

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

AKOESTIEK: ONTWERP EN REALISATIE

LENTE 2020

Luchtgeluidsisolatie: principes en materialen

Manuel VAN DAMME

Acoustical Expert – www.buildsilence.be



Doelstelling(en) van de presentatie

- Tools aanreiken voor het kiezen van de juiste materialen voor luchtgeluidsisolatie.



Plan van de uiteenzetting

- Verschil tussen akoestische isolatie en akoestische verzwakkingsindex,
- Invloed van de materiaalkeuze op de geluidsgedragingen van een enkele wand
- Geluidsgedragingen van dubbele wanden
- Geluidsgedragingen van milieuvriendelijke materialen en uitvoeringsaanwijzingen
- Akoestische bekleding van muren en vloeren





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie



cstc.be



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Luchtgeluiden: **definitie**

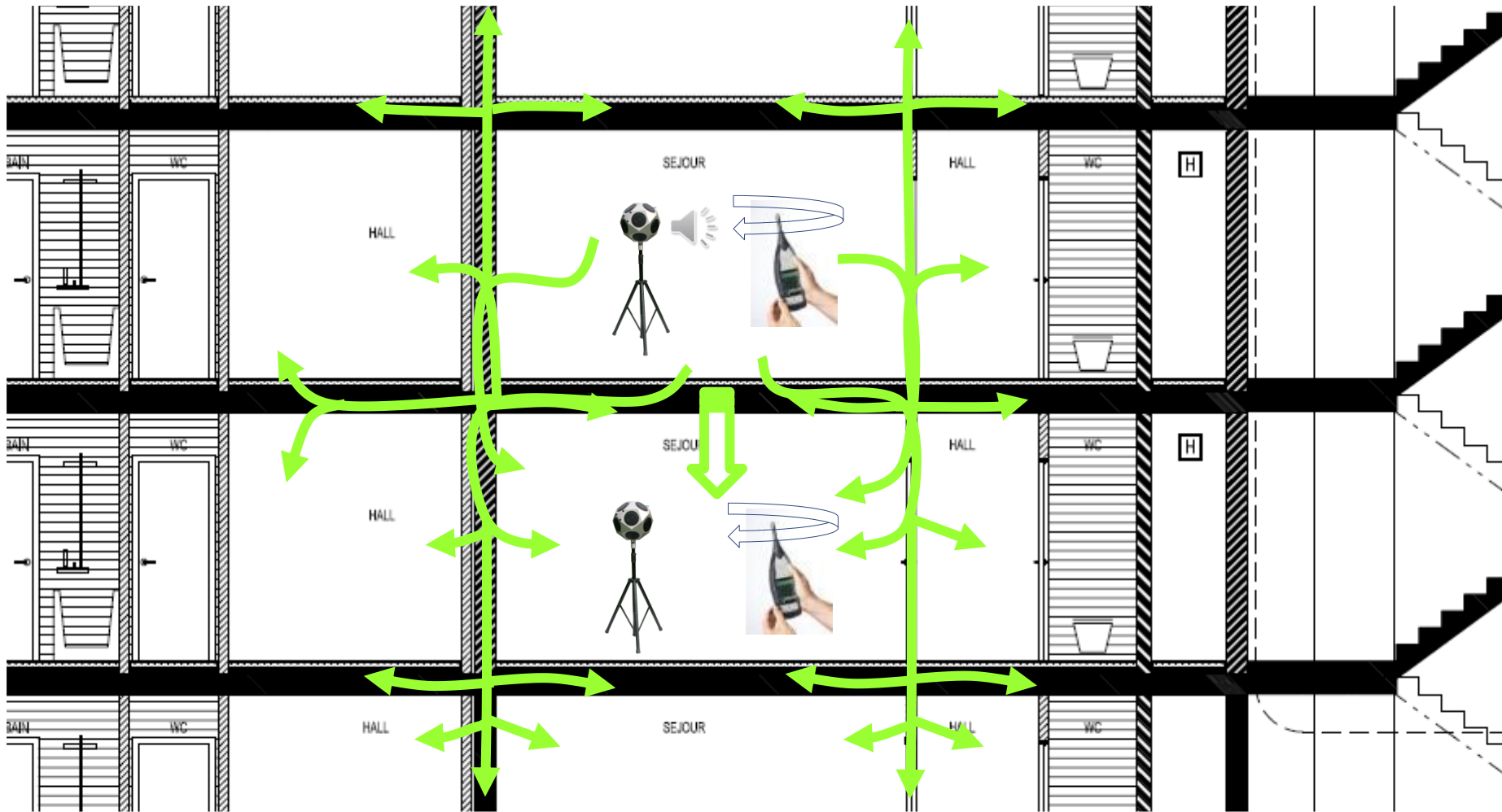
Definitie: in woongebouwen verstaat men onder **normale geluidsomgeving** voor het omgevingsgeluid in een belendende kamer, A-gewogen geluidsdrukniveaus **lager dan 80 dB(A)**.





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: bron van “roze” geluid – rechtstreekse transmissie en laterale transmissies



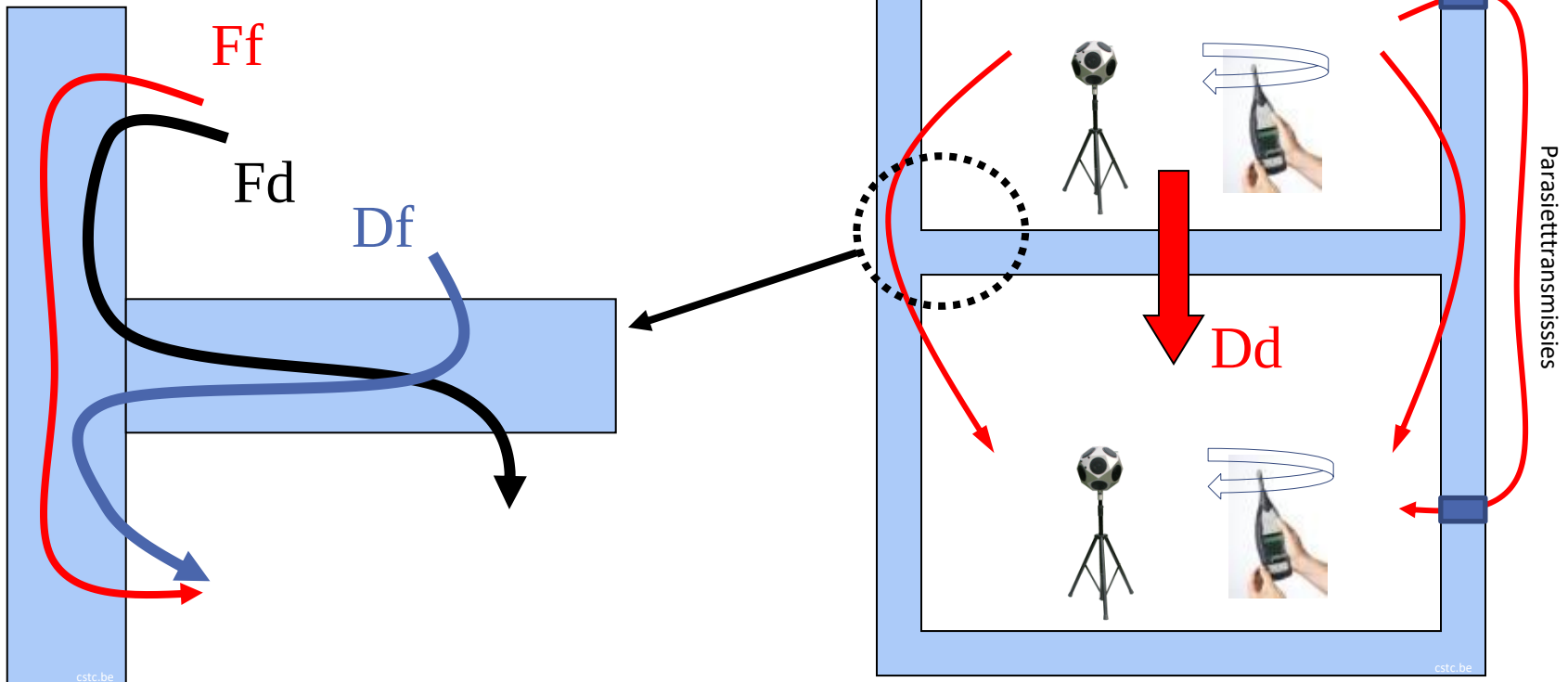




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: bron van “roze” geluid – rechtstreekse transmissie en laterale transmissies

- Rechtstreekse transmissieweg D_d
- 4 x 3 laterale transmissiewegen F_f , F_d et D_f
- Parasiettransmissies



Totale transmissie = directe transmissie + som van laterale transmissies



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: **Luchtgeluidsisolatie tussen twee lokalen**

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

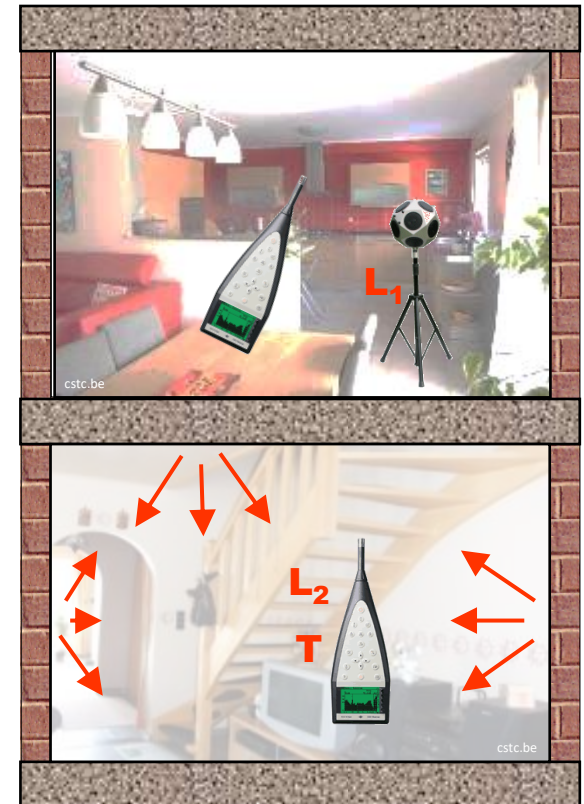
Met, gemeten in **tertsbanden**:

- L_1 (dB): Niveau van de roze ruis in het zendlokaal (2 pos. HP, min. 30 sec.),
- L_2 (dB): Niveau in het ontvangstlokaal (2 pos. HP, min. 30 sec.),
- T (s): Nagalmtijd in het ontvangstlokaal (gemiddelde van min. 6 metingen),
- T_0 (s): NBN S 01-400-1: referentienagalmtijd in het ontvangstlokaal:

$T_0 = 0,3 \text{ s}$ voor $V \leq 20 \text{ m}^3$,

$T_0 = 0,02V - 0,1 \text{ s}$ voor $20 \text{ m}^3 < V \leq 30 \text{ m}^3$

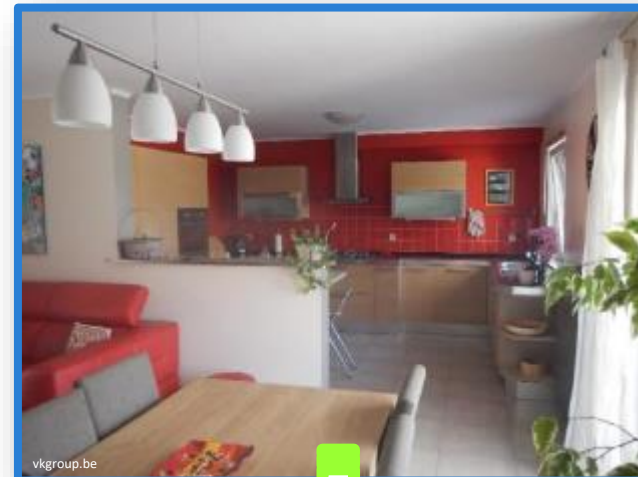
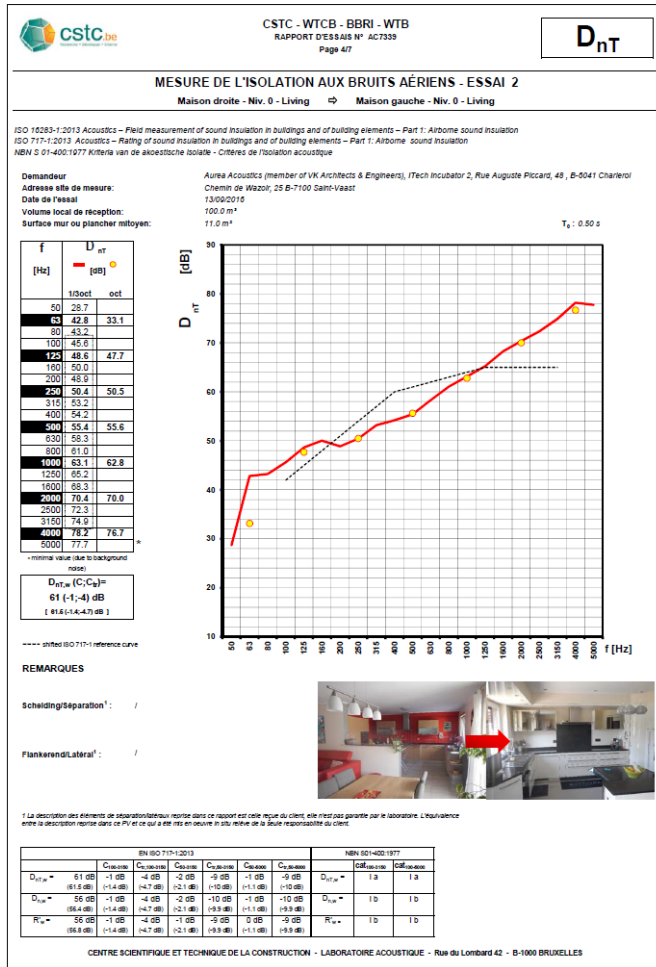
$T_0 = 0,5 \text{ s}$ voor $30 \text{ m}^3 < V$





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

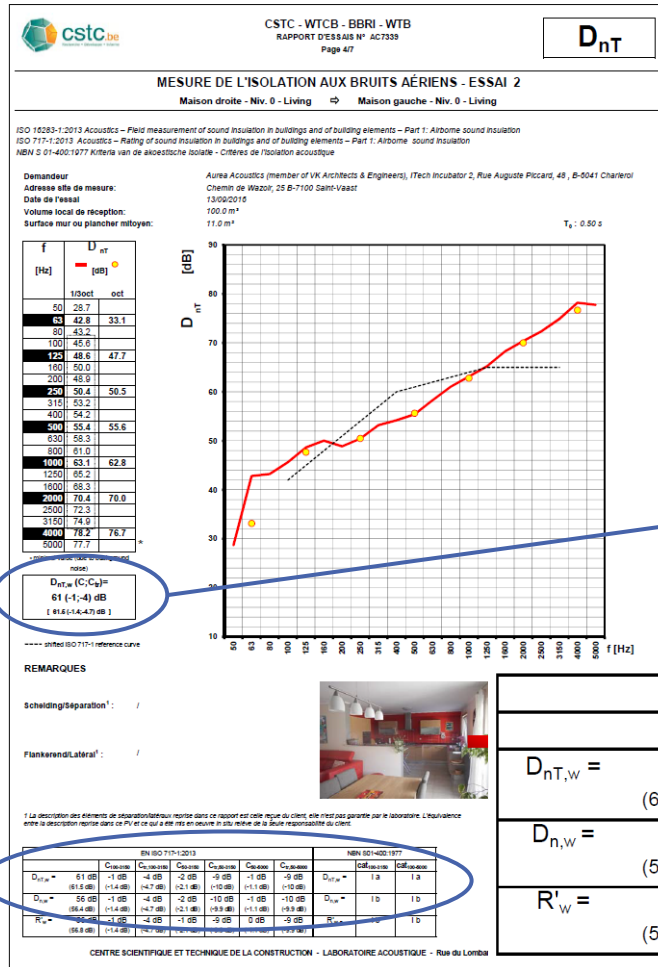
Meting van de luchtgeluidsisolatie: **gestandaardiseerde geluidsisolatie tussen twee lokalen**





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: **gestandaardiseerde geluidsisolatie tussen twee lokalen**



NBN EN ISO 140-4 [1998] Geluidsluur – Meting van geluidwering in gebouwen en bouwdelen – Deel 4: Veldmeting van geluidswering tussen ruimten, geleidelijk vervangen door norm **ISO 16283-1 [2014] Akoestiek** – Praktijkmeting van geluidsisolatie in gebouwen en van bouwelementen – Deel 1: Luchtgeluidsisolatie

$$D_{nT,w} (C;C_{tr}) =$$

61 (-1;-4) dB

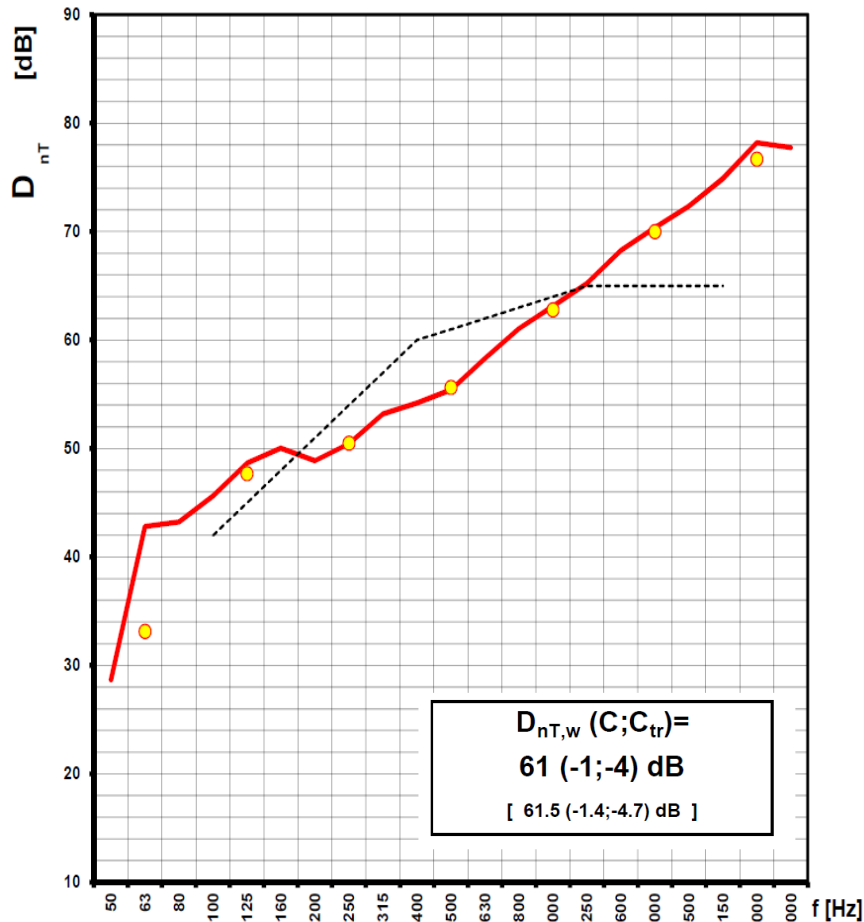
[61.5 (-1.4;-4.7) dB]

EN ISO 717-1:2013							NBN S01-400:1977		
	C ₁₀₀₋₃₁₅₀	C _{tr,100-3150}	C ₅₀₋₃₁₅₀	C _{tr,50-3150}	C ₅₀₋₅₀₀₀	C _{tr,50-5000}	cat ₁₀₀₋₃₁₅₀	cat ₁₀₀₋₅₀₀₀	
D _{nT,w} =	61 dB (61.5 dB)	-1 dB (-1.4 dB)	-4 dB (-4.7 dB)	-2 dB (-2.1 dB)	-9 dB (-10 dB)	-1 dB (-1.1 dB)	D _{nT,w} =	I a	I a
D _{n,w} =	56 dB (56.4 dB)	-1 dB (-1.4 dB)	-4 dB (-4.7 dB)	-2 dB (-2.1 dB)	-10 dB (-9.9 dB)	-1 dB (-1.1 dB)	D _{n,w} =	I b	I b
R' _w =	56 dB (56.8 dB)	-1 dB (-1.4 dB)	-4 dB (-4.7 dB)	-1 dB (-2.1 dB)	-9 dB (-9.9 dB)	0 dB (-1.1 dB)	R' _w =	I b	I b



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: **gestandaardiseerde geluidsisolatie tussen twee lokalen**



Berekening van de indicator met unieke waarde $D_{nT,w}$:

- Vanaf spectrum D_{nT} tussen 100 en 3150 Hz
- Gestandaardiseerde procedure ISO 717-1 [2013]
- Waarde verkregen door verschuiving van een referentiecurve
- Twee berekende complementaire termen C en C_{tr} .
- $D_{nT} + C (=D_A)$ vertegenwoordigt de isolatie tegen geluiden met een spectrum dat rijk is aan middelhoge en hoge frequenties (bv. de menselijke stem)
- $D_{nT} + C_{tr} (=D_{Atr})$ vertegenwoordigt de isolatie tegen geluiden met een spectrum dat rijk is aan lage frequenties (bv.: verkeersgeluiden)

$$D_{nT,w} (C;C_{tr})$$

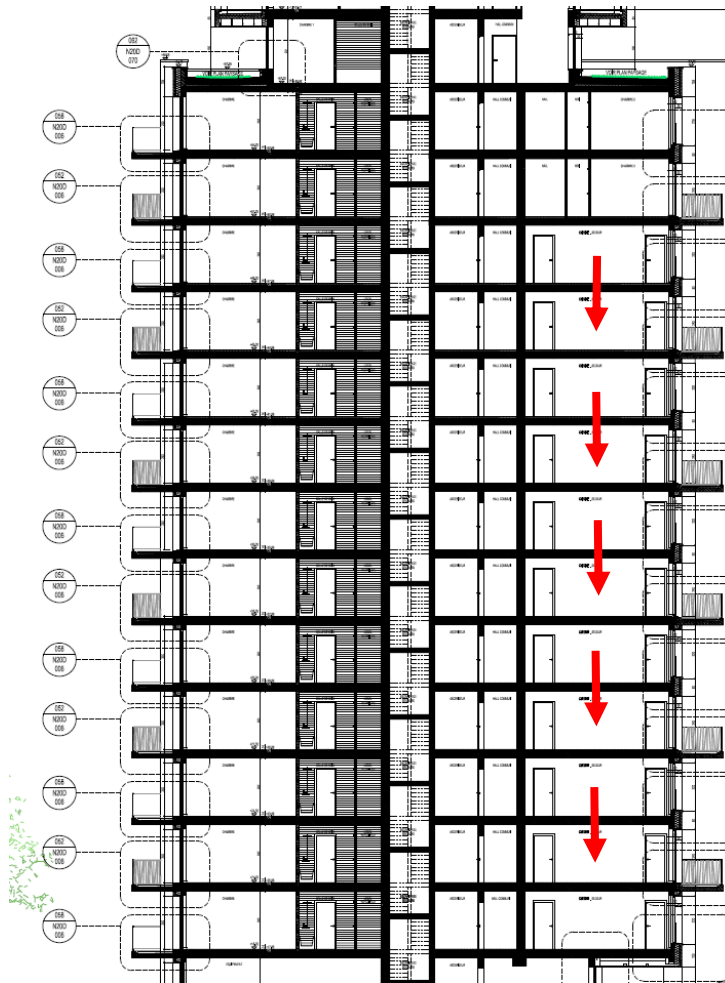
$$D_A = D_{nT,w} + C$$

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



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Gestandaardiseerde geluidsisolatie tussen lokalen: **ordes van grootte voor kantoorgebouw**



Appartementsgebouw in België.

Subjectieve indruk van comfort volgens gewogen niveau van gestandaardiseerde geluidsisolatie

Indien $D_{nT,w} > 65$ dB:

een homecinema (bij de burens) is niet langer hoorbaar

Indien $D_{nT,w} > 58$ dB:

90% van de bewoners is tevreden met de isolatie tegen de luchtgeluiden van hun burens

Indien $D_{nT,w} > 54$ dB:

70% van de bewoners is tevreden met de isolatie tegen luchtgeluiden afkomstig van hun burens

Indien $D_{nT,w} > 45$ dB:

een gesprek (bij de burens) is hoorbaar



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Eisen in $D_{nT,w}$ – voorbeeld van NBN S 01-400-1 (woningen)

Naargelang van de bestemming van de lokalen geeft onderstaande tabel de waarden die moeten worden nageleefd voor de **gewogen gestandaardiseerde geluidsisolatie $D_{nT,w}$** gemeten in situ volgens de bepalingen van ISO 16283-1 [2014] en berekend conform NBN EN ISO 717-1 [2013].

ZENDRUIMTE buiten de woning	ONTVANGSTRUIMTE binnen de woning	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Elke ruimte	Elke ruimte uitgezonderd een technische ruimte of inkomhal	$D_{nT,w} \geq 54$ dB	$D_{nT,w} \geq 58$ dB
Elke ruimte van een nieuwbouw rijwoning	Elke ruimte van een nieuwbouw rijwoning uitgezonderd een technische ruimte	$D_{nT,w} \geq 58$ dB	$D_{nT,w} \geq 62$ dB
ZENDRUIMTE binnen de woning	ONTVANGSTRUIMTE binnen de woning	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Slaapkamer, keuken, woonkamer en badkamer (die niet alleen toebehoort aan de slaapkamer/ontvangstruimte)	Slaapkamer, studeerruimte	$D_{nT,w} \geq 35$ dB	$D_{nT,w} \geq 43$ dB

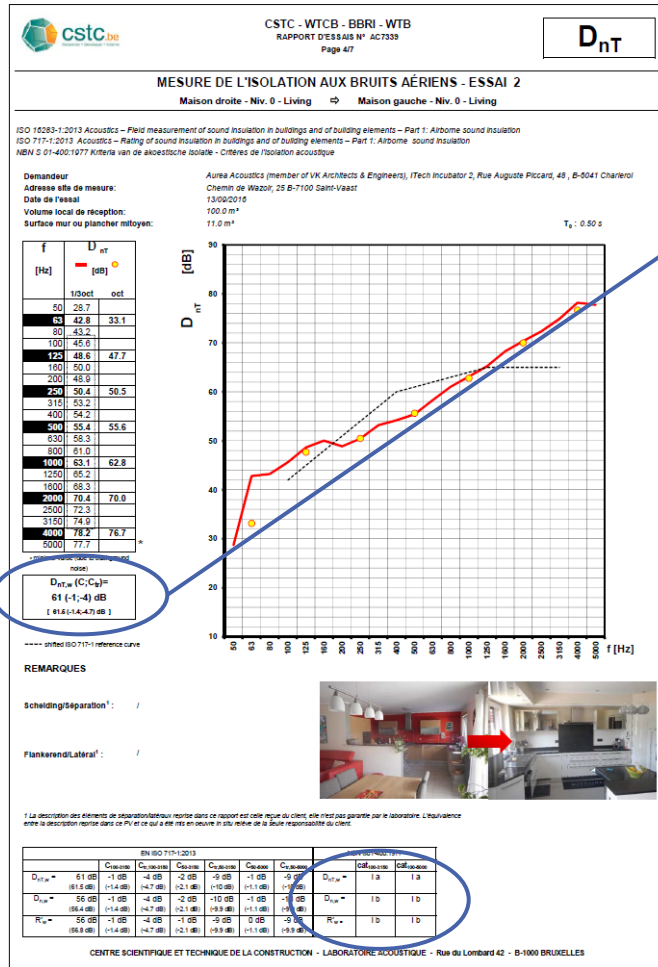
Bijzondere eigenschappen:

- Bij controle in situ wordt een resultaat als toereikend beschouwd als het hoger is dan of gelijk aan de waarde van de norm min 2 dB. Deze **marge** houdt rekening met de voorspellingsonzekerheden en de beperkte nauwkeurigheid van de meettechnieken.
- Onder “elke ruimte” moet worden verstaan: de gewone ruimten van een woning of van een gebouw met een andere functie met een normale geluidsomgeving voor luchtgeluiden zoals $L_{A,eq} < 80$ dB(A): woonkamer, salon, eetkamer, keuken, bureau, speelkamer, slaapkamer, dressing, badkamer, hall, traphal, garage, technische ruimte, wasplaats, wc, enz.
- Onder “technisch lokaal” moet worden verstaan: ofwel een lokaal zonder functie, ofwel een lokaal dat een of meer van de volgende elementen bevat: technische installaties (voor verwarming, koeling, klimaatregeling, elektrische uitrustingen, enz.) die nodig zijn voor de werking van het gebouw, de opslag van goederen, was- en/of strijkinstallaties, voertuigen (garage).



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: **gestandaardiseerde geluidsisolatie tussen twee lokalen**



$$D_{nT,w} (C;C_{tr}) = 61 (-1;-4) \text{ dB}$$
$$[61.5 (-1.4;-4.7) \text{ dB}]$$

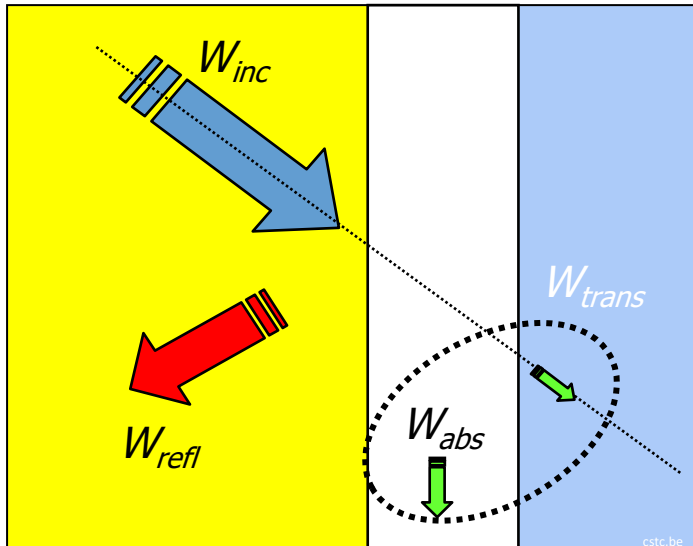
ZENDRUIMTE buiten de woning	ONTVANGSTRUIMTE binnen de woning	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Elke ruimte	Elke ruimte uitgezonderd een technische ruimte of inkomhal	$D_{nT,w} \geq 54 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$
Elke ruimte van een nieuwbouw rijwoning	Elke ruimte van een nieuwbouw rijwoning uitgezonderd een technische ruimte	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 62 \text{ dB}$
ZENDRUIMTE binnen de woning	ONTVANGSTRUIMTE binnen de woning	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Slaapkamer, keuken, woonkamer en badkamer (die niet alleen toebehoort aan de slaapkamer/ontvangstruimte)	Slaapkamer, studeerruimte	$D_{nT,w} \geq 35 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 43 \text{ dB}$



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R

= “weerstand van 1 m² van een bouwelement tegen de doorgang van geluid”



$$R(dB) = 10 \lg \frac{W_{invallend}}{W_{doorgegeven}}$$

20 dB: 1/100 (1%) van de energie wordt doorgegeven
30 dB: 1/1000 (0.1%) wordt doorgegeven
40 dB: 1/10 000 (0.01%) wordt doorgegeven
50 dB: 1/100 000 (0.001%) wordt doorgegeven
60 dB: 1/1000 000 (0.0001%) wordt doorgegeven

Bepaald door berekening of door een **laboratoriummeting**



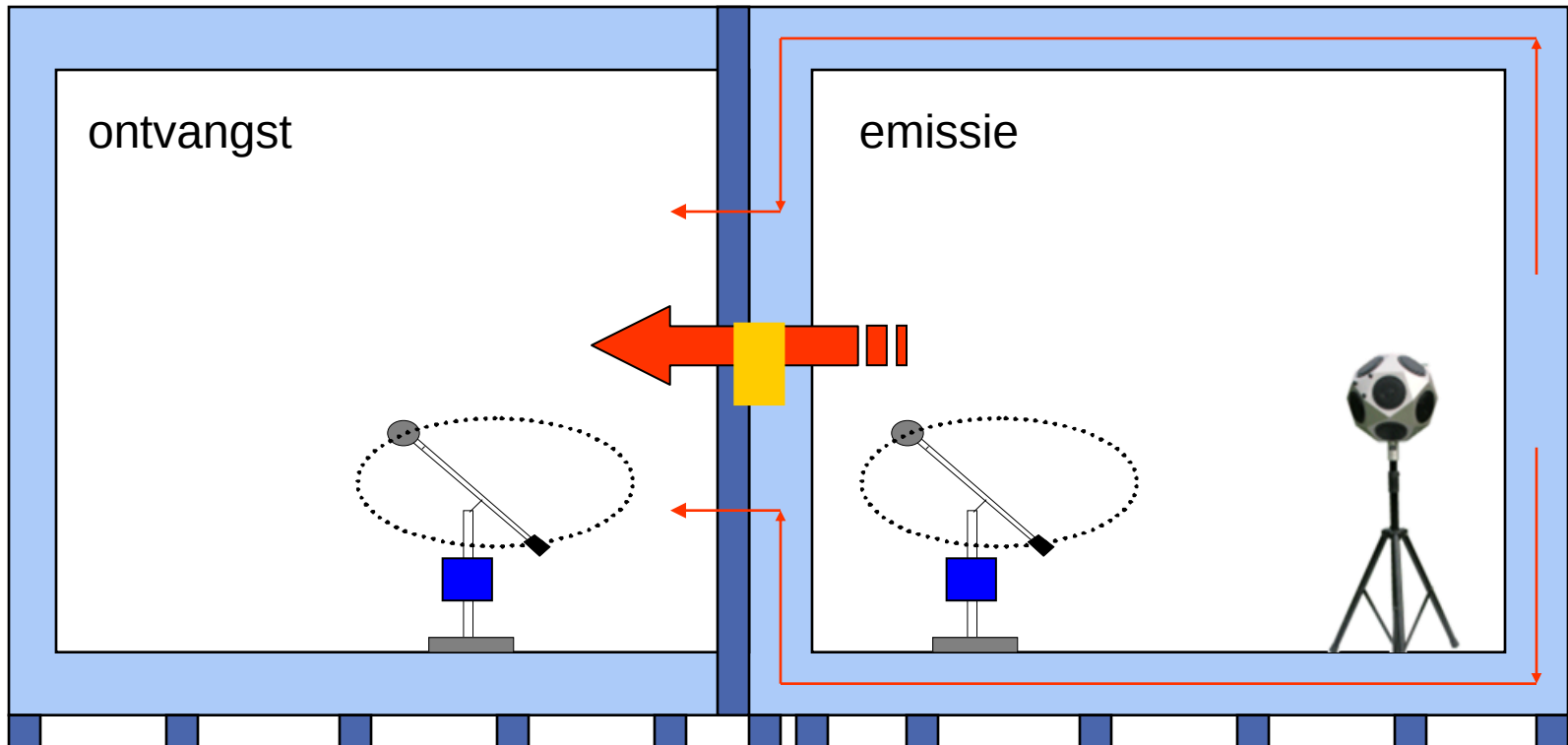




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R

= “weerstand van 1 m² van een bouwelement tegen de doorgang van geluid”



Voornaamste kenmerk van testcellen: uiterst zwakke flankerende overdracht



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: **de akoestische verzwakkingsindex R**

De akoestische verzwakkingsindex:
$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

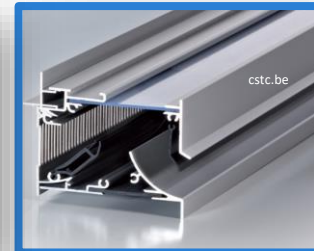
Met, gemeten in **tertsbanden**:

- L_1 (dB): Niveau van de roze ruis in het zendlokaal,
- L_2 (dB): Niveau in het ontvangstlokaal,
- A (m²): Equivalente akoestische absorptiezone in de ontvangstcel
- S (m²): Oppervlakte van de scheidingswand tussen de twee cellen



Voor kleine bouwdelen ($S < 1\text{m}^2$):

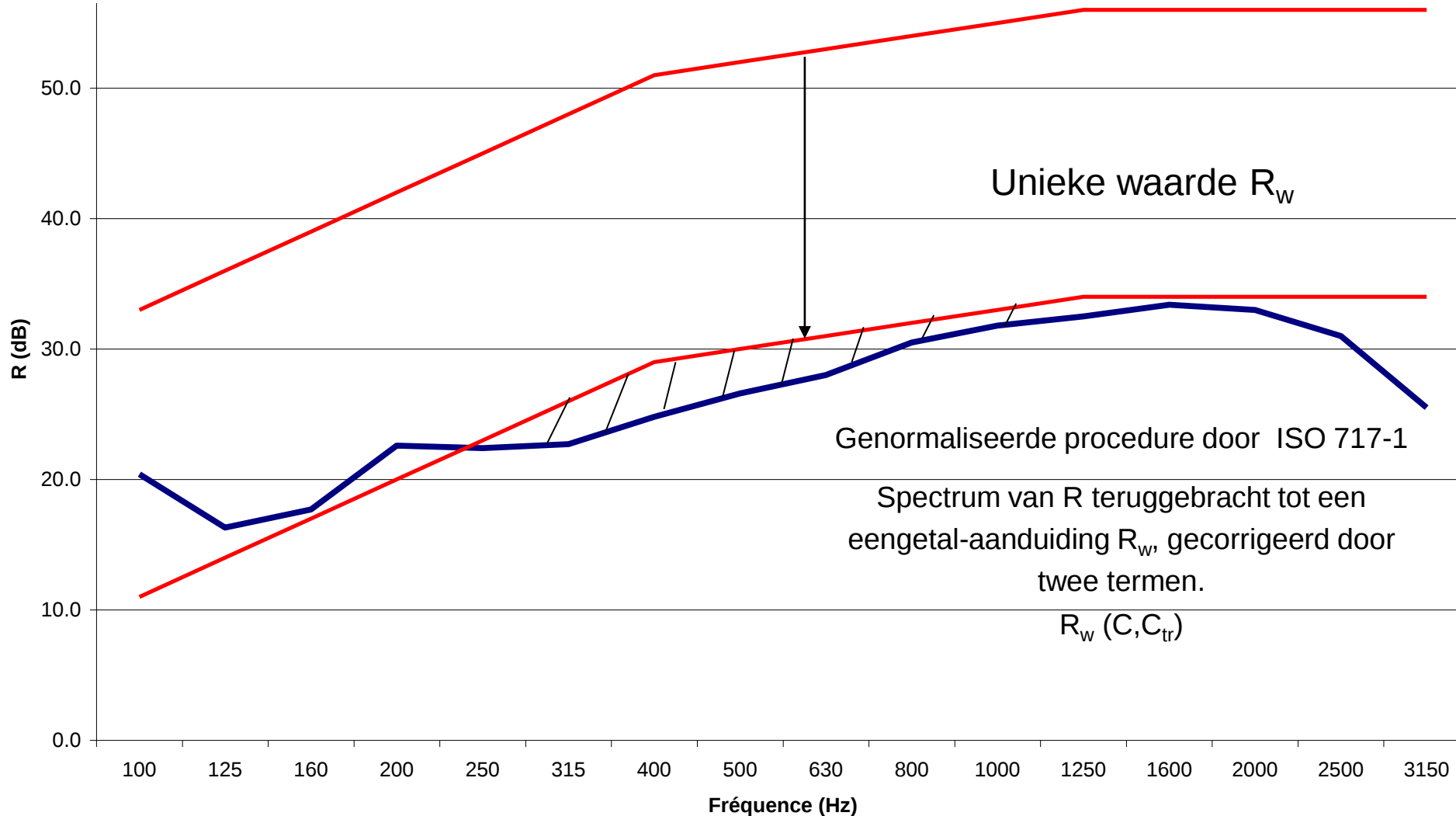
$$D_{n,e} = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{10}$$





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Meting van de luchtgeluidsisolatie: de **akoestische verzwakkingsindex R**





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Samenvatting grootheden voor luchtgeluidsisolatie

Metingen in laboratorium:

$$R_w (C; C_{tr})$$

$$D_{ne,w} (C; C_{tr})$$

Categorieën I_a, I_b, II_a, II_b, III_a, III_b, IV_a ou IV_b



Kenmerking van de **geluidsgedragingen van de in het laboratorium gemeten producten** → technische documentatie = basis voor berekening van de voorspellingen van de prestaties op de site

Metingen in situ (binnen):

$$D_{nT,w} (C, C_{tr})$$

Categorieën I_a, I_b, II_a, II_b, III_a, III_b, IV_a ou IV_b



Drukt de **luchtgeluidsisolatieprestaties tussen lokalen uit, verkregen op de site** → Dit zijn de grootheden waarop de eisen van de meeste normen betrekking hebben

Voorzichtigheid is geboden bij het vergelijken van beide!



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: twee **grote principes van luchtgeluidsisolatie**

1. Massieve (of enkele) wanden: panelen, muren in blokken, gegoten wanden, ...



De massawet

2. Skeletwanden (of dubbele wanden): skelet in hout, metaal, houtplaten of gipskartonplaten



Het massa-veer-massa-effect



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

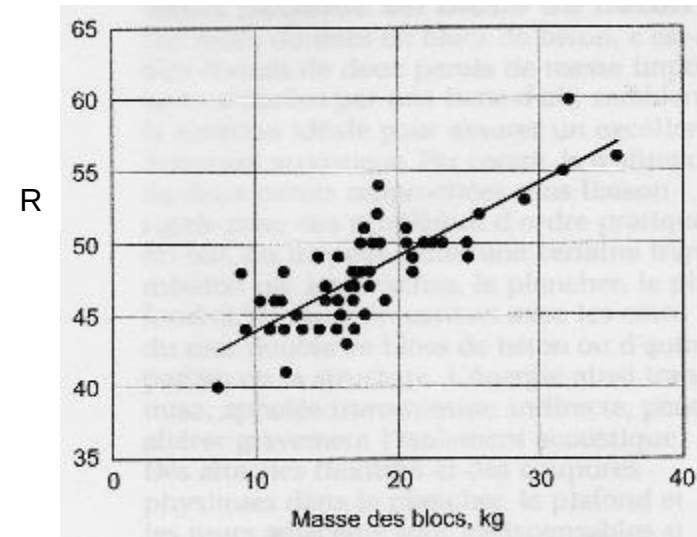
De akoestische verzwakkingsindex R: de massawet en de frequentiewet

De massawet



“De akoestische verzwakkingsindex van een wand neemt toe met 6 dB door verdubbeling van de massa”.

- In de praktijk: toename met 4 dB
- Referentie: $R = 40 \text{ dB}$ voor $m'' = 100 \text{ kg/m}^2$
- Maar ... criterium massa alleen volstaat niet





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: combinatie van de massawet en de **frequentiewet**

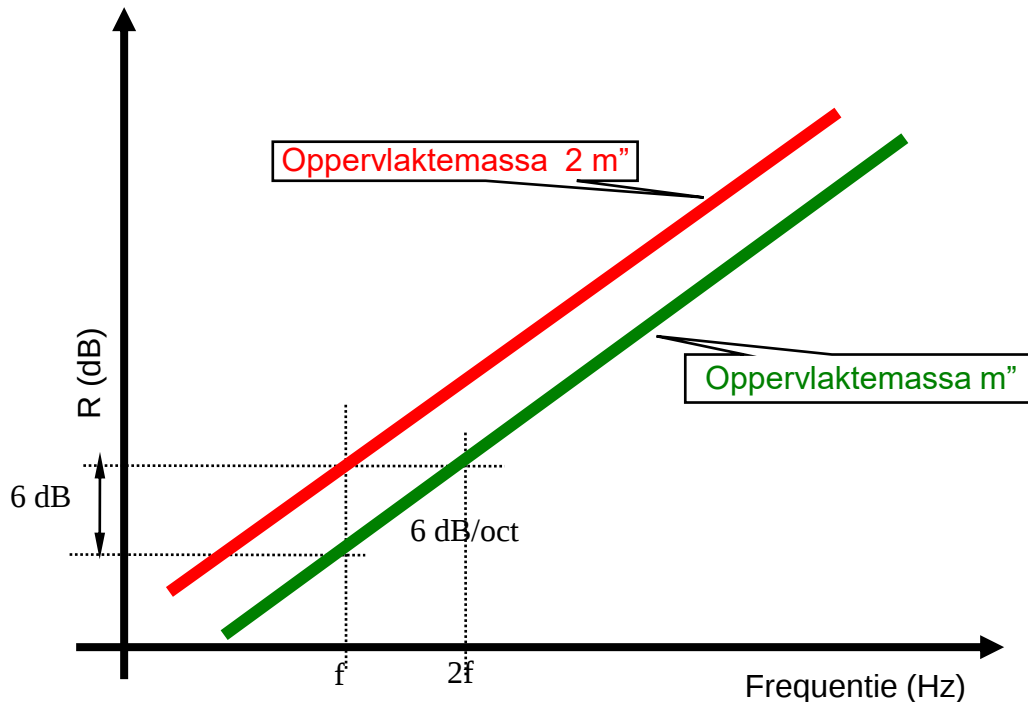
De massawet

“De akoestische verzwakkingsindex van een wand neemt toe met 6 dB door verdubbeling van de massa”.

Door de twee wetten te combineren:

Door verdubbeling van de oppervlaktemassa; $R + 6$ dB

Door verdubbeling van de frequentie; $R + 6$ dB



Bv. voor $m = 100 \text{ kg/m}^2$

125 Hz $R = 28 \text{ dB}$

250 Hz $R = 34 \text{ dB}$

500 Hz $R = 40 \text{ dB}$

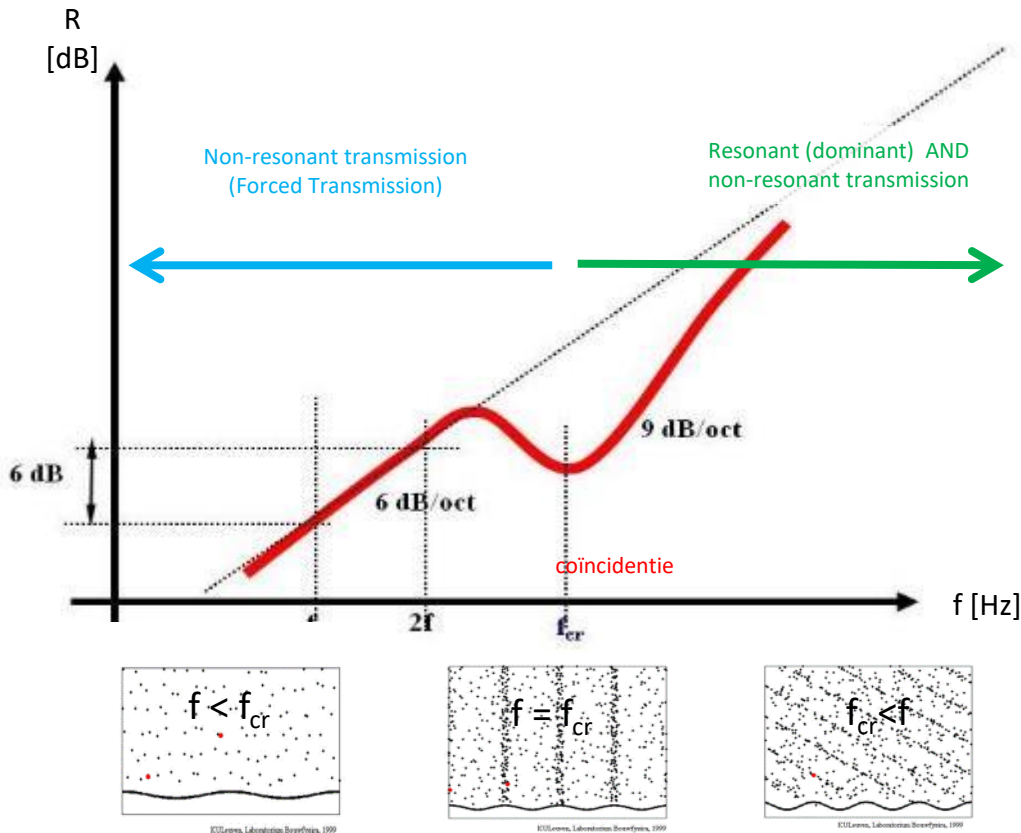
1000 Hz $R = 46 \text{ dB}$

2000 Hz $R = 52 \text{ dB}$



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R volgens de frequentie



De isolatie vertoont een daling bij de kritieke frequentie die afhankelijk is van het type materiaal en de dikte ervan

Fenomeen **coïncidentie**: voor vlakke golven die op de wand botsen bij schuine inval, op een bepaalde geluidsfrequentie die de energietransmissie door de wand aanzienlijk verhoogt (waardoor de isolatie afneemt). De wand vangt buigingsgolven op die hetzelfde ritme volgen als invallend geluid. Op deze frequentie is er “coïncidentie”. In werkelijkheid botst het geluid op de wand vanuit oneindig veel hoeken. Voor alle frequenties die hoger zijn dan een **kritieke frequentie** is er coïncidentie. Maar op deze kritieke frequentie is de daling van de isolatie het opvallendst.

Hoe stijver het materiaal, hoe belangrijker de diepte van de put. Opgelet voor materialen met een f_{cr} tussen 100 Hz en 3000 Hz!



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: combinatie van de massawet et de frequentiewet

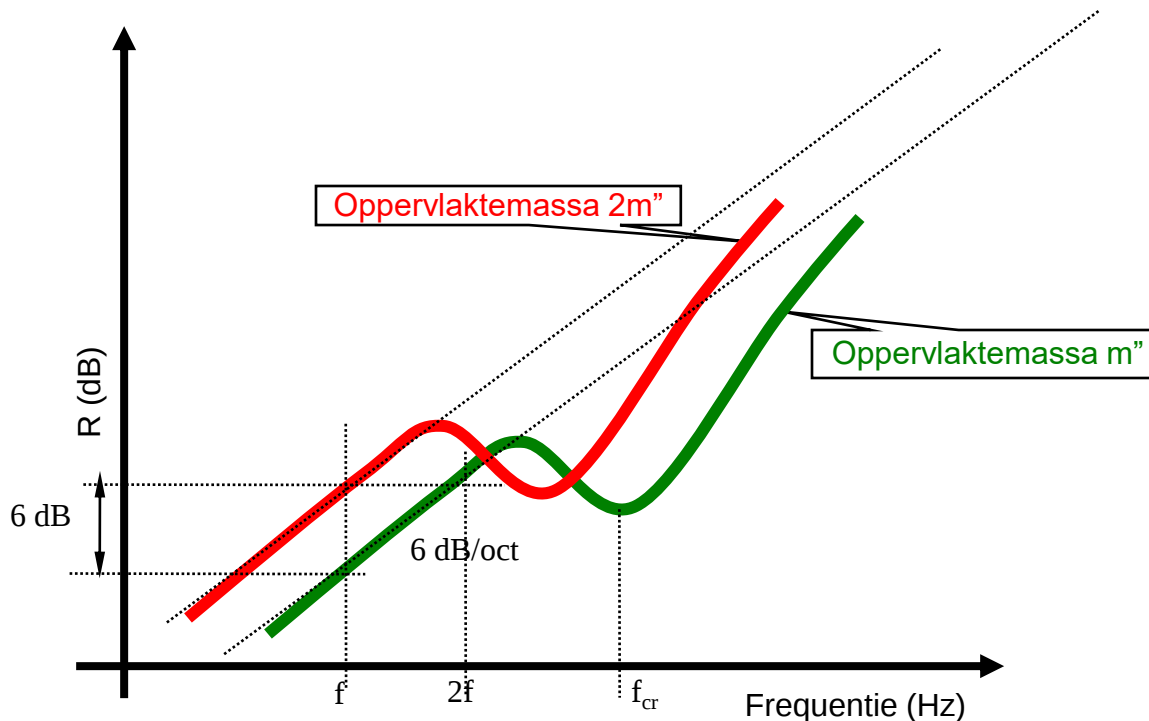
De massawet

“De akoestische verzwakkingsindex van een wand neemt toe met 6 dB door verdubbeling van de massa”.

Door de twee wetten te combineren:

Door verdubbeling van de oppervlaktemassa; $R + 6$ dB

Door verdubbeling van de frequentie; $R + 6$ dB



Bv. voor $m = 100 \text{ kg/m}^2$

125 Hz $R = 28 \text{ dB}$

250 Hz $R = 34 \text{ dB}$

500 Hz $R = 40 \text{ dB}$

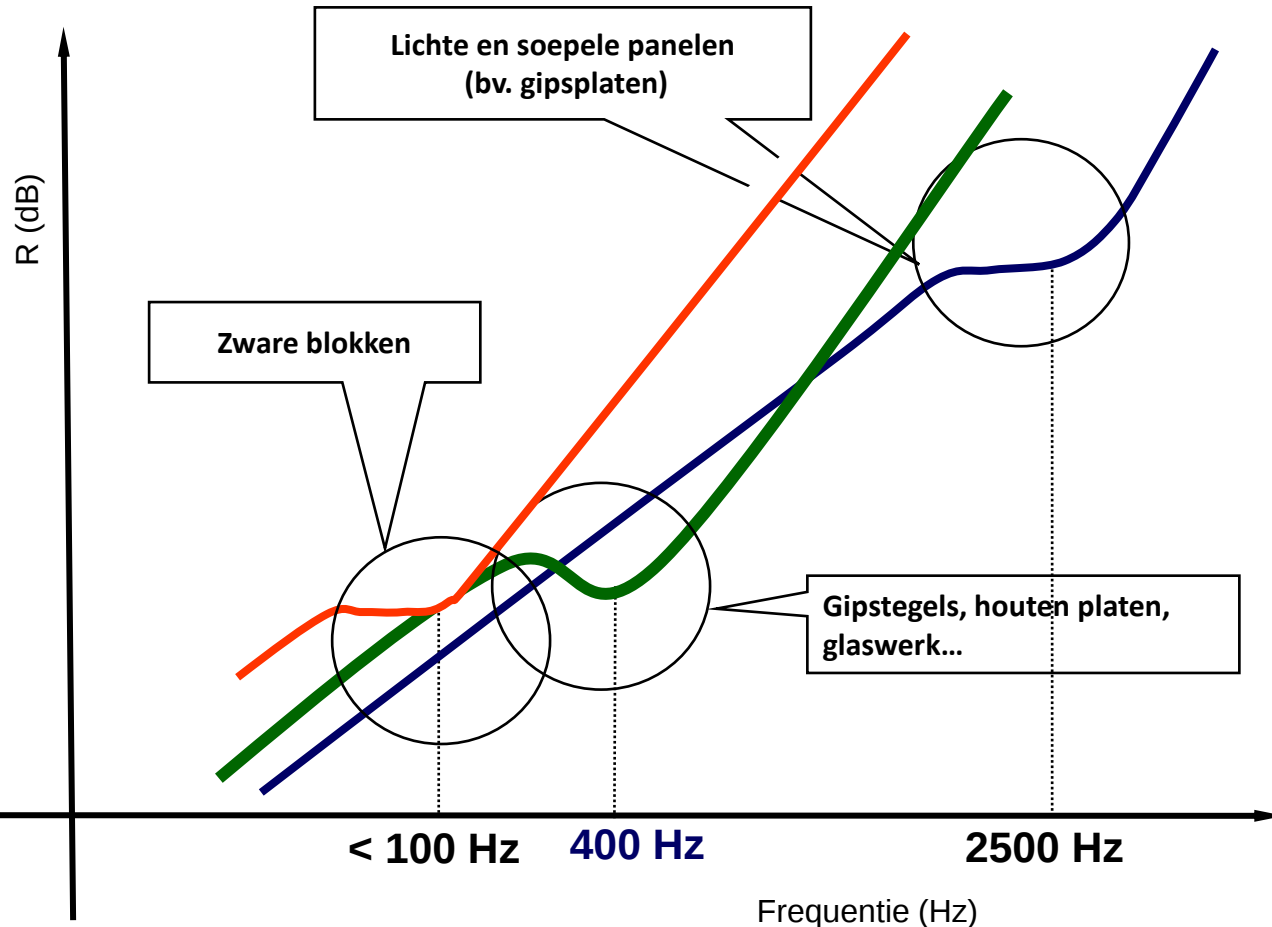
1000 Hz $R = 46 \text{ dB}$

2000 Hz $R = 52 \text{ dB}$



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Daling van de akoestische verzwakkingsindex op de kritieke frequentie van de materialen



Sommige materialen, zoals gipsblokken, hout en glas, kunnen de isolatie tegen luchtgeluiden dus bemoeilijken doordat deze isolatie daalt op de **kritieke frequentie f_{cr}** .

Er wordt dus een voorkeur gegeven aan materialen met een f_{cr} onder de 100 Hz (cf betonblokken, kalkzandsteenblokken) of f_{cr} boven de 2.000 Hz (cf gipsplaten of gipsvezelplaten).

www.cstc.be

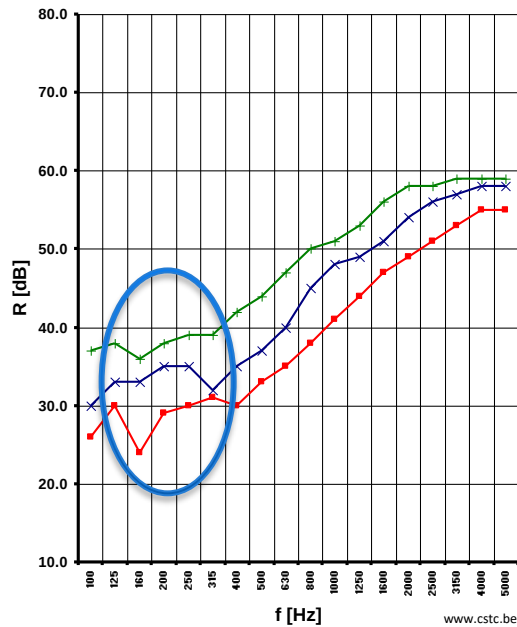


Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

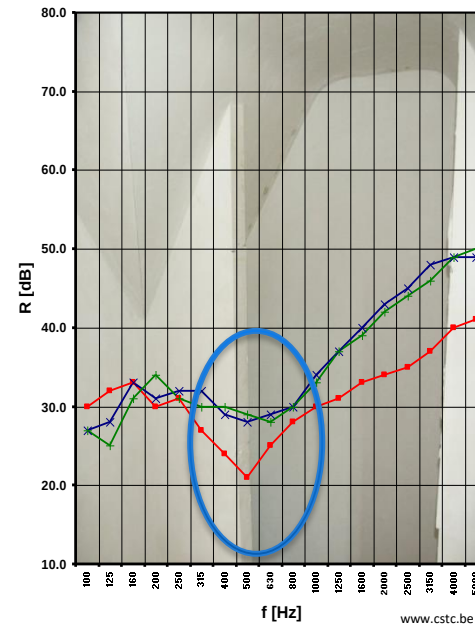
De akoestische verzwakkingsindex R: orde van grootte voor **courante materialen**

Op de **kritieke frequentie van materialen f_{cr}** treedt, afhankelijk van hun aard en hun dikte, een daling op in de curve van de akoestische verzwakkingsindex. Indien deze frequentie binnen het hoorbaar spectrum ligt, waar het oor bijzonder gevoelig is, voelt de geluidsisolatie minder goed aan bij dit materiaal.

Cellenbetonblokken



Gipsblokken





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: orde van grootte voor **courante materialen**

Cellenbetonblok (350-550 kg/m³)

Cellenbeton, volle blokken 550 kg/m ³ , met bepleistering	R _w (C;C _{tr}) (dB)
Blokken 100 mm	41 (-1;-4)
Blokken 150 mm	44 (-2;-4)
Blokken 200 mm	49 (-1;-4)



Gipsblok (950-1250 kg/m³)

Gipsblokken, met bepleistering	R _w (C;C _{tr}) (dB)
Blokken 70 mm – 950 kg/m ³	35
Blokken 70 mm – 1250 kg/m ³	37
Blokken 100 mm – 950 kg/m ³	39
Blokken 100 mm – 1250 kg/m ³	41





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van massieve wanden – traditionele materialen

Geëxpandeerde klei-betonblokken (850 kg/m³)

Blokken van geëxpandeerde kleibeton	$R_w (C;C_{tr})$ (dB)
Blokken 90 mm – 850 kg/m ³	40 (-1;-3)
Blokken 140 mm – 850 kg/m ³	44 (0;-3)
Blokken 190 mm – 850 kg/m ³	47 (0;-4)



Blok gebakken aarde (950-1300 kg/m³)

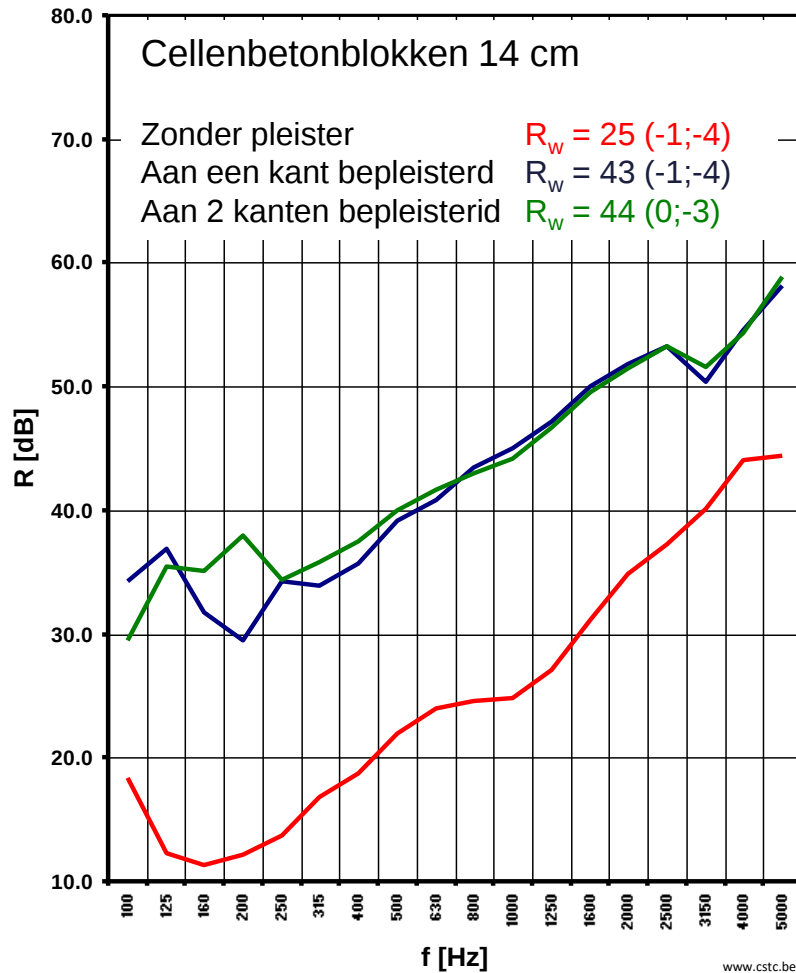
Blokken in gebakken aarde, met bepleistering aan 2 zijden	$R_w (C;C_{tr})$ (dB)
Blokken 90 mm – 1055 kg/m ³	44 (-1;-5)
Blokken 140 mm – 1055 kg/m ³	48 (-2;-5)
Blokken 190 mm – 1280 kg/m ³	56 (-1;-5)





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Invloed van de **bepleistering** op de R_w van de metselblokken



De pleisterlaag heeft een zeer grote invloed op de akoestische verzwakingsindex van de metselblokken. Hoe poreuzer deze zijn (bv. blokken van geëxpandeerde kleibeton), hoe sterker dit fenomeen. Meestal volstaat het een zijde te bepleisteren. De dikte is niet zo belangrijk.







Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van massieve wanden – traditionele materialen

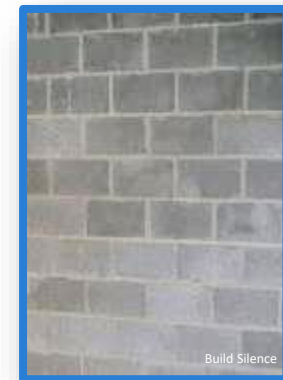
Kalk-zandsteenblokken (1800 kg/m³)

Kalk-zandsteenblokken - 1800 kg/m ³ , met bepleistering	R _w (C;C _{tr}) (dB)
Blokken 150 mm	50
Blokken 175 mm	52
Blokken 215 mm	55
Blokken 300 mm	57



Betonblokken (1300 – 2100 kg/m³)

Betonblokken, met bepleistering 2 zijden	R _w (C;C _{tr}) (dB)
Holle blokken 90 mm – 1800 kg/m ³	49 (-2;-5)
Holle blokken 140 mm – 1375 kg/m ³	54 (-1;-4)
Holle blokken 190 mm – 1245 kg/m ³	57 (-2;-5)
Volle blokken 90 mm – 2100 kg/m ³	50 (-1;-5)
Volle blokken 140 mm – 2100 kg/m ³	56 (-1;-6)





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van massieve wanden – verzwakking van de R van de massieve wanden





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van panelen

Gipskartonplaat (10-12,5 kg/m²)

Gipskartonplaat 10 kg/m ²	R _w (C;C _{tr}) (dB)
Plaat BA13 12,5 mm	28



Fermacell-plaat (1000-1250 kg/m³)

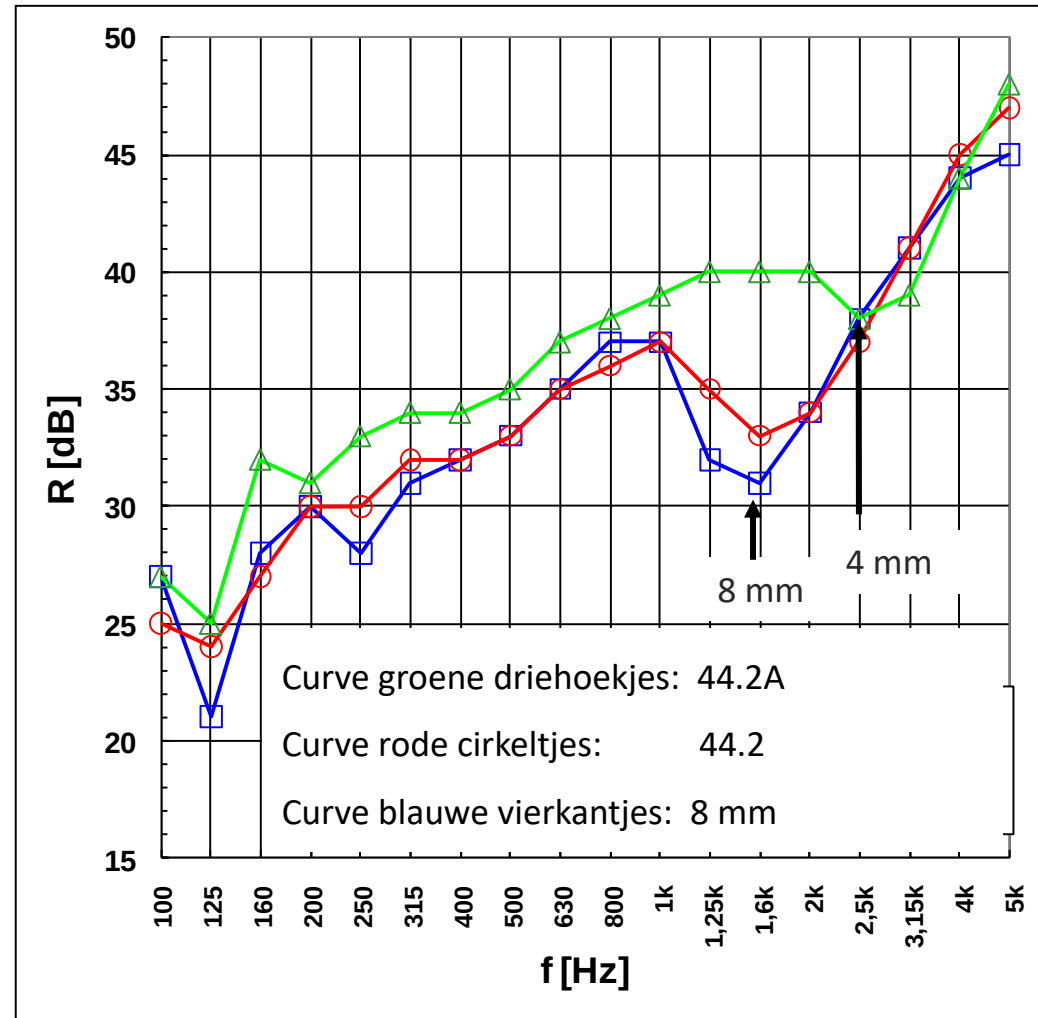
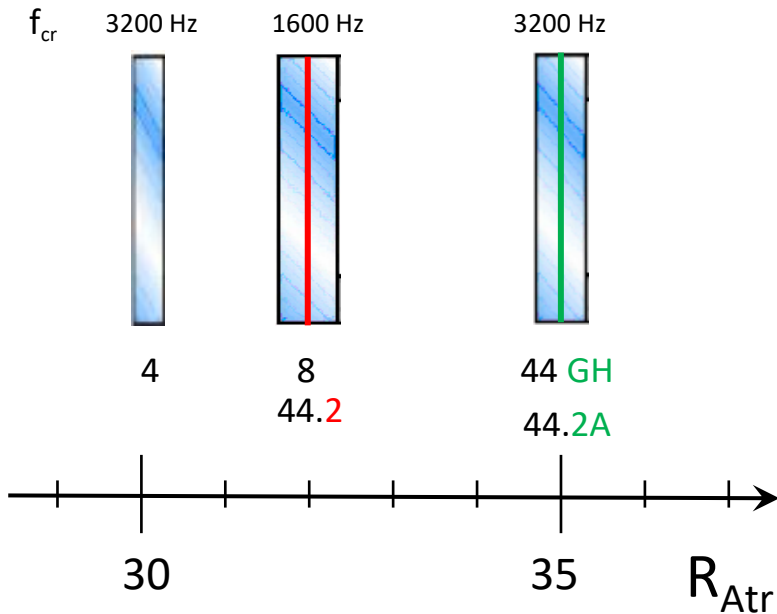
Alleen Fermacell-plaat	R _w (C;C _{tr}) (dB)
Plaat 10 mm	31
Plaat 12,5 mm	32
Plaat 15 mm	32





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van glazen wanden





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: twee **grote principes van luchtgeluidsisolatie**

1. Massieve (of enkele) wanden: panelen, muren in blokken, gegoten wanden,



De massawet

2. Skeletwanden (of dubbele wanden): skelet in hout, metaal, houtplaten of gipskartonplaten

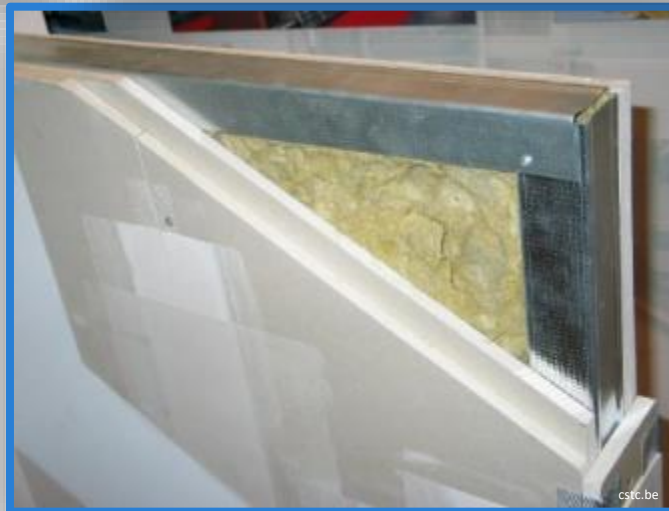
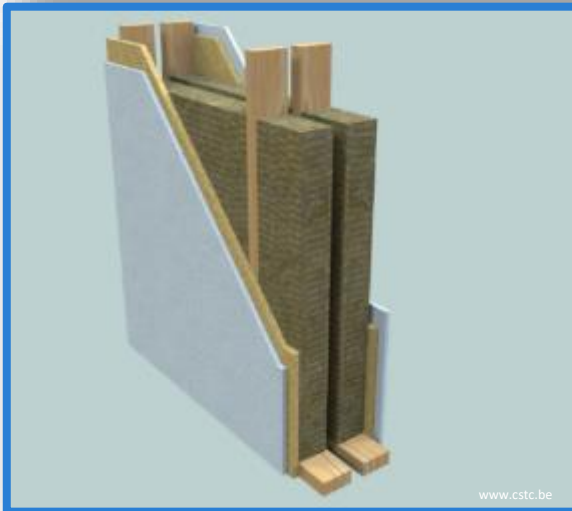


Het massa-veer-massa-effect



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: de massa-veer-massa-systemen



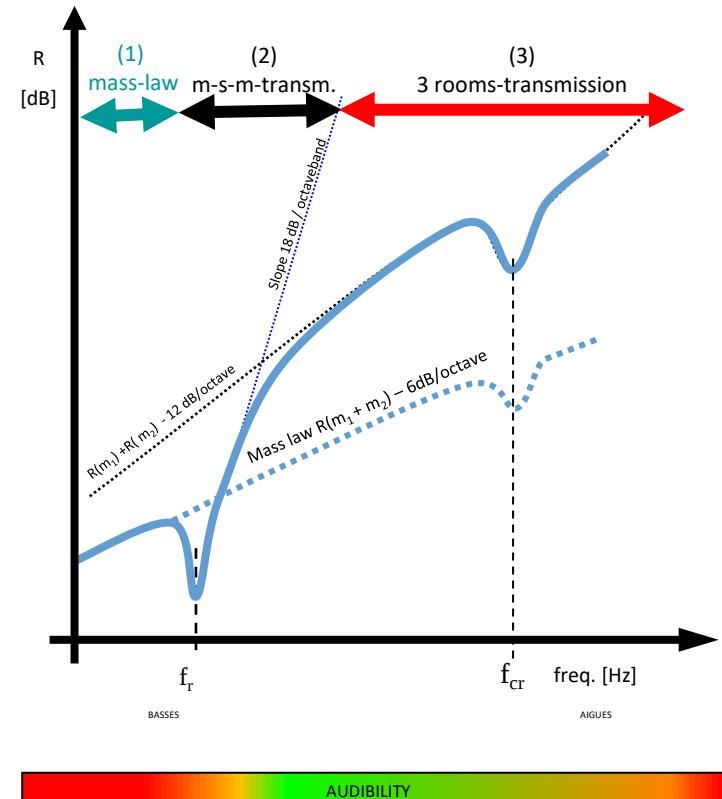
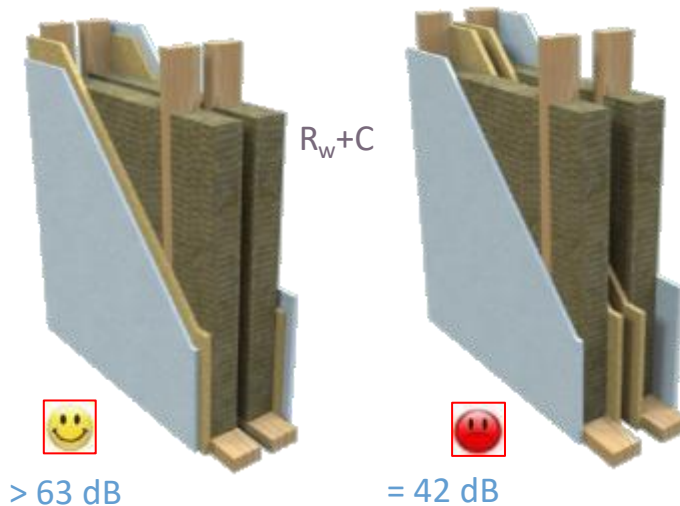


Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex R: akoestische optimalisatie van dubbele wanden

Dubbele wanden zijn veel performanter dan enkele wanden op voorwaarde dat volgende factoren optimaal zijn:

- De positie van de resonantiefrequentie
- de soepelheid van de veer
- de massa/aard van de panelen
- De aanwezigheid van een absorberend materiaal





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de positie van de resonantiefrequentie van de dubbele wand

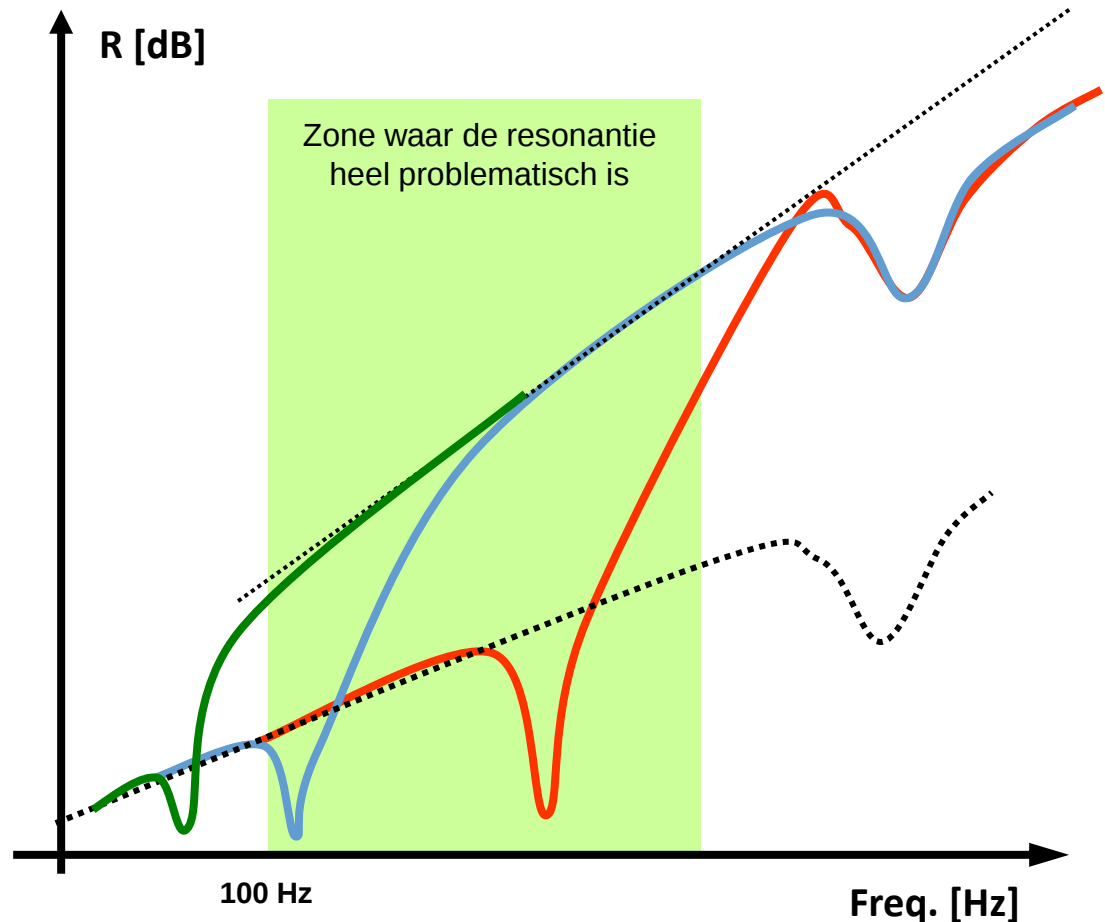
Deze frequentie moet **zo laag mogelijk** gelegen zijn, ver van de gevoeligheidszone van het oor.

Deze frequentie kan naar beneden worden verplaatst met behulp van twee parameters:

- De **afstand** die de twee panelen scheidt,
- De **massa** van de panelen.

Hoe groter deze twee parameters zijn, hoe lager de resonantiefrequentie in het spectrum ligt, en hoe hoger de akoestische verzwakkingsindex van de wand.

$$f_{res} = \frac{90}{\sqrt{d}} \sqrt{\left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de positie van de resonantiefrequentie van de dubbele wand

Deze frequentie moet **zo laag mogelijk** gelegen zijn, ver van de gevoeligheidszone van het oor.

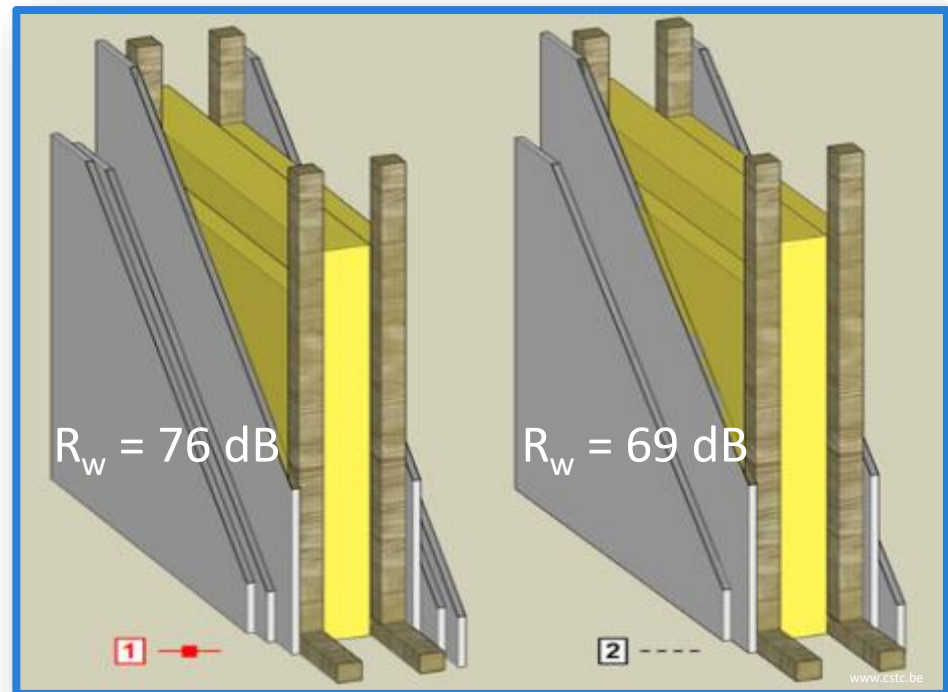
Deze frequentie kan naar beneden worden verplaatst met behulp van twee parameters:

- De **afstand** die de twee panelen scheidt,
- De **massa** van de panelen.

Hoe groter deze twee parameters zijn, hoe lager de resonantiefrequentie in het spectrum ligt, en hoe hoger de akoestische verzwakkingsindex van de wand.

$$f_{res} = \frac{90}{\sqrt{d}} \sqrt{\left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

Invloed van de massa van de wanden





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de positie van de resonantiefrequentie van de dubbele wand

Deze frequentie moet **zo laag mogelijk** gelegen zijn, ver van de gevoeligheidszone van het oor.

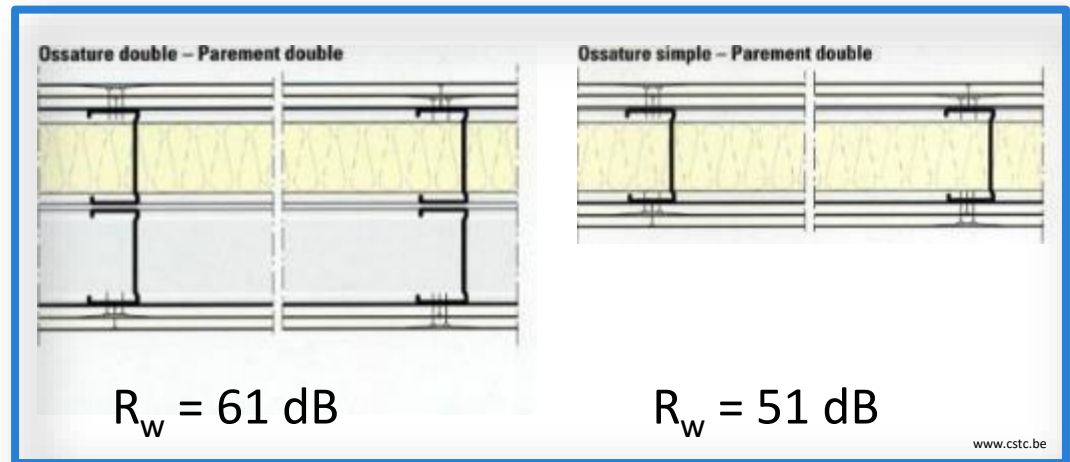
Deze frequentie kan naar beneden worden verplaatst met behulp van twee parameters:

- **De afstand** die de twee panelen scheidt,
- **De massa** van de panelen.

Hoe groter deze twee parameters zijn, hoe lager de resonantiefrequentie in het spectrum ligt, en hoe hoger de akoestische verzwakkingsindex van de wand.

$$f_{res} = \frac{90}{\sqrt{d}} \sqrt{\left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

Invloed van de afstand tussen de wanden

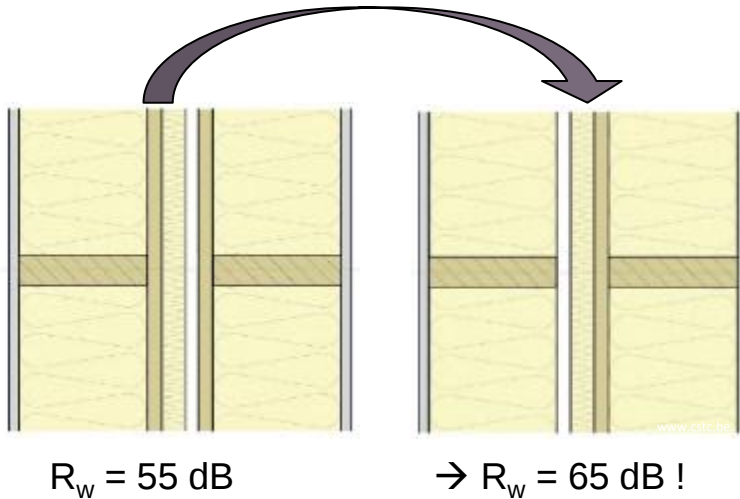




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de positie van de resonantiefrequentie van de dubbele wand

Dit fenomeen wordt ook waargenomen in dubbele raamwerken waarin **de overdruk van een paneel in het centrum** van de wand het mogelijk maakt de afstand tussen panelen binnenin te vergroten, en dus de resonantiefrequentie opnieuw te laten dalen en, uiteindelijk, de **akoestische verzwakkingsindex** van de dubbele wand met **10 dB** te doen stijgen.





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de soepelheid van de veer

De veer verzwakt de golf. Hoe soepeler de veer, hoe minder hij de golf doorgeeft aan de andere wand. De isolatie is dus veel hoger dan verwacht door de massawet alleen.

Bv. op 50 mm is R_w 5 dB hoger indien het skelet van metaal is ipv hout, gewoon omdat de “veer” beter is.



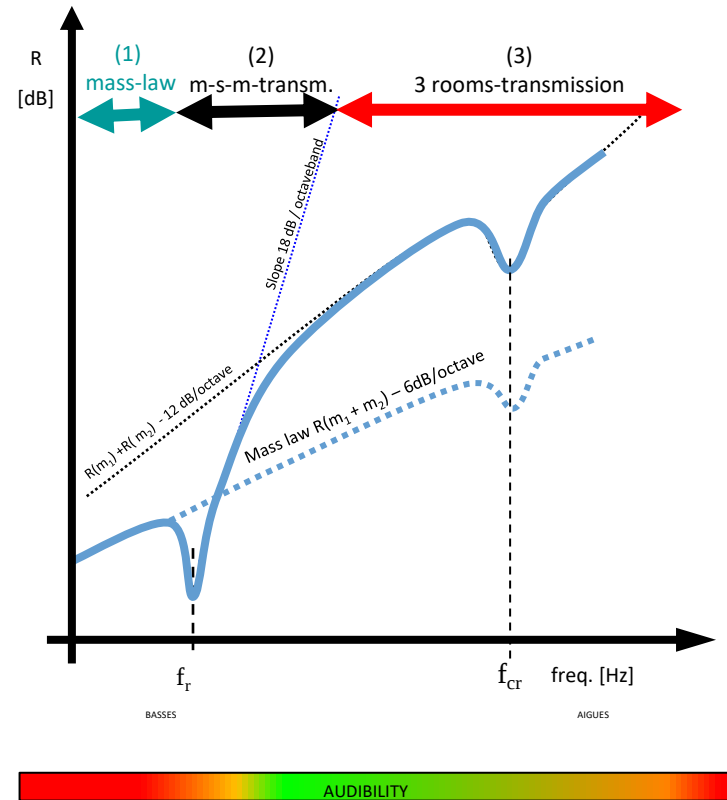
Op 50 mm: 37 dB

Op 100 mm: 38 dB



42 dB

47 dB





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de soepelheid van de veer

De veer verzwakt de golf. Hoe soepeler de veer, hoe minder hij de golf doorgeeft aan de andere wand. De isolatie is dus veel hoger dan verwacht door de massawet alleen.

Bv. op 50 mm is R_w 5 dB hoger indien het skelet van metaal is ipv hout, gewoon omdat de “veer” beter is.



Op 50 mm: 37 dB

Op 100 mm: 38 dB



42 dB

47 dB

Er bestaan “houten” alternatieven voor metalen profielen



En nieuwe metalen profielen die nog soepeler zijn

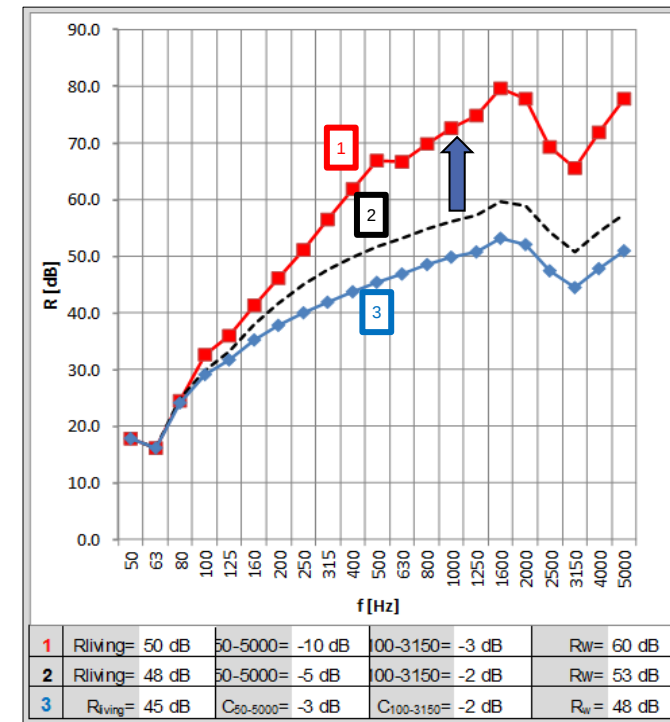
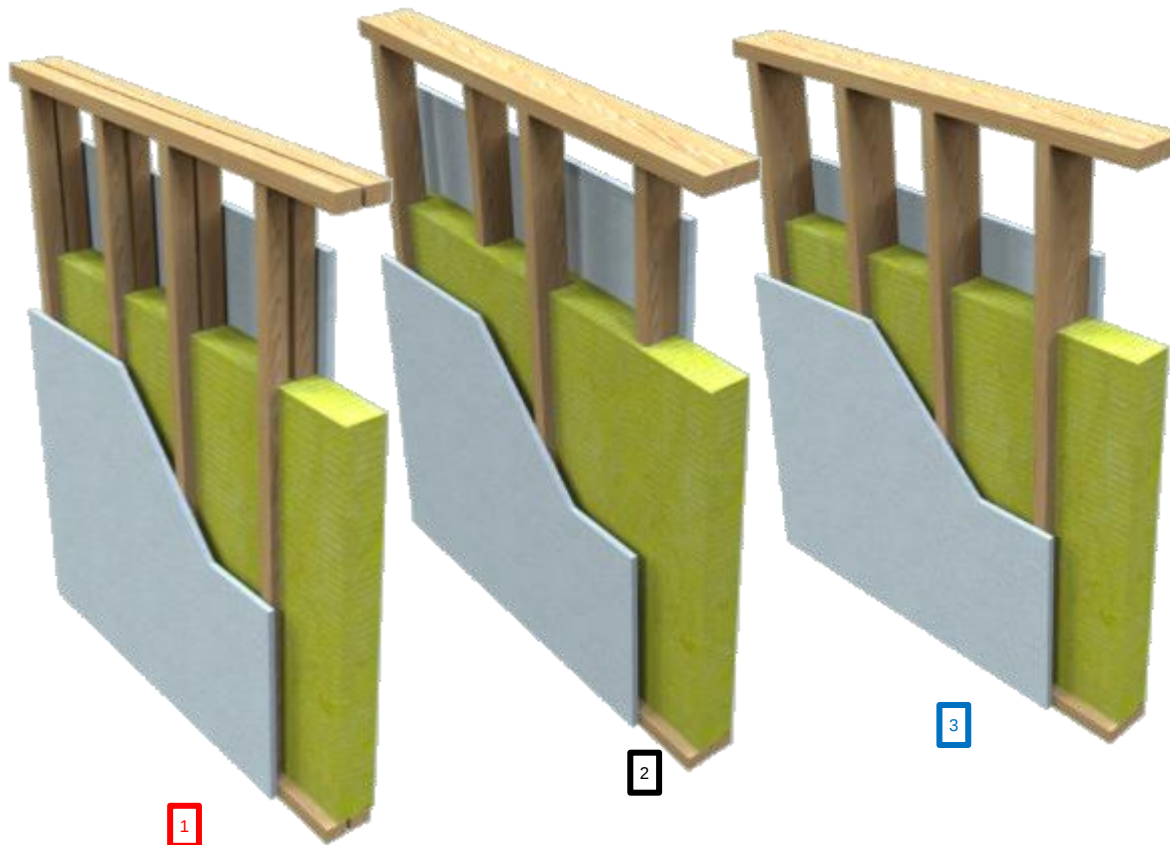




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de soepelheid van de veer

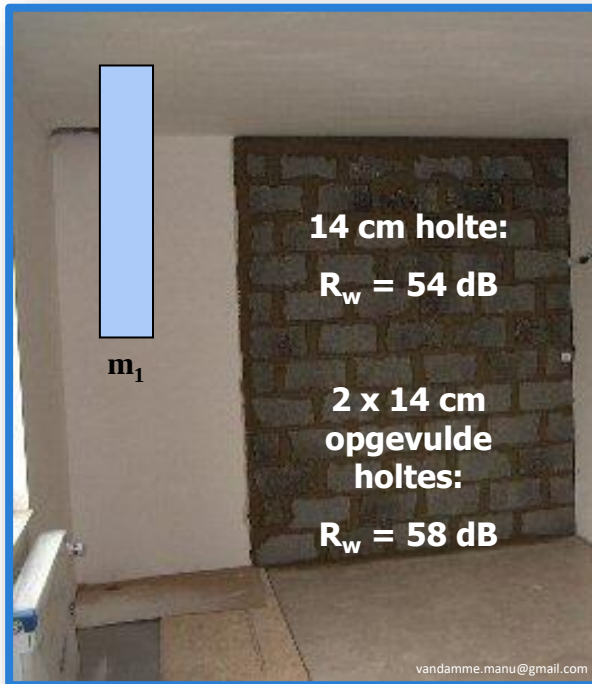
Houtconstructie: alternierende of opgesplitste geraamtes



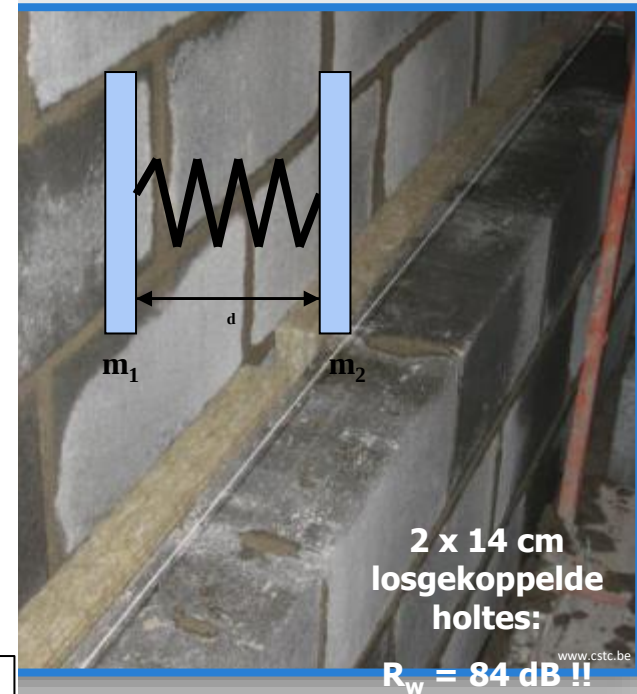
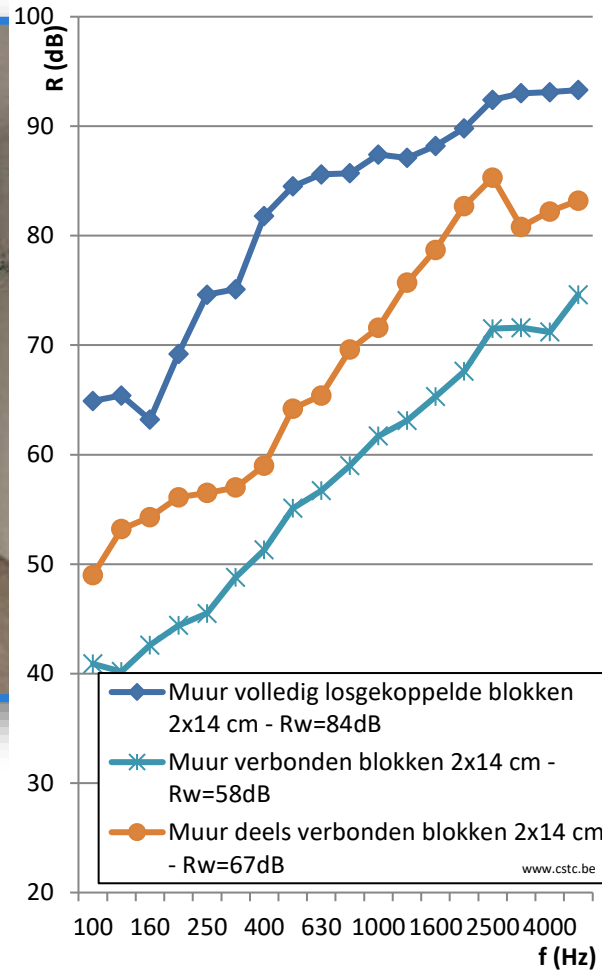


Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: de soepelheid van de veer



Massieve wanden: enkele muur of dubbele muur met raakpunten tussen de muren



Dubbele wanden: dubbele muur zonder raakpunten



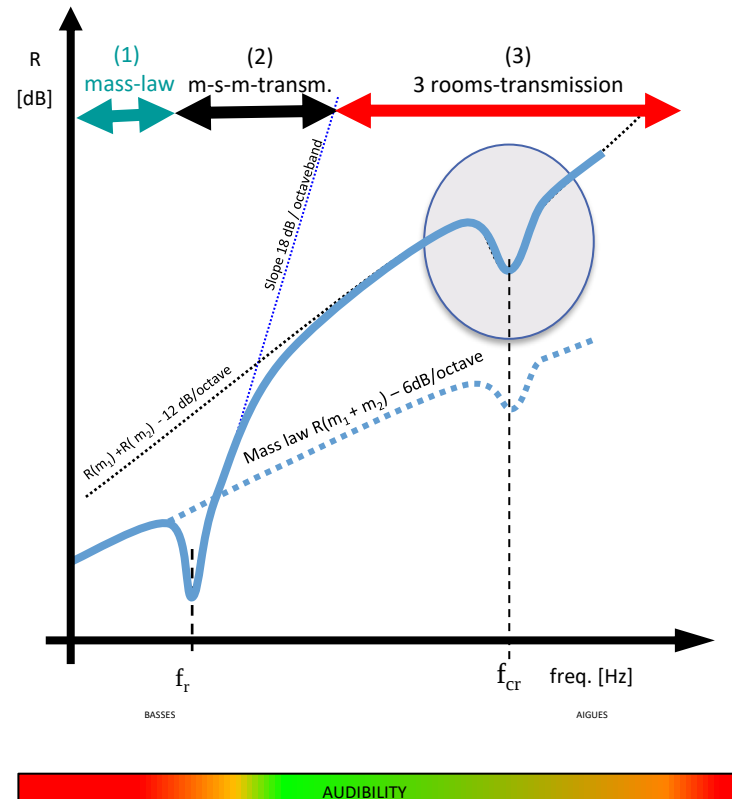
Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: daling van de isolatie op de kritieke frequentie van de twee wanden

Net als bij de enkele wanden daalt de **kritieke frequentie** van de materialen waaruit de dubbele wand bestaat.

Voor de materialen met f_{cr} in een gevoelige zone voor het menselijk oor (bv. hout, glas, ...) wordt dus gewerkt met **verschillende diktes**.

Voor materialen met een zeer lage of zeer hoge kritieke frequentie (bv. gipskartonplaten, zware muren, ...) is deze voorziening niet nodig.

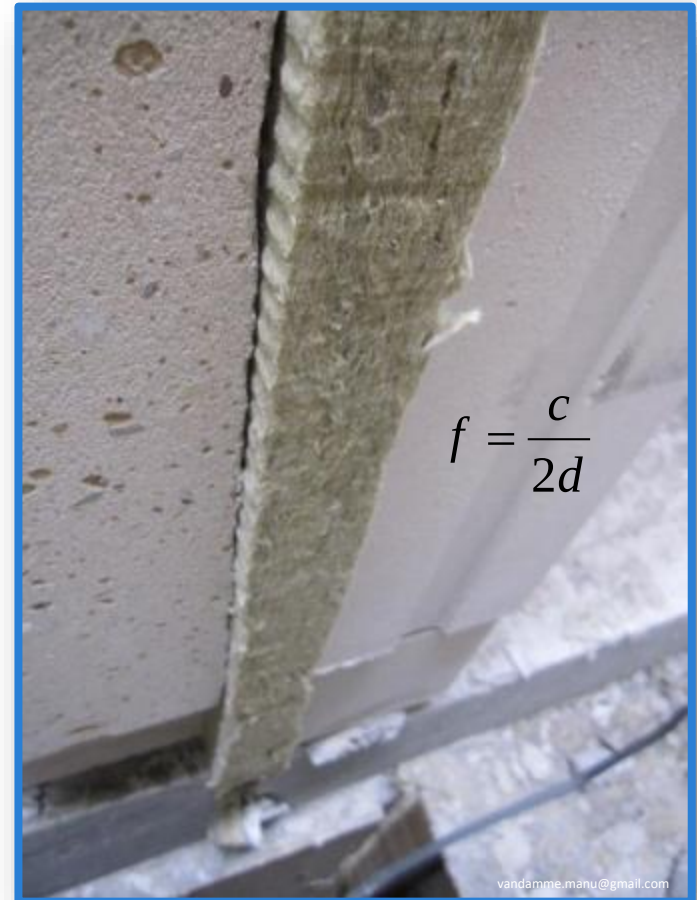
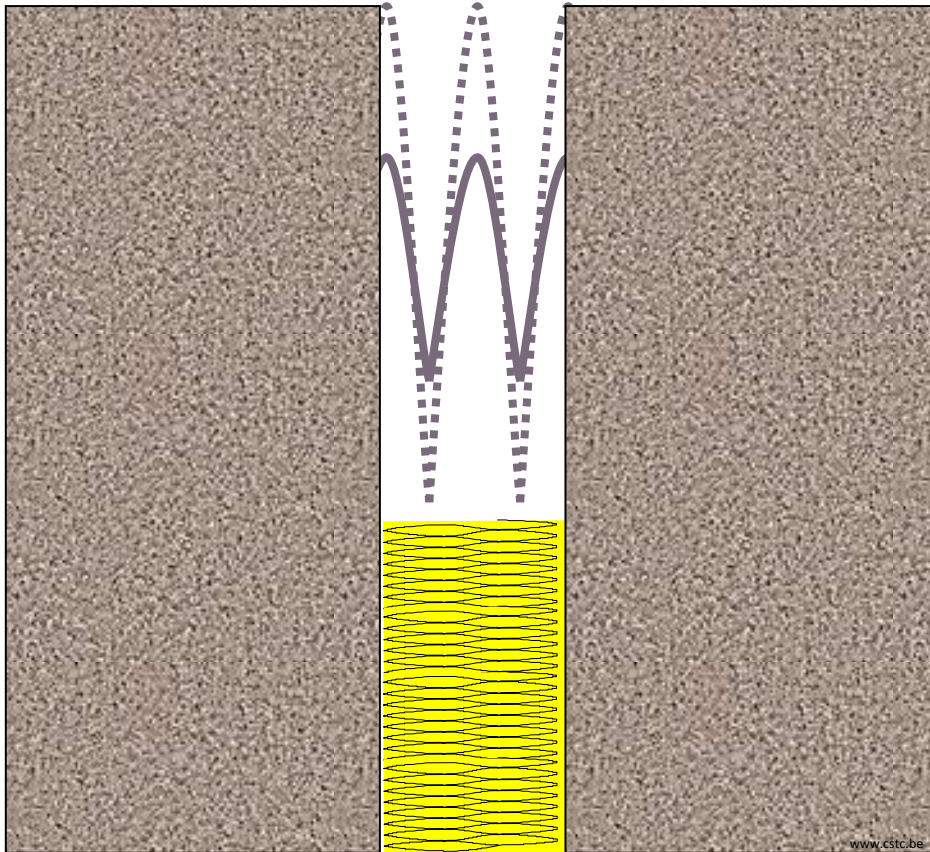




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: stationaire golven in de holte

Daling van de isolatie bij de frequenties die overeenkomen met de **stationaire golven** → **aanwezigheid van absorberende materialen**

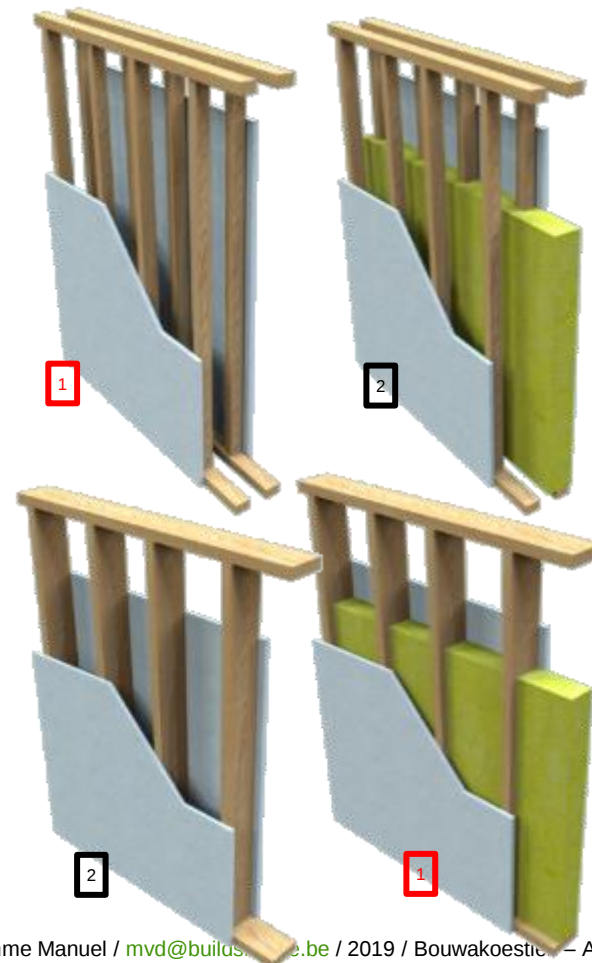
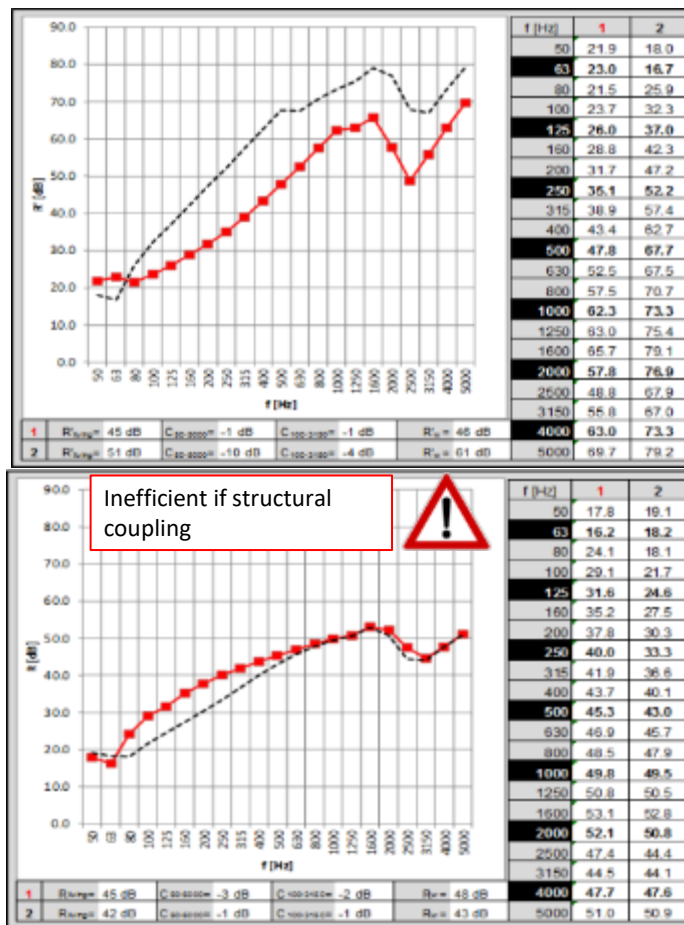




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: stationaire golven in de holte

Daling van de isolatie bij de frequenties die overeenkomen met de **stationaire golven** → aanwezigheid van **absorberende materialen**

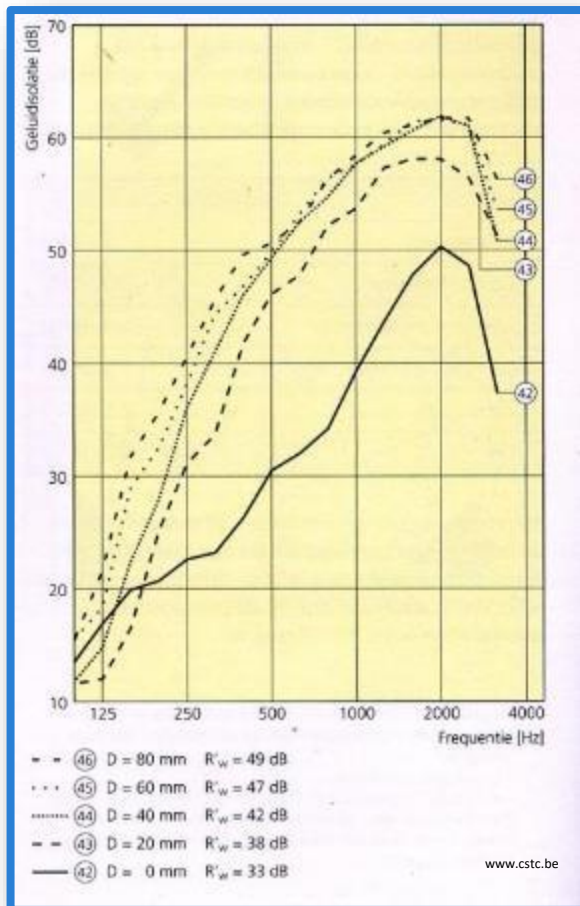




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: stationaire golven in de holte

Daling van de isolatie bij de frequenties die overeenkomen met de **stationaire golven** → **aanwezigheid van absorberende materialen**



Deze tests tonen aan:

- Hoe dikker het absorberend materiaal, hoe beter de luchtgeluidsisolatie,
- De eerste centimeters zijn het belangrijkste,
- De **scheidingswand moet volledig gevuld worden**, holle ruimten zijn niet nuttig,

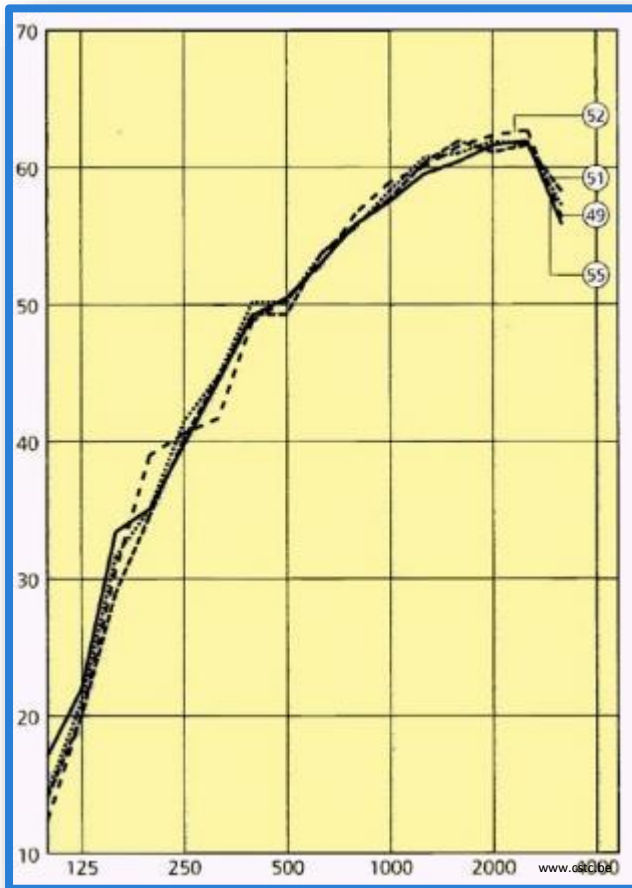




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: stationaire golven in de holte

Daling van de isolatie bij de frequenties die overeenkomen met de **stationaire golven** → **aanwezigheid van absorberende materialen**



Deze tests tonen aan dat:

- De **dichtheid van het absorberend materiaal** vrijwel geen rol speelt voor de isolatie van de scheidingswanden.





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: stationaire golven in de holte

Daling van de isolatie bij de frequenties die overeenkomen met de **stationaire golven** → **aanwezigheid van absorberende materialen**



Keuze van absorberend materiaal in de wand

- Het absorberend materiaal moet poreus (of vezelig) zijn en minstens een α_w van 0,65 kunnen voorleggen.
- Isolatiematerialen met gesloten cellen mogen NIET gebruikt worden (PU, XPS, EPS...)
- In het algemeen minerale wol, maar ecologische alternatieven zijn perfect mogelijk.

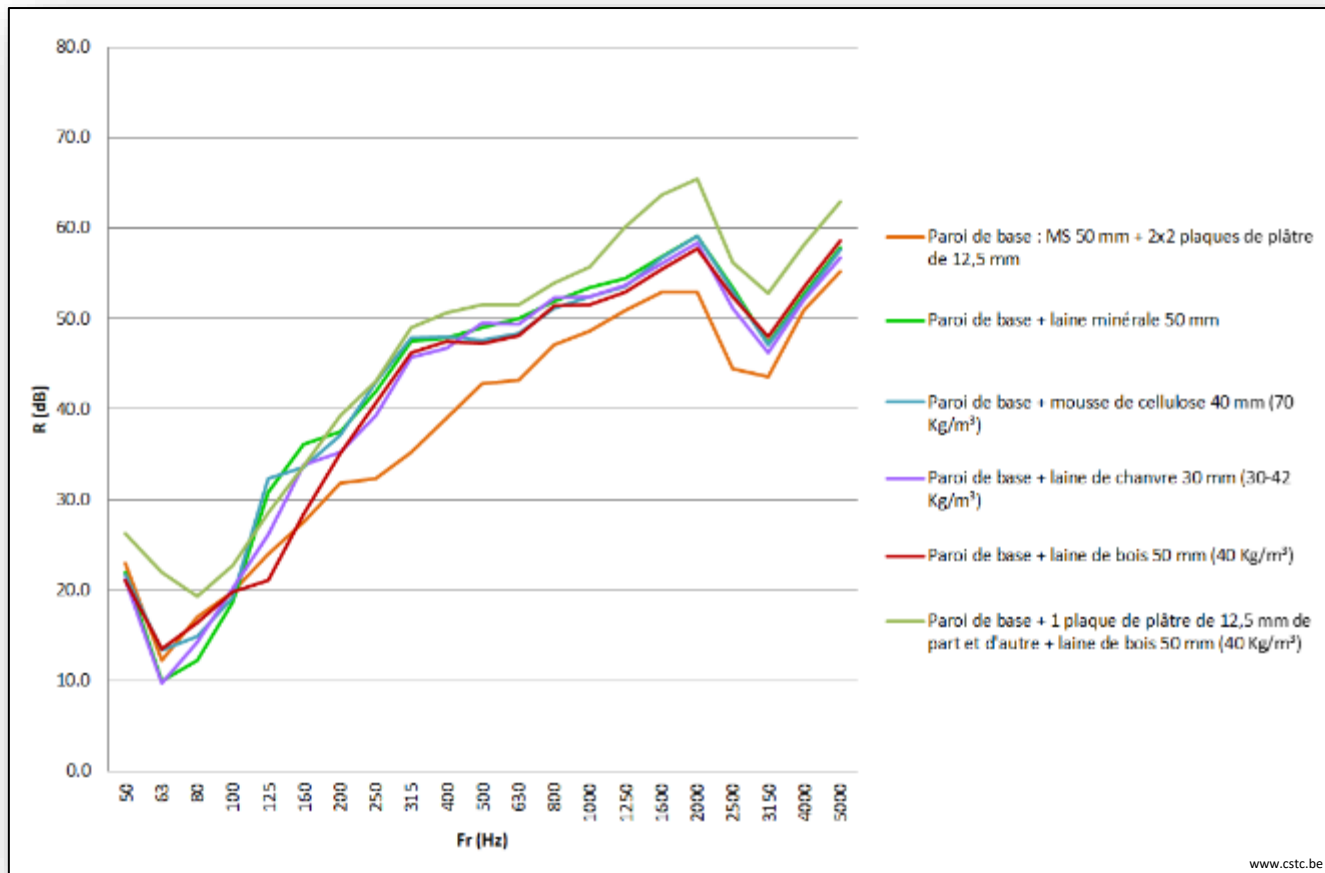




Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: stationaire golven in de holte

Daling van de isolatie bij de frequenties die overeenkomen met de **stationaire golven** → aanwezigheid van **absorberende materialen**





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

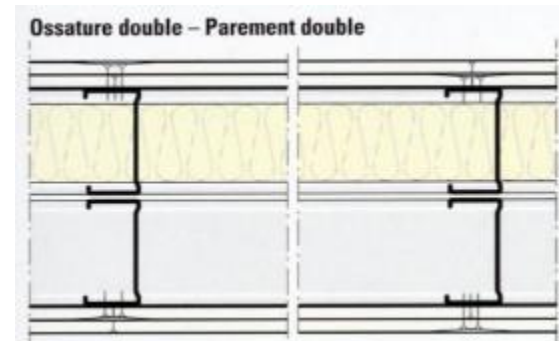
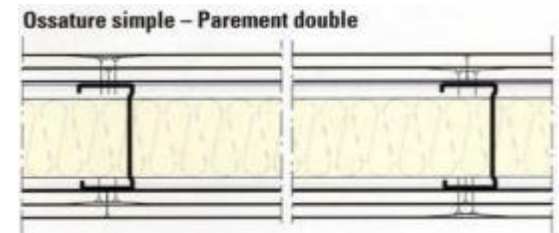
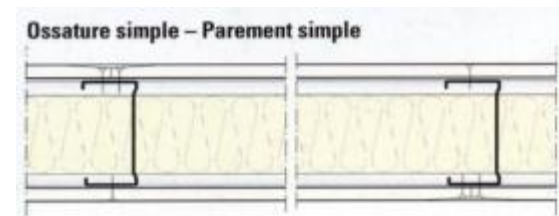
De akoestische verzwakkingsindex van gipsplaatwanden

Gipskartonplaat (10-12,5 kg/m²)

Enkel skelet, een plaatlaag	$R_w (C;C_{tr})$ (dB)
Skelet 50 mm + LM - Plaat BA13 12,5 mm	42 (-3;-10)
Skelet 100 mm + LM - Plaat BA13 12,5 mm	46 (-3;-9)

Enkel skelet, dubbele plaatlaag	$R_w (C;C_{tr})$ (dB)
Skelet 50 mm + LM - Plaat BA13 2x12,5 mm	50 (-2;-8)
Skelet 100 mm + LM - Plaat BA13 2x12,5 mm	52 (-3;-8)

Dubbel skelet, dubbele plaatlaag	$R_w (C;C_{tr})$ (dB)
Skelet 2x50 mm + LM - Plaat BA13 2x12,5 mm	61 (-4;-10)
Skelet 2x100 mm + LM - Plaat BA13 2x12,5 mm	63 (-3;-10)





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van wanden in gipsplaten of houten panelen

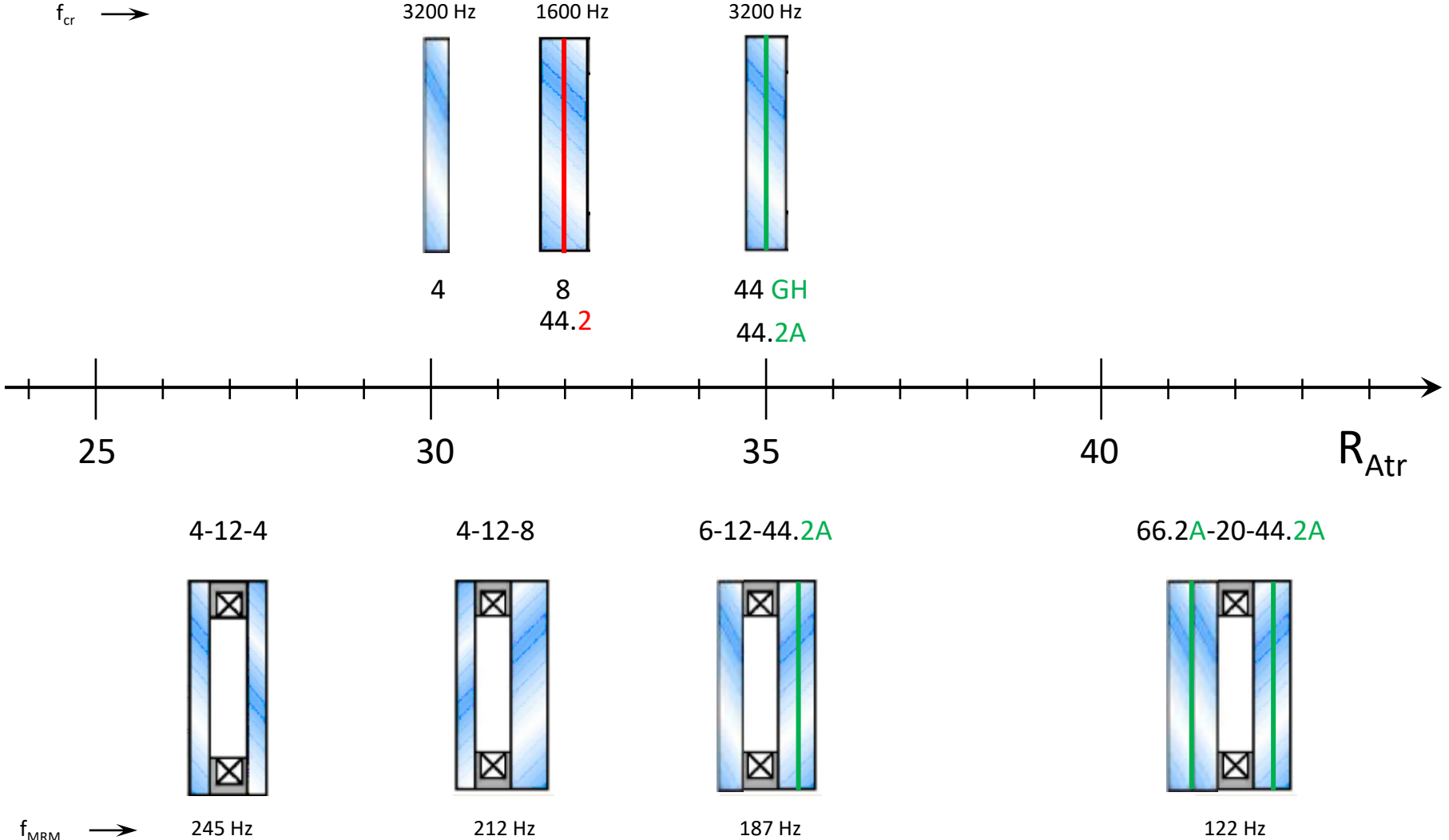






Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

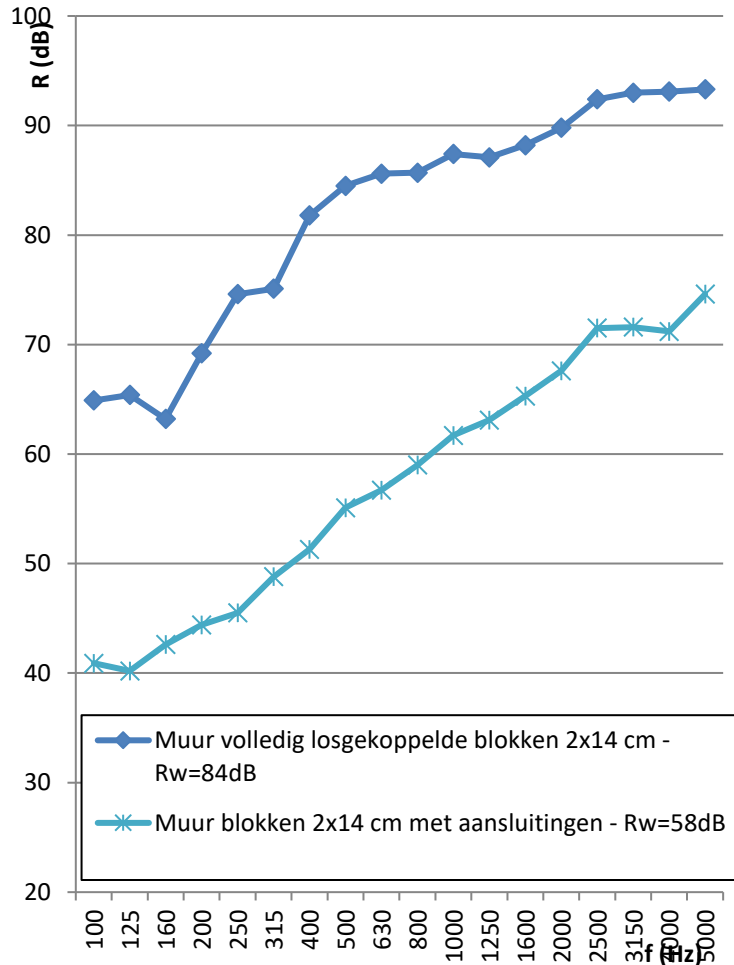
De akoestische verzwakkingsindex van glazen wanden





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De akoestische verzwakkingsindex van zware dubbele wanden – voorbeelden van traditionele betonblokken



De resultaten van de **laboratorium**metingen op zware dubbele muren zijn moeilijk te interpreteren:

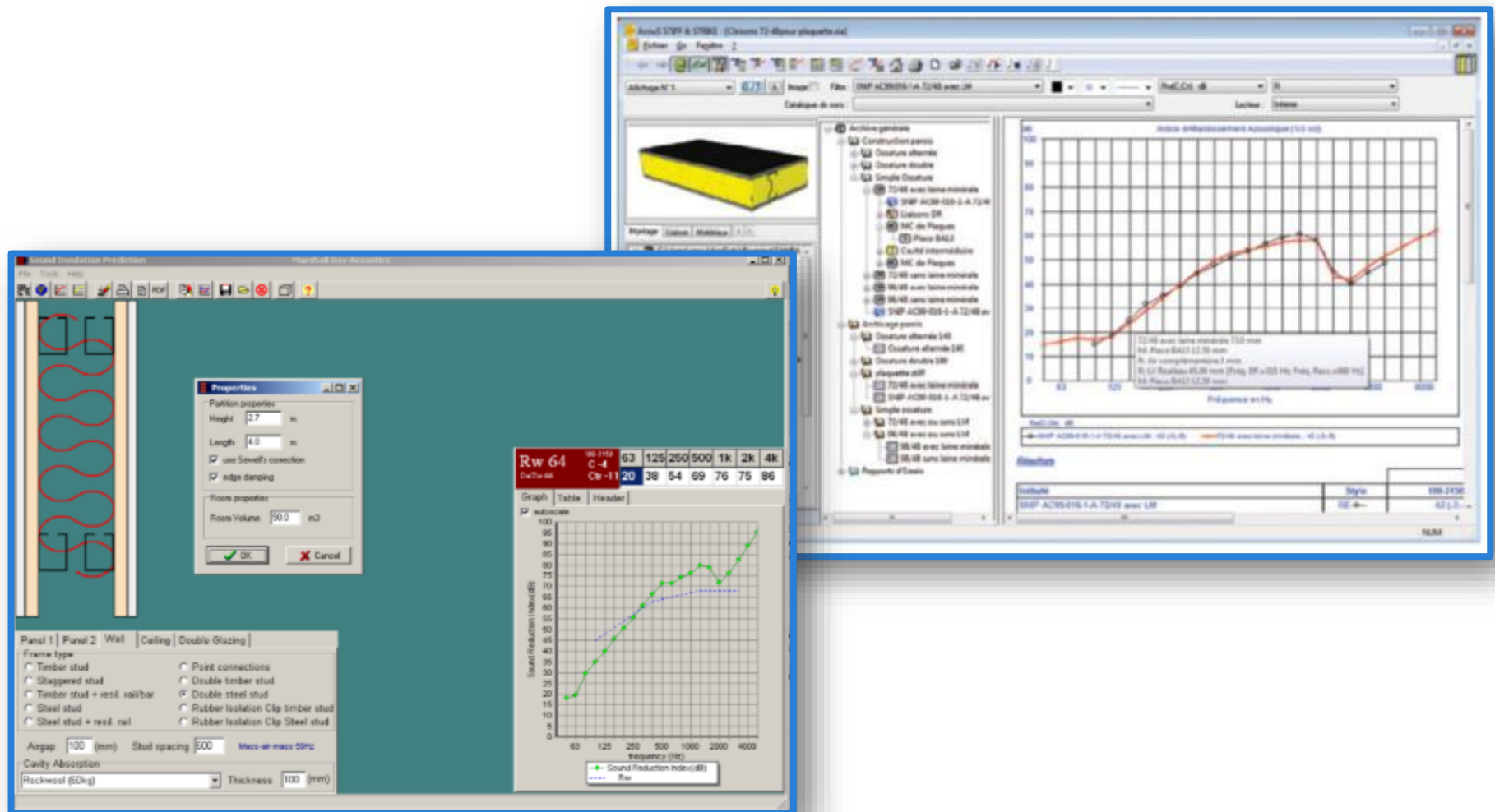
- Continuïteit van de vloerplaat,
- Energieverlies in de structuur van het laboratorium.





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

De software voor berekening van de akoestische verzwakkingsindex R van de wanden



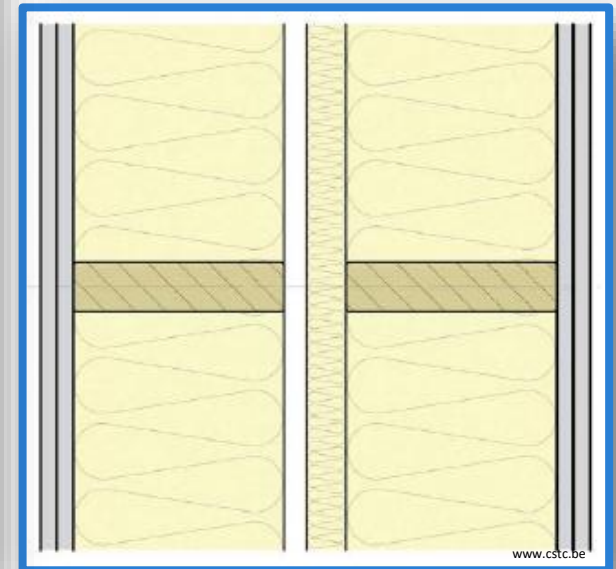


Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Optimalisatie van dubbele wanden: het “massa-veer-massa-effect”

Een dubbele wand is vooral doeltreffend indien:

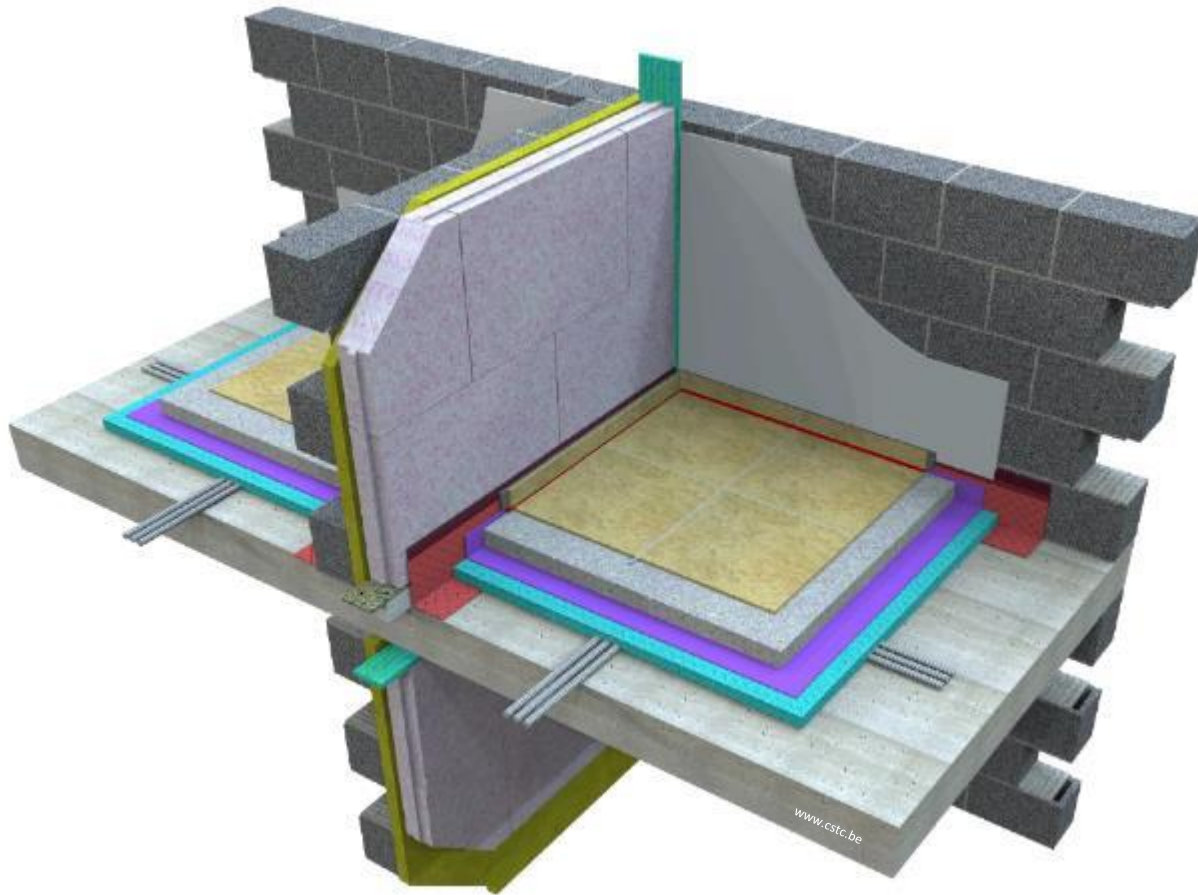
- De wanden waaruit hij bestaat **zwaar** zijn,
- Deze wanden **op enige afstand van elkaar** staan,
- Er een **absorberend materiaal** met open cellen in de holtes zit,
- De wanden op een goede manier **losgekoppeld zijn** van elkaar.





Luchtgeluidsisolatie in de praktijk

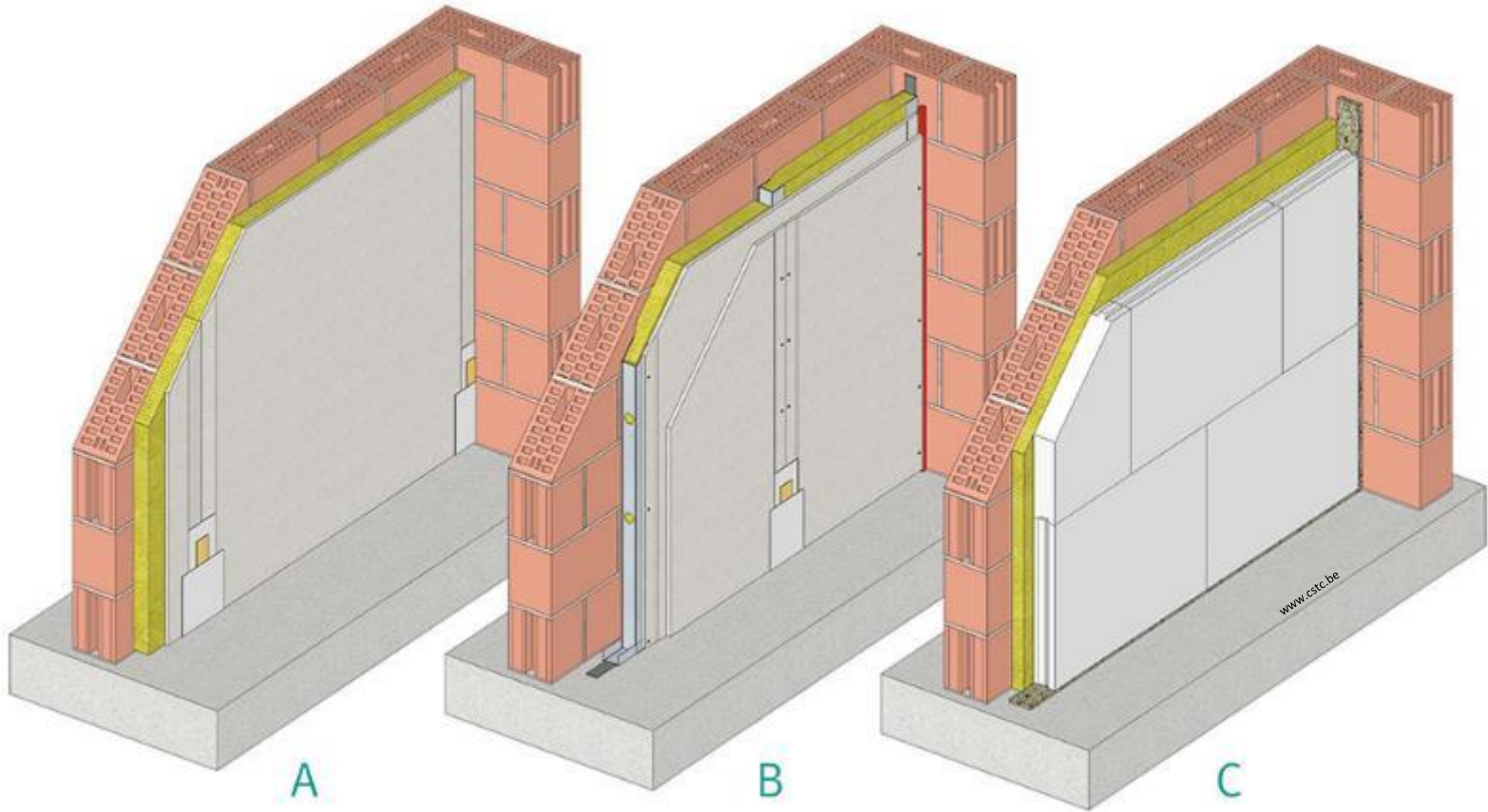
Voorbeeld van een bouwconcept “wand met akoestische bekleding” - Toepassing van het M-V-M-effect





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Akoestische bekleding: **massa-veer-massa-systeem** dat gebruik maakt van de massa van de basiswand

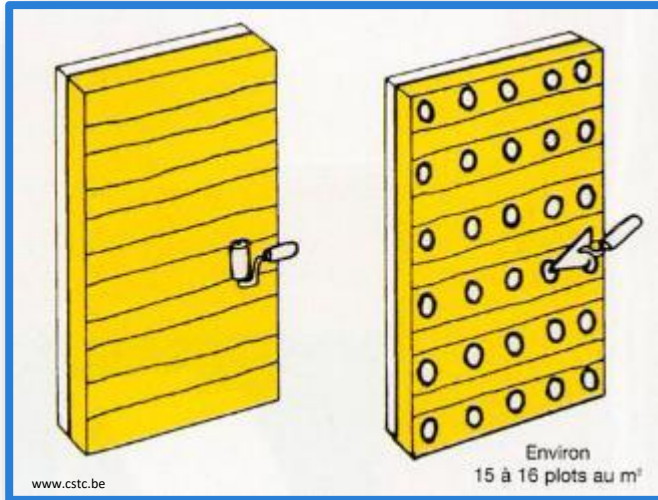


Belangrijk! De binnenruimte (met inbegrip van absorberend materiaal) moet altijd minstens 70 mm dik zijn.



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

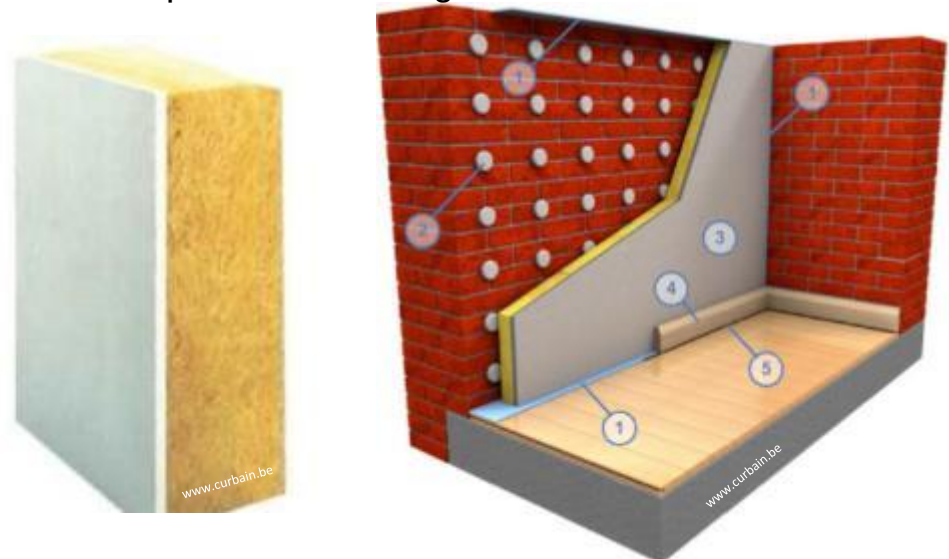
Akoestische bekleding gebaseerd op het **massa-veer-massa-effect**



Bekledingen van type A bestaan uit prefabelementen waarbij **het absorberend materiaal op de afwerkingsplaat wordt gelijmd**, waardoor een thermisch-akoestische bekleding ontstaat.

Alleen systemen met open cellen komen in aanmerking voor geluidsisolatie.

In de meeste gevallen gaat het om bekledingen op basis van minerale wol. Deze bekledingen bieden verbeteringen van 9 tot 12 dB op de verzwakkingsindex van de basiswand.





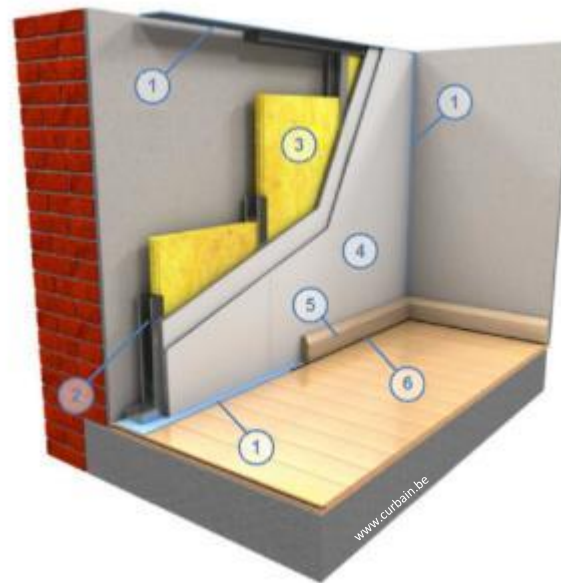
Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Akoestische bekleding gebaseerd op het **massa-veer-massa-effect**.



Bekledingen van het type B bestaan uit een skelet (veerprofielen, metalen profielen, losgekoppeld houtskelet) dat los staat van de basiswand.

De vaak 50 mm dikke stijlen zijn gevuld met een absorberend materiaal over de hele oppervlakte: **minerale wol of andere poreuze/vezelige ecologische absorberende materialen**.



De afwerkingsplaten bestaan uit een dubbeldikke plaat, bijvoorbeeld **twee gipsplaten van 12,5 mm**.



Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Akoestische bekleding gebaseerd op het **massa-veer-massa-effect**



De denkoefening voor “**optimalisatie van dubbele wand**” is exact dezelfde bij de akoestische bekleding van een plafond.



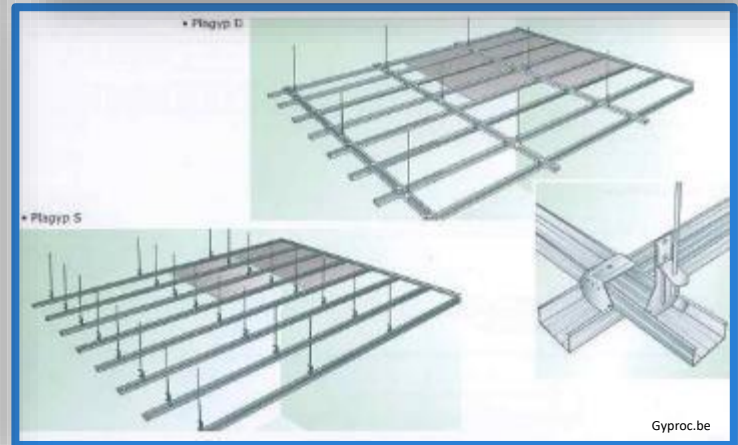


Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Akoestische bekleding van isolerende vloeren – verlaagde plafonds

(Isolerend) akoestisch plafond:

- Metalen structuur (losgekoppeld/zelfdragend)
- Minerale wol (min. 100 mm)
- Dubbele dikte van gipsplaat (2 x 12,5 mm)
- Soepele randaansluiting





Kenmerking van de luchtgeluidsisolatie

Akoestische bekleding gebaseerd op het **massa-veer-massa-effect**



Bekledingen van type C bestaan uit zware muren die steunen op elastische membranen voor de basiswand.

Voor deze toepassing wordt gewoonlijk met zware gipstegels gewerkt.

Achter deze bekleding moet een absorberend materiaal komen, dat uiteraard ook **poreus of vezelig** moet zijn.

De muur wordt aan vier zijden losgekoppeld van de structuur met behulp van de juiste systemen.









Kenmerking van de luchteluïdsisolatie

Samenvatting van de ordes van grootte voor luchteluïdsisolatie

Metingen in laboratorium:

$$R_w (C;C_{tr})$$

$$D_{n,e,w} (C;C_{tr})$$

Categorieën I_a, I_b, II_a, II_b, III_a, III_b, IV_a ou IV_b



Kenmerking van de **geluidsgedragingen van de in het laboratorium gemeten producten** →
technische documentatie = basis voor
berekening van de voorspellingen van de
prestaties op de site

Metingen in situ (binnen) :

$$D_{nT,w} (C,C_{tr})$$

$$D_{n,w} (C,C_{tr})$$

$$R'_w (C,C_{tr})$$

Categorieën I_a, I_b, II_a, II_b, III_a, III_b, IV_a ou IV_b



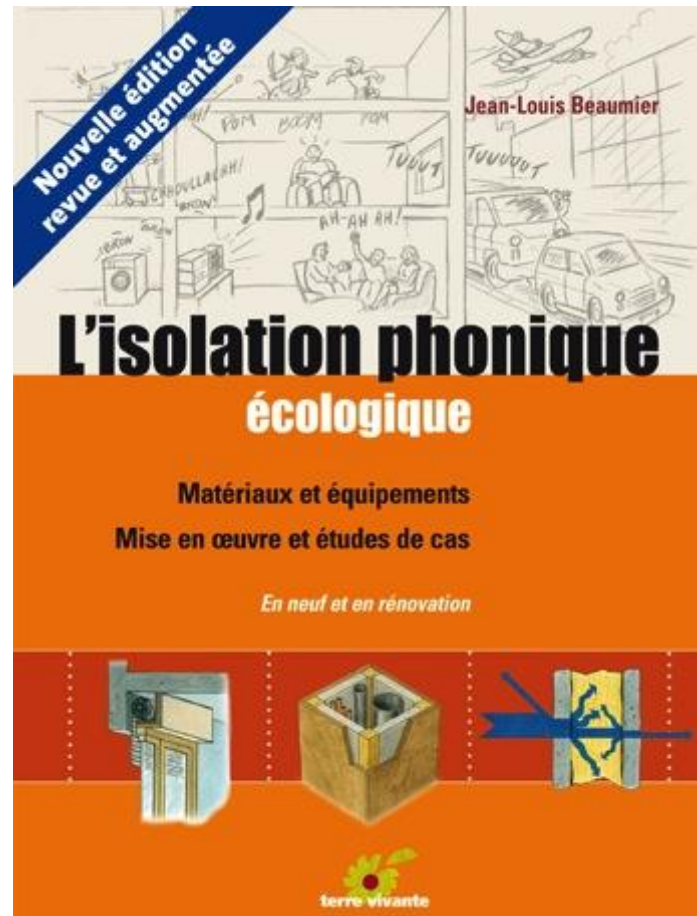
Drukt de **luchteluïdsisolatieprestaties tussen lokalen uit, verkregen op de site** → Dit zijn de
grootheden waarop de eisen van de meeste
normen betrekking hebben

Voorzichtigheid is geboden bij het vergelijken van beide!

Nuttige tools, websites, ...:

L'isolation phonique écologique (ecologische geluidsisolatie)

J.L. Beaumier - éd. Terre Vivante 2011



Nuttige tools, websites, ...:

- Gids Duurzame Gebouwen



➤ [Welkom](#)



➤ Dossier | [Het akoestisch comfort verzekeren](#)

- Voorziening | [Akoestiek van een massieve enkele wand](#)
- Voorziening | [Akoestiek van een lichte gipskartonwand](#)
- Voorziening | [Akoestiek van een massieve dragende vloerplaat](#)
- Voorziening | [Contactgeluidisolerende materialen en systemen](#)
- [Overzicht van de voorzieningen](#)



➤ Dossier | [De bijdrage van het gebouw aan de geluidshinder in de wijk beperken](#)



Nuttige tools, websites, ...:

- ACOUSTIQUE PRATIQUE – J. Desmons – EDIPA, Paris – 2004.
- BOUWAKOESTIEK – B. Ingelaere – Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, Limelette – 2002.
- Artikelen en conferenties van het WTCB 2001-2016 – www.wtcb.be – www.normen.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

