

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

AKOESTIEK: ONTWERP EN REALISATIE

LENTE 2023

Contactgeluidsisolatie in de praktijk

Manuel VAN DAMME



Integratie van akoestisch comfort in bouwwerken

- ▶ Algemene akoestische benadering van een typegebouw



Vijf te behandelen thema's

- ▶ Geluid van technische installaties
- ▶ Isolatie tegen luchtgeluiden binnen
- ▶ Isolatie van gevels tegen buitengeluiden
- ▶ **Isolatie tegen contactgeluiden**
- ▶ Beheer van nagalm

Definitie:

Onder een normale akoestische omgeving voor contactgeluid in een aangrenzende ruimte verstaan we de geluiden die resulteren uit de impact op de structuur van het gebouw **van normale voetstappen**, het **verplaatsen van lichte meubels** die makkelijk kunnen worden verplaatst en **de impact van licht speelgoed**.





- ▶ Beheersen van de parameters, ordes van grootte en normatieve doelstellingen waarmee de kwaliteit van de contactgeluidsisolatie van een gebouw kan worden bepaald overeenkomstig de bestemming.
- ▶ Onderscheiden van de mogelijke behandelingen van contactgeluiden: bij de bron, aan de ontvangtzijde of op het voortplantingstraject.
- ▶ Kunnen interpreteren van technische fiches voor vloerbekledingen en technische oplossingen voor zwevende dekvloeren.
- ▶ Kennismaken met een vereenvoudigde berekeningsmethode die te behalen normatieve prestaties voor een afgewerkt gebouw relateert aan de voorziene componenten.
- ▶ Een overzicht verkrijgen van de akoestische prestaties voor de contactgeluidsisolatie van houten vloeren.
- ▶ Een overzicht verkrijgen van de belangrijke technische punten waarover gewaakt moet worden bij de uitvoering.



DOELSTELLINGEN, ORDES VAN GROOTTE EN PARAMETERS

DE BEHANDELING VAN CONTACTGELUID IN DE PRAKTIJK

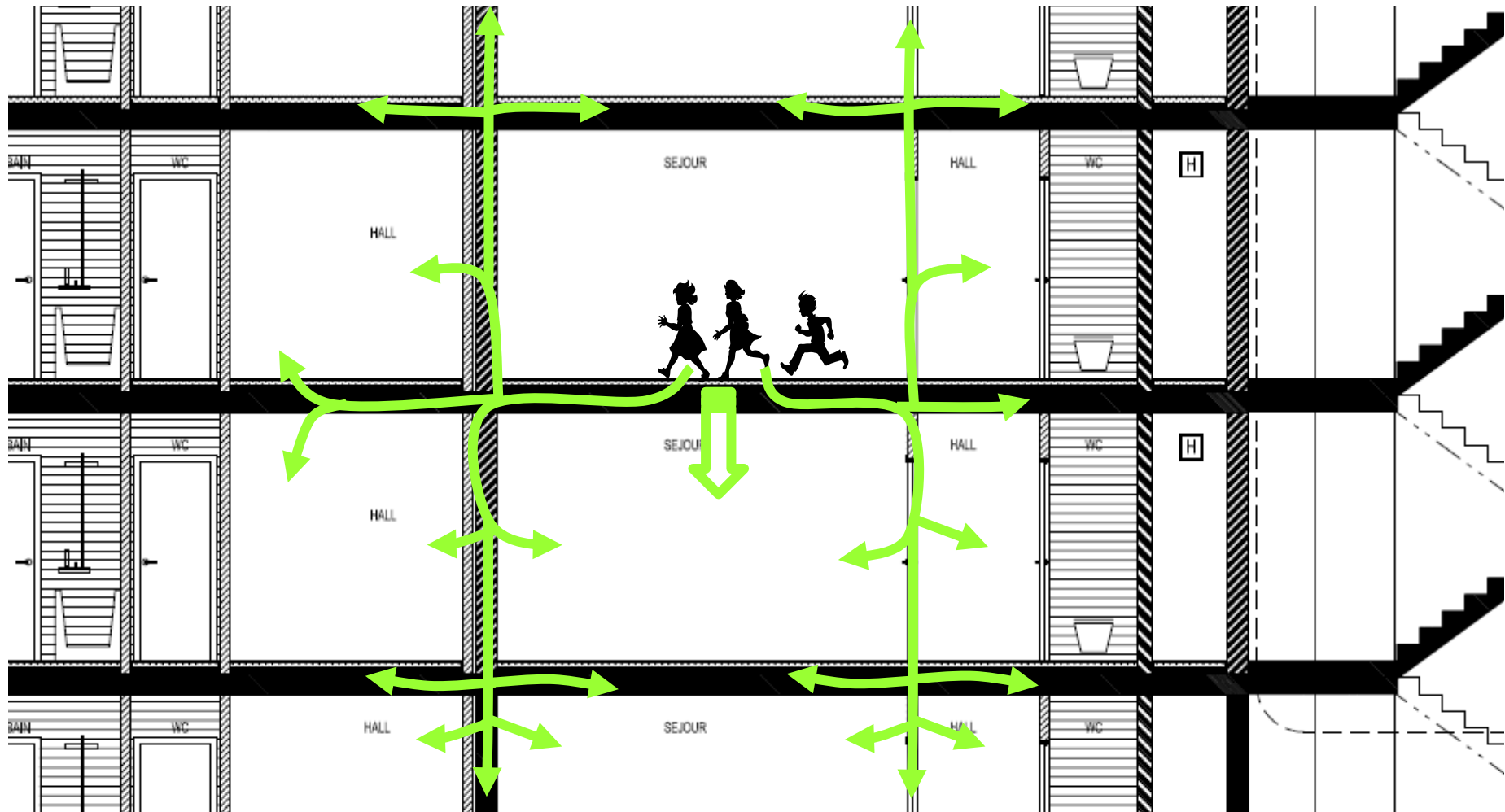
DE BEPALING VAN DE PRESTATIES TER PLAATSE

CONTACTGELUIDSISOLATIE VAN HOUTEN VLOEREN

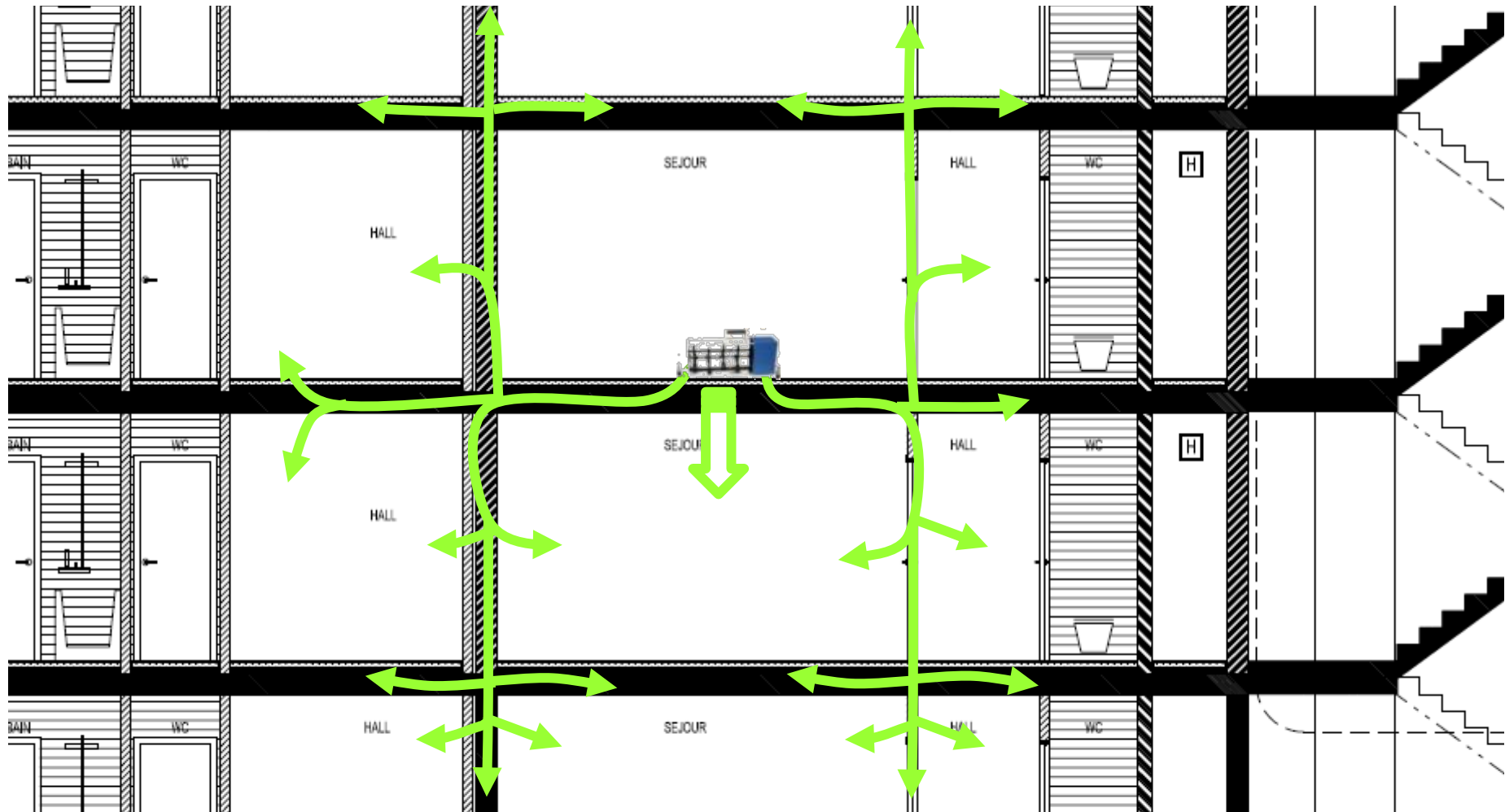
AANDACHTSPUNTEN BIJ UITVOERING



Contactgeluiden: grote hoeveelheid energie die in de gebouwstructuur wordt geïnjecteerd



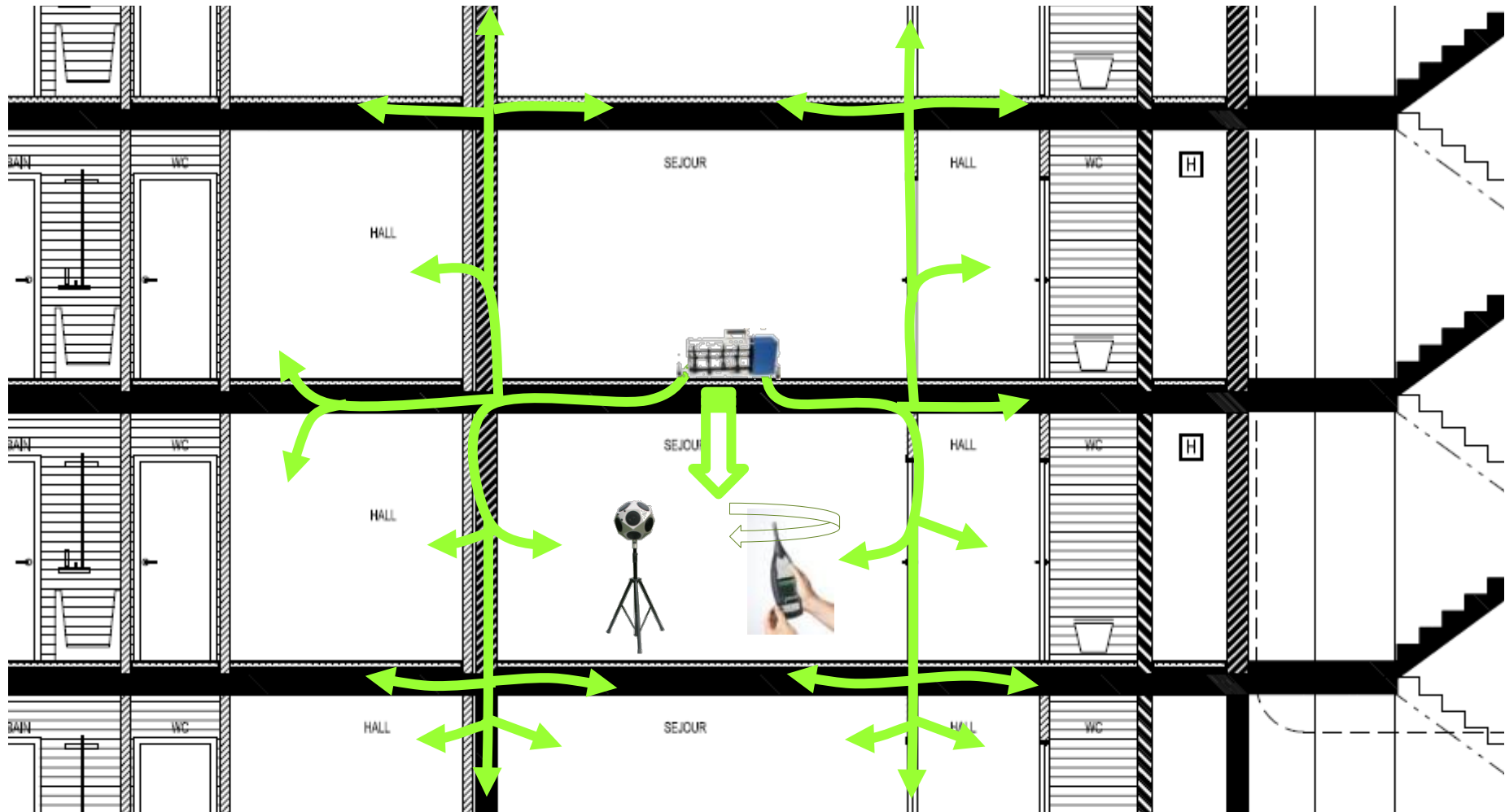
Meting van de contactgeluidsisolatie: gestandaardiseerde klopgeluidmachine (hamermachine)



Meting van de contactgeluidsisolatie: de gestandaardiseerde klopgeluidmachine (hamermachine)



Meting van de contactgeluidsisolatie: de gestandaardiseerde klopgeluidmachine (hamermachine)

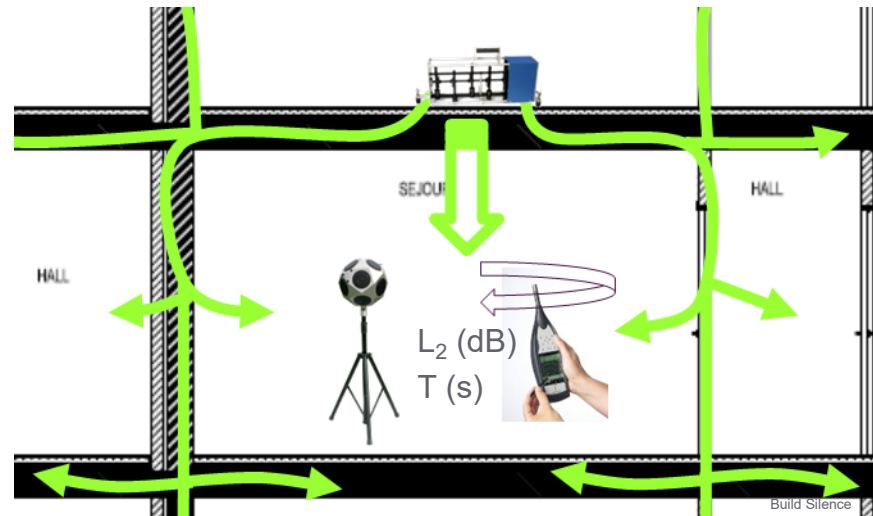
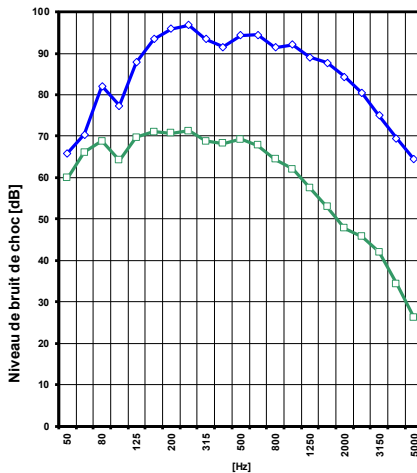


Meting van de contactgeluidsisolatie van vloeren

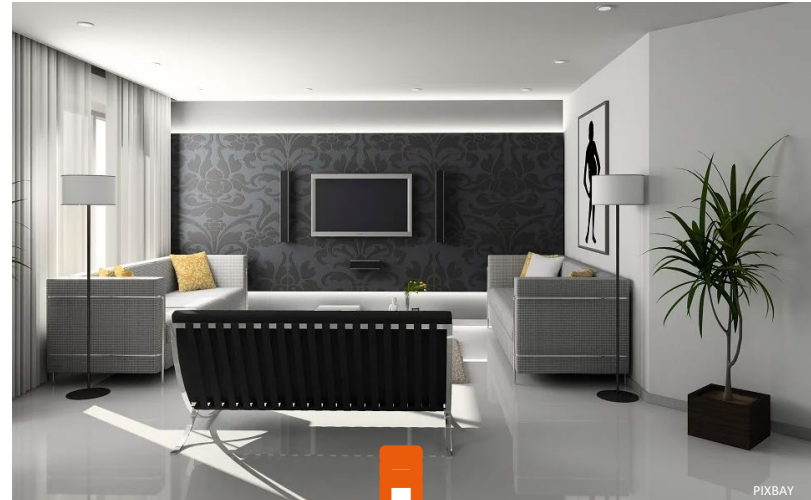
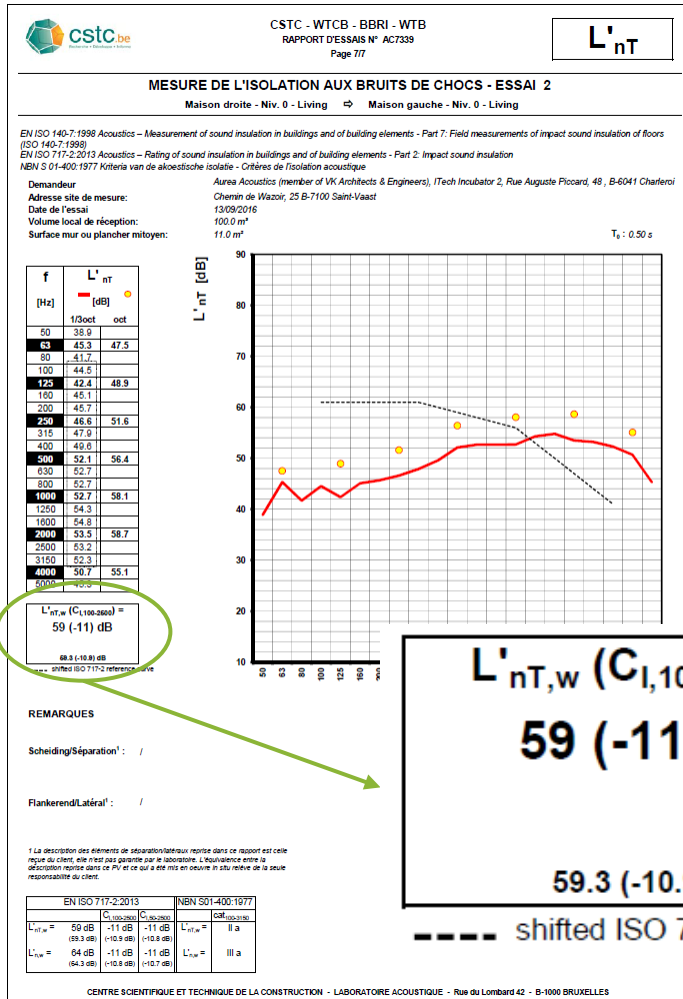
- Het gestandaardiseerde contactgeluidsniveau: $L'_{nT} = L_2 - 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right)$

Met, gemeten in **tertsbanden**:

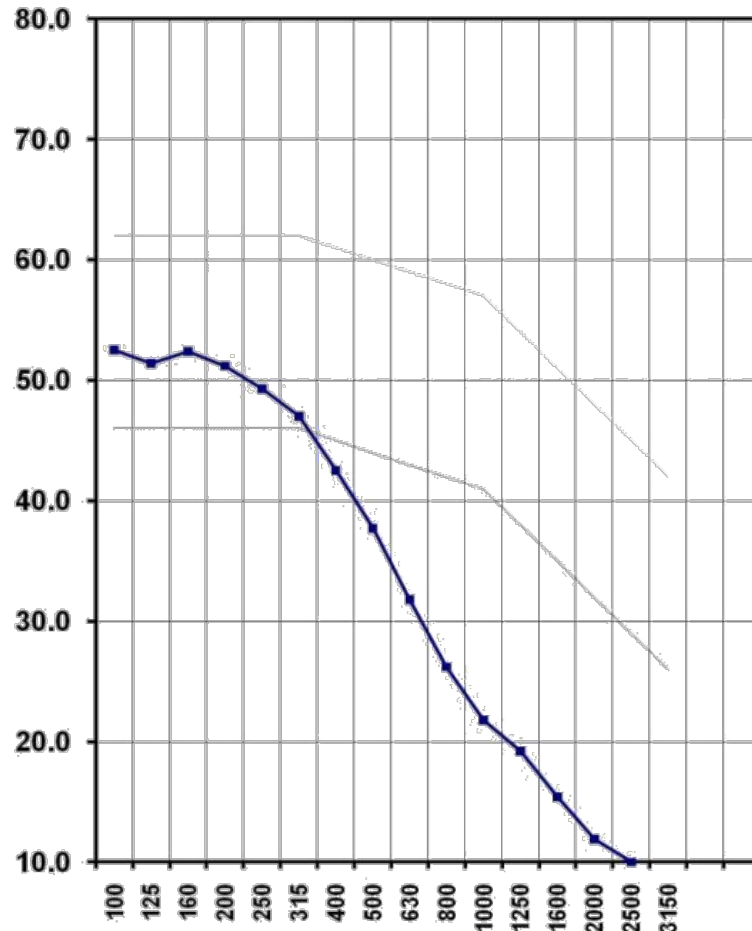
- L_2 (dB): Niveau gegenereerd door de klop geluid machine (hamermachine) in de ontvangstruimte (gemiddeld min. 4 posities),
- T (s): Nagalmtijd in de ontvangstruimte (gemiddeld min. 6 metingen),
- T_0 (s): Referentienagalmtijd in de ontvangstruimte, gelijk aan 0,5 s in woongebouwen. Voor de andere types gebouwen, zie specifieke waarden in NBN S 01-400-X



Meting van het gestandaardiseerde contactgeluidsniveau tussen twee woningen

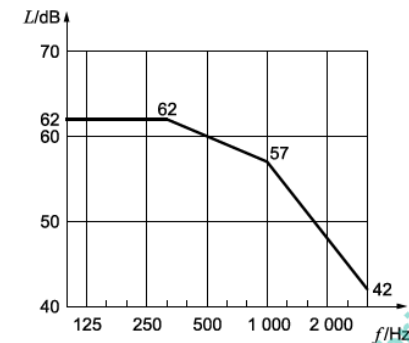


Het gewogen gestandaardiseerde contactgeluidsniveau:



Berekening van de ééngetalswaarde $L'_{nT,w}$:

- Op basis van het spectrum L'_{nT} tussen 100 en 3150 Hz
- Genormaliseerde procedure ISO 717-2 [2020]
- Waarde verkregen door verschuiving van een referentiecurve



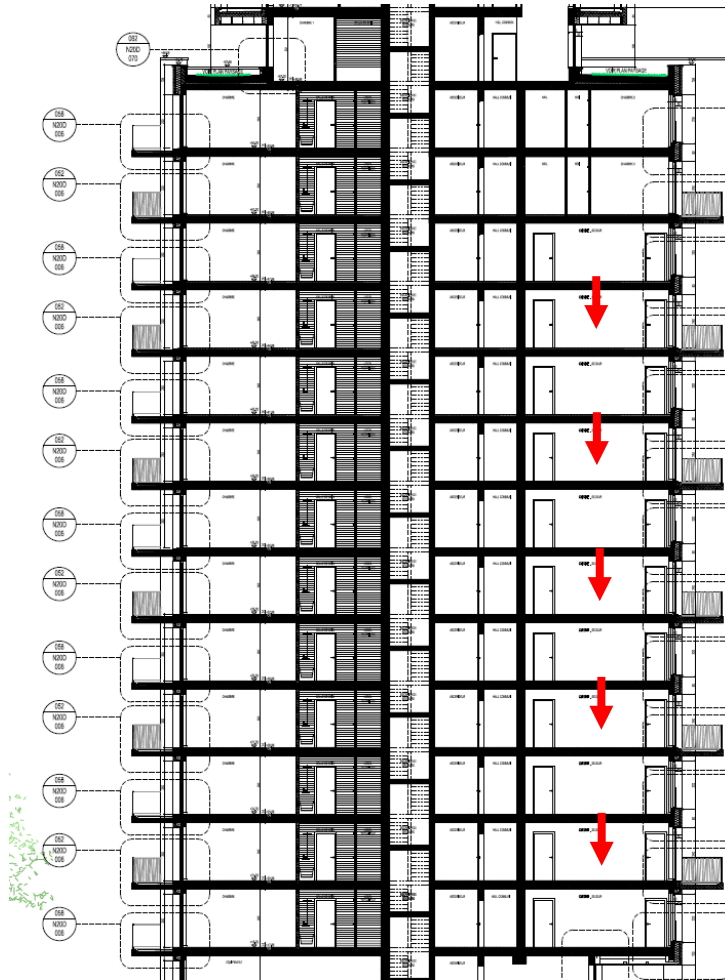
- Bereken de complementaire term C_I , representatief voor het gedrag van de vloer bij voetstapgeluiden

$$L'_{nT,w}(C_I)$$

$$L'_I = L'_{nT,w} + C_I$$



Ordes van grootte voor woongebouwen



Appartementsgebouw in België.

Subjectieve indruk van comfort volgens het gewogen, gestandaardiseerde contactgeluidsniveau:

Indien $L'_{nT,w} > 65$ dB:

onvoldoende om 2 woningen te scheiden

Indien $L'_{nT,w} < 58$ dB:

60 tot 70 % van de bewoners is tevreden over de contactgeluidisolatie ten aanzien van de burens

Indien $L'_{nT,w} < 50$ dB:

95 % van de bewoners is tevreden



DE GELDENDEN NORMEN (LENTE 2023)

Woongebouwen



NBN S 01-400-1 (2022)

Norme belge	
NBN S 01-400-1:2022	
Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation	
Valable à partir de 08-07-2022 Remplace NBN S 01-400-1:2008 La période de coexistence entre cette norme et la norme qu'elle remplace est fixée à 6 mois.	

Schoolgebouwen



NBN S 01-400-2 (2012)

ICS: 17.140.01 ; 17.160	
Norme belge	
NBN S 01-400-2	1e éd., octobre 2012
Indice de classement: S 01	
Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires Akoestische criteria voor schoolgebouwen Acoustic criteria for school buildings	

Andere gebouwen



NBN S 01-401 (1987)
(grenswaarden voor geluidsniveaus)

ACOUSTIQUE	
CDU : 534.69	NBN S 01-401
VALEURS LIMITES DES NIVEAUX DE BRUIT EN VUE D'ÉVITER L'INCONFORT DANS LES BÂTIMENTS	
Grenswaarden voor de geluidsniveaus in gebouwen	
Zuillässige Schallpegel in Gebäuden	
Maximal noise levels in buildings	

NBN S 01-400 (1977)
(geluidsisolatiecriteria)

ACOUSTIQUE	
CDU : 534.69	NBN S 01-400
CRITÈRES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE	
Kriteria van de akoestische isolatie	
Sound insulation	
Schalldämmung	
Documents à consulter :	
NBN S 01-400 (1977) - Acoustique - Mesures en laboratoire de l'isolation d'affaiblissement acoustique aux sons aériens	

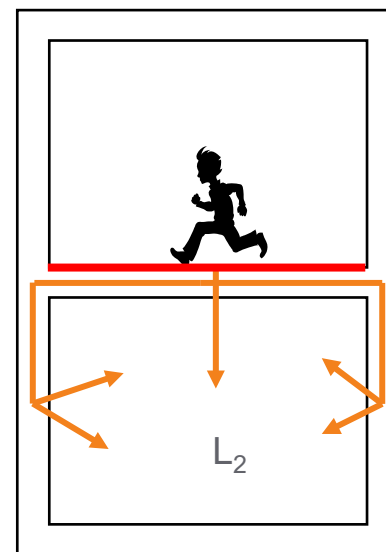
Momenteel in herziening
NBN S 01-400-3 (20xx)



Akoestische criteria voor appartementen

Tableau 2 – Critères pour l'isolation aux bruits de choc pour les 3 niveaux de performance

	Classe A	Classe B	Classe C
Entre un local hors du logement considéré et un local dans le logement considéré ^{a b} (à l'exception des cas de la ligne 2)	$L'_{nT,w} \leq 44 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$
Entre un espace de circulation commun (à l'exception des escaliers) hors du logement considéré et un local dans le logement considéré au même étage ^{a b}	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 56 \text{ dB}$
Exigence supplémentaire pour planchers mitoyens adjacents à une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain	$L_{I,50} \leq 48 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 52 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 56 \text{ dB}$
A l'intérieur du même logement : D'une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain (qui n'appartient pas uniquement à la chambre susmentionnée) vers une chambre à coucher ou bureau	$L'_{nT,w} \leq 54 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}^c$



Belangrijk - grootte-orde van de eisen inzake contactgeluidsniveau tussen twee appartementen in België:

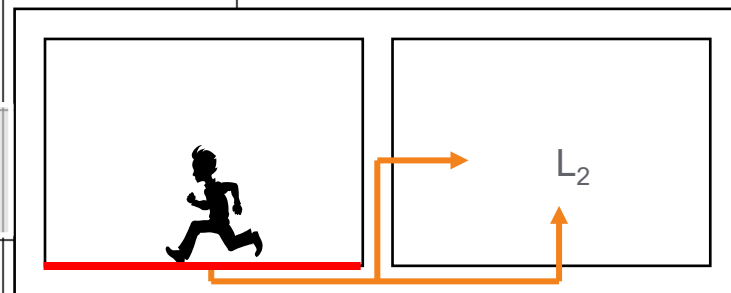
$$\rightarrow L'_{nT,w} < 52 \text{ dB}$$



Akoestische criteria voor rijwoningen

Tableau 2 – Critères pour l'isolation aux bruits de choc pour les 3 niveaux de performance

	Classe A	Classe B	Classe C
Entre un local hors du logement considéré et un local dans le logement considéré ^{a b} (à l'exception des cas de la ligne 2)	$L'_{nT,w} \leq 44 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$
Entre un espace de circulation commun (à l'exception des escaliers) hors du logement considéré et un local dans le logement considéré au même étage ^{a b}	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$	
Exigence supplémentaire pour planchers mitoyens adjacents à une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain	$L_{I,50} \leq 48 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 52 \text{ dB}$	
A l'intérieur du même logement : D'une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain (qui n'appartient pas uniquement à la chambre susmentionnée) vers une chambre à coucher ou bureau	$L'_{nT,w} \leq 54 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}^c$



Belangrijk – grootte-orde van de eisen inzake contactgeluidsniveau tussen twee rijwoningen in België:

$$\rightarrow L'_{nT,w} < 48 \text{ dB}$$



Akoestische criteria voor schoolgebouwen (en andere gebouwen)

Tableau 11 - Le niveau de pression du bruit de choc standardisé pondéré L'_I maximum permis en fonction de la production de bruits de choc attendue dans le local d'émission et de la sensibilité acoustique dans le local de réception.

$L'_I = L'_{nT,w} + C_I$ [dB]		Production du bruit de choc dans le local d'émission			
		faible	normale	élevée	très élevée
Sensibilité acoustique dans le local de réception	faible	pas d'exigence	pas d'exigence	pas d'exigence	65
	normale	65	60	55	50
	élevée	60	55	50	45 (situation à éviter)
	très élevée	55	50	45 (situation à éviter)	situation à éviter car difficilement réalisable

Voorbeeld (school):

- Inkomhal gebruikt tijdens de lessen: hoge productie van contactgeluiden
- Klaslokaal: hoge akoestische gevoeligheid

→ $L'_I < 50$ dB te bereiken



DOELSTELLINGEN, ORDES VAN GROOTTE EN PARAMETERS

DE BEHANDELING VAN CONTACTGELUID IN DE PRAKTIJK

DE BEPALING VAN DE PRESTATIES TER PLAATSE

CONTACTGELUIDSISOLATIE VAN HOUTEN VLOEREN

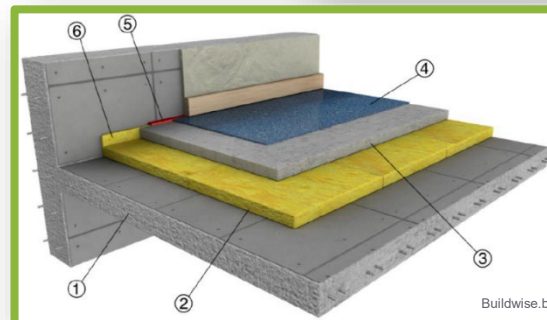
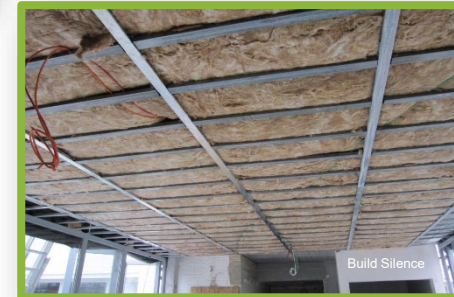
AANDACHTSPUNTEN BIJ UITVOERING

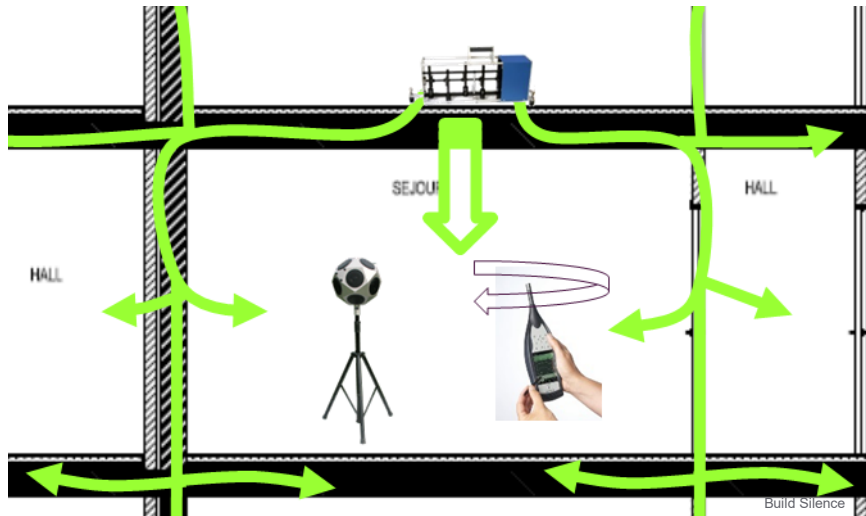
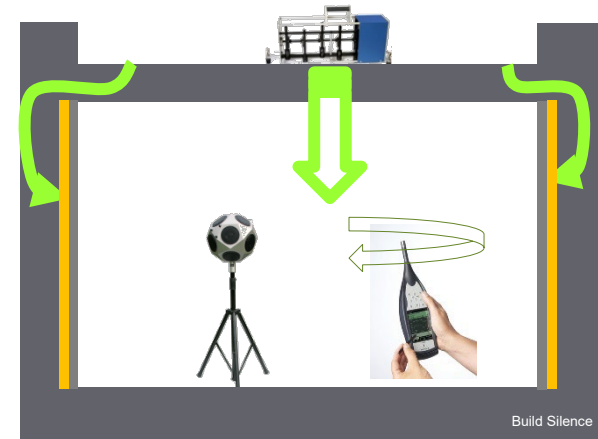


De technieken voor contactgeluidsisolatie

Drie behandelingsprincipes

- **aan de bron:** vloerbekleding
- **bij de ontvangst:** plafond/wanden van de ontvangstruimte
- **bij de voortplanting:** zwevende systemen



Meting van de contactgeluidsisolatie in situ en in het laboratoriumMetingen in situ: L'_{nT} **Karakteristiek voor de gegeven situatie**Metingen in het laboratorium: L_n **Karakteristiek van de vloer**

Verschillen tussen laboratoriumomstandigheden en in situ:

- Invloed van flankerende geluidstransmissies
- Invloed van het volume van de ruimtes,
- Invloed van de heterogeniteit van de geteste wand,
- Invloed van de uitvoeringskwaliteit/geluidslekken

→ Opgelet bij vergelijken!



Meting van de prestaties van vloerbekledingen



Gewogen contactgeluidsniveau **gemeten in het laboratorium**

$$L_n = L_2 + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right)$$

- Karakteristieken van de meetcellen:
 - **Zeer weinig flankerende transmissies**
 - **Genormaliseerde vloerplaat (14 cm beton)**
 - **Nauwkeurige testprocedure (ISO 10140-3)**
- Meting van $L_{n,0}$ op onbeklede vloerplaat in labotorium
- Meting van L_n met vloerbekleding
- Berekening van ΔL “improvement of impact sound insulation” (contactgeluidreductie)

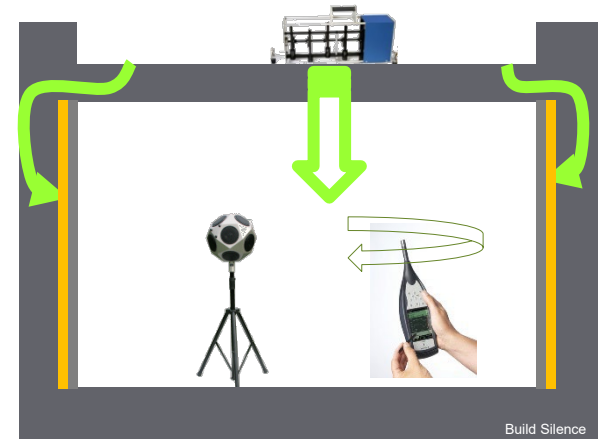
$$\Delta L = L_{n,0} - L_n$$



Meting van de prestaties van vloerbekledingen



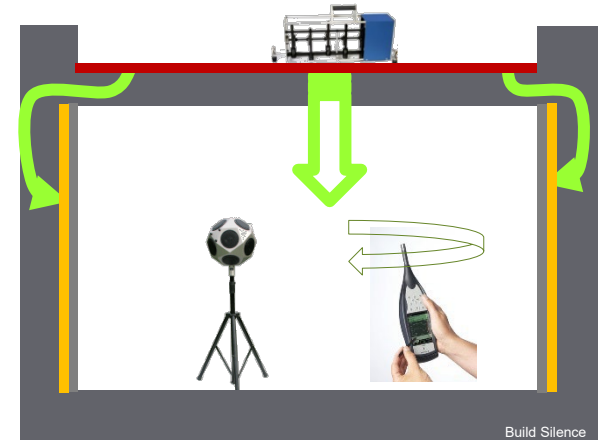
Meting van de $L_{n,0}$
Zonder vloerbekleding



Met vloerbekleding,
meting van de L_n

→ Verschil L_n

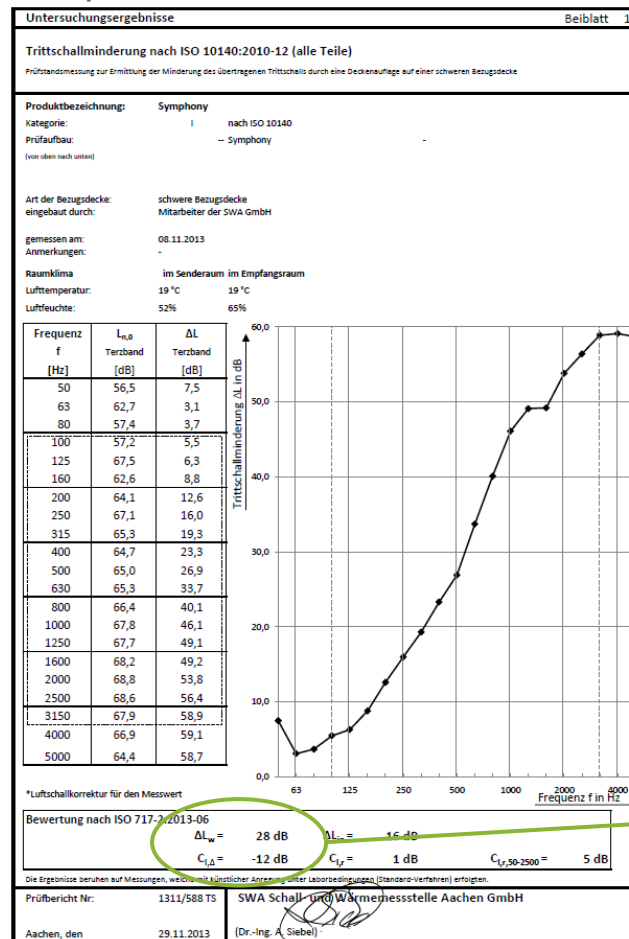
$$\Delta L = L_{n,0} - L_n$$



Meting van de prestaties van vloerbekledingen

Berekening van ééngetalswaarde
contactgeluidreductie ΔL_w (ISO 717-2)

Rapport van metingen in het laboratorium = technische fiche van product

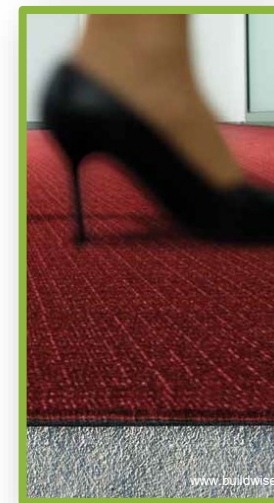
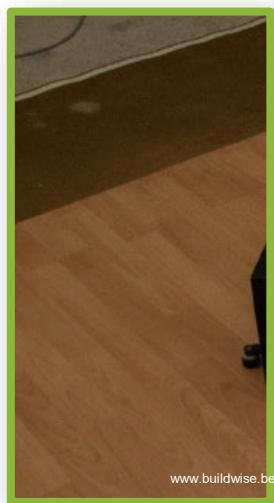
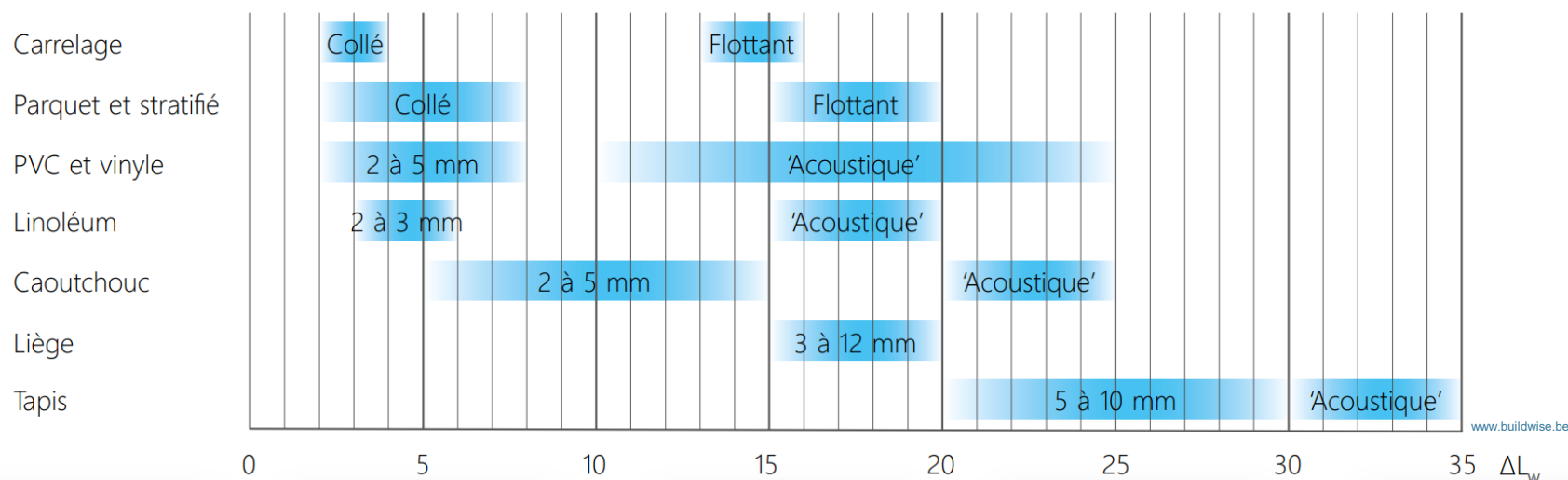


Voorbeeld: maquette
Desso Symphony 1100

$\Delta L_w = 28 \text{ dB}$



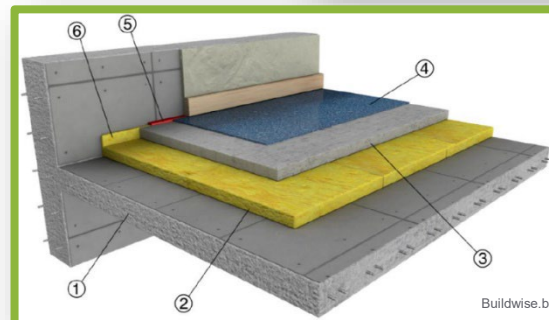
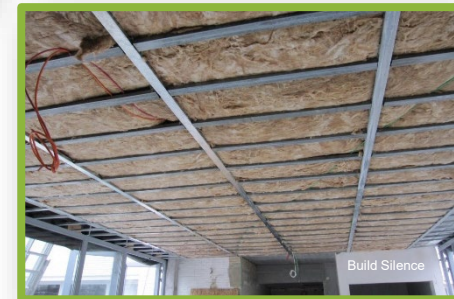
Contactgeluidreductie van vloerbekledingen

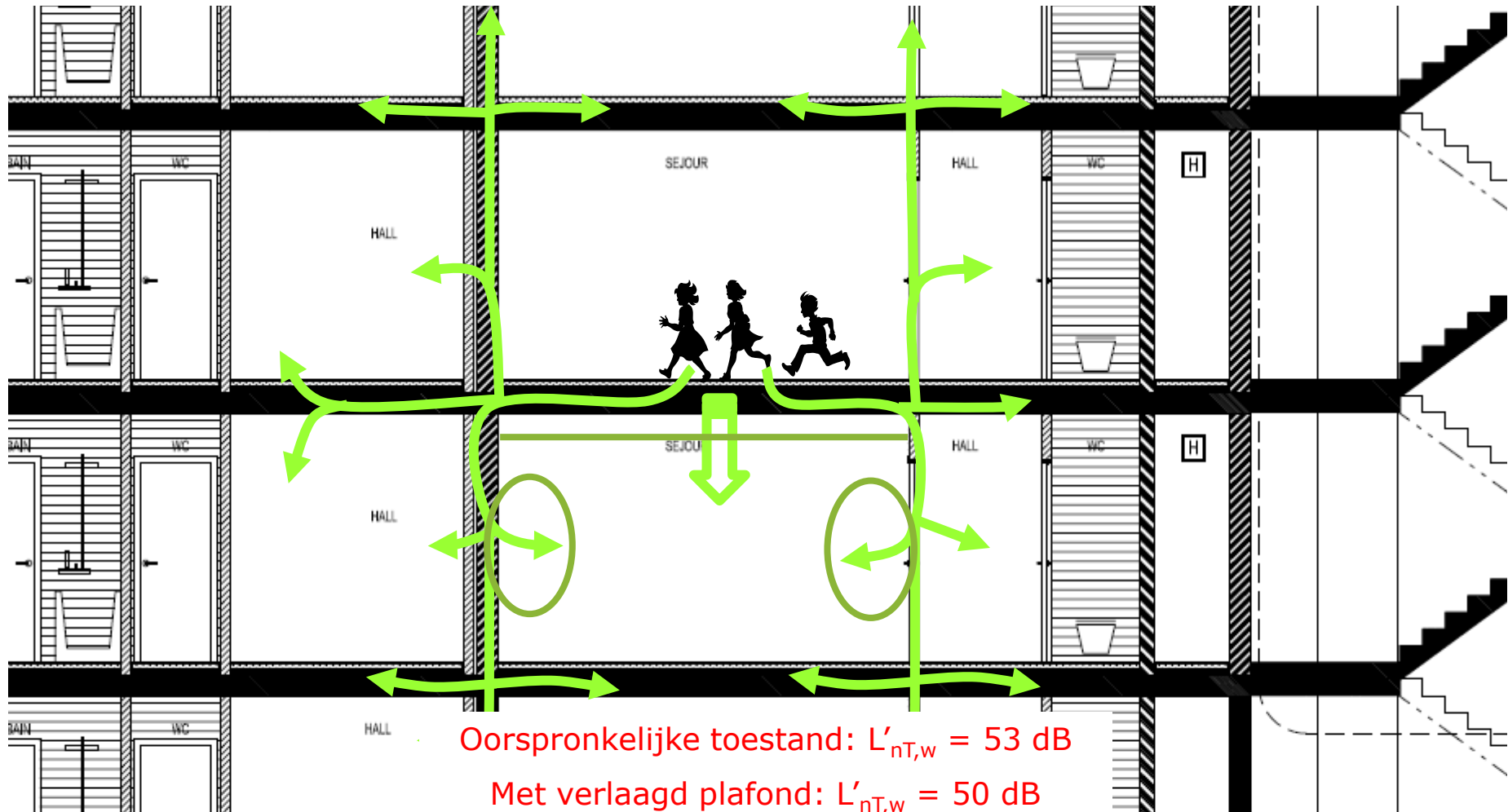


De technieken voor contactgeluidsisolatie

Drie behandelingsprincipes

- **aan de bron:** vloerbekleding
- **bij de ontvangst:** plafond/wanden van de ontvangstruimte
- **bij de voortplanting:** zwevende systemen



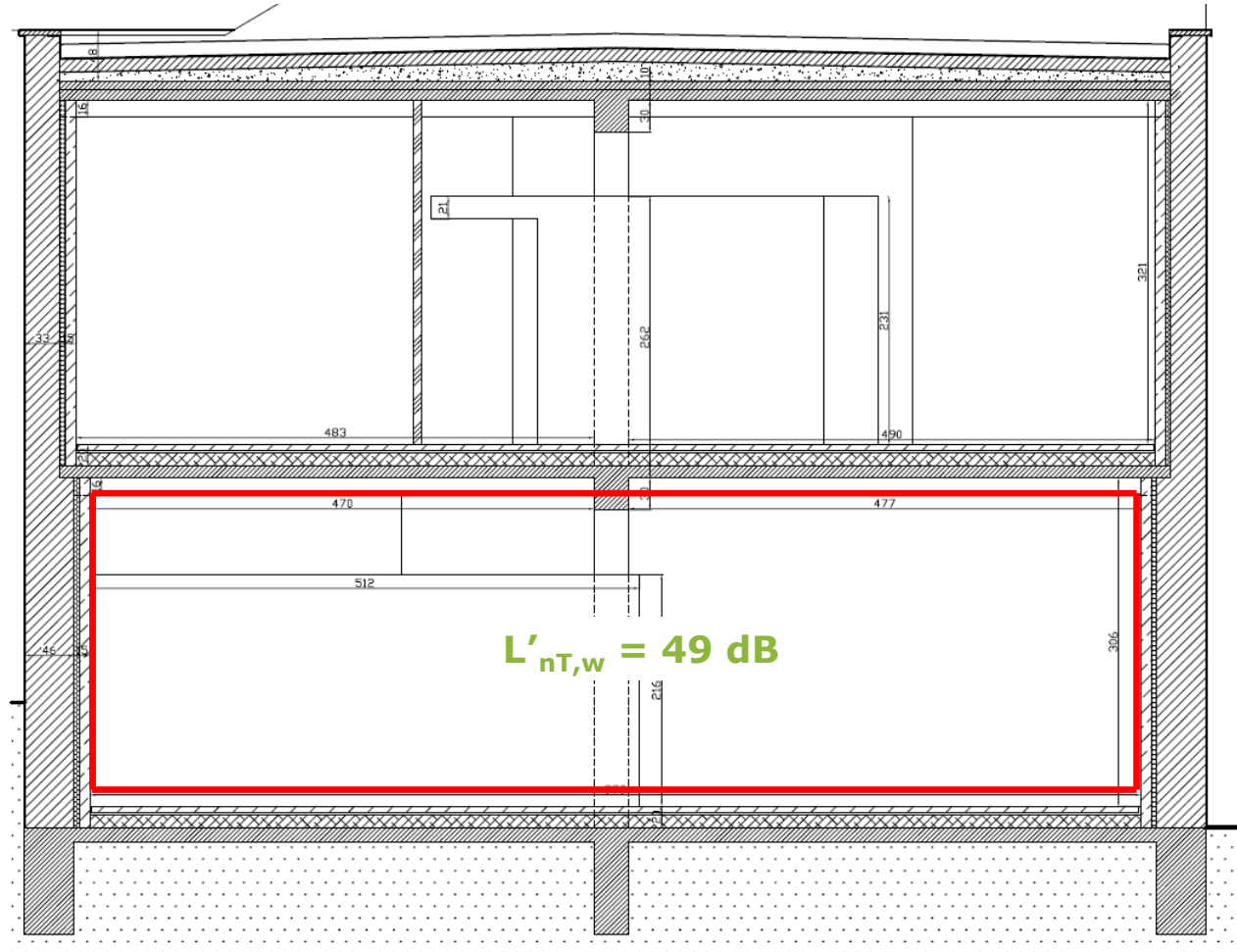
Contactgeluidsisolatie door verlaagde plafonds: beperkte prestaties

Contactgeluidsisolatie door verlaagde plafonds: beperkte prestaties

- ▶ Akoestisch (isolerend) plafond:
 - Metalen structuur (zelfdragend)
 - Minerale wol (min. 100 mm)
 - Dubbele gipsplaten (2 x 12,5 mm)
 - Soepele perifere voeg



Contactgeluidsisolatie langs onderzijde: “doos-in-doos”-systeem



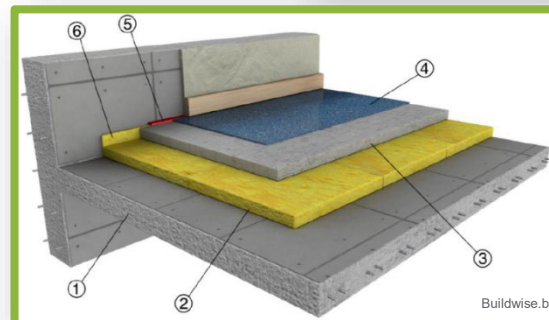
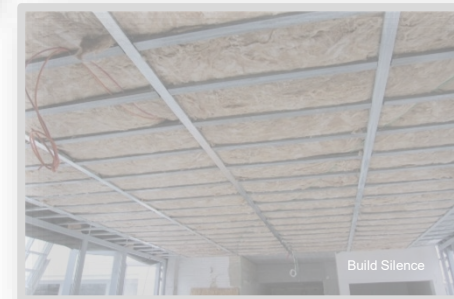
www.buildsilence.be



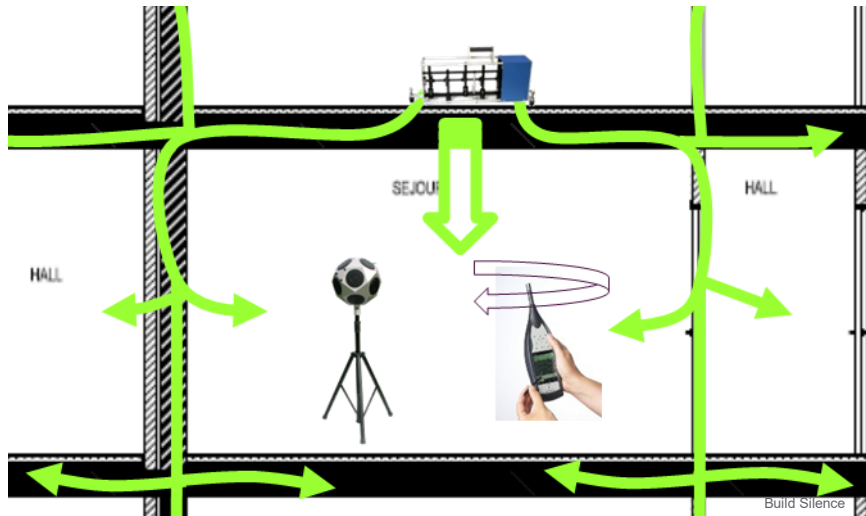
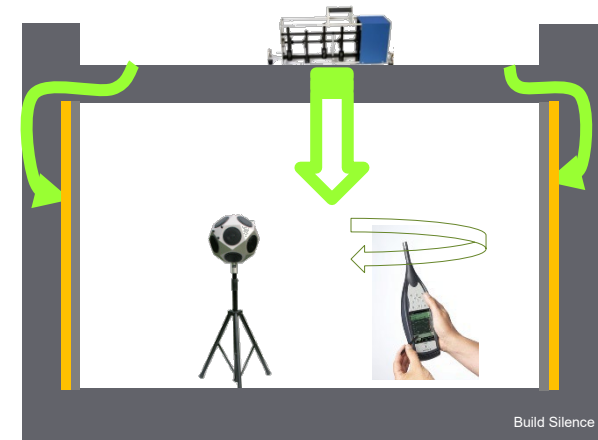
De technieken voor contactgeluidsisolatie

Drie behandelingsprincipes

- **aan de bron:** vloerbekleding
- **bij de ontvangst:** plafond/wanden van de ontvangstruimte
- **bij de voortplanting:** zwevende systemen



29 AKOESTISCHE PRESTATIES VAN VLOEREN

Meting van de contactgeluidsisolatie in situ en in het laboratoriumMetingen in situ: L'_{nT} **Karakteristiek voor de gegeven situatie**Metingen in het laboratorium: L_n **Karakteristiek van de vloer**

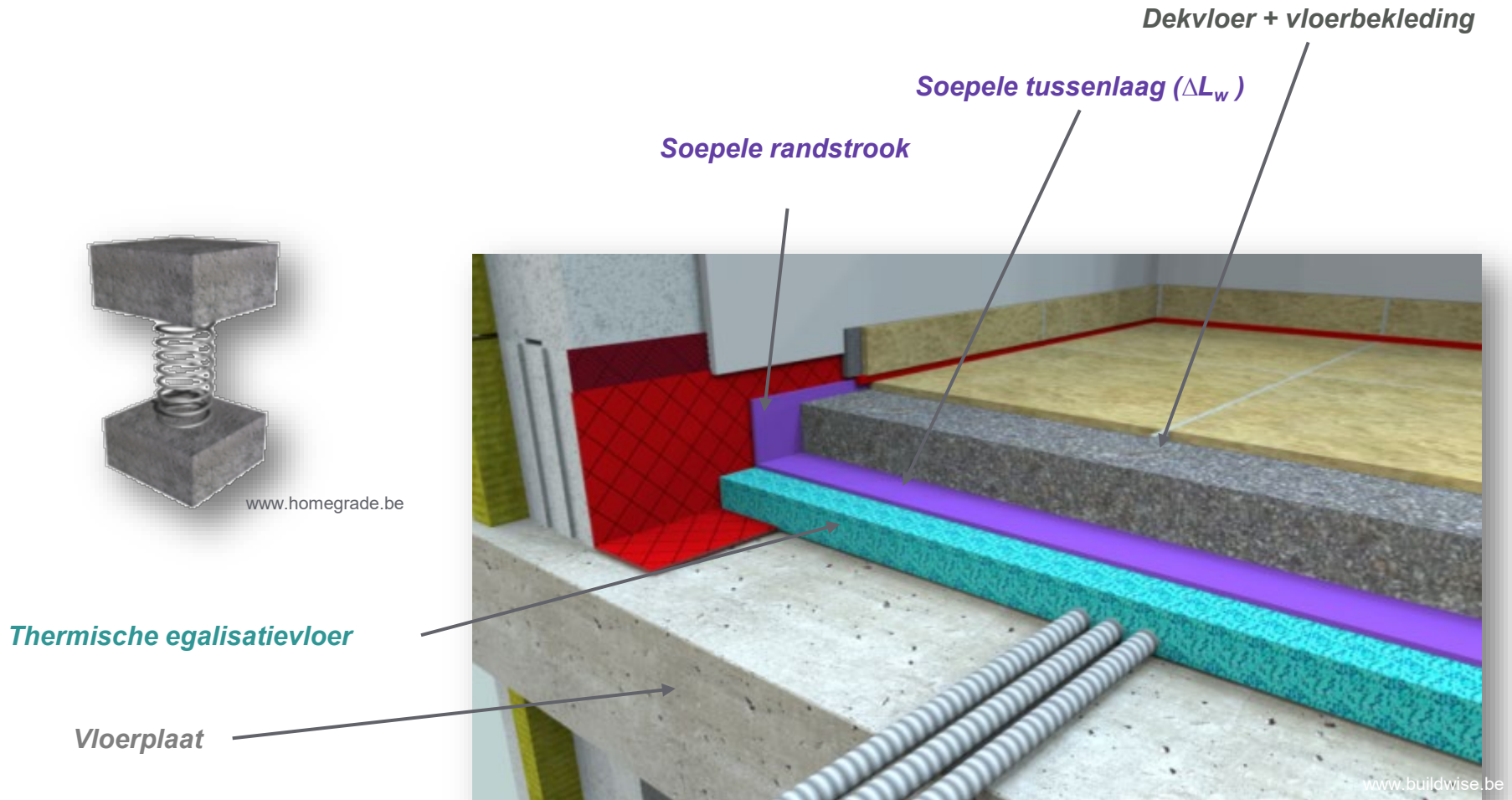
Verschillen tussen laboratoriumomstandigheden en metingen in situ :

- Invloed van flankerende geluidstransmissies
- Invloed van het volume van de ruimtes,
- Invloed van de heterogeniteit van de geteste wand,
- Invloed van de uitvoeringskwaliteit/geluidslekken

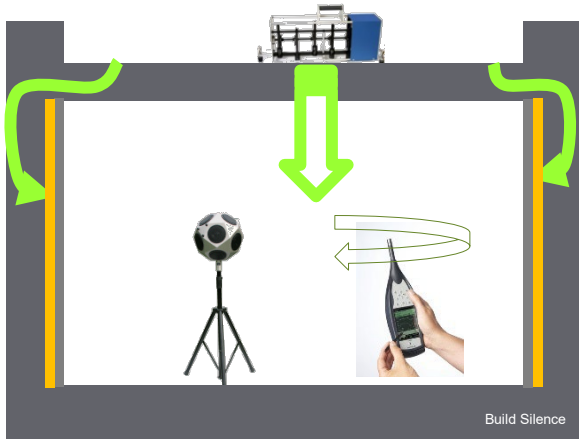
→ Opgelet bij vergelijken!



Technieken voor isolatie tegen contactgeluiden: zwevende dekvloeren

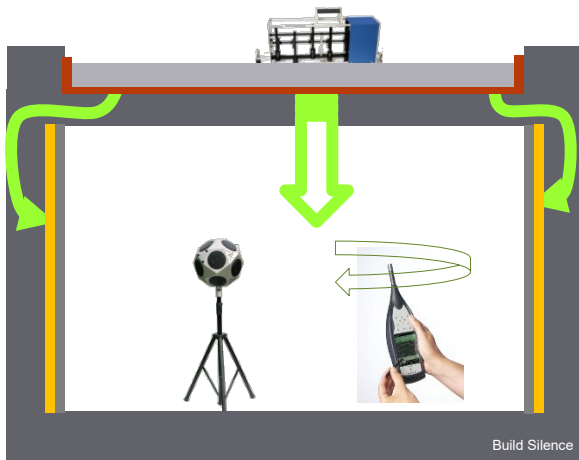


Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: ΔL_w van zwevende dekvloeren

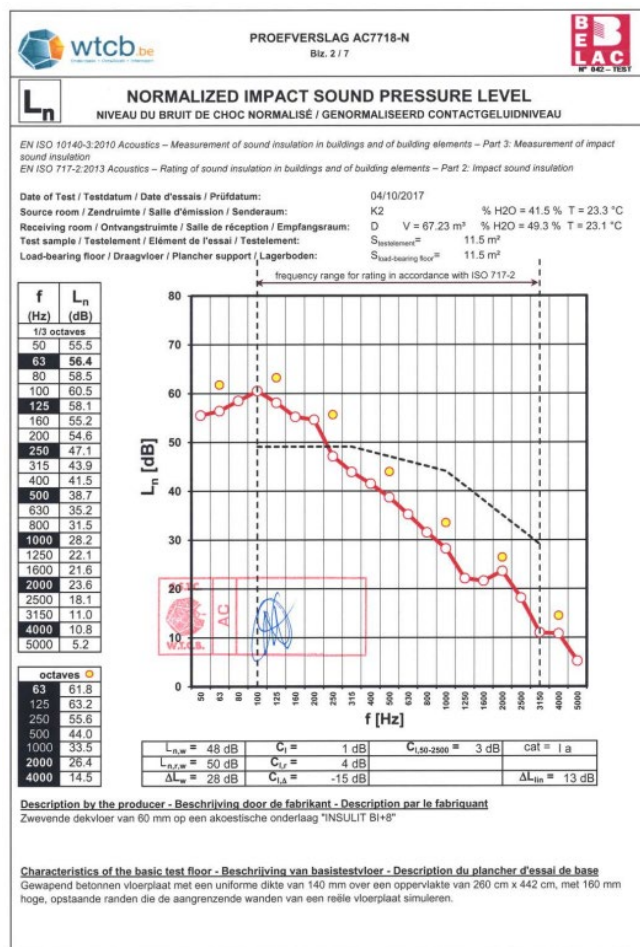


Gewogen contactgeluidsniveau **gemeten in het laboratorium**

- Meting van $L_{n,0}$ op onbeklede vloerplaat in laboratorium
- Meting van L_n met zwevende dekvloer ($>28d$),
- Berekening van ΔL “improvement of impact sound insulation” (contactgeluidsreductie) in tertsbanden en gewogen contactgeluidsreductie ΔL_w



Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: ΔL_w van zwevende dekvloeren

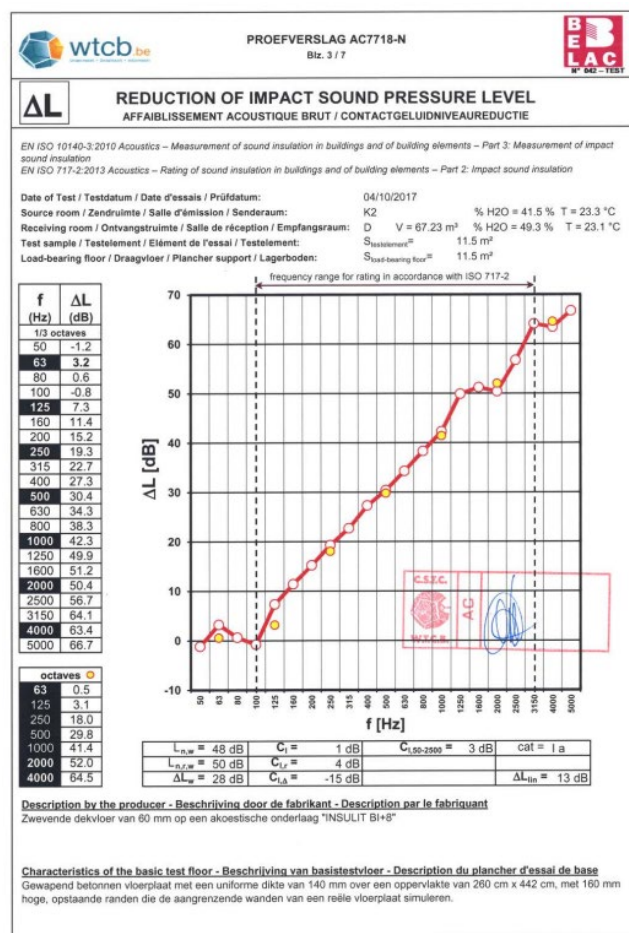


Voorbeeld

Vloersysteem:
Dekvloer 6 cm
Polyolefineschuim met vilt
Betonplaat 14 cm

$$L_{n,w} = 48 \text{ dB}$$

$$\Delta L_w = 28 \text{ dB}$$



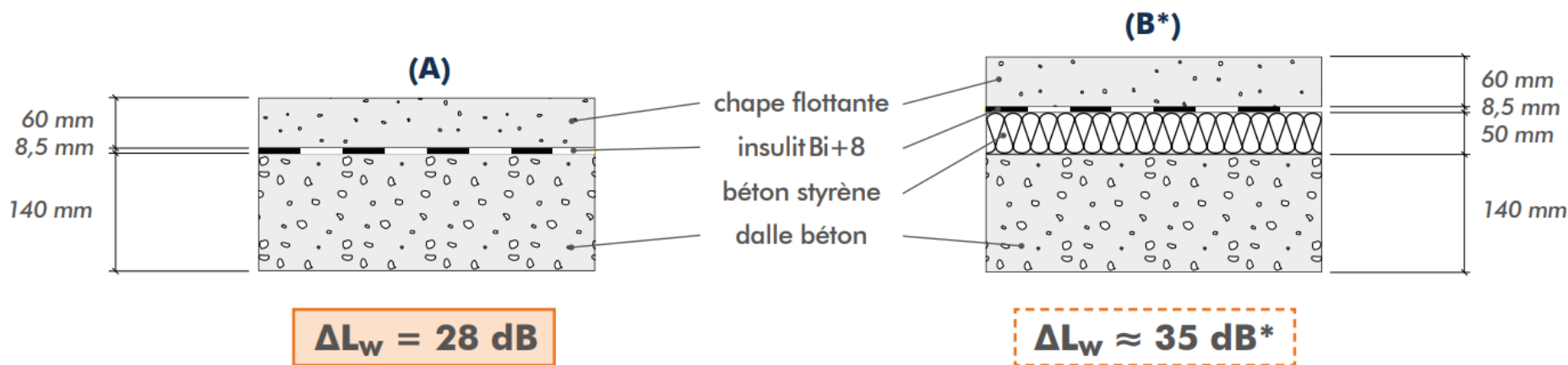
Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: ΔL_w van zwevende dekvloeren

Belangrijk: in een proefverslag, vertegenwoordigt ΔL_w het effect van het akoestisch membraan maar het omvat ook het effect van een eventuele uitvulling indien aanwezig op het ogenblik van de test.

→ **Opgelet bij vergelijken!**



Réduction pondérée du niveau de bruit de choc entre étages.



$L_{n,r,w} = 50 \text{ dB}$

Rapport CSTC 2017 : AC 7718

* Une préchape à base de billes de polystyrène permet d'améliorer significativement les performances de la sous-couche acoustique. Voir test CSTC de l'insulit 4+2.



Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: ΔL_w van zwevende dekvloeren


Materiaal 	ΔL_w (dB)
Geëxtrudeerd polyethyleen-polyolefine	 ++ dB
Polyolefine in combinatie met vilt	 +++ dB
Polystyreen(platen) en gespoten polyurethaan	 -- dB
Gerecycleerd polyurethaan (vlokken)	+++ dB
Panelen uit minerale wol/houtvezel	+++ dB




Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: ΔL_w en $L_{I,50}$ van zwevende dekvloeren

Tableau 2 – Critères pour l'isolation aux bruits de choc pour les 3 niveaux de performance

	Classe A	Classe B	Classe C
Entre un local hors du logement considéré et un local dans le logement considéré ^{a b} (à l'exception des cas de la ligne 2)	$L'_{nT,w} \leq 44 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$
Entre un espace de circulation commun (à l'exception des escaliers) hors du logement considéré et un local dans le logement considéré au même étage ^{a b}	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 56 \text{ dB}$
Exigence supplémentaire pour planchers mitoyens adjacents à une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain	$L_{I,50} \leq 48 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 52 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 56 \text{ dB}$
A l'intérieur du même logement : D'une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain (qui n'appartient pas uniquement à la chambre susmentionnée) vers une chambre à coucher ou bureau	$L'_{nT,w} \leq 54 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}^c$

Aanvullende eis in de NBN betreffende de prestaties **bij lage frequenties** in het laboratorium



Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: ΔL_w en $L_{I,50}$ van zwevende vloeren

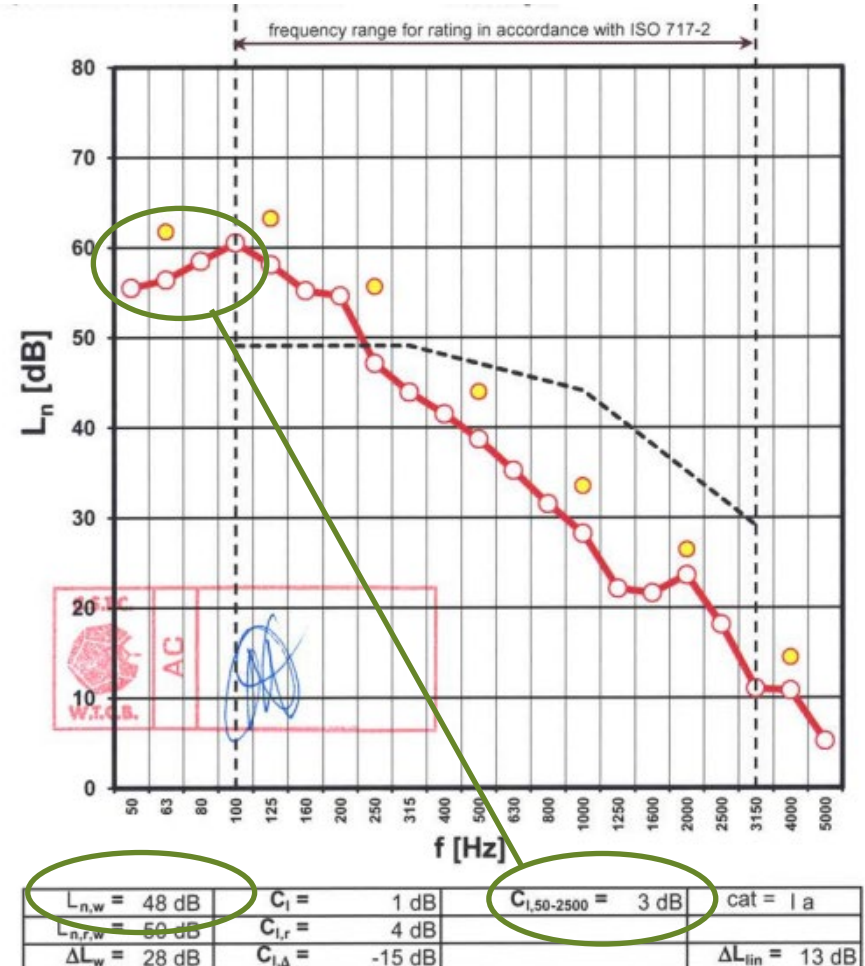


$$L_{I,50} = L_{n,w} + C_{I,50} = 48 + 3 = 51 \text{ dB}$$

$$\Delta L_w = 28 \text{ dB}$$

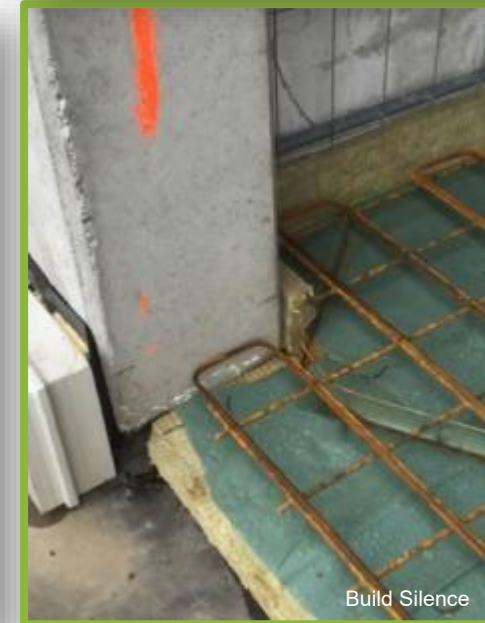
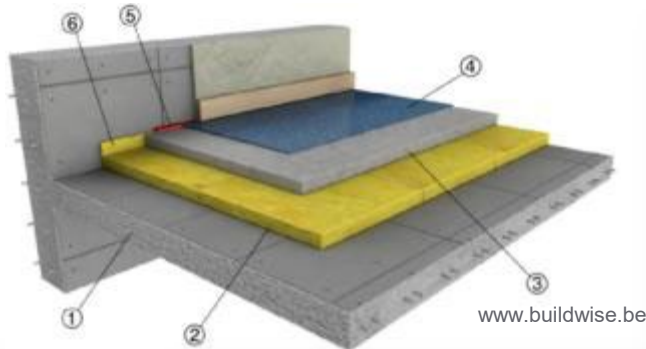
f (Hz)	L_n (dB)
1/3 octaves	
50	55.5
63	56.4
80	58.5
100	60.5
125	58.1
160	55.2
200	54.6
250	47.1
315	43.9
400	41.5
500	38.7
630	35.2
800	31.5
1000	28.2
1250	22.1
1600	21.6
2000	23.6
2500	18.1
3150	11.0
4000	10.8
5000	5.2

octaves	
63	61.8
125	63.2
250	55.6
500	44.0
1000	33.5
2000	26.4
4000	14.5

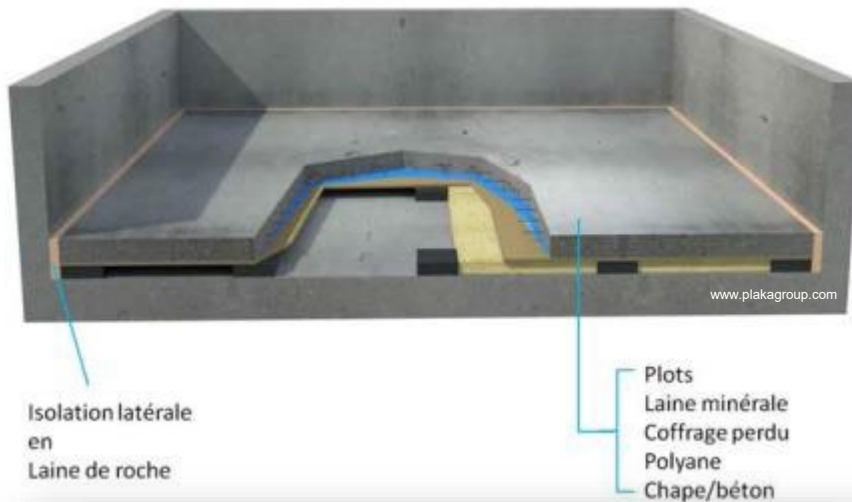


Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: hoogperformante zwevende dekvloeren

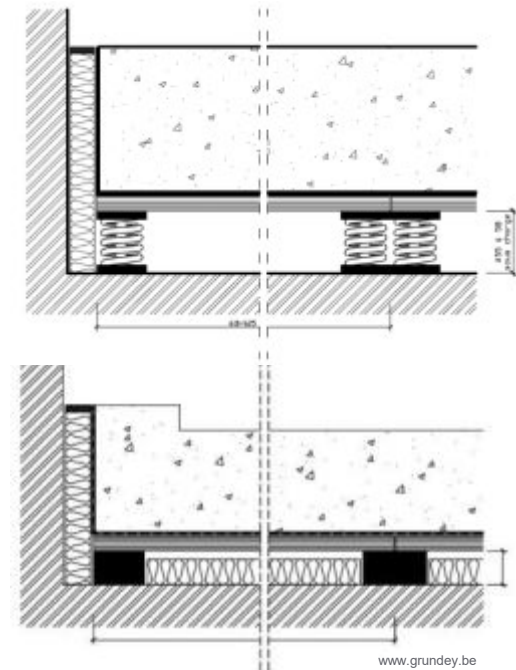
- Interessante dynamische stijfheid
- $L_{n,w} < 45 \text{ dB}$
- Type wol f(vullaag)



Technieken voor isolatie tegen contactgeluid: hoogperformante zwevende dekvloeren



- Plaatselijke contacten – noppen of veren
- **$35 \text{ dB} < L_{n,w} < 45 \text{ dB}$**
- Vloerplaat ong. 12 cm
- Randisolatie uit MW 2 tot 3 cm



Technieken voor isolatie tegen contactgeluiden: zwevende dekvloeren

Overzicht van grootheden met betrekking tot contactgeluidsisolatie

Metingen in het laboratorium:

$$L_{n,w} (C_I)$$

$$L_{I,50}$$

$$\Delta L_w$$



Karakterisering van de **akoestische prestaties van de producten, gemeten in het laboratorium** → technische documentatie = basis voor de berekeningen ter voorspelling van de prestaties in situ

Metingen in situ:

$$L'_{nT,w} (C_I)$$



Uitdrukking van de **prestaties van de contactgeluidsisolatie tussen ruimtes, gemeten ter plaatse** → Het zijn deze grootheden waarop het merendeel van de normen betrekking heeft



DOELSTELLINGEN, ORDES VAN GROOTTE EN PARAMETERS

DE BEHANDELING VAN CONTACTGELUID IN DE PRAKTIJK

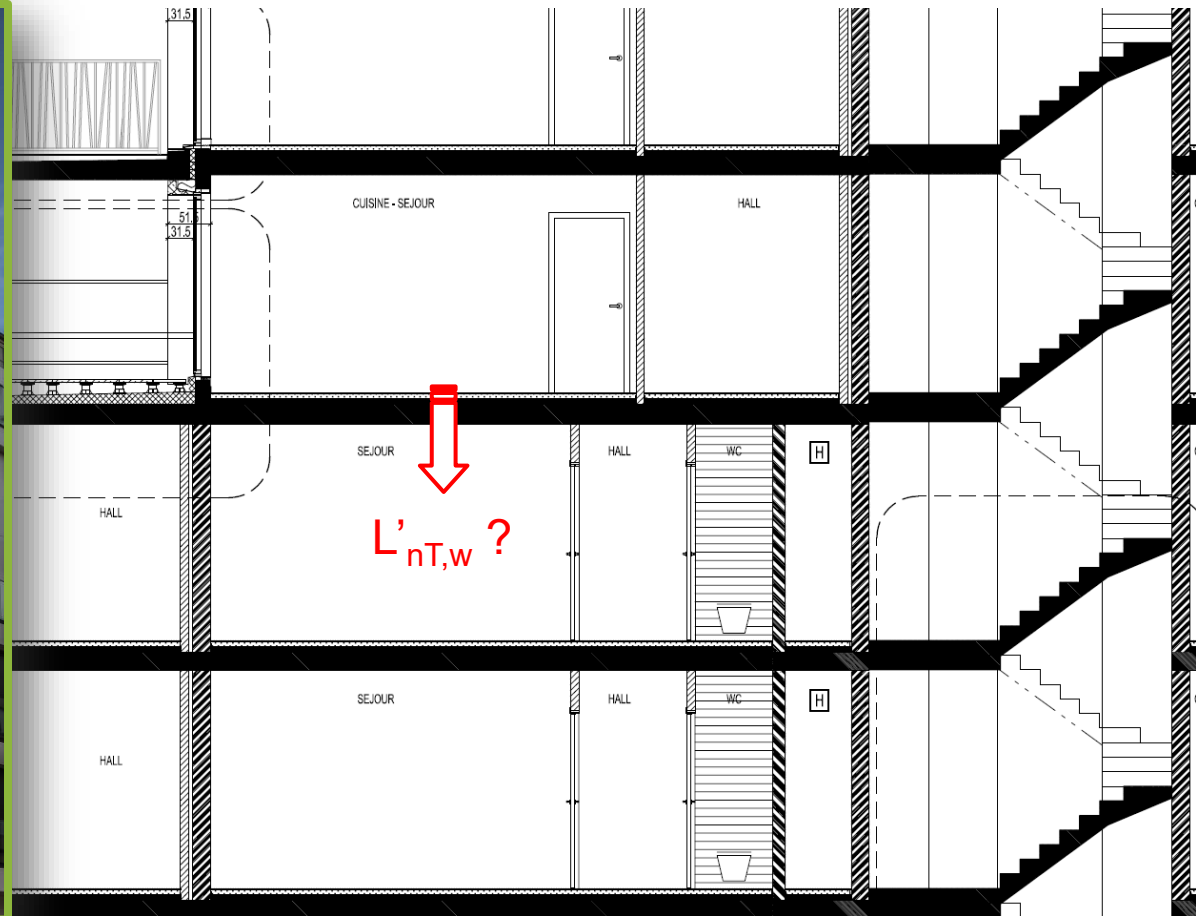
DE BEPALING VAN DE PRESTATIES TER PLAATSE

CONTACTGELUIDSISOLATIE VAN HOUTEN VLOEREN

AANDACHTSPUNTEN BIJ UITVOERING



Berekening van de akoestische gebouwprestaties op basis van de prestaties van de verschillende elementen (EN 12354-2)



Build Silence



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

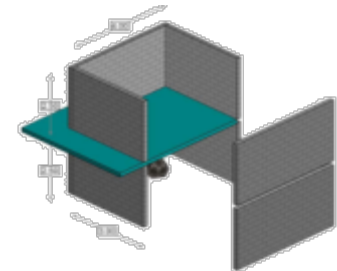
Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een normaal/hoger akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 (voorlaatste versie)

Gedetailleerde methode per frequentieband (= complex!)

Voorspellingssoftware (ACOUBAT, BASTIAN, ...) overeenkomstig EN 12354-2

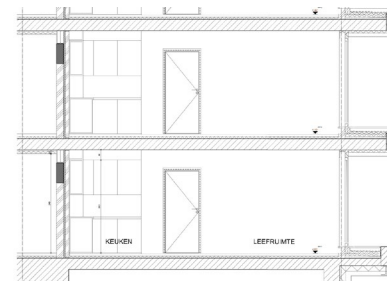
$$L'_n = 10 \log \left(\underbrace{10^{\frac{L_{n,d}}{10}}}_{\text{directe}} + \underbrace{\sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{n,ij}}{10}}}_{\text{laterale wegen}} \right) \text{ dB}$$



www.buildwise.be

Vereenvoudigde methode op basis van ééngetalswaarden, van toepassing bij:

- Homogene structuren
- Massieve vloeren
- Boven elkaar gelegen ruimtes
- Ruimtes met conventionele afmetingen



www.vkgroup.be



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een effectief akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – **vereenvoudigde methode**

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K - 10 \log(0,032V)$$



+ correctie in verband met volume ($-10 \log 0.032V$)
van de ontvangstruimte: hoe groter, hoe beter



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een effectief akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – **vereenvoudigde methode**

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K - 10 \log(0,032V)$$



Karakteristieken van de draagvloer (hoe zwaarder, hoe beter)



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een effectief akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – **vereenvoudigde methode**

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K - 10 \log(0,032V)$$



Karakteristieken van de draagvloer (hoe zwaarder, hoe beter)

$L_{n,w}$: waarde afkomstig van een in het laboratorium gemeten waarde op de basisvloer **of**

$L_{n,w}$: berekend op basis van de volgende formule:

$$L_{n,w} = 164 - 35 \log m "$$



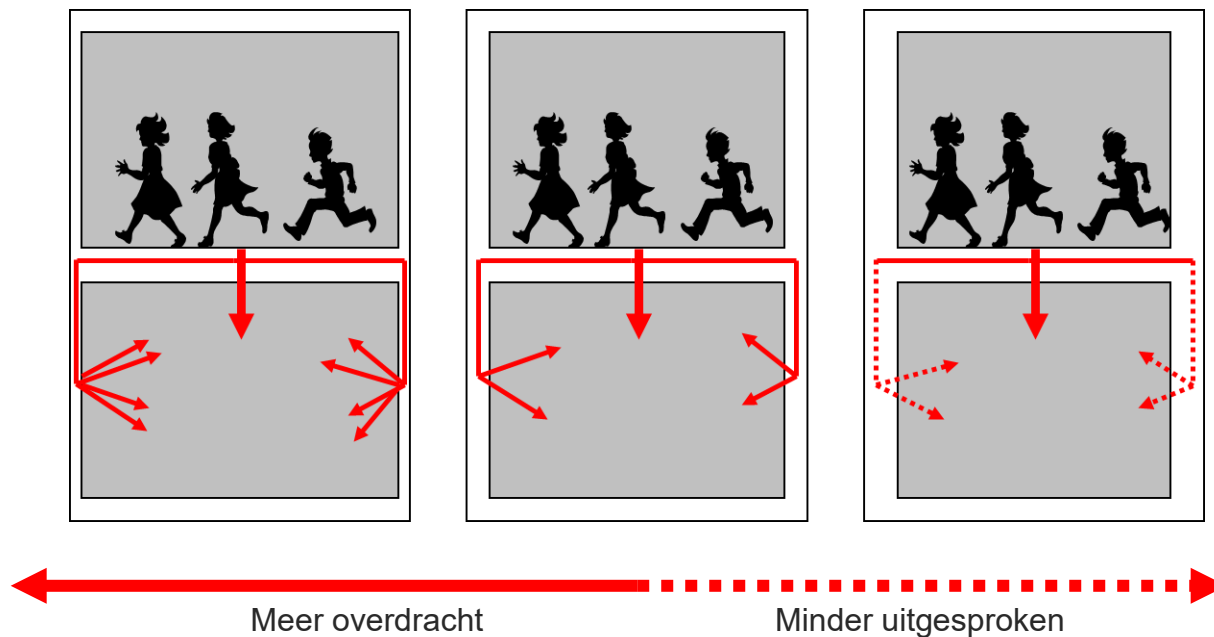
Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een normaal/hoger akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – **vereenvoudigde methode**

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K - 10 \log(0,032V)$$

└─ Invloed van flankerende wegen



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een normaal/hoger akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – **vereenvoudigde methode**

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K - 10 \log(0,032V)$$

Functie van de verhouding tussen de oppervlakttemassa van de draagvloer en die van de zijwanden

Masse surfacique du plancher	Masse surfacique moyenne des éléments latéraux homogènes non recouverts de doublages (kg/m²)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
550	5	4	3	2	2	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
650	5	4	3	3	2	2	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
750	6	4	4	3	2	2	2	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
850	6	5	4	3	3	2	2	2	2
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Ontwerpfase: voorbeeld van woongebouwen - welke ΔL_w voor een effectief akoestisch comfort?

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – **vereenvoudigde methode**

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K - 10 \log(0,032V)$$



Gewogen contactgeluidreductie - Karakteristieken van de dekvloer en het akoestisch membraan (labo)

Sous-couches acoustiques pour chape



$\Delta L_w = 30 \text{ dB}$



28 dB



26 dB



22 dB



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – vereenvoudigde methode – toepassingsvoorbeeld

$$\Delta L_w = L_{n,w} - L'_{nT,w} + K - 10 \log 0.032V$$



Gegevens: Een slaapkamer met een volume van 24 m³ bevindt zich onder de woonkamer van het appartement van de bovenliggende verdieping. De vloer bestaat uit een breedvloerplaat+beton (2.300 kg/m³) met een dikte van 26 cm in totaal. Een egalisatievloer (1.800 kg/m³) van 5 cm bedekt de leidingen. De zijwanden bestaan uit kalkzandsteenblokken van 15 cm.

Vraag: wetende dat de akoestische mat een ΔL_w van 21 dB heeft, of men aan de criteria voor akoestisch comfort van Klasse C tussen de woningen voldoet.



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – vereenvoudigde methode – toepassingsvoorbeeld

$$\Delta L_w = L_{n,w} - L'_{nT,w} + K - 10 \log 0.032V$$



$$L_{n,w} = 164 - 35 \log m''$$

$$m'' = 0,26 \times 2300 + 1800 \times 0,05 = 688 \text{ kg/m}^2$$

$$L_{n,w} = 164 - 35 \log(688) = \mathbf{65 \text{ dB}}$$

Berekening van de term K: gebruik van de structurele oppervlakttemassa van de vloeren en de wanden:

$$\text{Vloer: } m'' = 0,26 \times 2300 = 598 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Wanden: } m'' = 0,15 \times 1800 = 270 \text{ kg/m}^2$$

Tabel → **K = 2**



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

Voorspellingsmodellen overeenkomstig EN 12354-2 – vereenvoudigde methode – toepassingsvoorbeeld

$$\Delta L_w = L_{n,w} - L'_{nT,w} + K - 10 \log 0.032V$$

$$L'_{nT,w} = 65 - 21 + 2 - 10 \log 0.032(24) = 47 \text{ dB} < 52 \text{ dB}$$



f [Hz]	L'_{nT} [dB]
50	(33.0)
63	(45.5)
80	(49.7)
100	54.9
125	61.7
160	58.2
200	51.1
250	48.9
315	47.6
400	45.3
500	40.1
630	34.1
800	31.7
1000	28.4
1250	28.3
1600	28.9
2000	28.5
2500	25.9
3150	20.9
4000	17.4
5000	15.2

$L'_{nT,w} = 47.0 \text{ dB}$
 $C_1 = 2 \text{ dB}$
 $\text{cat} = \text{I a}$



Berekening van de akoestische gebouwprestaties (EN 12354-2)

https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?lang=fr&dtype=publ&doc=cstc_artonline_2009_3_no15.pdf

CT ACOUSTIQUE

La norme belge NBN S 01-400-1 définit les critères acoustiques applicables aux immeubles d'habitation et fixe de nouvelles exigences sur site pour l'isolement des planchers aux bruits de choc. Cet article présente les solutions pratiques à mettre en œuvre pour réaliser des planchers répondant à ces critères.



Isoler les planchers massifs contre les bruits de choc

M. Van Damme, ing., chef du laboratoire Acoustique

1 DE NOUVELLES EXIGENCES POUR CONTRER LES BRUITS DE CHOC

Des bruits de pas à l'étage supérieur, un meuble déplacé dans l'appartement voisin ou des couverts qui tombent sur le sol sont autant de sources sonores qualifiées de bruits de choc dans les immeubles d'habitation. On trouve dans cette catégorie tous les bruits qui sont issus d'un contact direct entre une source (par exemple, la chute d'un objet) et la structure du bâtiment. Du fait de ce contact direct avec le plancher, les bruits de choc génèrent une très grande énergie qui peut se propager parfois bien loin de la source à travers la structure et être perceptible dans tout le bâtiment. Cette énergie intense est souvent difficile à atténuer sans recourir à des moyens spécifiques comme, par exemple, un revêtement de sol souple ou une chape flottante.

La norme qui définit les performances à atteindre pour l'isolement aux bruits de choc entre habitations est la NBN S 01-400-1 [5]. Les exigences fixées dans la version précédente de la NBN S 01-400 (celle de 1977) [4] concernaient aussi bien les performances acoustiques des produits que les résultats obtenus *in situ*. La nouvelle édition de la norme impose exclusivement des exigences sur les performances mesurées *in situ*; elle définit des critères

moins l'on entendra donc la machine à chocs). C'est la raison pour laquelle les exigences de confort acoustique supérieur (50 dB) sont exprimées avec une valeur en décibels inférieure à celles d'un confort acoustique normal (54 ou 58 dB selon la situation).

Les nouveaux critères imposés par la norme sont globalement plus stricts, car on a pu observer que, même lorsque les critères de l'ancienne édition étaient respectés, les occupants se plaignaient souvent du manque de confort face aux bruits de choc. Des études psychoacoustiques récentes ont montré qu'une valeur d'isolement vis-à-vis de ces bruits entre logements de 54 dB permettait de satisfaire sept personnes sur dix et qu'une valeur de 50 dB permettait de monter le degré de satisfaction à neuf personnes sur dix.

Dans la nouvelle norme, on trouve désormais deux niveaux de performances : le confort acoustique normal et le confort acoustique supérieur (1). Dans les deux cas, les exigences portent sur l'isolement aux bruits de choc entre logements séparés et ce, en fonction de la destination des locaux (voir le tableau 1). Les exigences plus strictes applicables lorsque des

locaux situés au-dessus de chambres à coucher ne sont pas eux-mêmes des chambres à coucher sont nécessaires pour garantir le niveau de confort demandé. On conseille aux auteurs de projet d'éviter cette situation (le principe était d'ailleurs déjà en vigueur dans l'ancienne norme). Dans le cas d'un immeuble multifamilial où un confort acoustique supérieur est souhaité, l'isolement entre locaux au sein d'une même habitation doit également répondre à certaines valeurs afin de limiter les bruits de choc perçus dans les chambres à coucher.

2 TECHNIQUES DE TRAITEMENT EFFICACE DES BRUITS DE CHOC

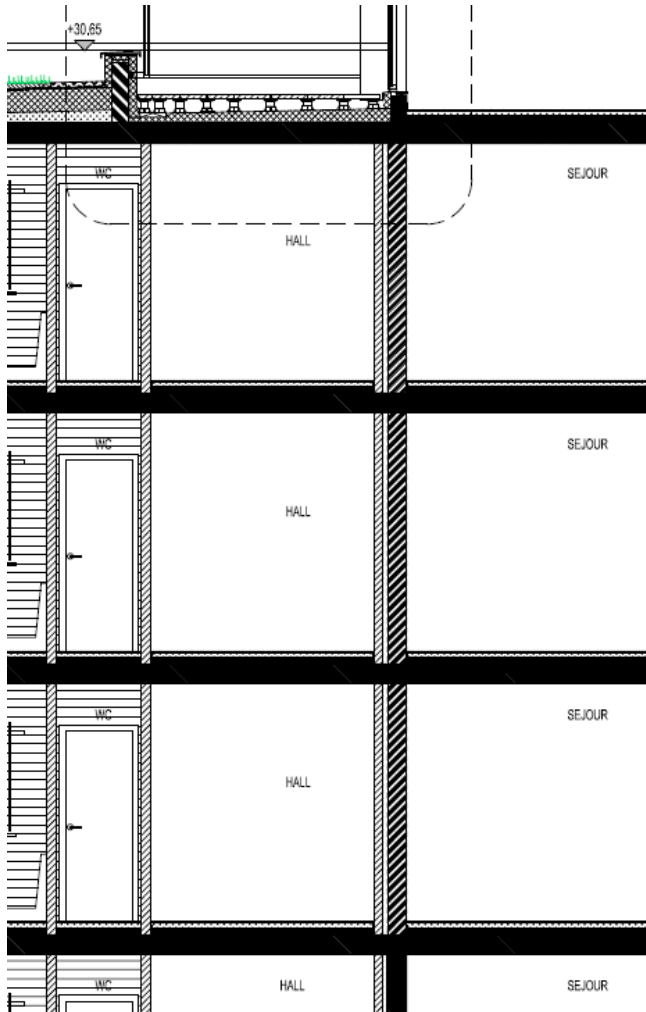
Par mesure ou par calcul, on peut observer que, même avec un plancher lourd de 600 kg/m² combiné à des murs lourds, il est presque impossible de descendre en dessous d'une valeur $L'_{n,w}$ de 65 dB. En effet, le fait de se baser uniquement sur la masse du plancher et des murs latéraux ne permet pas d'obtenir une très bonne isolation aux bruits de choc. Il est donc indispensable, pour satisfaire aux critères de la norme, de compléter le plancher avec un système plus efficace.

Tableau 1 Exigences d'isolement aux bruits de choc entre locaux.

Local d'émission hors de l'habitation	Local de réception dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
	Tout type de local, sauf un local		



Contactgeluidsisolatie: voorbeeld van een bouwconcept



Samenstelling van zware scheidingsvloer tussen woningen:

- Zware vloerplaat min. 500 kg/m² (20 cm beton)
- Licht betonnen (thermische) egalatievloer
- Akoestisch membraan PE/vilt ($\Delta L_w = 26$ dB)
- Gewapende zwevende dekvloer (6-8 cm)



Contactgeluidsisolatie: TV 281



Samenstelling van zware scheidingsvloer tussen woningen:

- Zware vloerplaat min. 500 kg/m² (20 cm beton)
- Licht betonnen (thermische) egalisatievloer
- Akoestisch membraan PE/vilt ($\Delta L_w = 26$ dB)
- Gewapende zwevende dekvloer (6-8 cm)

Performances acoustiques en fonction de la masse surfacique [kg/m²] de la dalle de plancher et de l'amélioration de l'isolation aux bruits de choc (ΔL_w) [dB] de la dalle flottante

Plancher porteur + couche de remplissage [kg/m ²]	300	350	400	450	500	550	600	650	700
Épaisseur équivalente de la dalle de béton (approx.) [cm]	13	15	17	19	21	23	25	27	30
ΔL_w minimal du plancher flottant [dB]	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Résultat maisons mitoyennes	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Résultat appartements	/	/	C	C	C	C	C	C	C
Résultat maisons en colonne	/	/	C	C	C	C	B	B	B
REMARQUE 1 : performances partielles horizontales									
Isolation aux bruits aériens (D_A)	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Isolation aux bruits de choc ($L'_{nT,w}$)	A	A	A	A	A	A	A	A	A
REMARQUE 2 : performances partielles verticales									
Isolation aux bruits aériens (D_A)	/	/	C	C	C	C	B	B	B
Isolation aux bruits de choc ($L'_{nT,w}$)	/	C	C	C	B	B	B	A	A



DOELSTELLINGEN, ORDES VAN GROOTTE EN PARAMETERS

DE BEHANDELING VAN CONTACTGELUID IN DE PRAKTIJK

DE BEPALING VAN DE PRESTATIES TER PLAATSE

CONTACTGELUIDSISOLATIE VAN HOUTEN VLOEREN

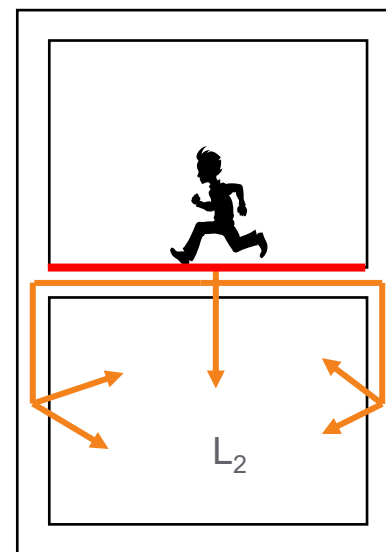
AANDACHTSPUNTEN BIJ UITVOERING



Akoestische criteria voor appartementen - herinnering

Tableau 2 – Critères pour l'isolation aux bruits de choc pour les 3 niveaux de performance

	Classe A	Classe B	Classe C
Entre un local hors du logement considéré et un local dans le logement considéré ^{a b} (à l'exception des cas de la ligne 2)	$L'_{nT,w} \leq 44 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$
Entre un espace de circulation commun (à l'exception des escaliers) hors du logement considéré et un local dans le logement considéré au même étage ^{a b}	$L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 52 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 56 \text{ dB}$
Exigence supplémentaire pour planchers mitoyens adjacents à une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain	$L_{I,50} \leq 48 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 52 \text{ dB}$	$L_{I,50} \leq 56 \text{ dB}$
A l'intérieur du même logement : D'une chambre à coucher, bureau, cuisine, séjour, salle à manger ou salle de bain (qui n'appartient pas uniquement à la chambre susmentionnée) vers une chambre à coucher ou bureau	$L'_{nT,w} \leq 54 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}^c$



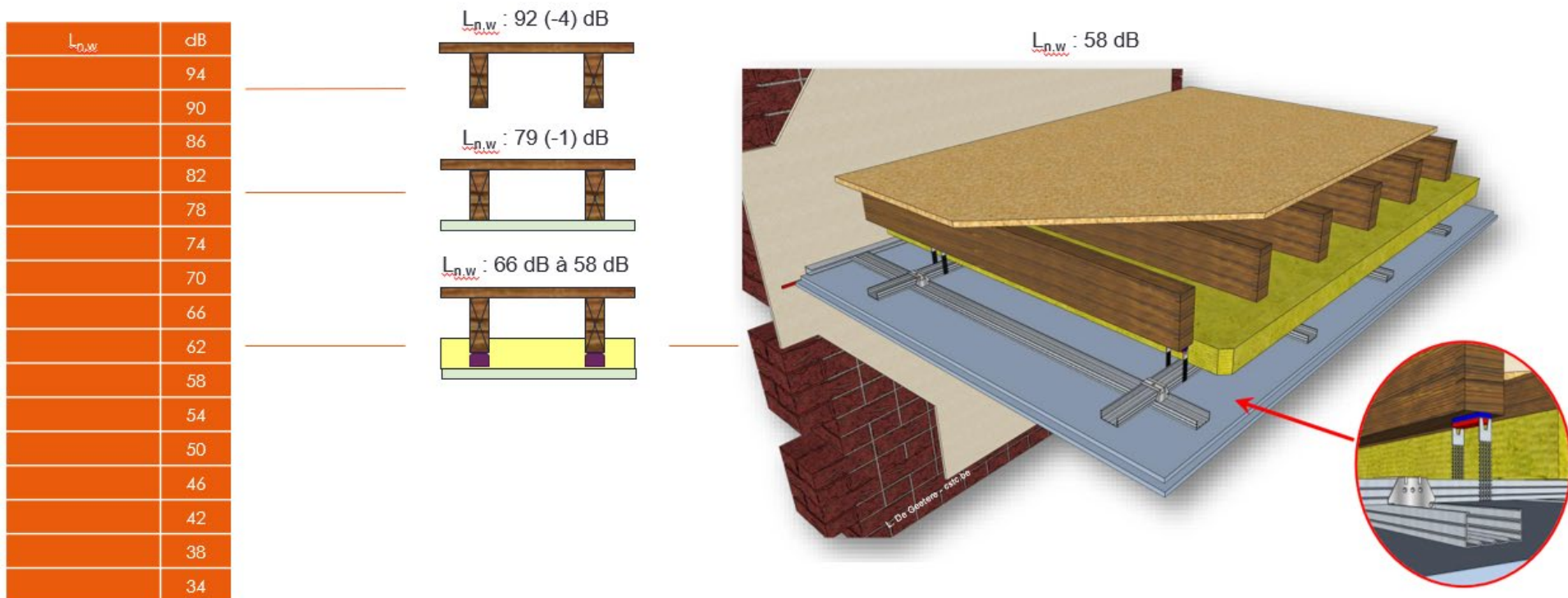
Belangrijk – grootte-orde van de eisen inzake contactgeluidsniveau tussen twee appartementen in België:

$$\rightarrow L'_{nT,w} < 52 \text{ dB}$$



Contactgeluidsniveau van houten vloeren

- Evolutie van het genormaliseerd contactgeluidsniveau

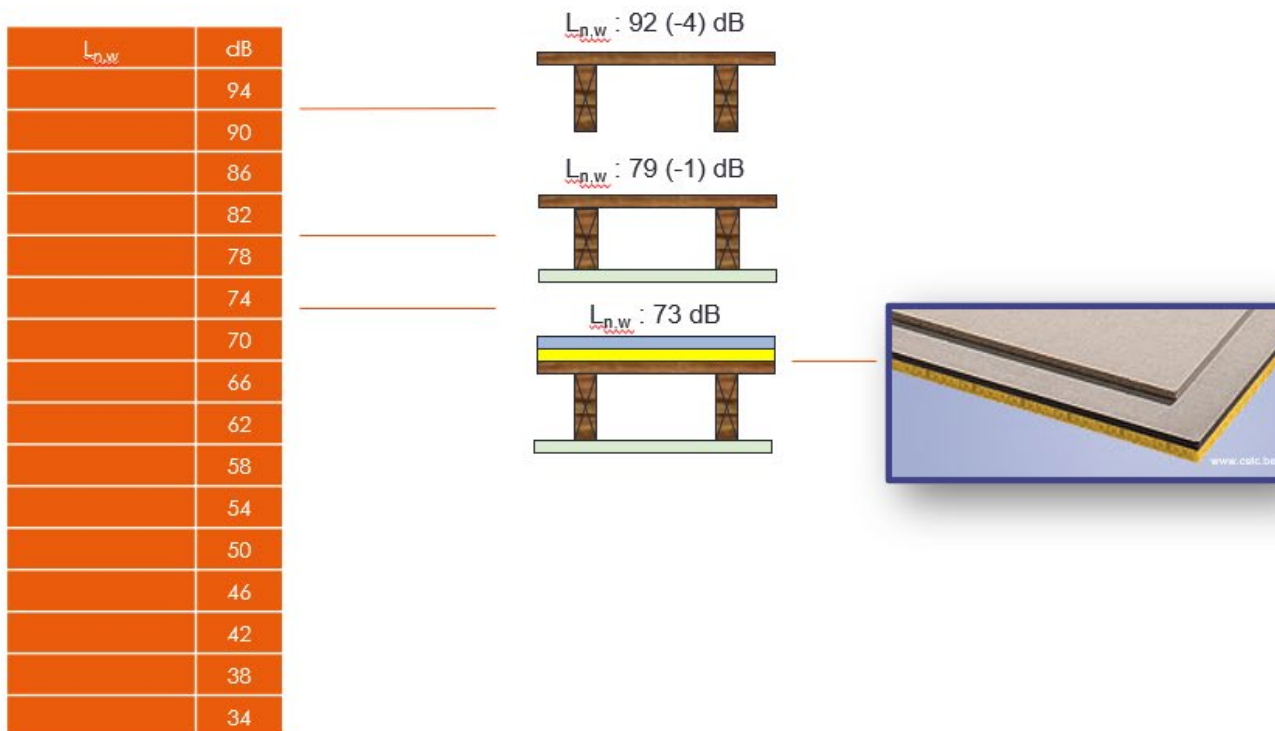


Buildwise & Build Silence



Contactgeluidsniveau van houten vloeren

- Evolutie van het genormaliseerd contactgeluidsniveau



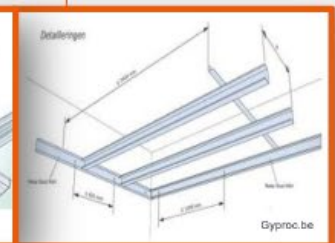
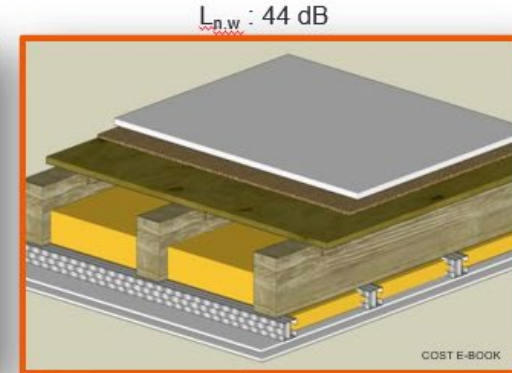
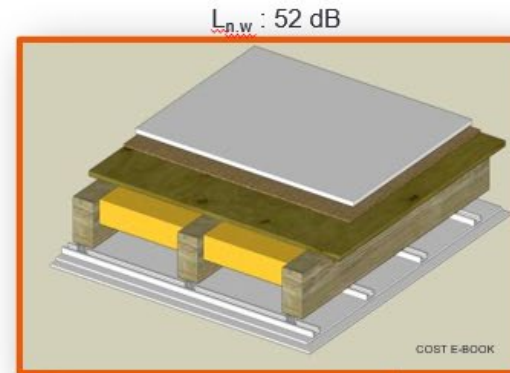
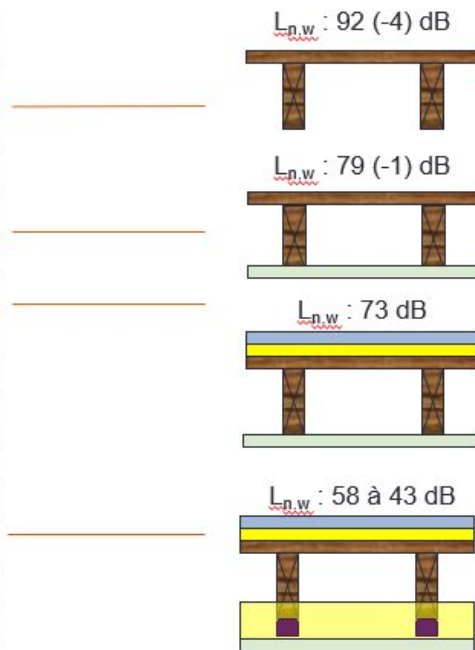
Buildwise & Build Silence



Contactgeluidsniveau van houten vloeren

- Evolutie van het genormaliseerd contactgeluidsniveau

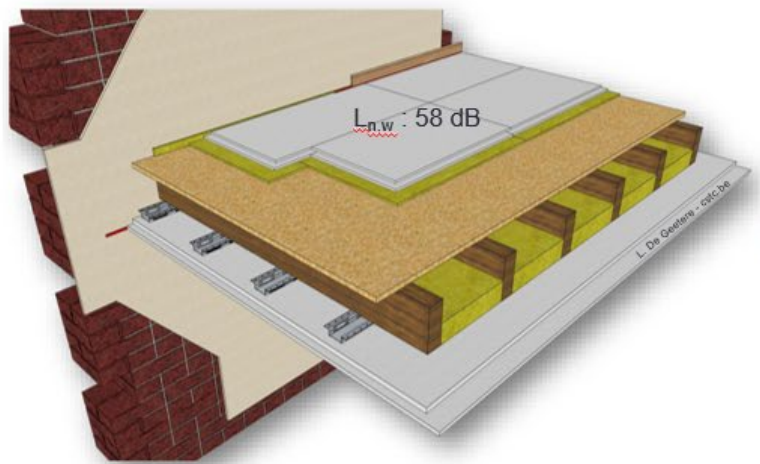
$L_{n,w}$	dB
	94
	90
	86
	82
	78
	74
	70
	66
	62
	58
	54
	50
	46
	42
	38
	34



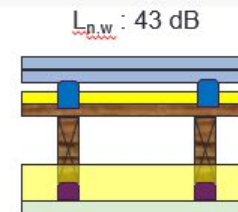
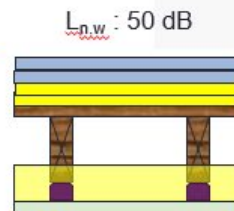
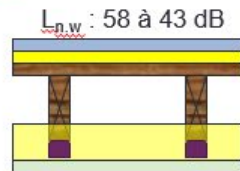
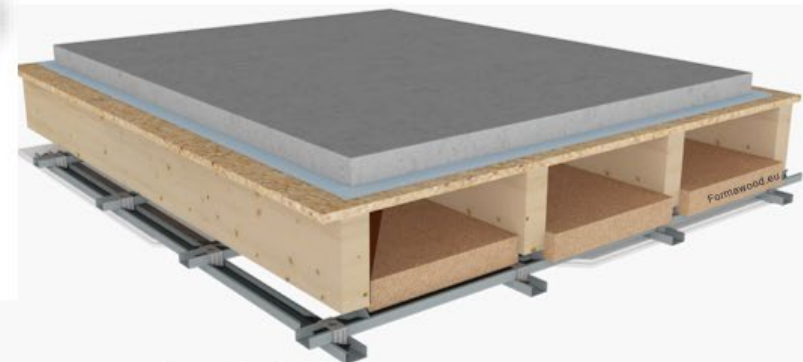
Contactgeluidsniveau van houten vloeren

- Evolutie van het genormaliseerd contactgeluidsniveau

$L_{n,w}$	dB
	94
	90
	86
	82
	78
	74
	70
	66
	62
	58
	54
	50
	46
	42
	38
	34



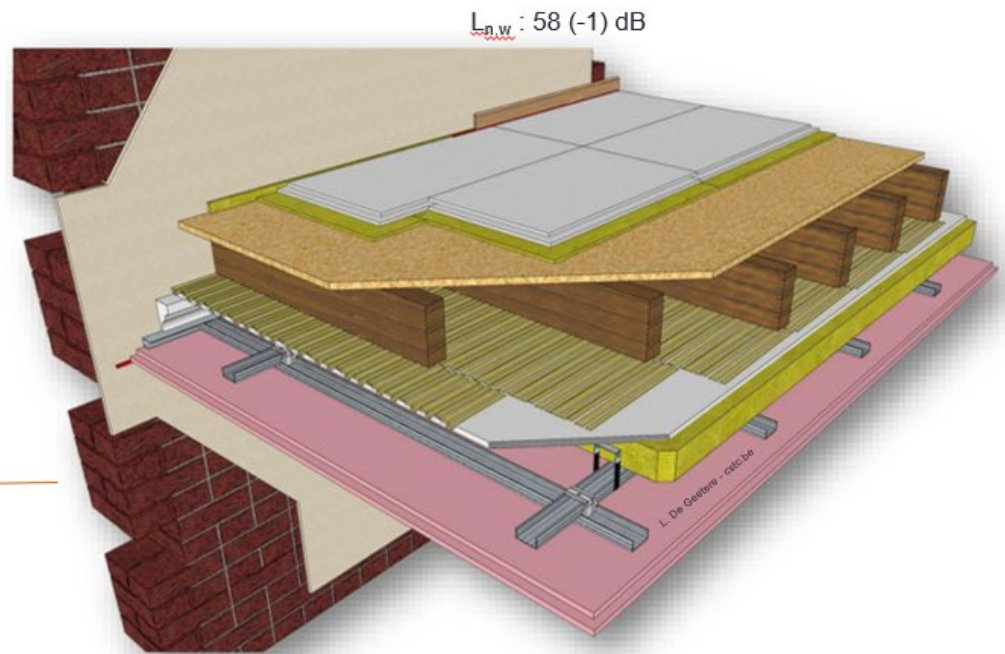
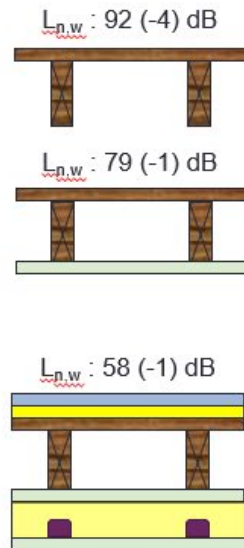
Isolement acoustique des planchers en bois : **Plancher sous forme de système acoustique "3 couches"**



Contactgeluidsniveau van houten vloeren

- Evolutie van het genormaliseerd contactgeluidsniveau

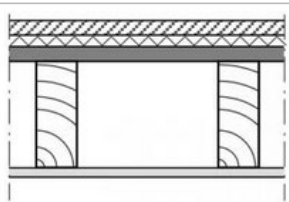
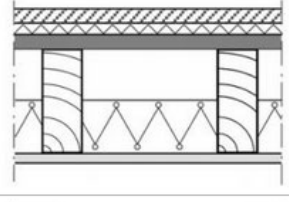
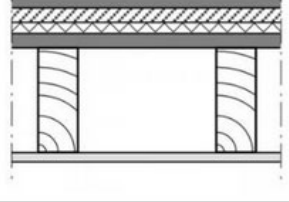
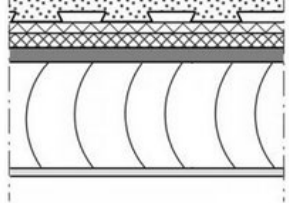
$L_{p,w}$	dB
	94
	90
	86
	82
	78
	74
	70
	66
	62
	58
	54
	50
	46
	42
	38
	34



En rénovation, conserver le plafond existant n'est pas favorable

Gids Duurzame Gebouwen: prestaties van houten vloeren

<https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/akoestiek-dragende-lichte-vloerplaat>

	• Poutres • Panneaux OSB 18 mm • Chape flottante sèche • Plafond en plaques de plâtre fixé directement	45 (-3; -10) ($\approx R_W \text{ base} + 20$)	73 (3) ($= L_{n,w} \text{ base} - 19$)
	• Poutres • Panneaux OSB 18 mm • Chape flottante sèche • Faux plafond en plaques de plâtre fixé directement avec laine minérale dans le vide	47 (-2; -9) ($\approx R_W \text{ base} + 22$)	70 (3) ($= L_{n,w} \text{ base} - 22$)
	• Poutres • Panneaux OSB 18 mm • Chape flottante sèche surmontée d'un panneau OSB • Plafond en plaques de plâtre fixé directement	46 (-1; -11) ($\approx R_W \text{ base} + 21$)	71 (2) ($= L_{n,w} \text{ base} - 21$)
	• Poutres • Panneaux OSB 18 mm • surmontés d'une plaque de plâtre • Chape flottante de 4 à 6 cm de béton sur profilé en queue d'aronde, reposant sur des poutres colmatées par de la laine de roche • Plafond en plaques de plâtre fixé directement	≈ 55 (-2; -7) ($\approx R_W \text{ base} + 30$)	61 (3) ($= L_{n,w} \text{ base} - 31$)



Contactgeluidsniveau van houten vloeren - meer informatie

► Artikel

Samenvattende technische
fiche beschikbaar op
www.formawood.eu



Opleiding

Houtbouw in Brussel

<https://leefmilieu.brussels/pro/agenda/houtbouw-brussel>



DOELSTELLINGEN, ORDES VAN GROOTTE EN PARAMETERS

DE BEHANDELING VAN CONTACTGELUID IN DE PRAKTIJK

DE BEPALING VAN DE PRESTATIES TER PLAATSE

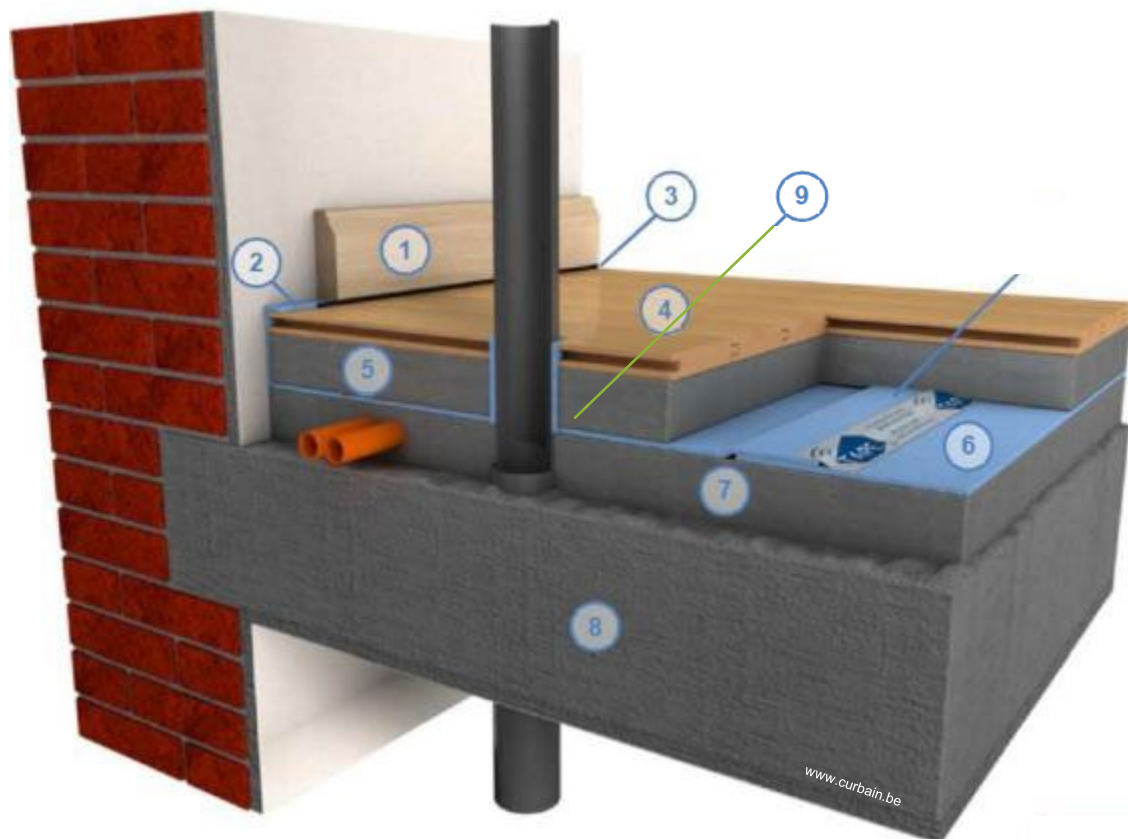
CONTACTGELUIDSISOLATIE VAN HOUTEN VLOEREN

AANDACHTSPUNTEN BIJ UITVOERING



65 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



Samenstelling van het systeem:

1. Plinten
2. Randstrook
3. Soepele voeg
4. Vloerbekleding
5. Zwevende dekvloer
6. Akoestisch membraan
7. **Egalisatievloer**
8. Draagvloer
9. Doorboringen



66 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



67 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren

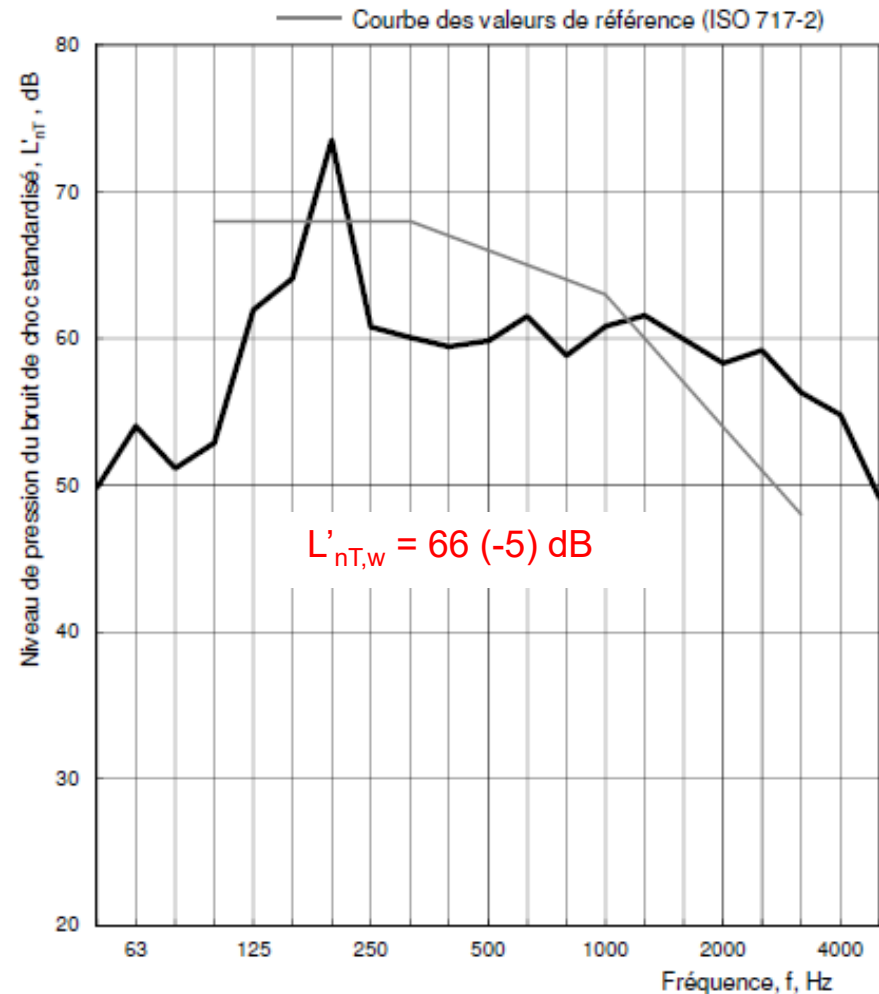


68 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN****Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren**

69 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN****Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren**

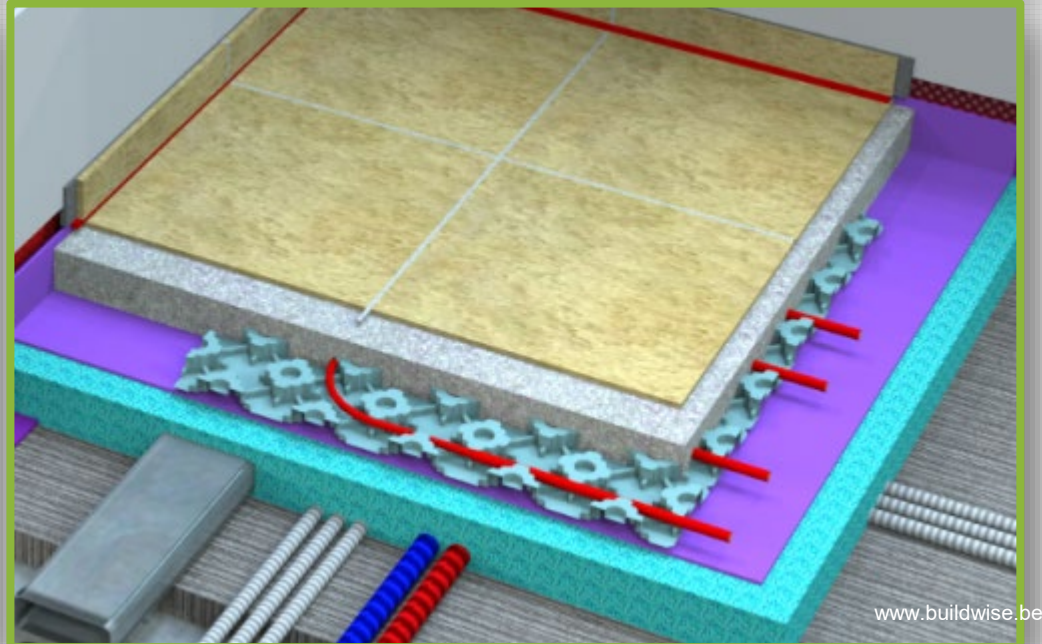
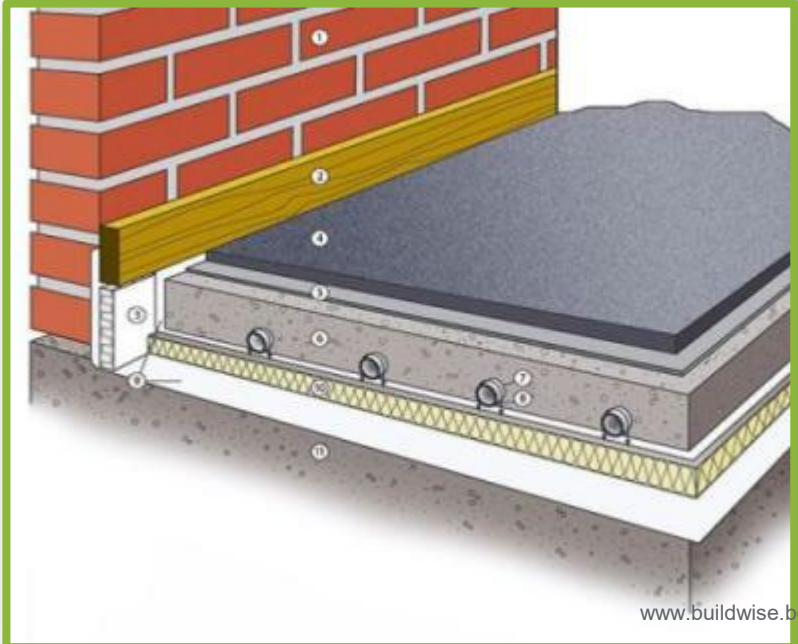
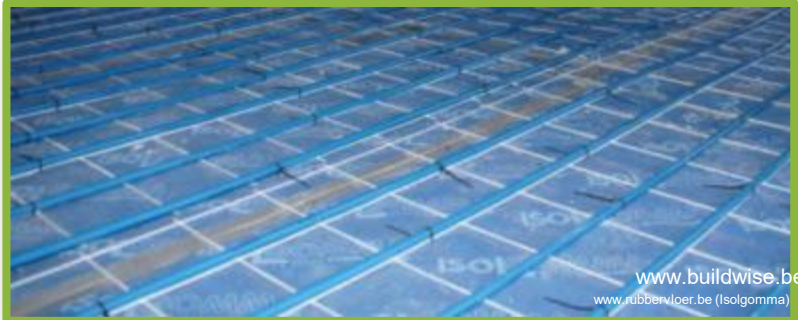
Gevalstudie, samenstelling:

- Betonplaat 15 cm + druklaag 5 cm
- Spuiten van **thermisch PU** 6 cm
- Gewapende zwevende dekvloer
- Tegels



70 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren





72 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren

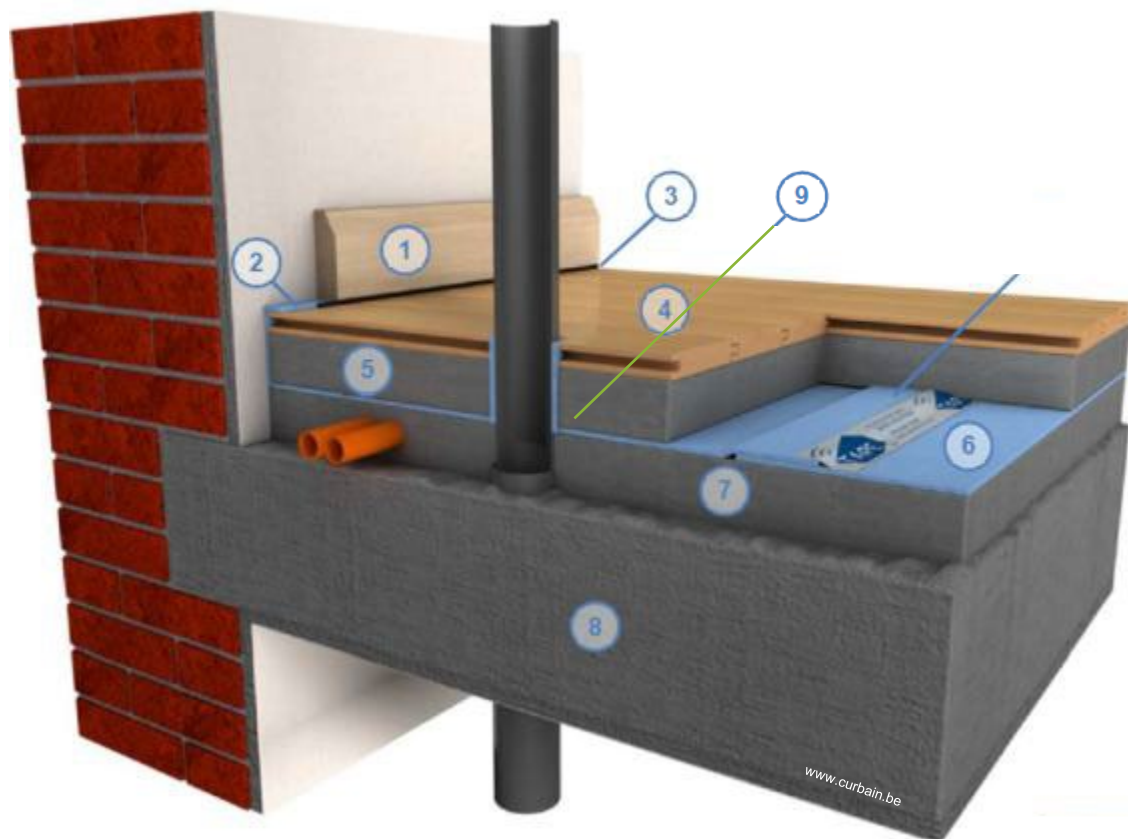
73 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



74 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



Samenstelling van het systeem:

1. Plinten
2. Randstrook
3. Soepele voeg
4. Vloerbekleding
5. Zwevende dekvloer
- 6. Akoestisch membraan**
7. Egalisatievloer
8. Draagvloer
9. Doorboringen





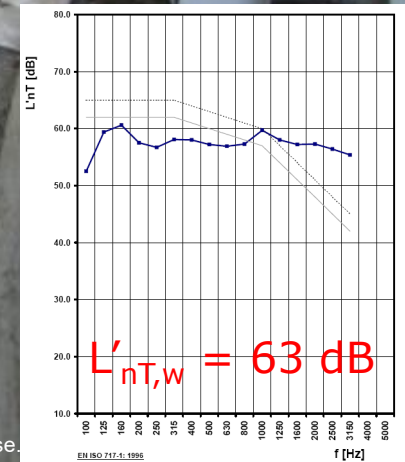
76 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



77 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



78 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



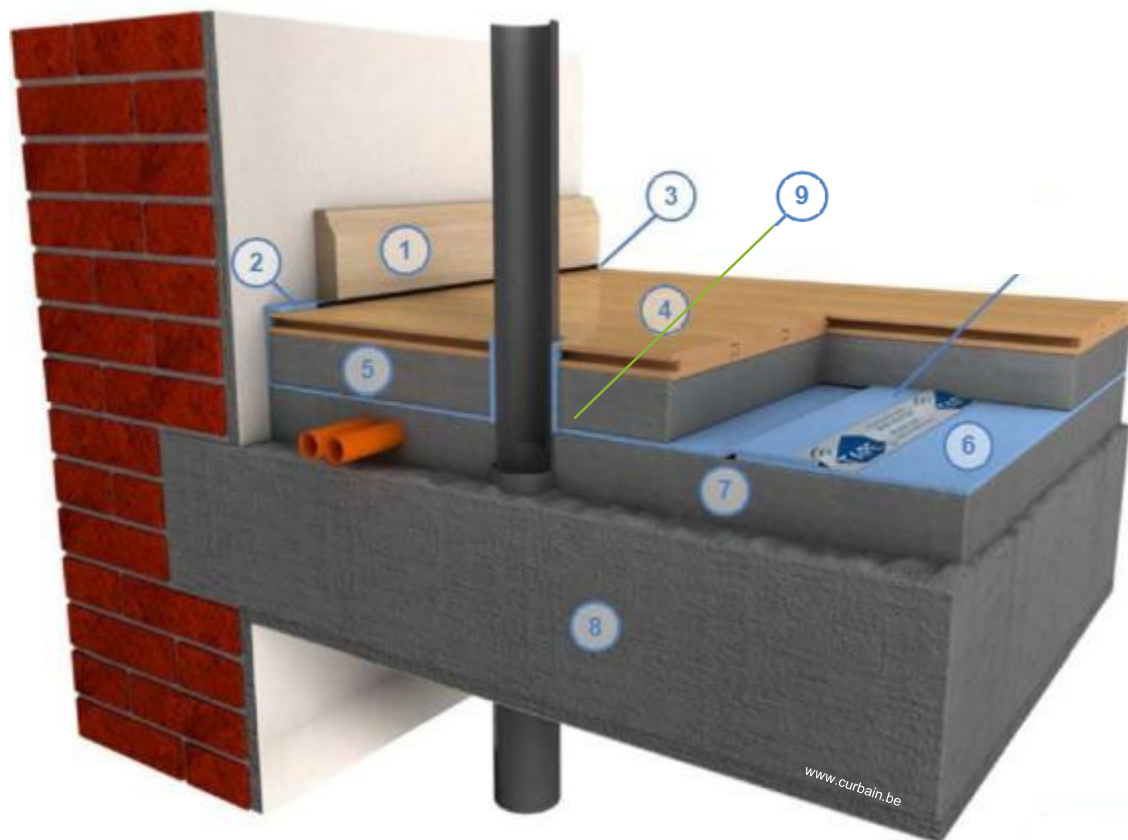
79 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



80 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



Samenstelling van het systeem:

1. Plinten
2. Randstrook
3. Soepele voeg
4. Vloerbekleding
5. **Zwevende dekvloer**
6. Akoestisch membraan
7. Egalisatievloer
8. Draagvloer
9. Doorboringen





82 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



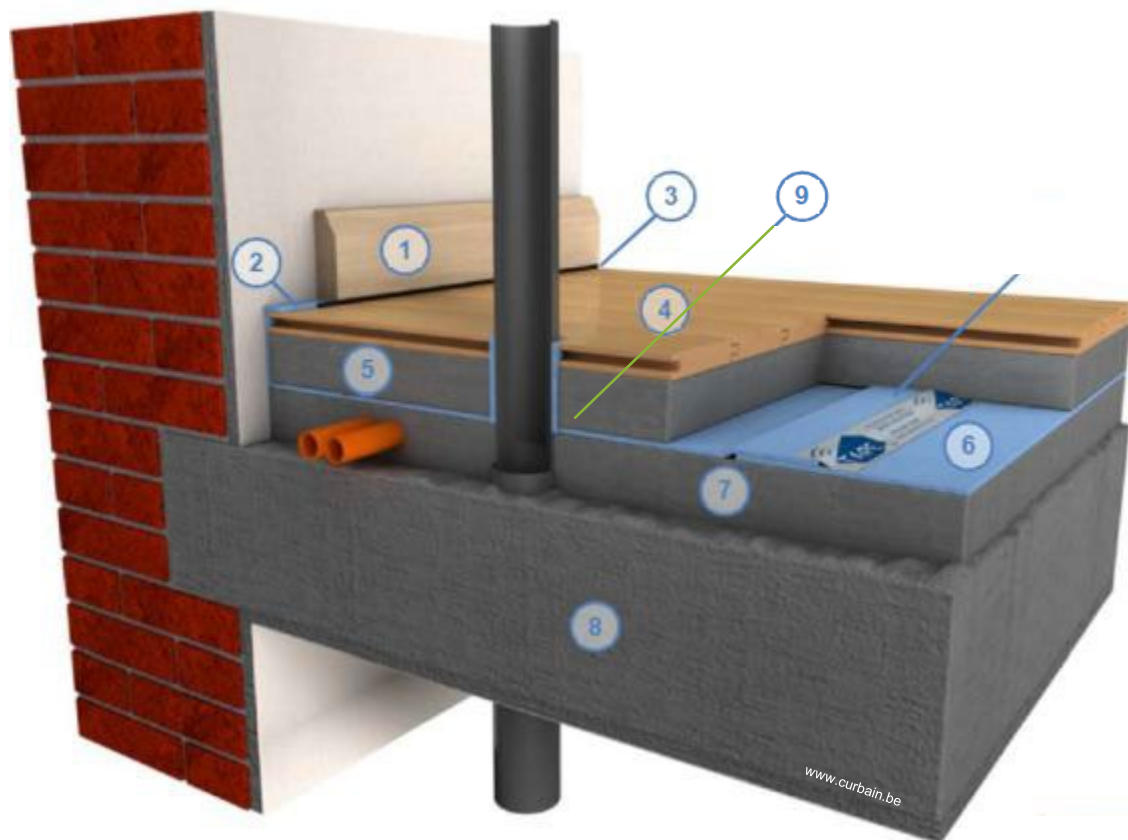
83 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



84 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



Samenstelling van het systeem:

1. Plinten
2. **Randstrook**
3. Soepele voeg
4. Vloerbekleding
5. Zwevende dekvloer
6. Akoestisch membraan
7. Egalisatievloer
8. Draagvloer
9. Doorboringen



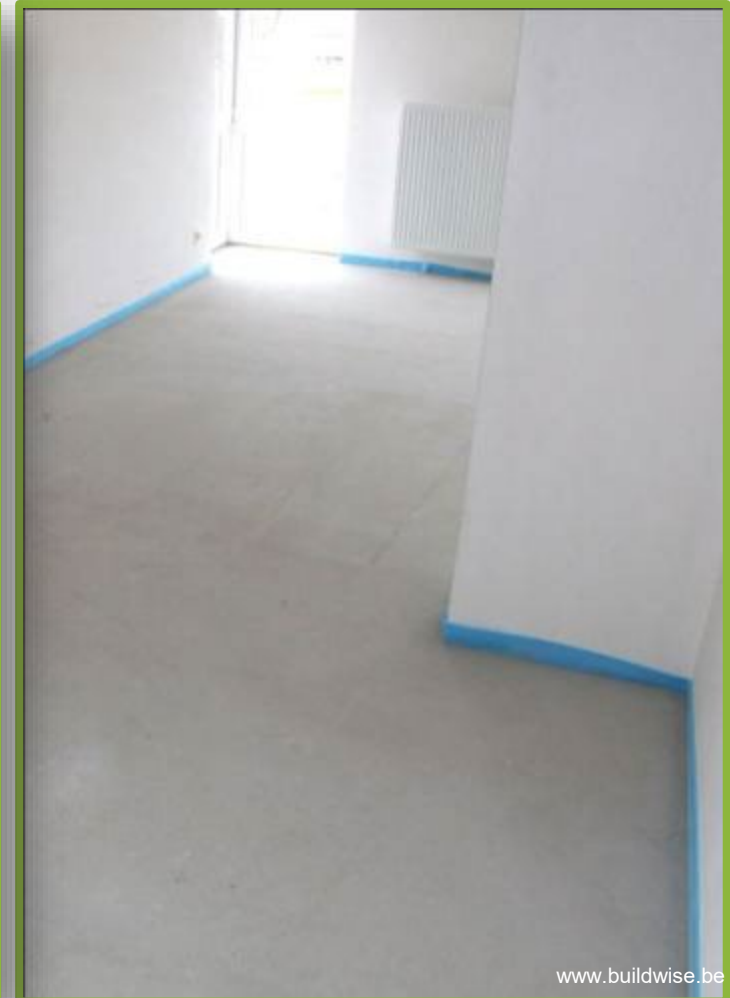
85 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



86 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN**

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



87 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN****Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren**

88 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



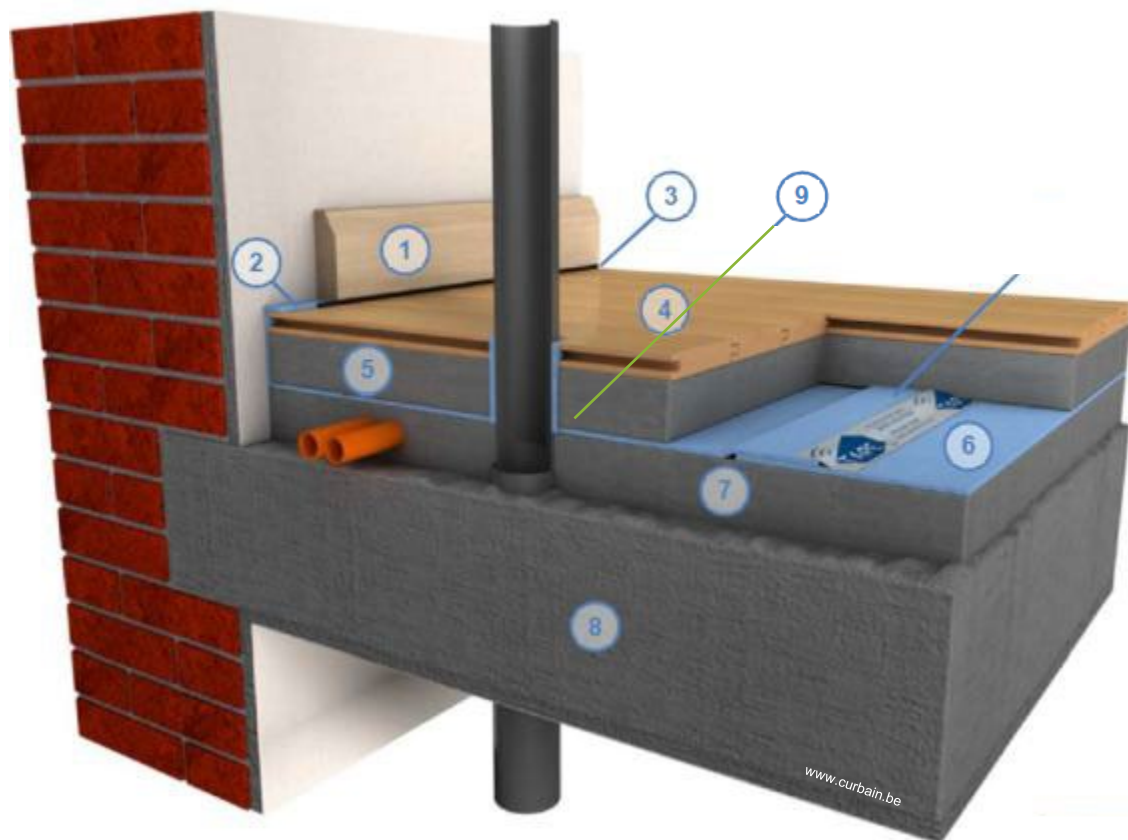
89 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



90 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



Samenstelling van het systeem:

1. Plinten
2. Randmembraan
3. Soepele voeg
4. **Vloerbekleding**
5. Zwevende dekvloer
6. Akoestisch membraan
7. Egalisatievloer
8. Draagvloer
9. Doorboringen





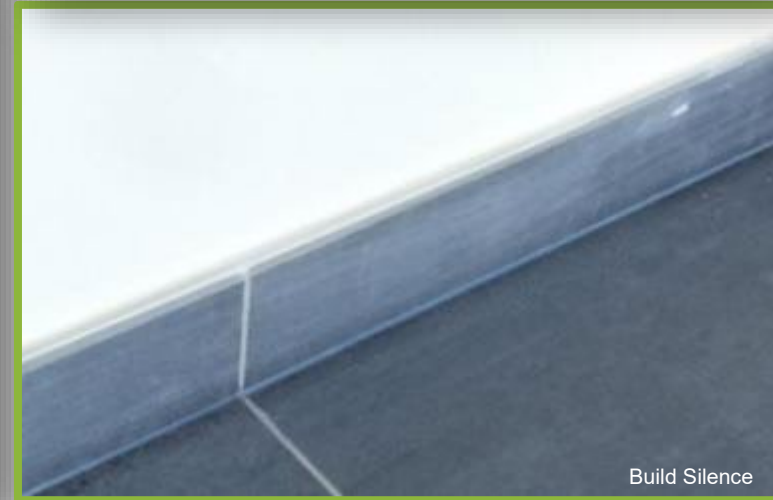
92 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



93 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN**

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



94 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

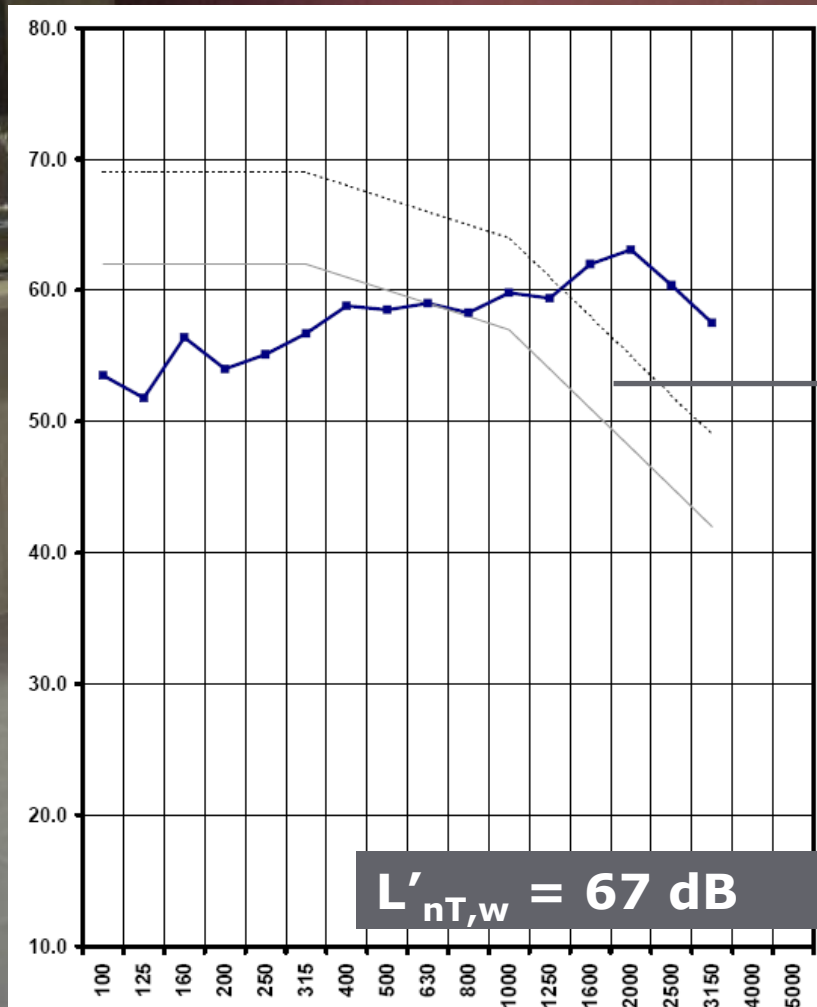
Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



95 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren

Plintopstand en aansluiting



97 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



98 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN**

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



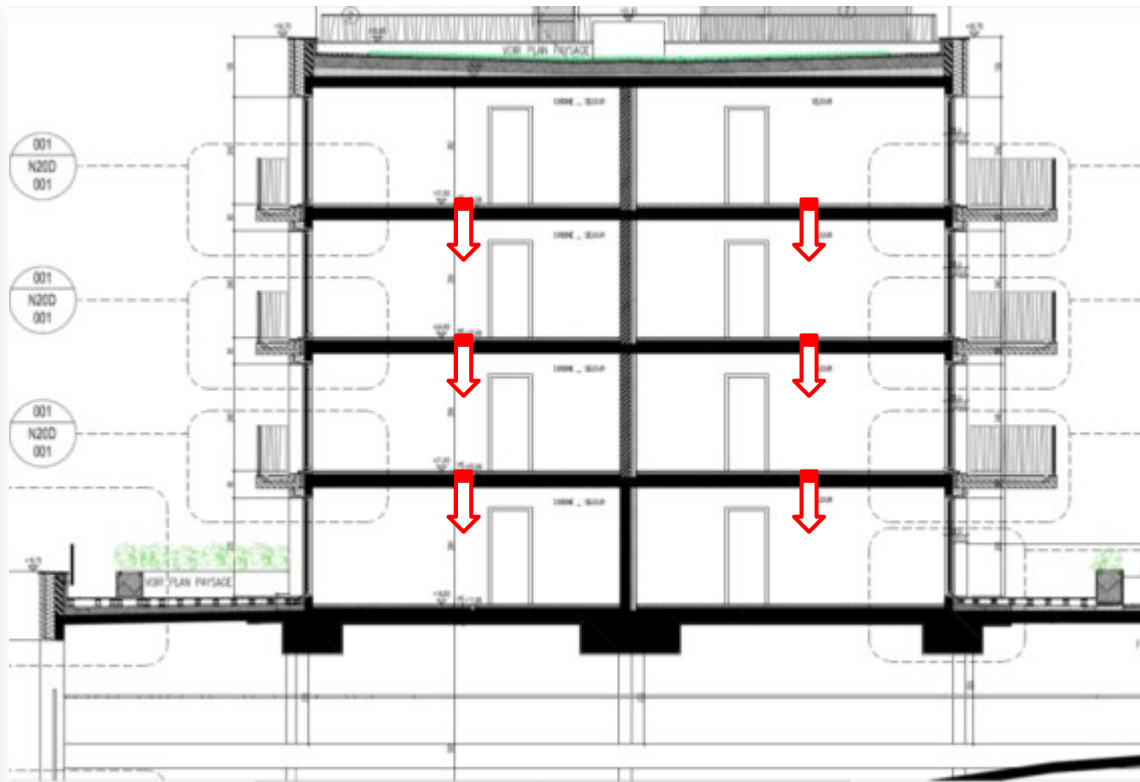
99 UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN

Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren



100 **UITVOERING VAN ZWEVENDE DEKVLOEREN****Aandachtspunten bij de uitvoering van zwevende dekvloeren**

- Eenvoudig uit te voeren controlemetingen





- ▶ De prestaties van de contactgeluidsisolatie tussen de ruimtes worden uitgedrukt op basis van het gestandaardiseerde contactgeluidsniveau $L'_{nT,w}$.
- ▶ Sinds 1 januari 2023 is het te behalen contactgeluidsniveau tussen appartementen $L'_{nT,w}$ kleiner of gelijk aan 52 dB.
- ▶ Deze waarde is relatief ambitieus, om deze te behalen zullen vloerbekleding of verlaagde plafonds niet volstaan; er zal op de vloer een efficiënt zwevend systeem moeten worden opgebouwd.
- ▶ De uitvoering van zwevende systemen is relatief delicaat; er moet over worden gewaakt dat de akoestische prestaties niet worden aangetast.
- ▶ Aan de hand van de berekeningsmethodes in de norm EN 12354 kan de $L'_{nT,w}$ tussen twee ruimtes worden voorspeld op basis van de bij de uitvoering gebruikte elementen. De prestaties van het membraan spelen een grote rol, maar ook de massa van de vloer is belangrijk voor het eindresultaat.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Dossier | [Het akoestisch comfort verzekeren](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van een massieve dragende vloerplaat](#)
- ▶ Voorziening | [Contactgeluidisolerende materialen en systemen](#)
- ▶ [Overzicht van de voorzieningen](#)



Websites

- ▶ BUILDWISE

www.buildwise.be

Tal van publicaties over het domein van de akoestiek van gebouwen



Opleidingen

- ▶ Akoestiek van gebouwen

www.buildsilence.be

Regelmatige opleidingen over het domein van de akoestiek van gebouwen



Manuel VAN DAMME

Acoustical Expert

Build Silence

www.buildsilence.be

✉ mvd@buildsilence.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

