécution : qualité du découplage → **$D_{nT,w}$: 58 à 73 dB**

Local de réception : Chambre 2 n°2 | Volume : 45 m³ | T : 1,2 s

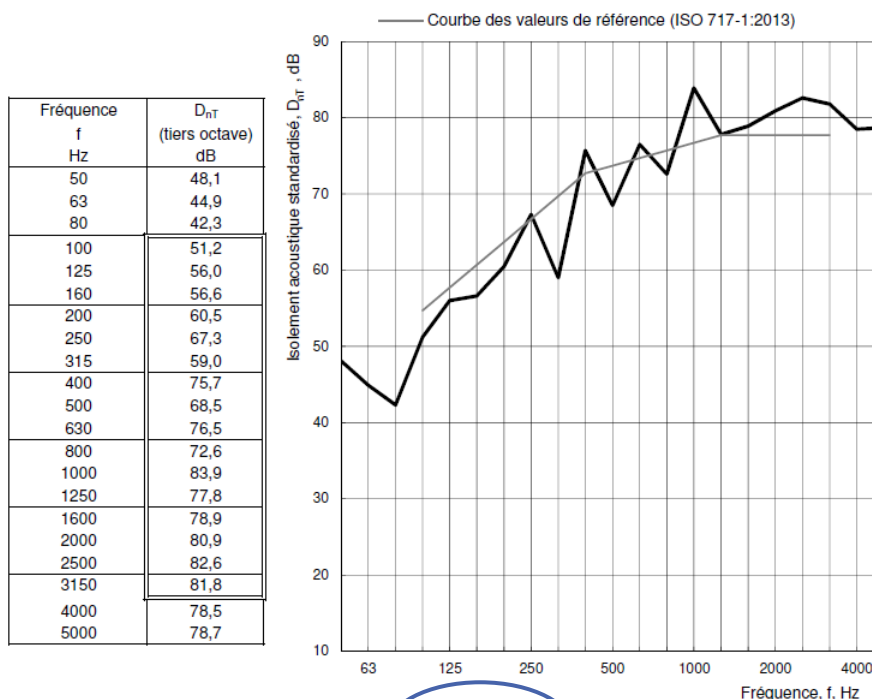


Evaluation selon ISO 717-1:2013 :
 $D_{nT,w}(C;C_{tr}) = 58,8 (-1,8; -4,5)$ dB
 $D_{n,w}(C;C_{tr}) = 57,2 (-1,8; -4,5)$ dB

ISO 717-1:1996 :
58 (-1; -4) dB
 57 (-2; -4) dB

NBN S 01-400 :
 Catégorie = Ib
 Catégorie = Ib

Local de réception : Chambre 2 n°32 | Volume : 45 m³ | T : 1,2 s



Evaluation selon ISO 717-1:2013 :
 $D_{nT,w}(C;C_{tr}) = 73,7 (-2,8; -7,5)$ dB
 $D_{n,w}(C;C_{tr}) = 72,1 (-2,8; -7,4)$ dB

ISO 717-1:1996 :
73 (-2; -7) dB
 72 (-3; -7) dB

NBN S 01-400 :
 Catégorie = Ia
 Catégorie = Ia

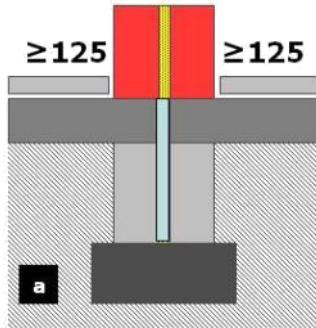


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Fondations séparées/radier interrompu



VK Architects & Engineers



VK Architects & Engineers



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Aucun contact accidentel entre les parois



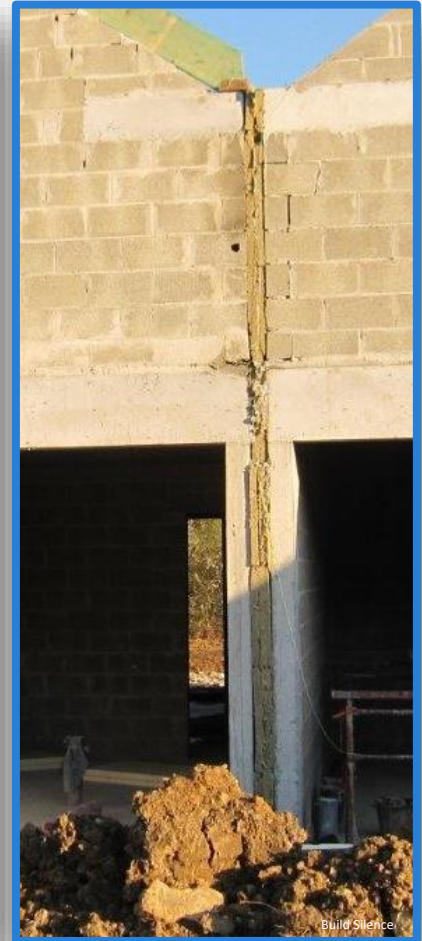




La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Présence d'un **absorbant à cellules** ouvertes, continu dans la coulisse





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Présence d'un **absorbant à cellules ouvertes**, continu dans la coulisse



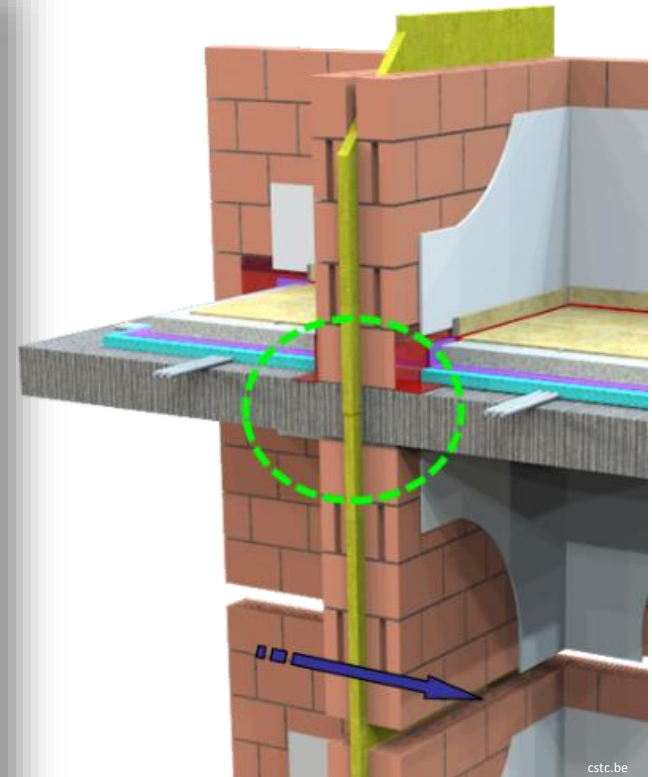


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Interruption des planchers







La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Interruption des planchers







La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Interruption des planchers





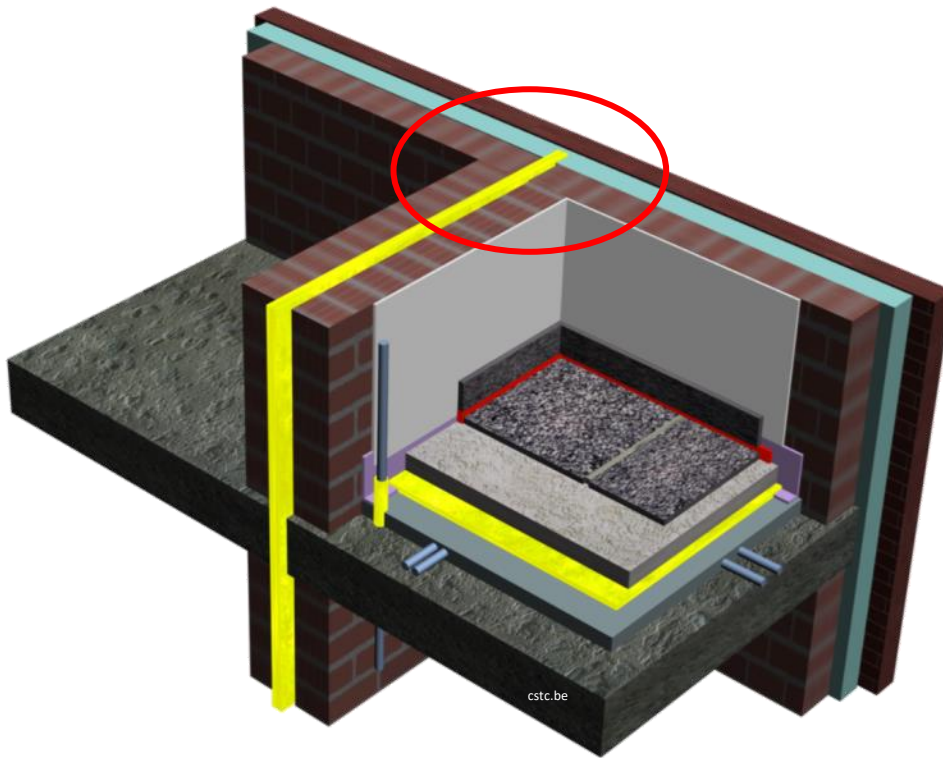


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

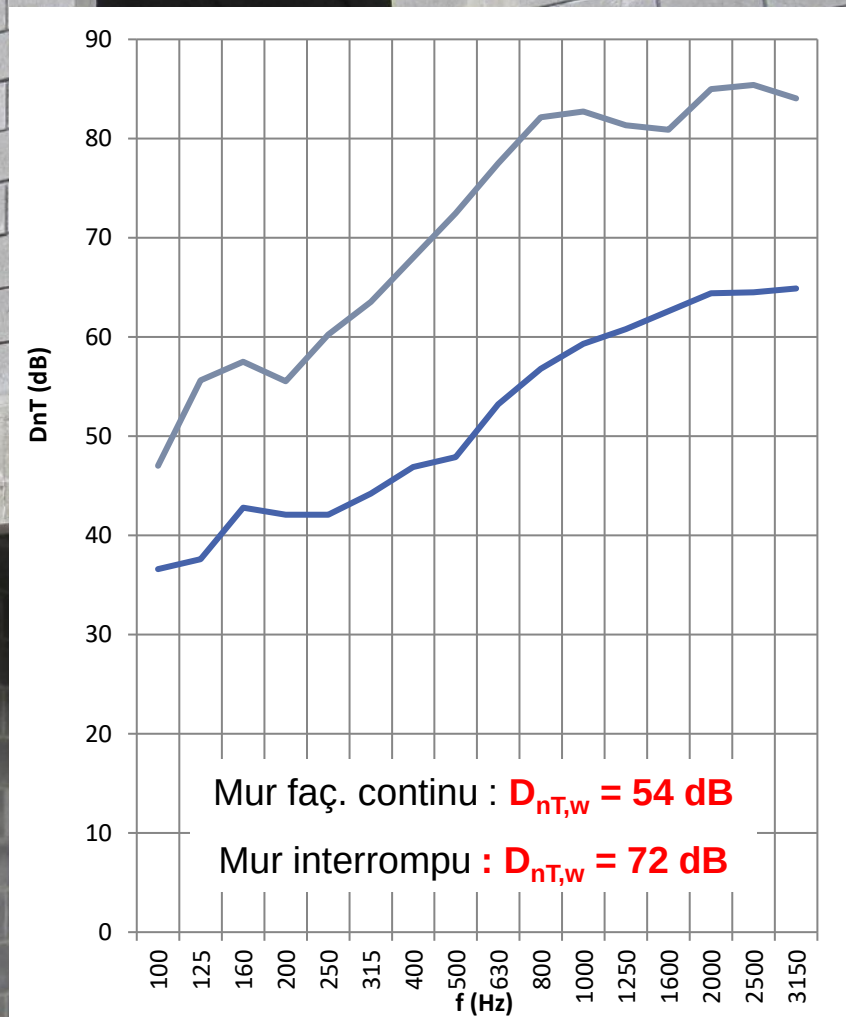
Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

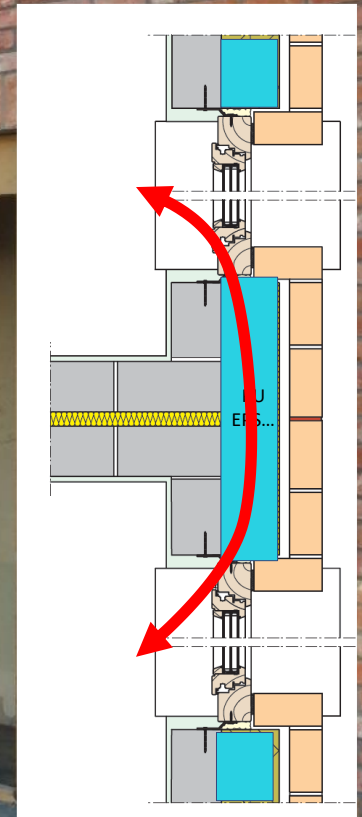
Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Murs des façades (intérieurs/porteurs) interrompus









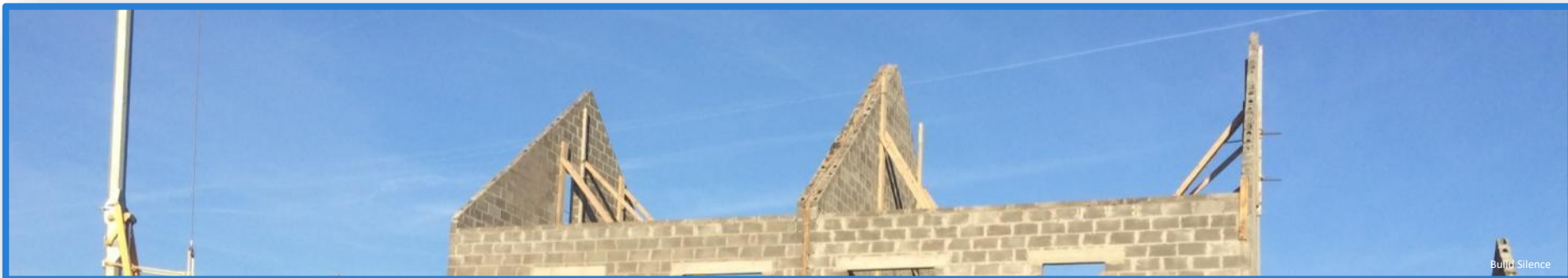
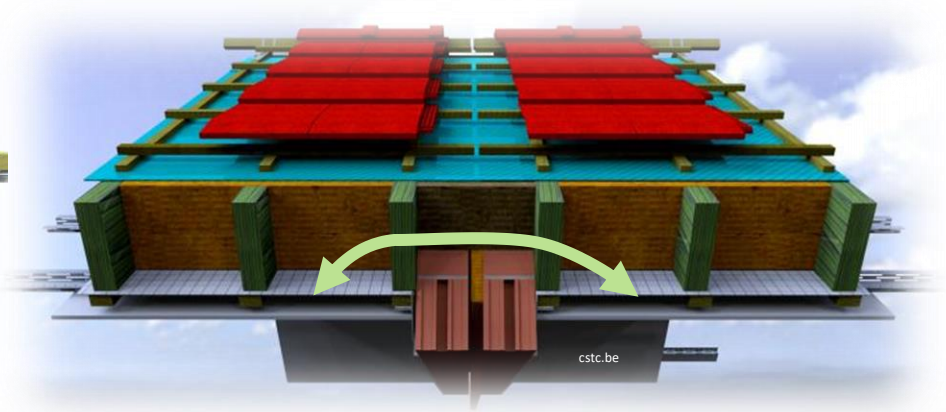
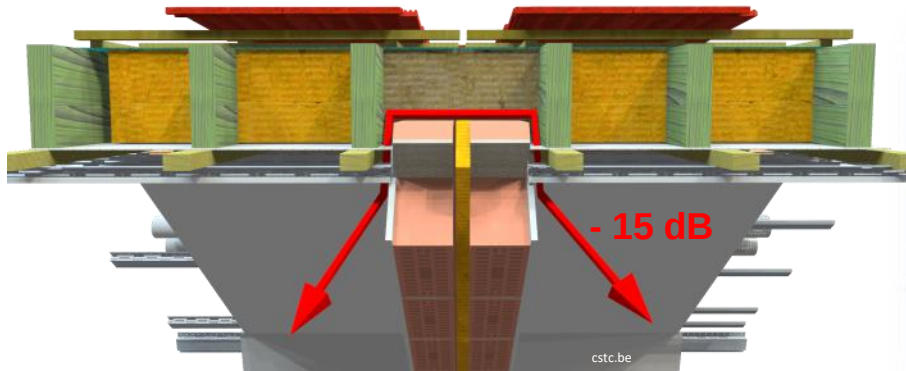


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Raccord des toitures (charpente traditionnelle)



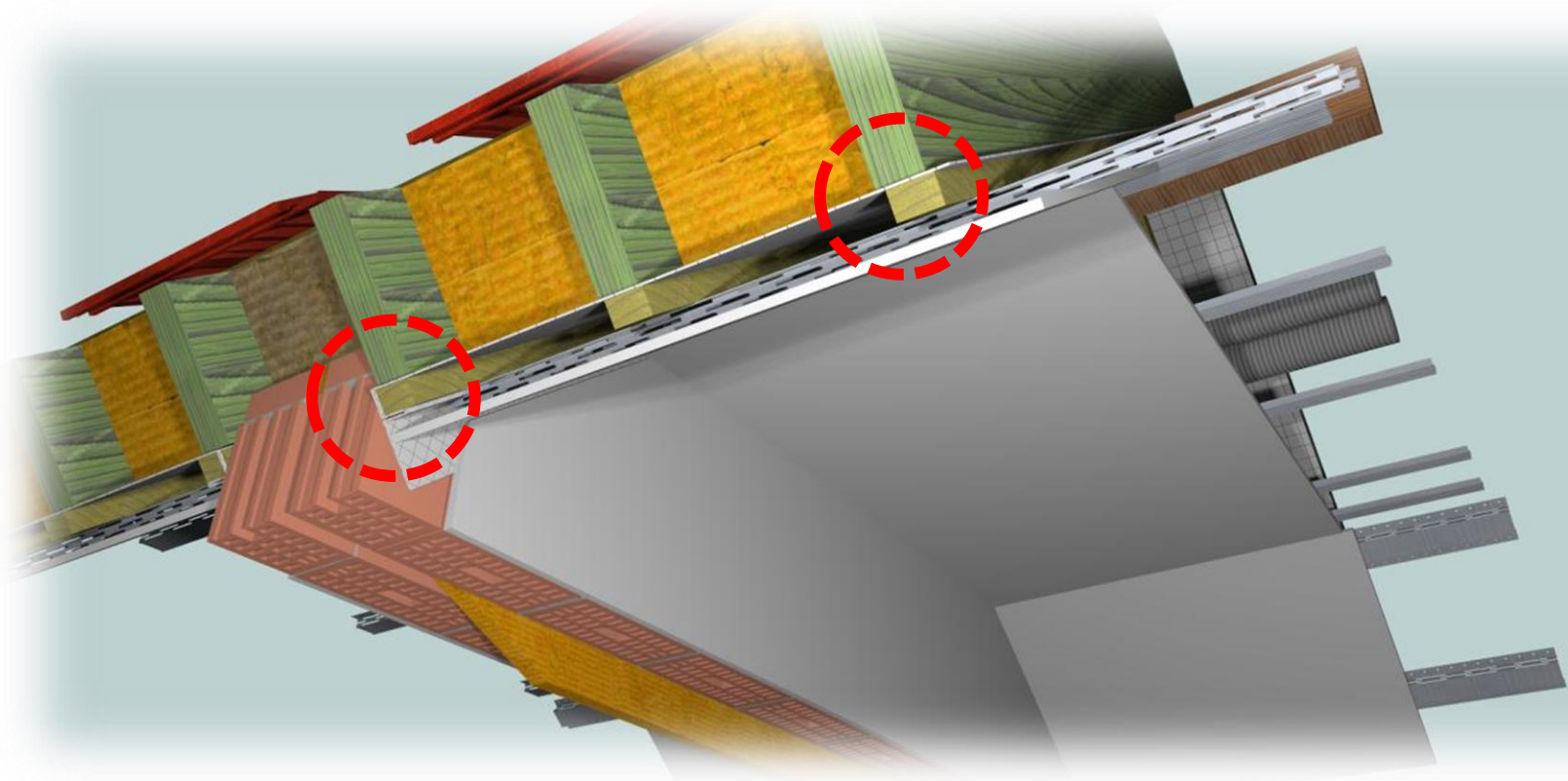


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Raccord des toitures (charpente traditionnelle)



cstc.be

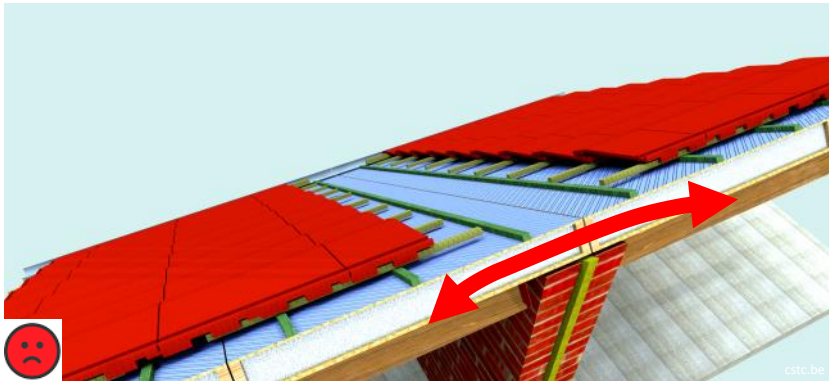


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : maisons mitoyennes – **le double mur creux sans ancrages**

Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :

Raccord des toitures (préfabriquées)





The diagram illustrates a vertical wellbore system with several key features:

- Wellbore Structure:** A central vertical shaft passes through multiple horizontal layers representing geological strata.
- Surface Equipment:** At the top, there are green rectangular panels (likely solar collectors or heat exchangers) supported by a frame, connected to the wellhead area.
- Fluid Flow Indicators:**
 - A thick red arrow indicates a primary upward flow path from the bottom of the wellbore towards the surface equipment.
 - A blue arrow points horizontally away from the wellbore at one level, suggesting a side stream or injection point.
 - Red dashed arrows show secondary or return flow paths, particularly around a lower section of the wellbore.
- Geological Layers:** The wellbore penetrates through different colored blocks representing distinct rock formations.
- Annotations:** Two green dashed circles highlight specific sections of the wellbore. Red arrows at the base indicate downward flow or pressure distribution near the wellfoot.

- Masse surfacique des parois du double mur :
 - Objectif 58 dB : min. $2 \times 125 \text{ kg/m}^2$
 - Objectif 62 dB : min. $2 \times 150 \text{ kg/m}^2$
- Eviter tout **couplage structurel** entre les deux habitations :
 - Fondations séparées/radier interrompu
 - Chape flottante au rez-de-chaussée
 - Planchers interrompus
 - Murs (porteurs) des façades interrompus
 - Aucun contact accidentel entre les parois
 - Absorbant à cellules ouvertes dans la coulisse
 - Détail du raccord des toitures

Van Damme Manuel / mvd@buildsilence.be / 2021 / Acoustique du Bâtiment – Tous droits réservés / 42



La pratique de l'isolement aux bruits aériens

Description des dispositifs : **Guide Bâtiment durable**

<https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/accueil.html?IDC=1506&searchWithFilters-add=117&searchWithFilters-add=403>



Dispositif | Plancher porteur léger et acoustique



Bien-être, confort et santé



Dispositif | Double mur massif et acoustique



Bien-être, confort et santé



Dispositif | Finition de sol et acoustique



Bien-être, confort et santé



Dispositif | Acoustique d'une paroi massive simple



Dispositif | Parois légères en plaque de plâtre et acoustique



Dispositif | Contre-cloisons légères et acoustique



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : **immeubles d'appartements**



Objectifs (confort acoustique normal) :

Isolement acoustique standardisé :

$$D_{nT,w} > 54 \text{ dB}$$

Niveau de bruit de choc standardisé :

$$L'_{nT,w} < 54 \text{ dB}$$

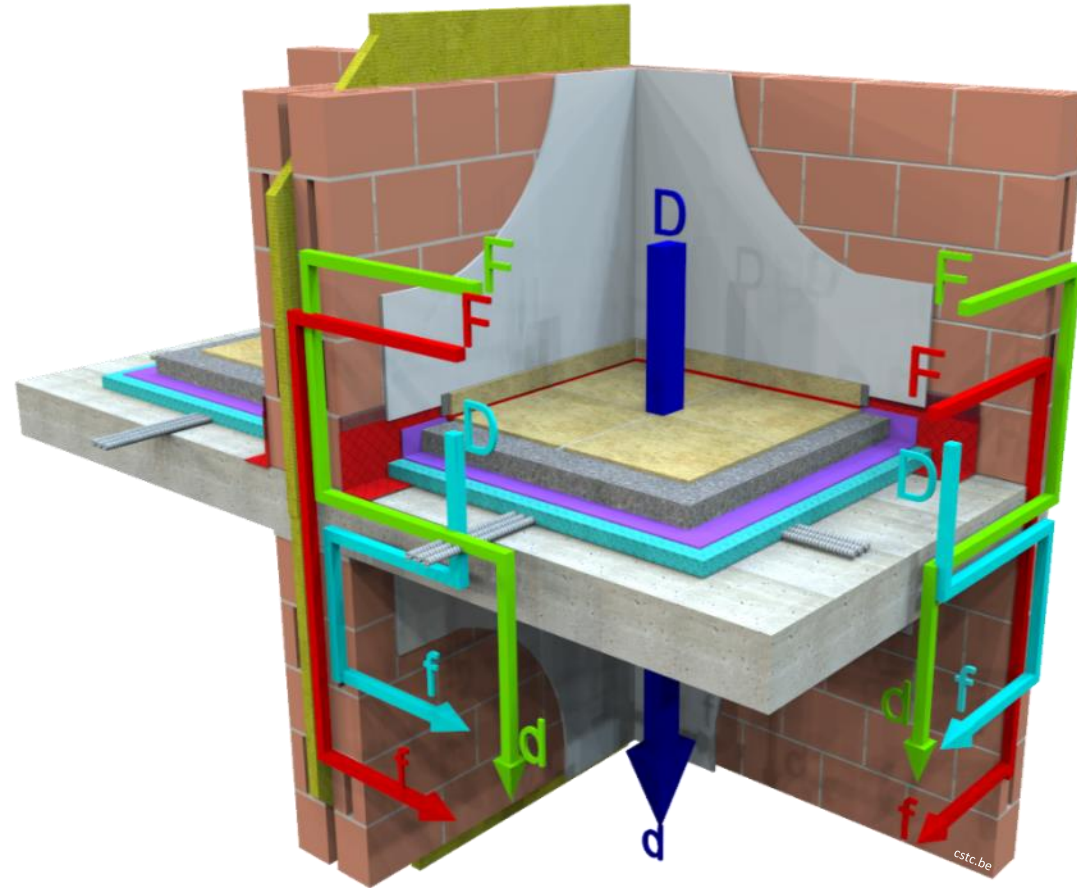
Émergences liées aux équipements :

$$E < 3/6 \text{ dB(A)}$$



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : immeubles à appartements – l'isolement aux bruits aériens entre étages



Concepts constructifs :

Technique du double mur et dalle interrompue moins évidente :

- Transmissions latérales entre étages
- Stabilité

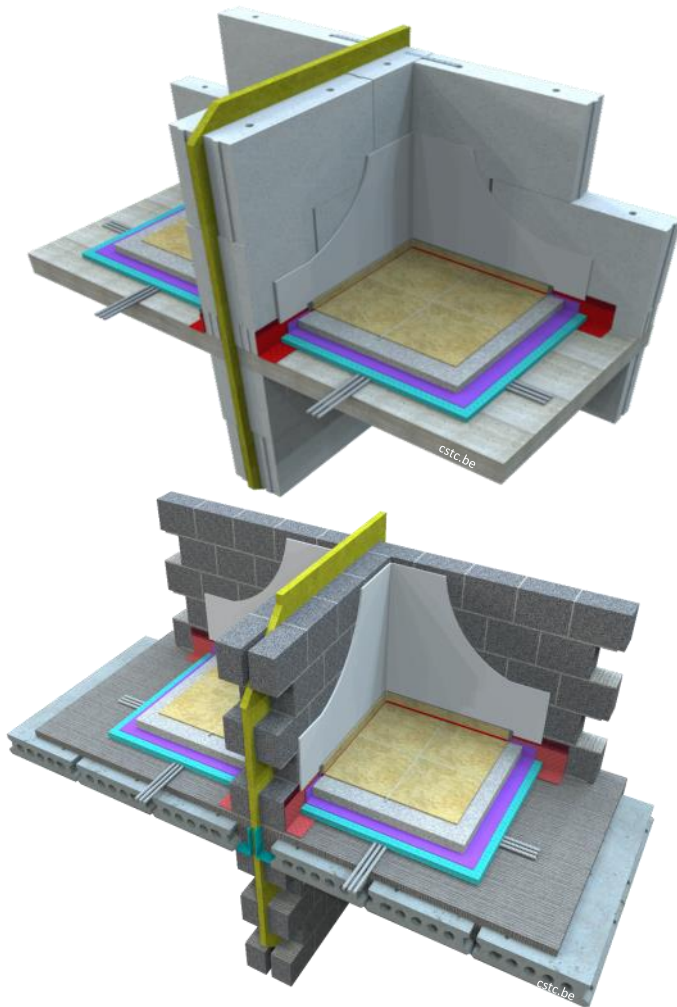
Concepts principaux :

- Double mur & Plancher interrompu
- Double mur & Plancher continu
- Mur avec doublage & Plancher continu
- Paroi acoustique & Plancher continu
- Système boîte-dans-la-boîte



La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : immeubles à appartements – **Double mur et plancher interrompu**



Exemples de concepts constructifs (confort normal) :

- Structure en blocs silico-calcaire et dalles lourdes
 - Parois : min. 2 x 260 kg/m² (blocs 15 cm)
 - Planchers : min. 500 kg/m² (dalle 20 cm)
 - Chape flottante : $\Delta L_w > 22$ dB
- Structure en blocs de béton creux et hourdis
 - parois : min. 2 x 200 kg/m² (blocs 14 cm)
 - Planchers : min. 400 kg/m² (hourdis 16 cm + chape de compression 5 cm)
 - Chape flottante : $\Delta L_w > 26$ dB
- Eviter tout **couplage structurel** entre les deux murs

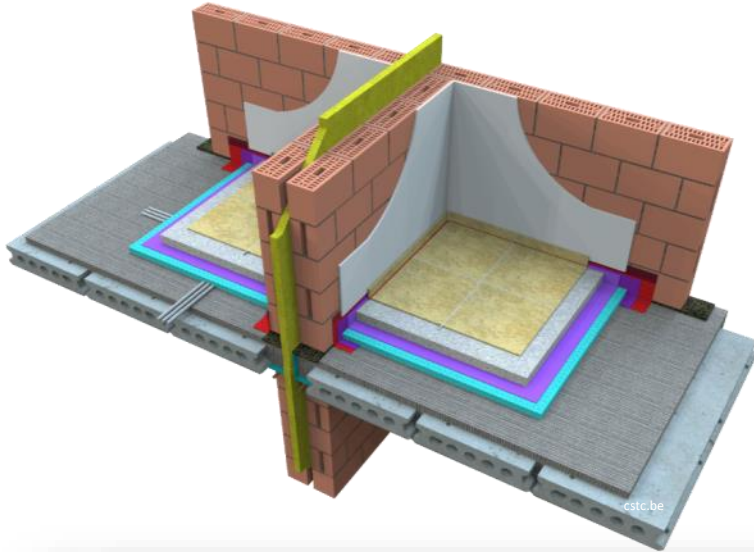






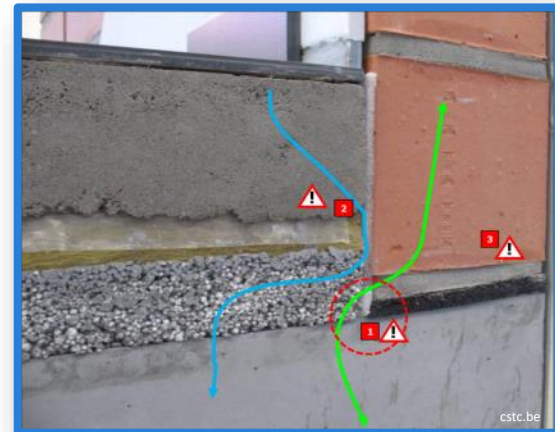
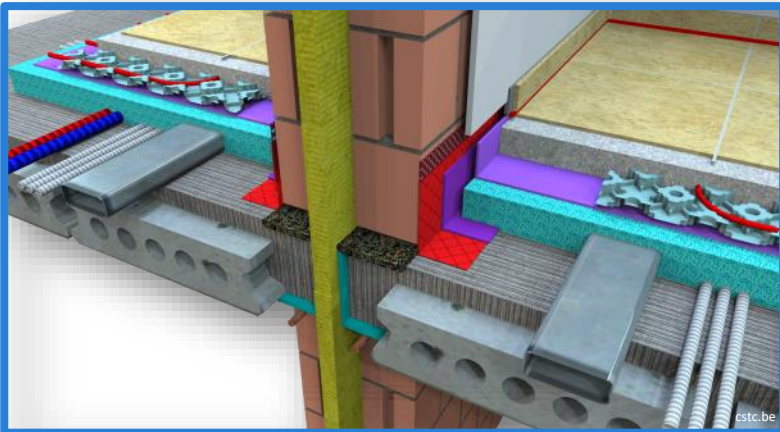
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : immeubles à appartements – **Double mur et plancher interrompu**



Exemples de concepts constructifs (confort normal) :

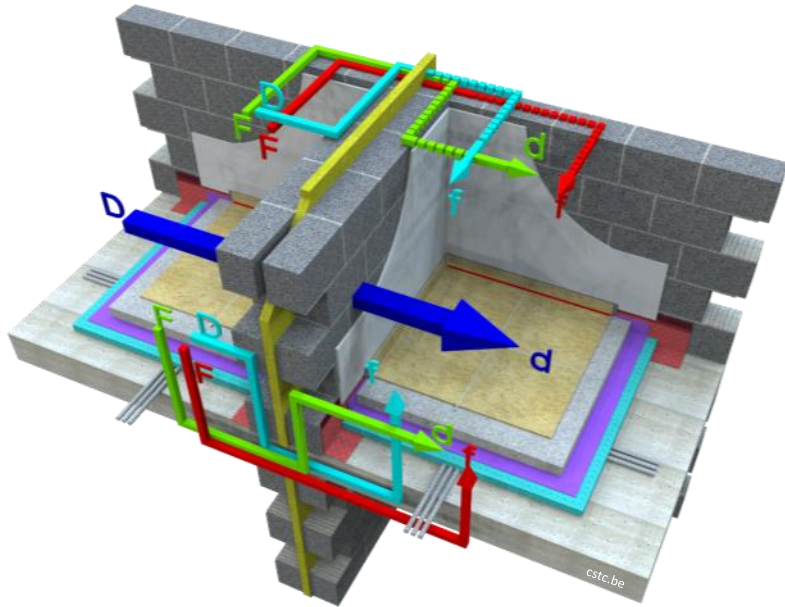
- Structure en terre cuite et hourdis
 - Parois : min. 2 x 125 kg/m² (blocs 14 cm)
 - Planchers : min. 400 kg/m² (hourdis 16 + 5 cm)
 - **Membranes résilientes** sous les parois
 - Chape flottante : $\Delta L_w > 26$ dB
- Eviter tout **couplage structurel** entre les deux murs





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : immeubles à appartements – **Double mur et plancher continu**



En comparaison à un plancher interrompu :

- Isolement dans le sens horizontal moins performant
- Meilleur isolement dans le sens vertical

Exemple de concept constructif (confort normal) :

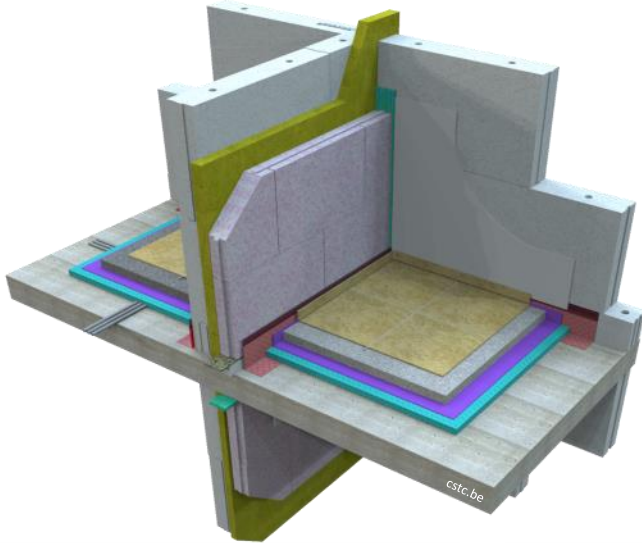
- Structure en blocs de silico-calcaire et dalles lourdes
 - Parois : min. 2 x 260 kg/m² (blocs 15 cm)
 - Planchers : min. 500 kg/m² (dalle 20 cm)
 - Chape flottante : $\Delta L_w > 22$ dB





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : immeubles à appartements – **Mur avec doublage et plancher continu**



Exemple de concept constructif (confort normal) :

- Structure en blocs de silico-calcaire et dalles lourdes
 - Paroi lourde : min. 315 kg/m² (blocs 17,5 cm)
 - Espace de 5 cm avec absorbant
 - Bloc de plâtre (ep. 10 cm) sur membrane
- Planchers : min. 500 kg/m² (dalle 20 cm)
- Chape flottante : $\Delta L_w > 26$ dB



VK Architects & Engineers



VK Architects & Engineers



VK Architects & Engineers



cstc.be



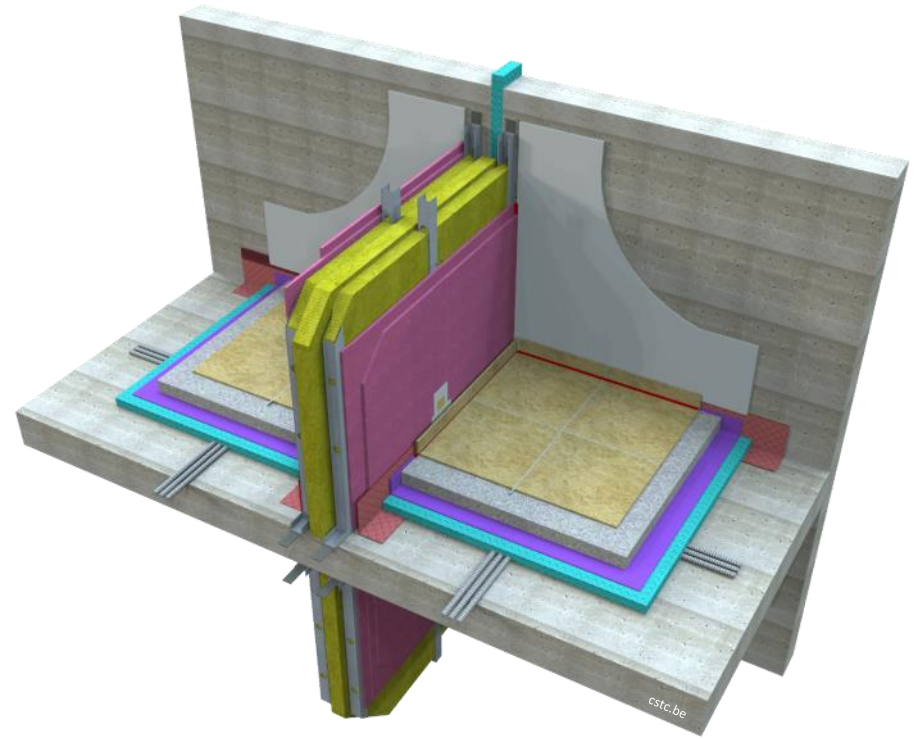
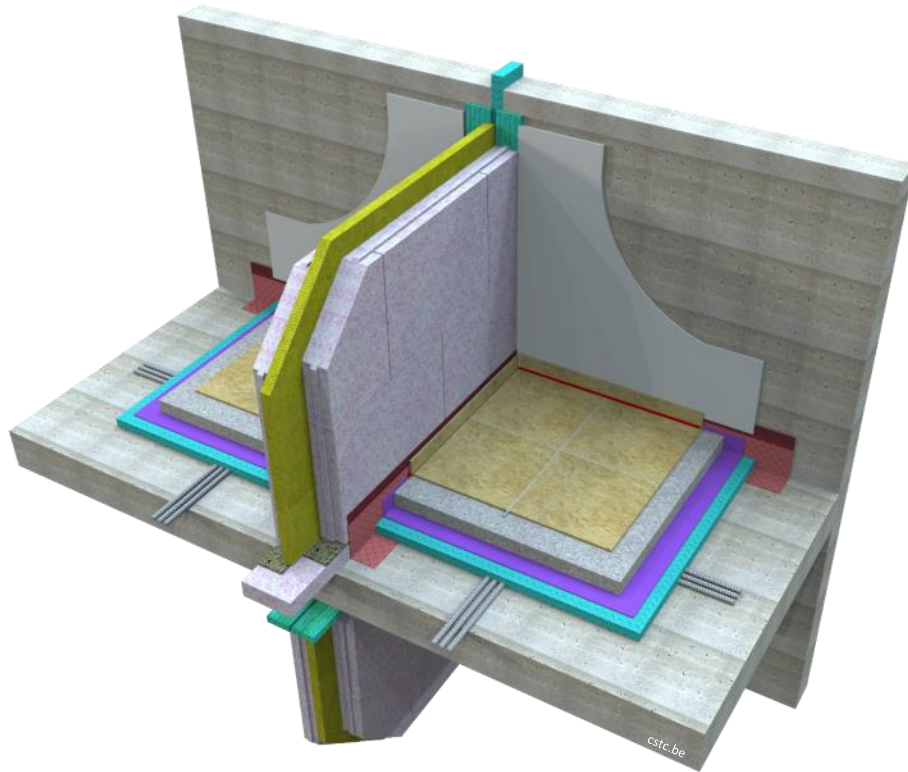
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : immeubles à appartements – **Paroi acoustique et plancher continu**

Exemples de concepts constructifs (confort normal) :

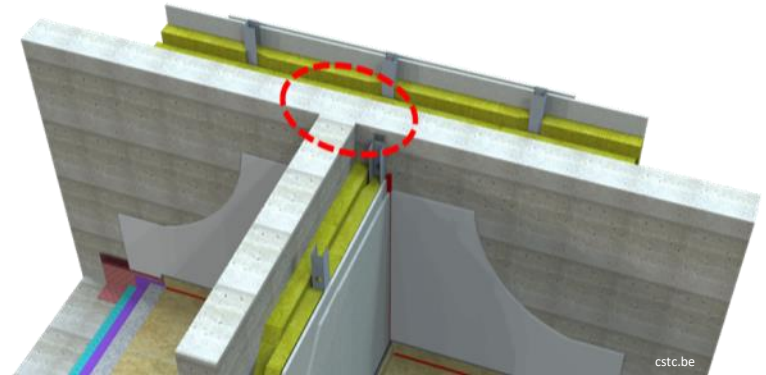
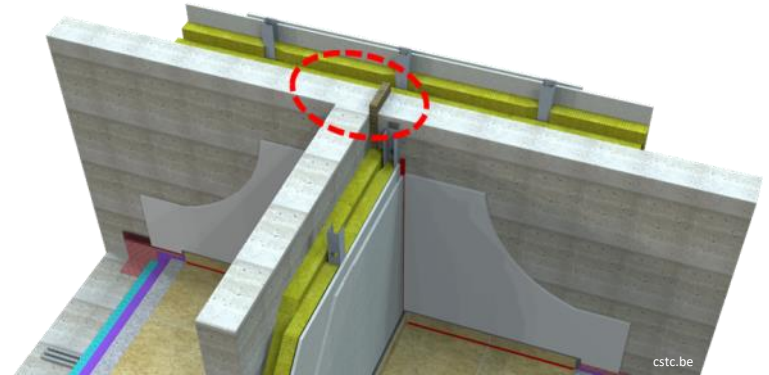
Double mur en blocs de plâtre (épaisseurs différentes)

Cloison légère sur double ossature (espace 20cm)





Mur de façade continu = voie de transmission latérale importante → si la paroi est continue, une évaluation par calcul de l'effet de la continuité sur l'isolement de l'ensemble nécessaire (EN 12354).





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : Exemples de solutions en rénovation – **Transformation de bureaux en logements**

Contraintes techniques :

- Dalles de 28 cm d'épaisseur
- Colonnes de section importante
- Rénovation complète de la façade
- Ventilation collective
- Hauteur limitée pour les chapes
- Nouveaux penthouses double niveau en toiture



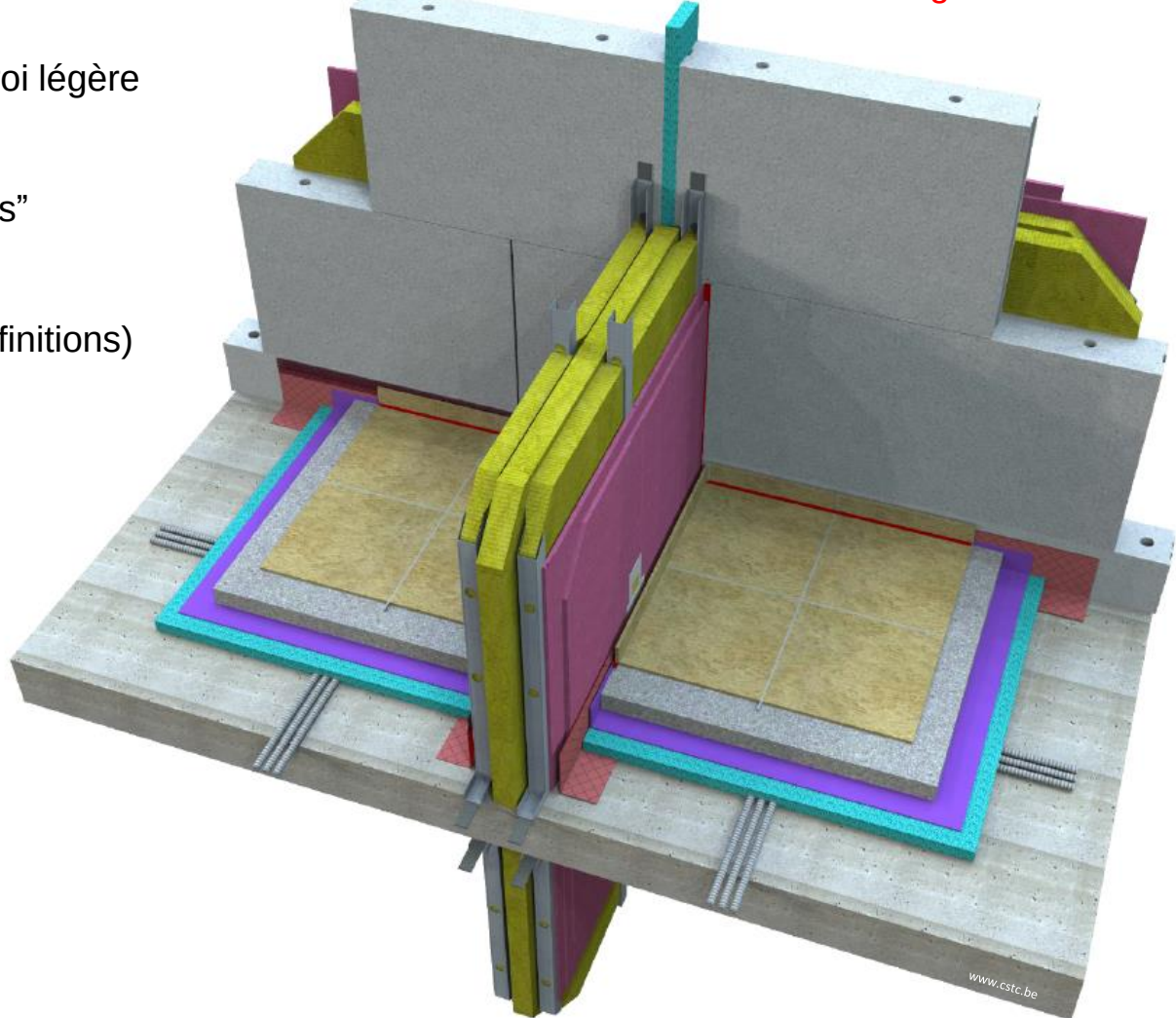


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : Exemples de solutions en rénovation – **Transformation de bureaux en logements**

Options envisagées : A → Double paroi légère

- Coût plus élevé
- Perception des cloisons “légères”
- Durabilité (Bruxelles vs W/F)
- Phasage chantier (gros oeuvre/finitions)



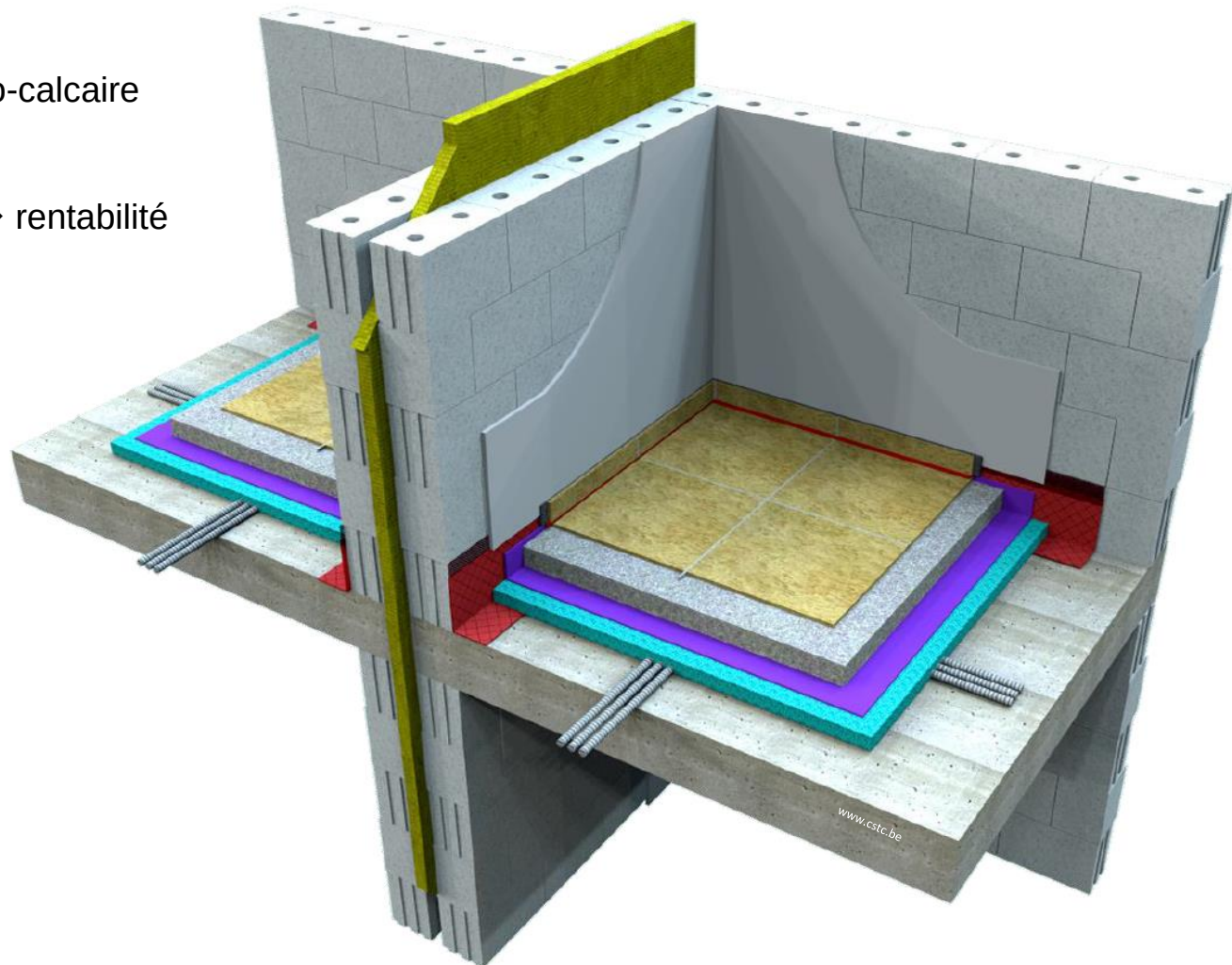


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Concepts constructifs : Exemples de solutions en rénovation – **Transformation de bureaux en logements**

Options envisagées : B → Silico-calcaire

- Possible en charges
- Difficile en manutention → rentabilité





La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

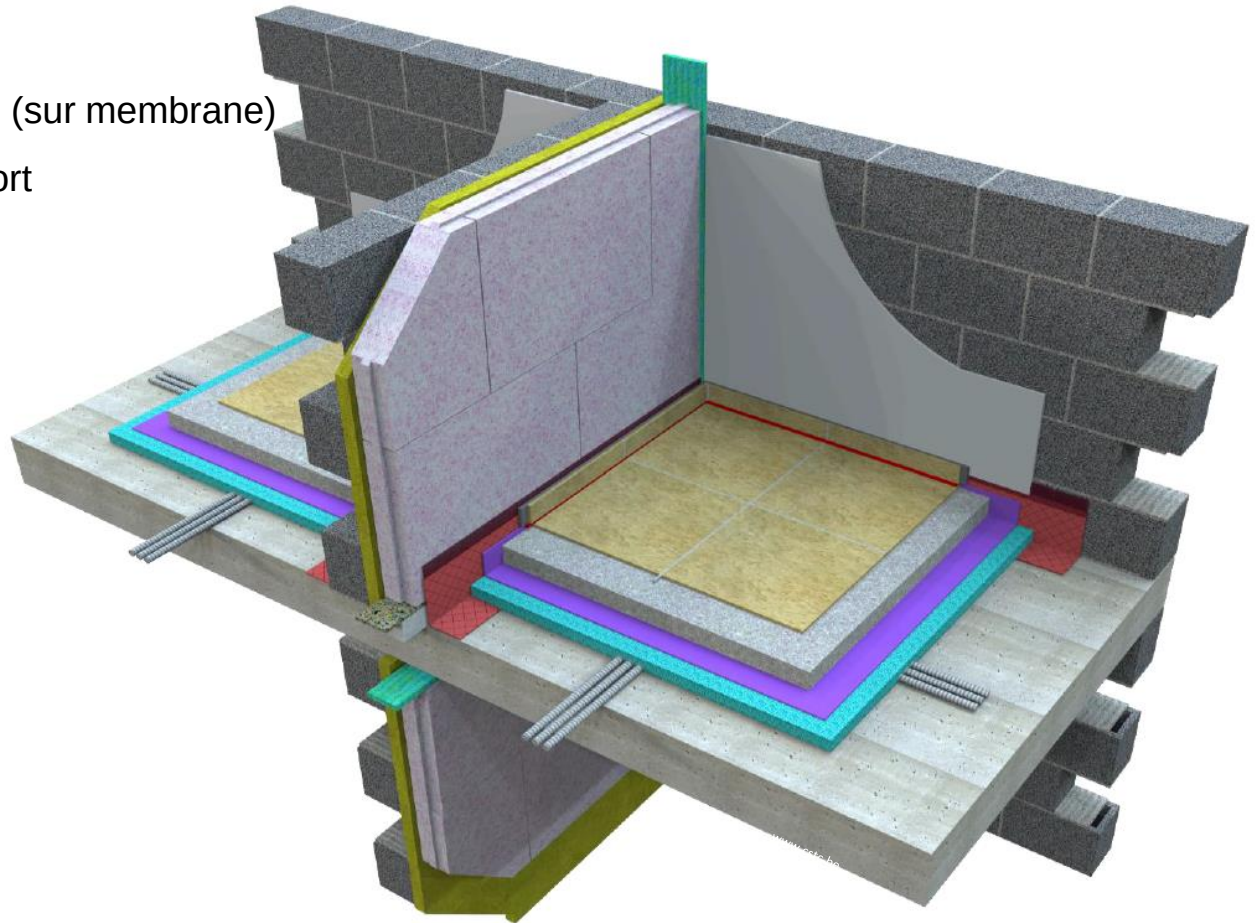
Concepts constructifs : Exemples de solutions en rénovation – **Transformation de bureaux en logements**

Options retenues :

- Mur béton + doublage plâtre (sur membrane)
- Poutres métalliques de renfort

Contraintes :

- Présence des colonnes





vandamme.manu@gmail.com

Blocs plâtre : très grande importance de la mise en oeuvre !



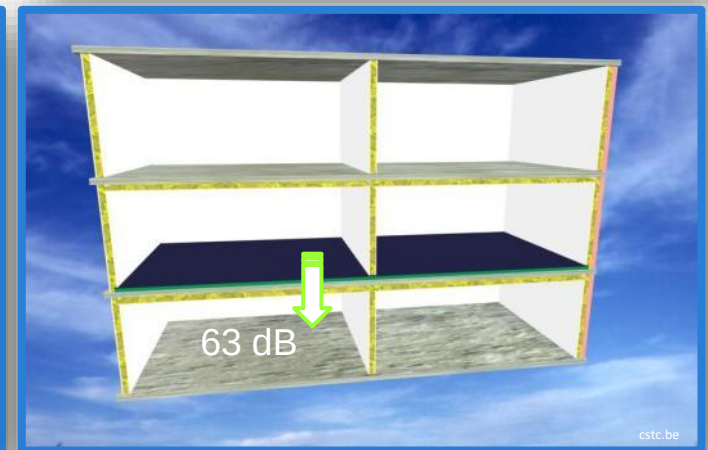
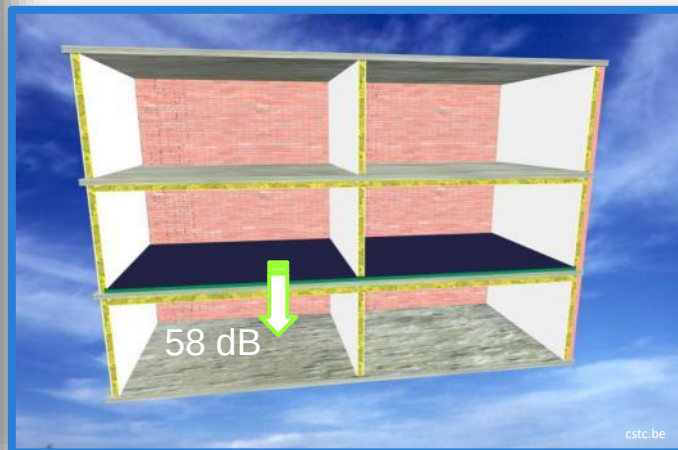
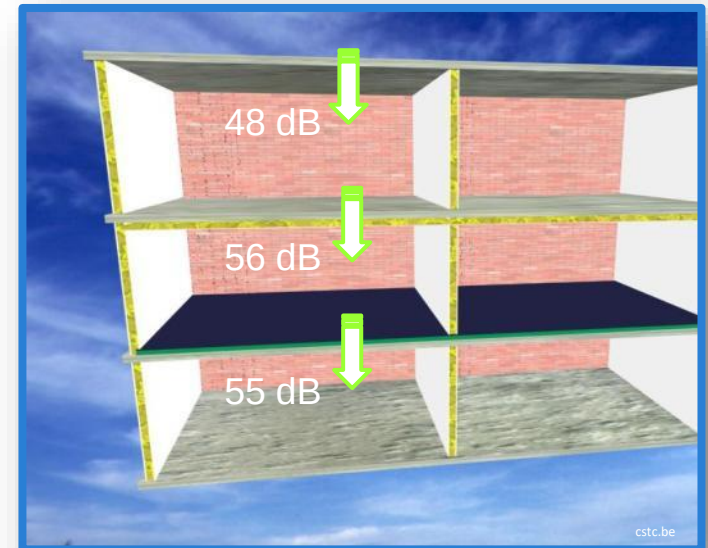


La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Isolement des bruits de choc par le bas : **concept boîte-dans-la-boîte** – case study “Silver Top”

Evolution du $D_{nT,w}$ vertical :

- Situation initiale : 48 dB
- Faux-plafond seul : 56 dB
- Chape sèche seule : 55 dB
- Combinaison FP+CS : 58 dB
- + Doublage des murs : 63 dB





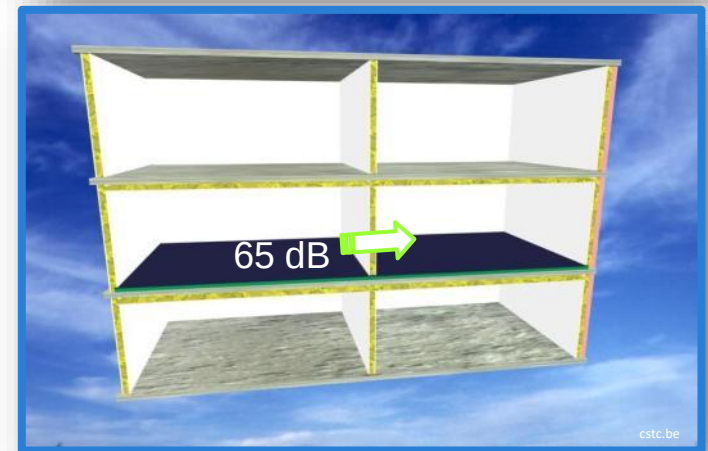
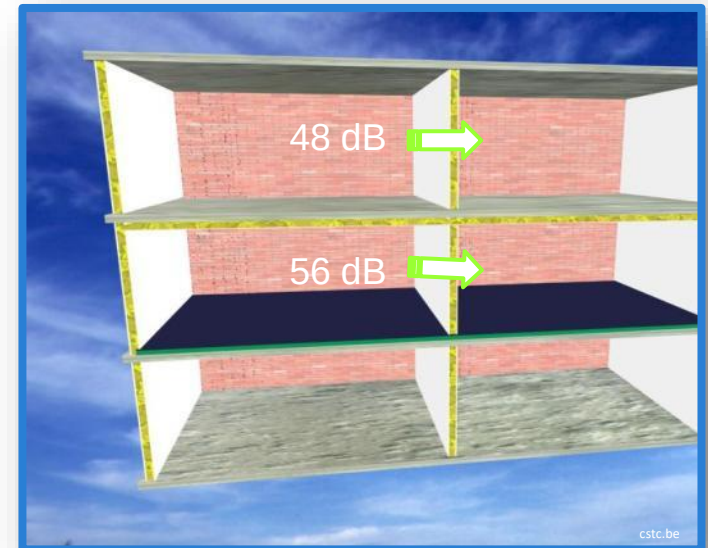
La pratique de l'isolement acoustique aux bruits aériens

Isolement des bruits de choc par le bas : **concept boîte-dans-la-boîte – case study “Silver Top”**



Evolution du $D_{nT,w}$ horizontal :

- Situation initiale : 48 dB
- Faux-plafond seul : 48 dB
- Chape sèche seule : 48 dB
- Combinaison FP+CS : 56 dB
- + Doublage des murs : 65 dB





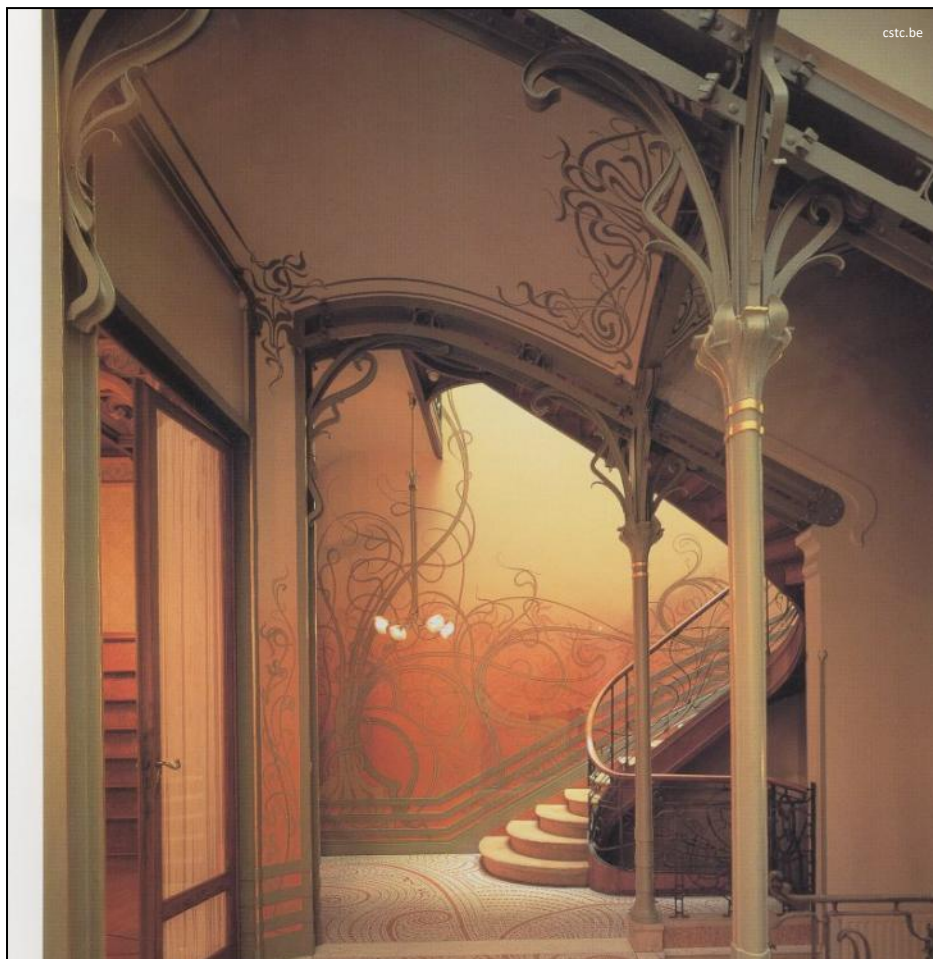




La pratique de l'isolement aux bruits aériens

Défi réaliste mais délicat : **importance de la qualité d'exécution des systèmes M-R-M**





Lors de la rénovation de bâtiments, on ne peut parfois intervenir que de manière limitée en raison de limitations constructives ou autres.

Dans ces cas, il est conseillé à l'auteur de projet d'évaluer le manque possible de confort acoustique normal et de le signaler par écrit au maître de l'ouvrage avant le début des travaux.

Il est conseillé au maître de l'ouvrage de signaler ces constatations par écrit aux futurs candidats occupants avant la conclusion d'un contrat d'achat ou de bail.

Outils, sites internet, etc... intéressants :

- **Guide Bâtiment Durable**



➤ [Page d'accueil](#)



© Jason Rosewell / Unsplash.com

➤ Dossier | [Assurer le confort acoustique](#)

- Dispositif | [Acoustique d'une paroi massive simple](#)
- Dispositif | [Acoustique d'une paroi légère en plaques de plâtre](#)
- Dispositif | [Acoustique d'un plancher porteur massif](#)
- Dispositif | [Matériaux d'isolation pour les bruits d'impact](#)
- [Vue d'ensemble des dispositifs](#)



Source: Pexels / Pixabay.com

➤ Dossier | [Minimiser la contribution acoustique du bâtiment au quartier](#)



Outils, sites internet, etc... intéressants :

- ACOUSTIQUE PRATIQUE – J. Desmons – EDIPA, Paris – 2004.
- BOUWAKOESTIEK – B. Ingelaere – Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, Limelette – 2002.
- Articles et conférences du CSTC 2001-2016 – www.cstc.be – www.normes.be
- INITIATION A L'ACOUSTIQUE – A. Fischetti – BELIN, Paris – 2003.
- ACOUSTIQUE – R. Josse – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Grenoble.
- ACOUSTIQUE DU BÂTIMENT ET LUTTE CONTRE LE BRUIT- J.J. Embrechts – Université de Liège, Faculté des Sciences Appliquées – 2001.
- BOUWAKOESTIEK – B. Ingelaere – Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, Limelette – 2002.
- LA PRATIQUE DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE DES BÂTIMENTS – J. Pujolle – Editions du Moniteur, Paris – 1978.



Contact

Manuel VAN DAMME

Acoustical Expert @ Build Silence

www.buildsilence.be

mvd@buildsilence.be

+32 (0)478/98.98.42



Build Silence
Acoustical Experts & Engineers

