

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

AKOESTIEK: ONTWERP EN REALISATIE

LENTE 2025

**Aanpak van het geluid van technische installaties in
gebouwen 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

Het beheer van het geluid van technische installaties binnen in gebouwen





- ▶ Zich een duidelijk beeld vormen van de akoestische eisen overeenkomstig het overwogen gebouwtype voor het beheersen van het geluid van technische installaties binnen gebouwen.
- ▶ Kennismaken met de grootte-orde en de te realiseren doelstellingen evenals met de bijbehorende akoestische parameters.
- ▶ Weten welke technische maatregelen in het gebouw moeten worden voorzien om het geluid van technische installaties te beperken.
- ▶ Verkrijgen van concrete antwoorden voor de behandeling in de praktijk van het geluid van de installaties, met focus op het geluid van:
 - de sanitaire installaties,
 - de pompen,
 - de ventilatie,
 - de verwarmingsinstallaties,
 - de liften,
 - de technieken in het algemeen.



DE KARAKTERISERING VAN HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ De geldende normen
- ▶ De doelstellingen overeenkomstig het gebouwtype
- ▶ De gehanteerde geluidsparemeters

DE INVLOED VAN HET GEBOUW OP HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ De ligging van de ruimtes en de keuze van de structuur
- ▶ De rol van de nagalmtijd
- ▶ De aanwezigheid van technieken in akoestische wanden

DE BEHANDELING IN DE PRAKTIJK VAN HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ Het geluidsvermogeniveau
- ▶ Het geluid van sanitaire installaties, afvoeren, pompen
- ▶ Het geluid van ventilatie- en verwarmingsinstallaties
- ▶ Het geluid van liften en andere technieken



5 DE GELDENDE NORMEN (LENTE 2023)

Woongebouwen



NBN S 01-400-1 (2022)

Norme belge	
NBN S 01-400-1:2022	NBN
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.	

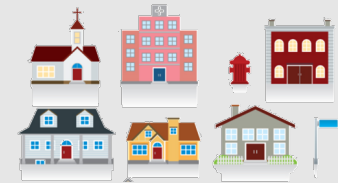
Schoolgebouwen



NBN S 01-400-2 (2012)

ICS: 17.140.01 ; 17.160	
Norme belge	
NBN S 01-400-2	1 ^{re} 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)

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

NBN S 01-400 (1977) (geluidsisolatiecriteria)

NORME BELGE	
CDU : 534.69	NBN S 01-400
ACOUSTIQUE	
CRITÈRES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE	
Kriteria van de akoestische isolatie	
Sound insulation	
Schalldämmung	
Documents à consulter :	
NBN S 01-400 (1977) - Akoestische Norme en Laboratoire de l'Acoustique d'Acoustique NBN S 01-400 (1977) - Akoestische Norme en Laboratoire van de geluidsoverbrenging	

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



Verschillende types metingen van het geluidsniveau:

- ▶ Het **geluidsdrukniveau** = het door het menselijk oor waargenomen niveau op het ogenblik van de meting:

$$L_{Aeq,T}$$

- ▶ Het **gestandaardiseerde geluidsdrukniveau** = het gemeten niveau dat vervolgens wordt gecorrigeerd m.b.t. de invloed van nagalm in de ruimte:

$$L_{Aeq,nT}$$

- ▶ Het **gestandaardiseerde maximale geluidsdrukniveau** = het gemeten maximale niveau dat vervolgens wordt gecorrigeerd m.b.t. de invloed van nagalm in de ruimte:

$$L_{AFmax,nT}$$



Criteria NBN S 01-401 [1987]: ziekenhuizen, kantoren, hotels ... →

overschrijdingscriteria!

CDU : 534:69

NORME BELGE

ACOUSTIQUE

VALEURS LIMITES DES NIVEAUX DE BRUIT EN VUE D'EVITER
L'INCONFORT DANS LES BATIMENTSNBN
S 01-401

2e éd. : novembre 1987

Grenswaarden voor de geluidsniveaus in gebouwen

Zulässige Schallpegel in Gebäuden

Maximal noise levels in buildings

Kantoren

	Catégories			
	1	2	3	4
Direction L_{Aeq}	30	35	40	45
Cadres L_{Aeq}	35	40	45	50
Courant L_{Aeq}	40	45	50	55
Dactylographie L_{Aeq}	45	45	50	55
Salle d'ordinateurs	55	55	60	65

Norm in herziening

DRAFT STANDARD

NBN S01-400-3: Acoustic requirements in non-residential buildings

Ziekenhuizen, hotels

	Catégories			
	1	2	3	4
Locaux de séjour L_{Aeq}	30	35	40	45
Locaux de repos L_{Aeq}	30	30	35	40

Andere

Type de salle	L_{Aeq}
Salle de concerts	25
Studio d'enregistrement	20
Théâtre	30
Salle de conférence	35
Salle de réunion et cinéma	40
Restaurant	45



Criteria NBN S 01-401 [1987]: ziekenhuizen, kantoren, hotels ... → overschrijdingscriteria!

In afwachting van de herziening van de norm, de voor dit type gebouwen relevante in acht te nemen criteria op basis van eisen uit andere, meer recentere bronnen: buitenlandse normen of systemen voor duurzaamheidscertificering

**BREEAM®**www.breeam.com**GRO**

Verschillende types metingen van het geluidsniveau:

- ▶ Het **geluidsdrukniveau** = het door het menselijk oor waargenomen niveau op het ogenblik van de meting:

$$L_{Aeq,T}$$

- ▶ Het **gestandaardiseerde geluidsdrukniveau** = het gemeten niveau dat vervolgens wordt gecorrigeerd m.b.t. de invloed van nagalm in de ruimte:

$$L_{Aeq,nT}$$

- ▶ Het **gestandaardiseerde maximale geluidsdrukniveau** = het gemeten maximale niveau dat vervolgens wordt gecorrigeerd m.b.t. de invloed van nagalm in de ruimte:

$$L_{AFmax,nT}$$



Meting van het geluidsniveau rekening houdend met nagalm in de ruimtes

- Gestandaardiseerd geluidsdruk niveau:

$$L_{Aeq,nT} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \left(\frac{T_0}{T_{nom}} \right)$$

Met T_0 : referentienagalmtijd

T_{nom} : nominale nagalmtijd gemeten in de ruimte (gemiddelde waarden voor T 500 Hz, 1 kHz en 2 kHz).



Meting van het geluidsniveau rekening houdend met nagalm in de ruimtes

- Gestandaardiseerd geluidsdrukniveau:

$$L_{Aeq,nT} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \left(\frac{T_0}{T_{nom}} \right)$$

Type ruimte	Valeur supérieure pour le niveau de bruit standardisé d'un équipement de service stationnaire	Temps de réverbération de référence
	$L_{Aeq,nT,stat}$ [dB]	$T_0^{(1)}$ [s]
SALLES DE COURS		
<i>Ecole maternelle</i>	35	0.6
salles de jeux	35	0.6
salles de repos		
<i>Ecole primaire, école secondaire, enseignement supérieur</i>		
salles de classe ordinaires, espaces pour petits groupes, salles de séminaire, espaces pour cours privés, laboratoires de langues	35	$0,35 \times \lg(1,25 \times V)$
<i>Salles de cours paysagères</i>	40	0.8
<i>Auditoires</i>		
petit (≤ 50 personnes)	35	$0,35 \times \lg(1,25 \times V)$
grand (> 50 personnes)	30	$0,35 \times \lg(1,25 \times V)$

Type ruimte	Valeur supérieure pour le niveau de bruit standardisé d'un équipement de service stationnaire	Temps de réverbération de référence
	$L_{Aeq,nT,stat}$ [dB]	$T_0^{(1)}$ [s]
ZONES SILENCIEUSES		
<i>Salles d'études</i>		
étude individuelle, salles de remédiation, salles de préparation de cours	35	0.8
<i>Bibliothèques</i>		
salle d'étude	35	1
salle de documentation	40	1
ZONES POUR ASSEMBLEES		
<i>Espaces polyvalents</i>		
théâtre, gym, présentations audio/visuelle, assemblées, concerts occasionnels	35	1.0



Voorbeeld

- Opleveringsmetingen van het geluid van de installaties in een schoolgebouw

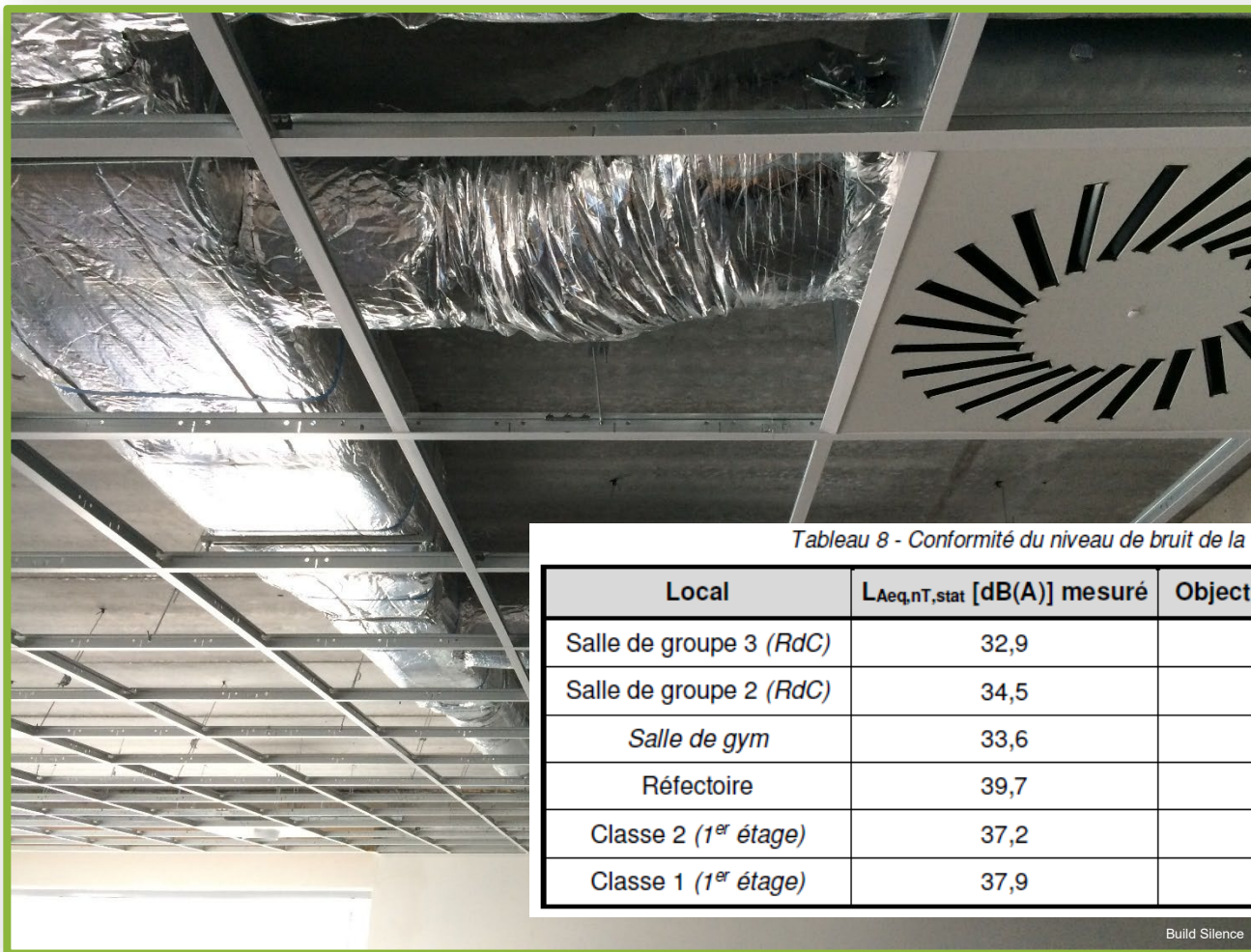


Tableau 8 - Conformité du niveau de bruit de la ventilation dans les locaux

Local	$L_{Aeq,nT,stat}$ [dB(A)] mesuré	Objectif $L_{Aeq,nT,stat}$ [dB(A)] ≤	Conformité
Salle de groupe 3 (RdC)	32,9	35	OUI
Salle de groupe 2 (RdC)	34,5	35	OUI
Salle de gym	33,6	40	OUI
Réfectoire	39,7	45	OUI
Classe 2 (1 ^{er} étage)	37,2	35	NON
Classe 1 (1 ^{er} étage)	37,9	35	NON

Build Silence



Meting van het geluidsniveau rekening houdend met nagalm in de ruimtes

- Het gestandaardiseerde geluidsdruk niveau (met $T_0 = 0,5$ s):

$$L_{Aeq,nT} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \left(\frac{T_0}{T_{nom}} \right)$$

Tableau 4 - Critères relatifs au bruit des installations techniques provenant de canalisations ou d'installations internes ou appartenant au logement

Nature du bruit de l'installation technique	Local de mesure à l'intérieur du logement	Classe A $L_{Aeq,nT}$	Classe B $L_{Aeq,nT}$	Classe C $L_{Aeq,nT}$
bruit d'installation de longue durée non émanant des appareils de ventilation / bruit d'installation de longue durée émanant des appareils de ventilation pour une ventilation hygiénique	chambre à coucher, bureau	≤ 25 dB		≤ 28 dB
	séjour, salle à manger, cuisine	≤ 29 dB		≤ 32 dB
	salle de bain, WC	≤ 32 dB		≤ 35 dB
	local technique	≤ 58 dB		≤ 62 dB

Bron binnenin de woning
(bijv. ventilatie)



Meting van het geluidsniveau rekening houdend met nagalm in de ruimtes

- Het gestandaardiseerde geluidsdruk niveau (met $T_0 = 0,5$ s):

$$L_{Aeq,nT} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \left(\frac{T_0}{T_{nom}} \right) \quad \text{en} \quad L_{A_{fmax},nT} = L_{A_{fmax}} + 10 \lg \left(\frac{T_0}{T_{nom}} \right)$$

Tableau 5 - Critères relatifs au bruit des installations techniques provenant de canalisations ou d'installations n'appartenant pas au logement

Nature du bruit de l'installation technique	Local de mesure	Classe A $L_{Aeq,nT}$	Classe B $L_{Aeq,nT}$	Classe C $L_{Aeq,nT}$
bruit des installations techniques de longue durée	chambre à coucher, bureau	≤ 24 dB		≤ 24 dB
	séjour, salle à manger, salle de bain, cuisine	≤ 26 dB		≤ 29 dB
	local avec une fonction d'enseignement, de réunion, de consultation ou de bureau	≤ 29 dB		≤ 34 dB
		Classe A $L_{AF\max,nT}$	Classe B $L_{AF\max,nT}$	Classe C $L_{AF\max,nT}$
bruit des installations techniques de courte durée ^a	chambre à coucher, bureau	≤ 29 dB		≤ 34 dB
	séjour, salle à manger, salle de bain, cuisine	≤ 34 dB		≤ 39 dB
	local avec une fonction d'enseignement, de réunion, de consultation ou de bureau	≤ 34 dB		≤ 39 dB

a Sauf le bruit émanant des pare-soleils et volets (roulants).

Bron buiten de woning
(bijv. sanitaire afvoeren)



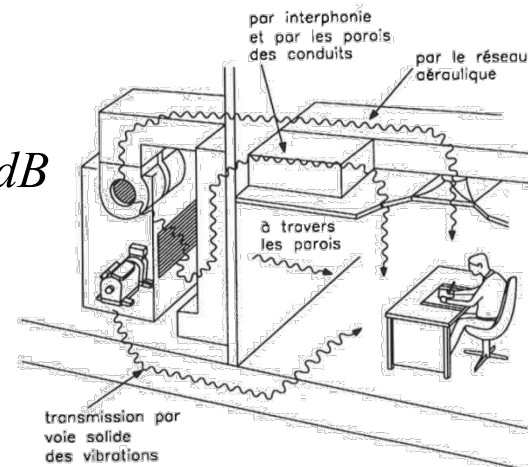
EN 12354-5 – Voorspelling van het geluid van technische installaties in de gebouwen

$$L_n = 10 \log \left[\underbrace{\sum_{i=1}^m 10^{L_{n,d,i}/10}}_{(1)} + \underbrace{\sum_{j=1}^n 10^{L_{n,a,j}/10}}_{(2)} + \underbrace{\sum_{k=1}^o 10^{L_{n,s,k}/10}}_{(3)} \right] \text{ dB}$$

(1) Bijdrage van de transmissies via de leidingen

(2) Bijdrage van het luchtgeluid overgedragen via de structuur

(3) Bijdrage van de structurele geluidstransmissies via de structuur



$L_{AF,max,nT}$ & $L_{Aeq,nT}$



DE KARAKTERISERING VAN HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ De geldende normen
- ▶ De doelstellingen overeenkomstig het gebouwtype
- ▶ De gehanteerde geluidsparemeters

DE INVLOED VAN HET GEBOUW OP HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ De ligging van de ruimtes en de keuze van de structuur
- ▶ De rol van de nagalmtijd
- ▶ De aanwezigheid van technieken in akoestische wanden

DE BEHANDELING IN DE PRAKTIJK VAN HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ Het geluidsvermogeniveau
- ▶ Het geluid van sanitaire installaties, afvoeren, pompen
- ▶ Het geluid van ventilatie- en verwarmingsinstallaties
- ▶ Het geluid van liften en andere technieken



Het architecturaal ontwerp als centraal element van akoestisch comfort

- ▶ **A** Beperken van contactoppervlakken tussen lawaaierige en gevoelige ruimtes
- ▶ **B** Gebruiken van bufferruimtes tussen lawaaierige en gevoelige ruimtes
- ▶ **C** Bundelen van gelijkaardige functies beperkt het risico van geluidshinder

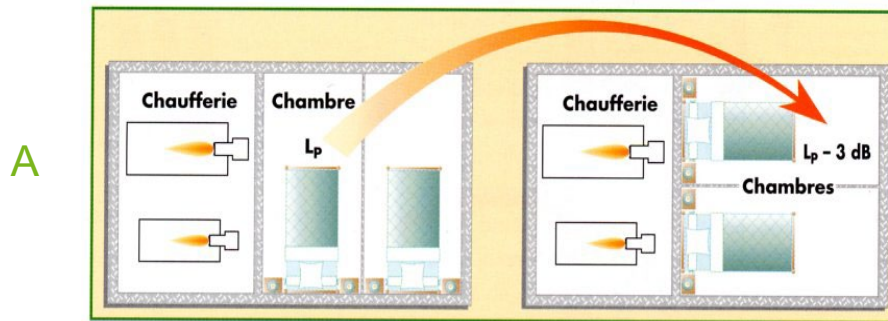


Figure 28 - Amélioration de l'isolement acoustique en réduisant la surface de contact avec la chaufferie

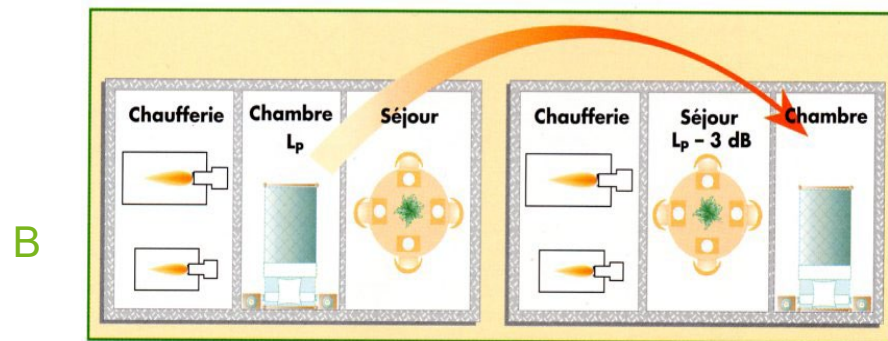
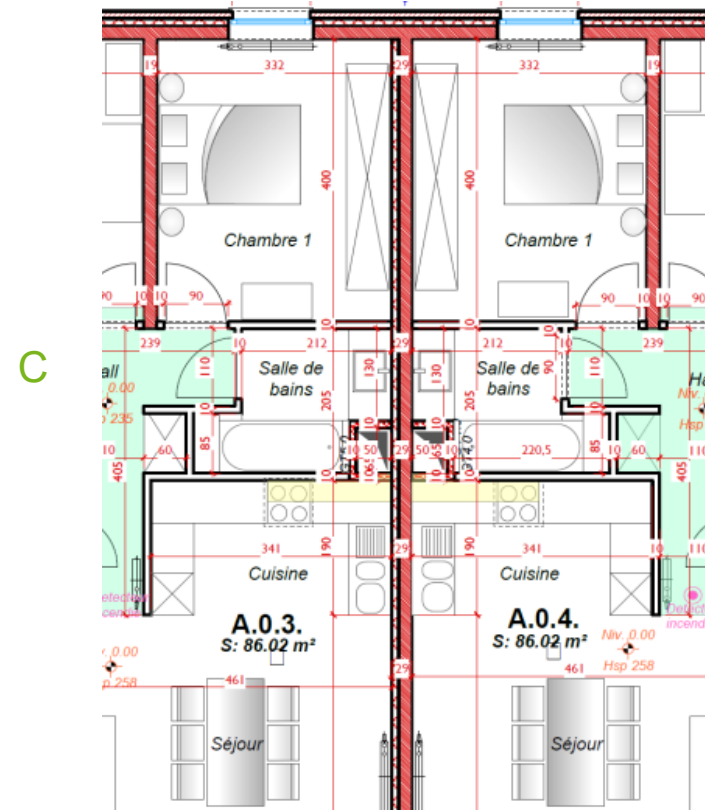


Figure 29 - Amélioration de l'isolement acoustique en augmentant la surface de la pièce mitoyenne à la chaufferie

www.buildwise
.be



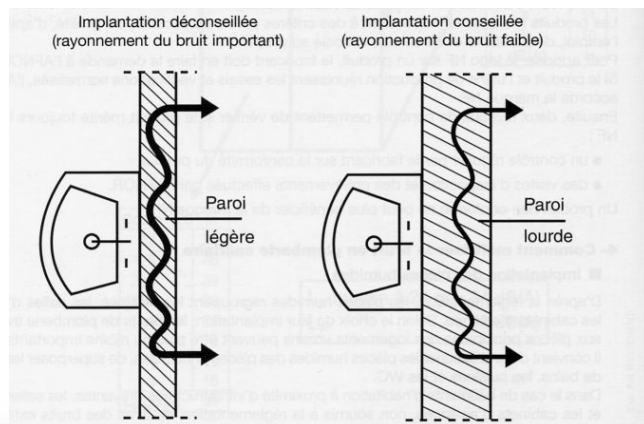
www.buildwise
.be



INVLOED VAN HET TYPE STRUCTUUR

Een zware structuur is moeilijker in trilling te brengen

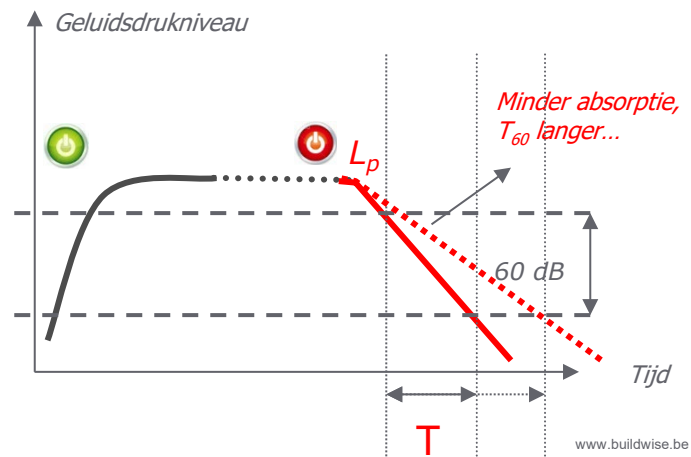
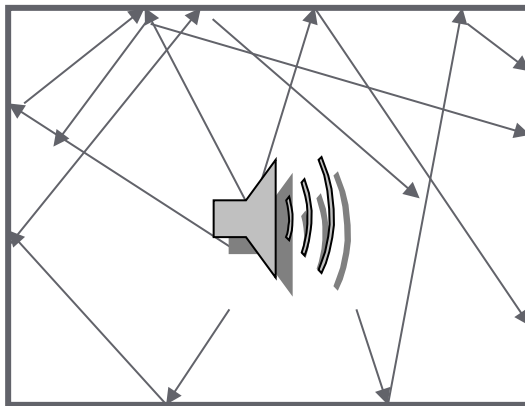
- Het geluid van technische installaties kan worden afgestraald door de structuren. Hoe zwaarder het gebouw, hoe minder gevoelig het zal zijn voor de trillingen van de installaties.



19 INVLOED VAN DE NAGALMTIJD IN DE RUIMTE

De nagalmtijd $T(s)$ en het geluid van de technische installaties

- ▶ Hoe langer de nagalm van de ruimte waarin het geluid van een installatie wordt uitgestraald, hoe langer het geluid "blijft hangen" en wordt versterkt.



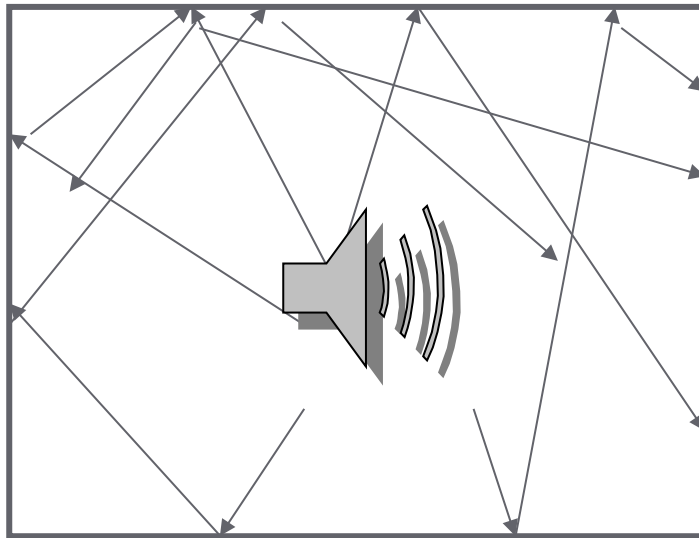
- ▶ **Nagalmtijd T** = tijd vereist om het geluidsniveau met 60 dB te laten dalen na uitschakeling van een stationaire geluidsbron
- ▶ De vermindering van het geluidsdrukniveau wordt bepaald door het **volume** van de ruimte en de verdeling van de aanwezige **absorptie**



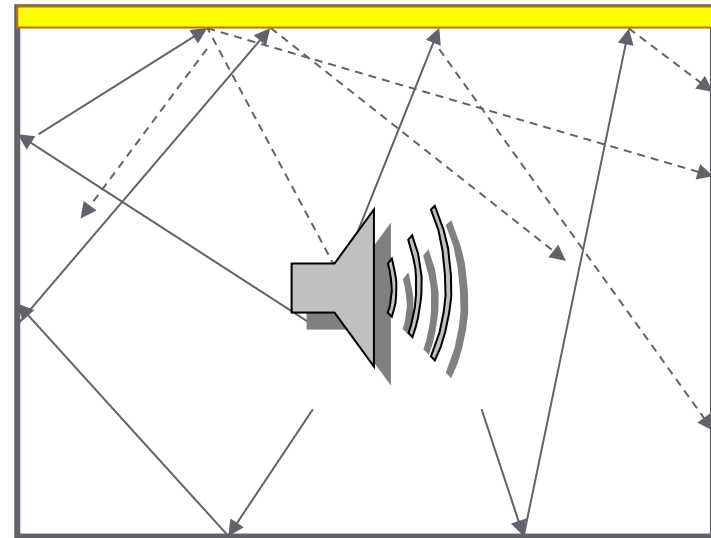
20 INVLOED VAN DE NAGALMTIJD IN DE RUIMTE

De nagalmtijd T(s) en het geluid van de technische installaties

- ▶ Doeltreffendheid van de behandeling eerder beperkt
- ▶ **Algemene regel:** verdubbeling van de hoeveelheid absorberende materialen = vermindering van het geluidsdrukkniveau in de ruimte met 3 dB



$$A = X \text{ m}^2$$
$$L_p = Y \text{ dB}$$



$$A = 2.X \text{ m}^2$$
$$L_p = Y - 3 \text{ dB}$$

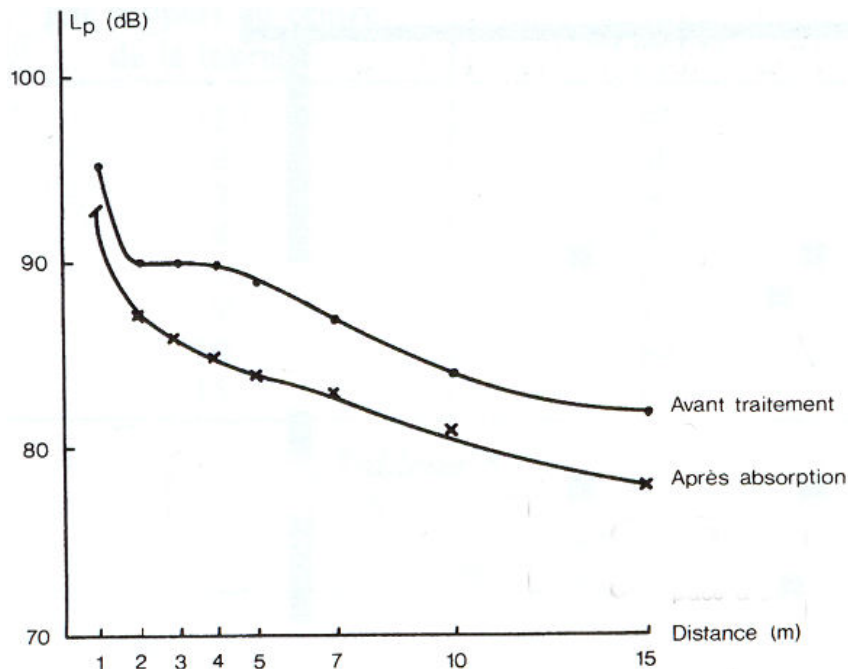


21 INVLOED VAN DE NAGALMTIJD IN DE RUIMTE

De nagalmtijd $T(s)$ en het geluid van de technische installaties

- ▶ Doeltreffendheid van de behandeling eerder beperkt
- ▶ **Algemene regel** : verdubbeling van de hoeveelheid absorberende materialen = vermindering van het geluidsdrukniveau in de ruimte met 3 dB

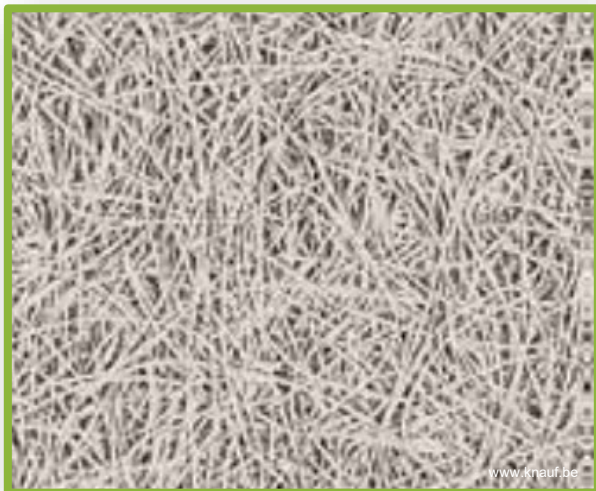
Voorbeeld: meting van het geluidsniveau in een werkplaats voor/na installatie van een absorberend verlaagd plafond: vermindering van het geluidsniveau met 3 tot 4 dB(A).



22 INVLOED VAN DE NAGALMTIJD IN DE RUIMTE

De nagalmtijd $T(s)$ en het geluid van de technische installaties

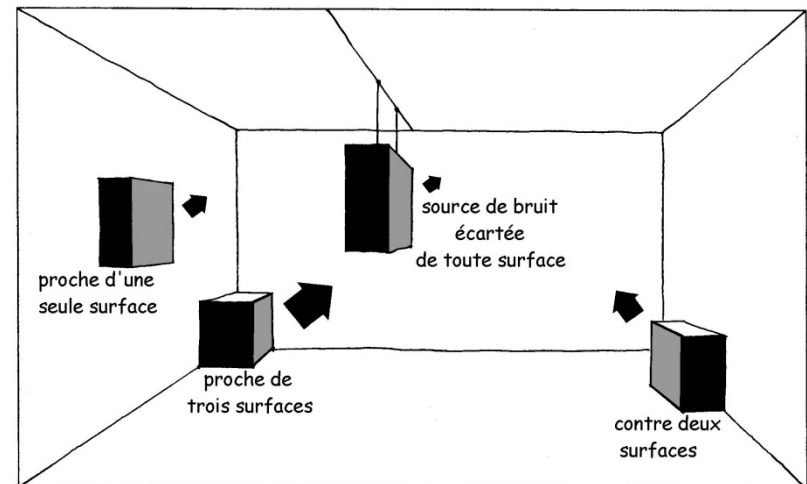
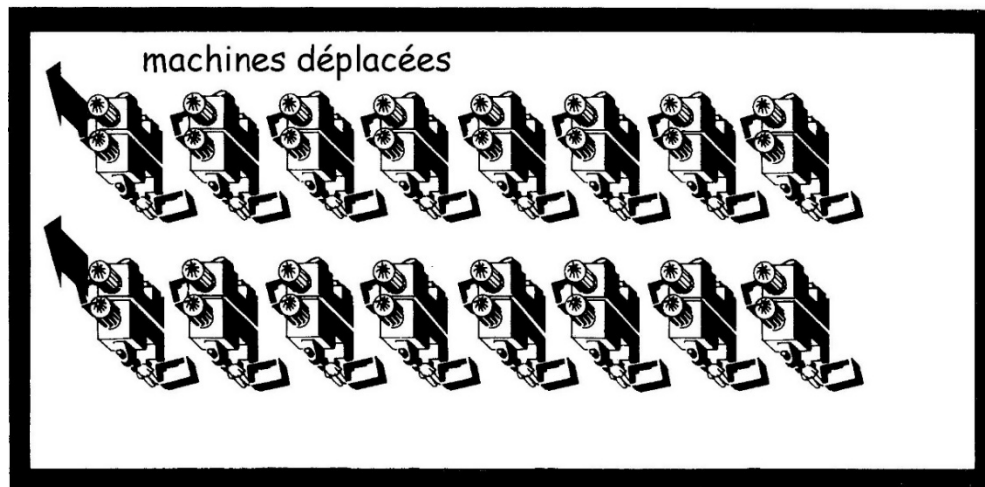
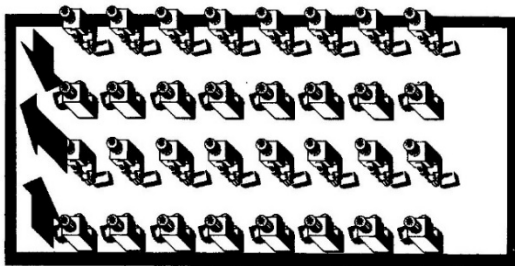
- Absorberende materialen voor gebruik in technische lokalen



INVLOED VAN DE PLAATS VAN DE INSTALLATIE(S)

Invloed van de positionering van de installatie(s) in de ruimte

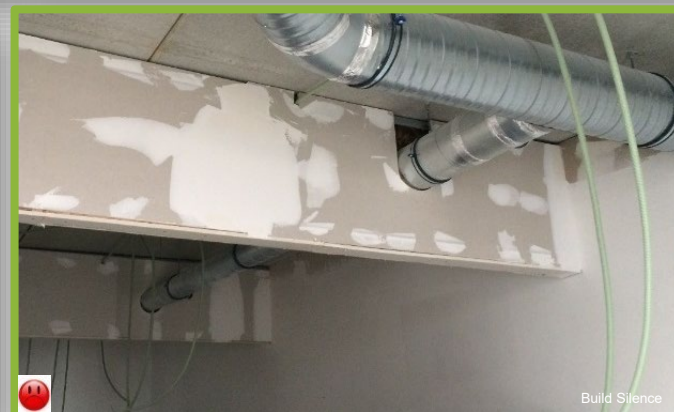
- In de mate van het mogelijke vermijden om geluidsbronnen (bijv. ventilatieroosters) in de hoeken van verscheidene oppervlakken te plaatsen.



INVLOED VAN DE PLAATS VAN DE INSTALLATIE(S)

Aantasting van de akoestische prestaties van de wanden door de technieken

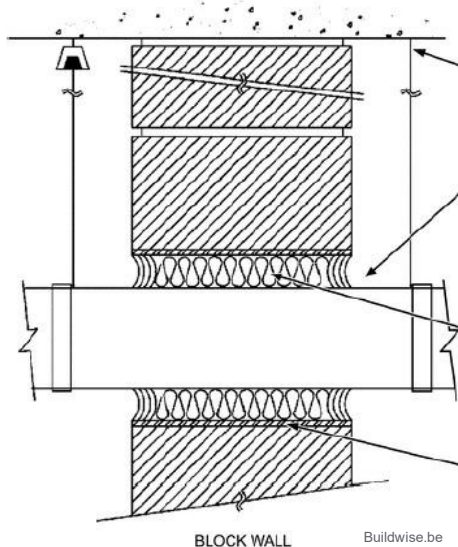
- Van geval tot geval te beoordelen. Oppassen bij lichte structuren (hout)!





Leidingen: doorvoering van massieve wanden

- Opening zo dicht mogelijk bij de leiding
- Geen enkel contact tussen leiding en structuur
- Soepel membraan rondom de leiding
- Minerale wol of akoestisch schuim
- Cement/pleisterwerk



DE KARAKTERISERING VAN HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ De geldende normen
- ▶ De doelstellingen overeenkomstig het gebouwtype
- ▶ De gehanteerde geluidsparementers

DE INVLOED VAN HET GEBOUW OP HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ De ligging van de ruimtes en de keuze van de structuur
- ▶ De rol van de nagalmtijd
- ▶ De aanwezigheid van technieken in akoestische wanden

DE BEHANDELING IN DE PRAKTIJK VAN HET GELUID VAN DE INSTALLATIES

- ▶ Het geluidsvermogeniveau
- ▶ Het geluid van sanitaire installaties, afvoeren, pompen
- ▶ Het geluid van ventilatie- en verwarmingsinstallaties
- ▶ Het geluid van liften en andere technieken



Onderscheid tussen geluidsvermogen en geluidsdruk

 $L_W(dB)$

LA PUISSANCE ACOUSTIQUE

- caractérise l'équipement, intrinsèquement
- est la base de tout calcul
- est la base de toute comparaison.

Dezelfde installatie kan verschillende geluidsdrukniveaus genereren, afhankelijk van afstand en positie

 $L_p(dB)$

LA PRESSION ACOUSTIQUE

- caractérise l'équipement dans son environnement (position, distance, local...)
- est le critère à obtenir dans le local,
- est ce que mesure le sonomètre.



Acties voor de beperking van het geluid van de installaties

- ▶ Vermindering van “geluidsvermogens”: **beperking van L_w** aan de bron
- ▶ Beperking van “contactbruggen” met de gebouwstructuur: **ontkoppeling**



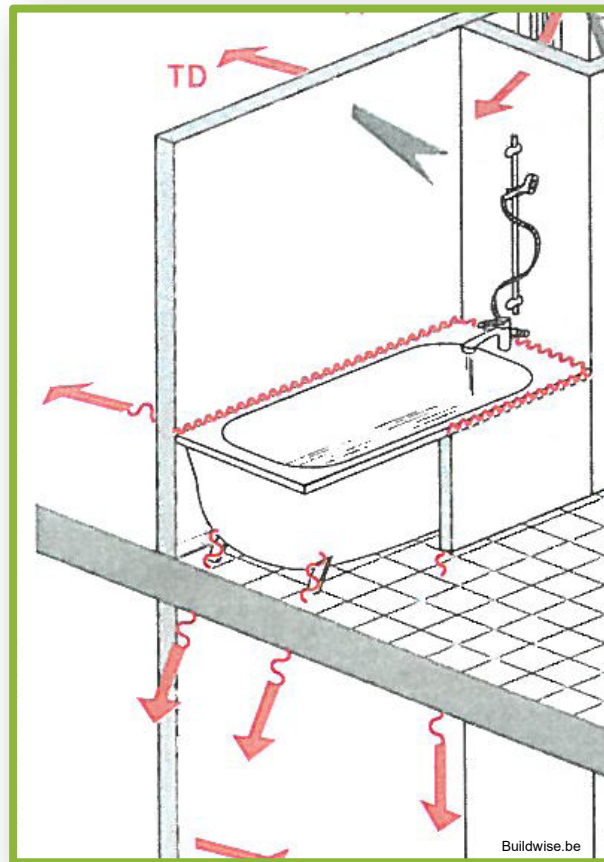
Belangrijkste bronnen van klachten in verband met installaties in woningen

- ▶ Het gebruik van de **sanitaire installaties**
- ▶ De **sanitaire afvoeren**
- ▶ De **pompen**
- ▶ De **ventilatie-installaties**
- ▶ De **verwarmingsinstallaties**
- ▶ De **liften**
- ▶ De **gemotoriseerde garagepoorten**
- ▶ De **gemotoriseerde schermen/luiken**
- ▶ Het gebruik van **schakelaars & stopcontacten**
- ▶ De **zonneweringen, gordijnen en gordijnen**
- ▶ Het gebruik van de **keuken**



Acties voor de beperking van het geluid van de sanitaire installaties

- Beperking van harde “contactbruggen” met de gebouwstructuur: **ontkoppeling**

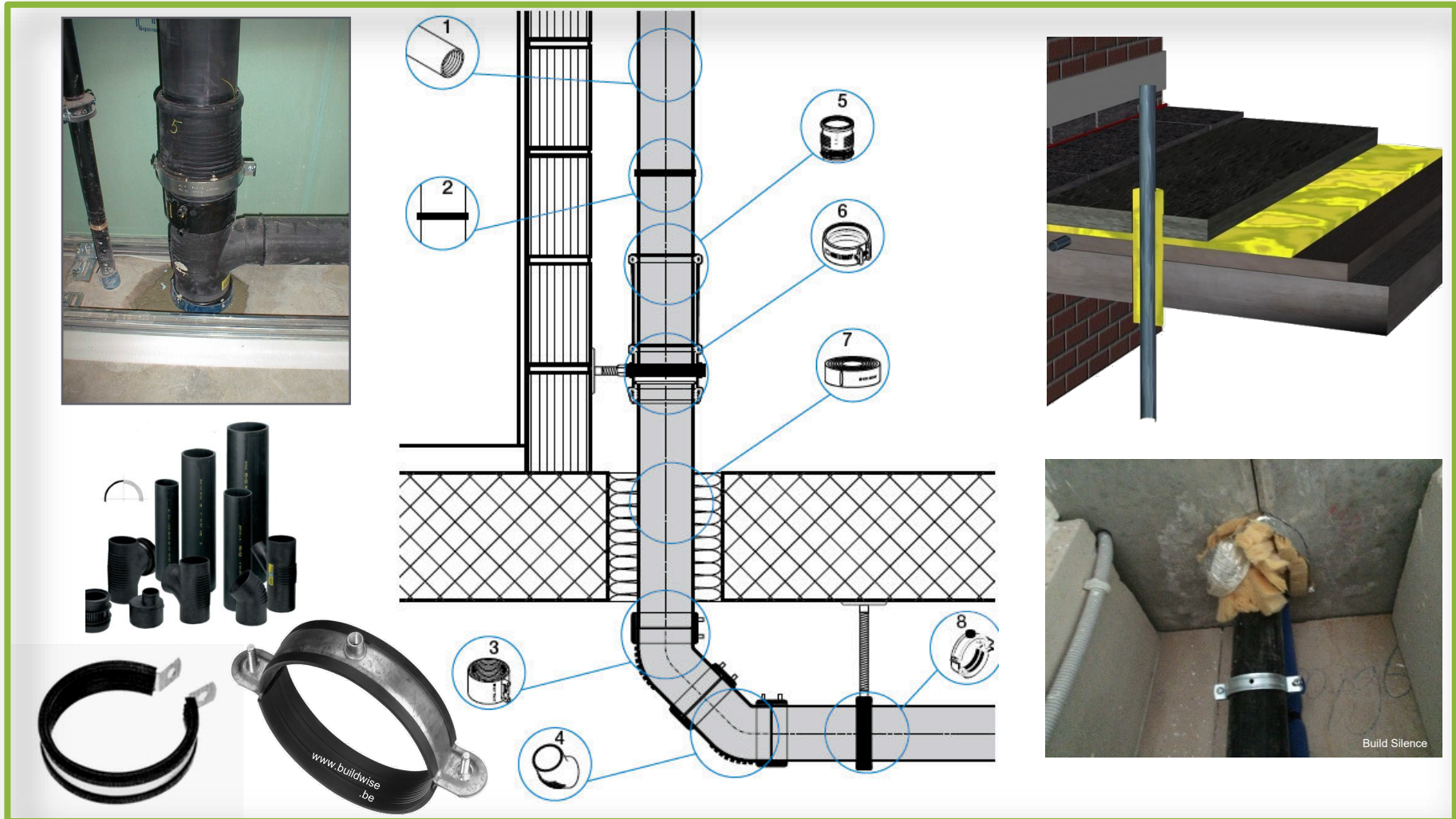


Acties voor de beperking van het geluid van de sanitaire installaties

- Beperking van harde “contactbruggen” met de gebouwstructuur: **ontkoppeling**



Acties voor de beperking van het geluid van de sanitaire installaties



Acties voor de beperking van het geluid van de sanitaire installaties

► Richtlijnen voor afvoerleidingen:

- Altijd in koker, geen inbouw
- Bevestigingen voorzien van trillingdempende beugels
- Bevestiging op de zwaarste wand
- Leidingen uit PE in plaats van PVC (-5 dB)
- Losgekoppelde doorvoering ter hoogte van de vloeren



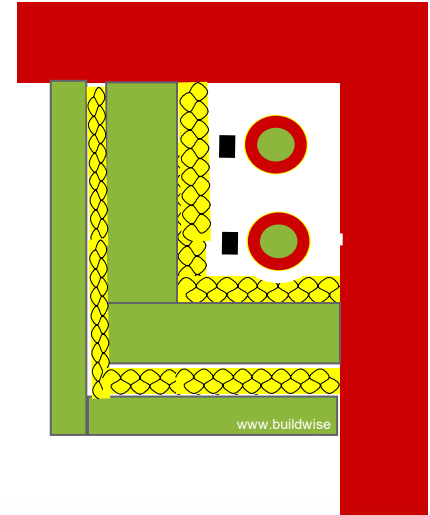
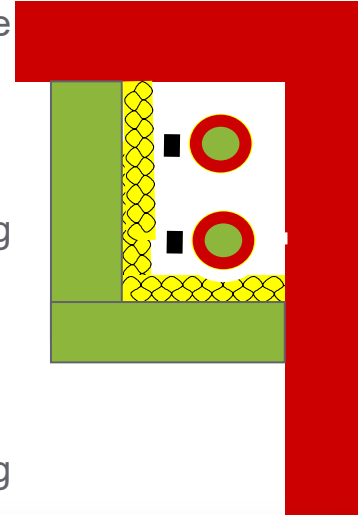
Opvolging van de uitvoering is belangrijk!



Acties voor de beperking van het geluid van de sanitaire installaties

► Richtlijnen voor leidingkokers:

- Minerale wol op 50 % van de binnenwanden
- Gipsblokken van 10 cm indien niet erg gevoelige ruimtes
- Dubbele dikte 7+10 cm of zware wand indien doorlopen ruimtes erg gevoelig (woonkamer, slaapkamer, ...)



37 BEPERKING VAN HET GELUID VAN POMPEN

Acties voor de beperking van het geluid van de installaties

- ▶ Beperking van harde “contactbruggen” met de gebouwstructuur: **ontkoppeling**
- ▶ Beperking van luchtgeluid: **correcte isolatie van de ruimte**



Hydraulische en mechanische bronnen: cavitatie, drukschommelingen in de vloeistof, impact van mechanische onderdelen, resonanties, fouten in uitlijning of balancerings ...

Over het algemeen, overwegend hydraulische bronnen. Verhoogd geluid bij incorrecte werkingsvoorwaarden



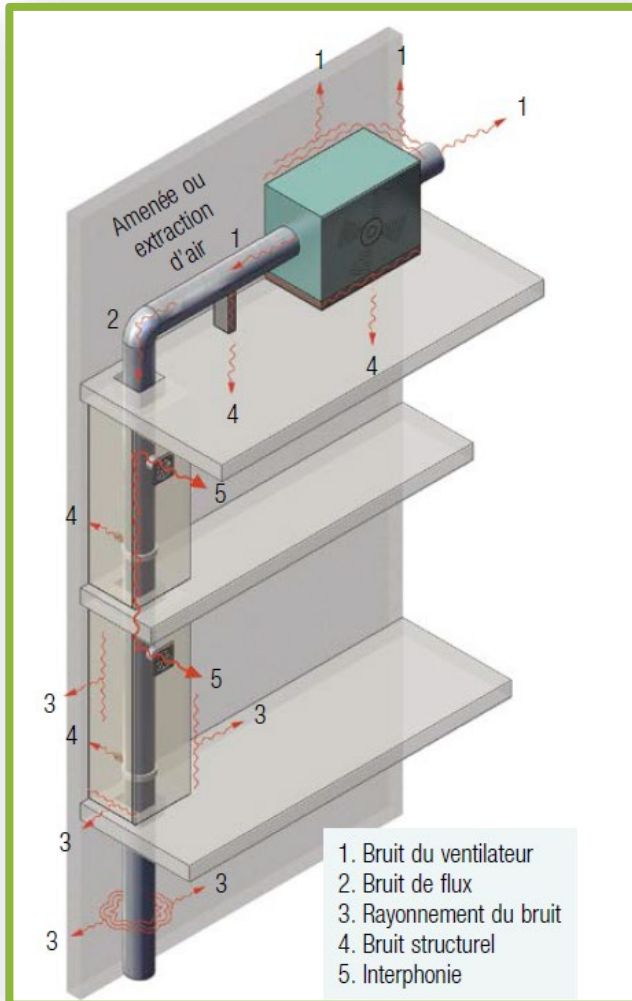


Belangrijkste bronnen van klachten in verband met installaties in woningen

- ▶ Het gebruik van de **sanitaire installaties**
- ▶ De **sanitaire afvoeren**
- ▶ De **pompen**
- ▶ De **ventilatie-installaties**
- ▶ De **verwarmingsinstallaties**
- ▶ De **liften**
- ▶ De **gemotoriseerde garagepoorten**
- ▶ De **gemotoriseerde schermen/luiken**
- ▶ Het gebruik van **schakelaars & stop-contacten**
- ▶ De **zonneweringen, gordijnen en overgordijnen**
- ▶ Het gebruik van de **keuken**



Geluid van ventilatiesystemen: identificatie van potentiële bronnen



Woongebouw: afzonderlijke groepen makkelijker te beheren.

Geluid zowel aan pulsie- als aan extractiezijde.

Risico van **secundaire hinder** :

- Interfonie via het netwerk,
- Geluidshinder voor de omgeving,
- Geluidslekken ter hoogte van de doorvoering van kokers/kanalen in de akoestische wanden,
- Inkorting van de deuren/doorstroomroosters beperken de isolatie.



Geluid van ventilatiesystemen: structureel geluid van de ventilatiegroep



Op de zwaarste wand/vloer in de ruimte

Verwijderd van gevoelige ruimtes

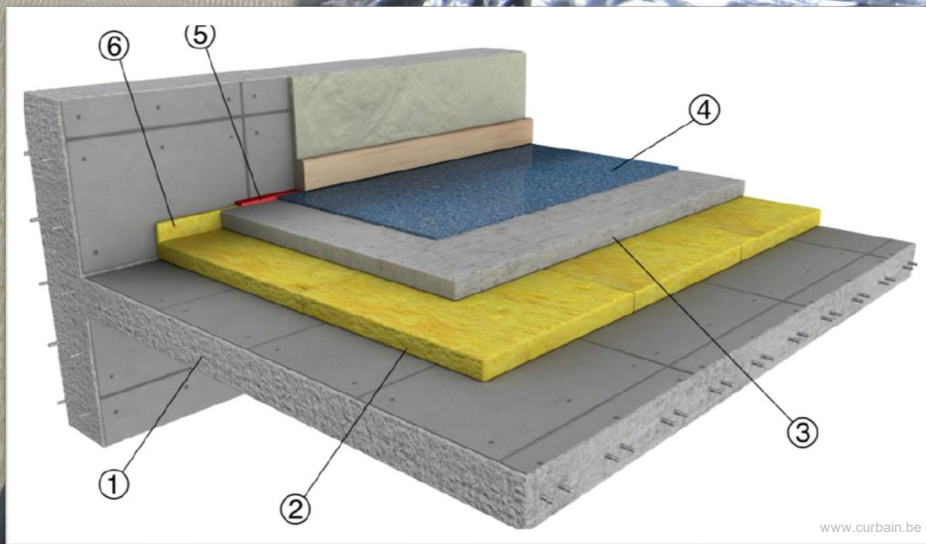
Vermijden van elk vast contact met de structuur

Correct uitgevoerde trillingwerende steunen/ophangelementen



Geluid van ventilatiesystemen: trillingwerende sokkels





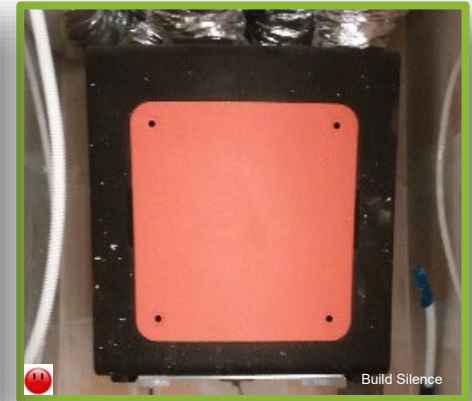
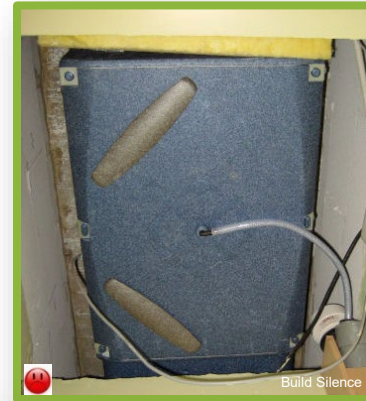
Geluid van ventilatiesystemen: keuze van de groep

Keuze van de groep bepalend voor het geluidsniveau

Uitgedrukt (technische fiche) door het **geluidsvermogen-niveau**

- Aan pulsiezijde ($L_{WA} < 71$ dB),
- Aan extractiezijde ($L_{WA} < 58$ dB),
- Uitgestraald door de groep ($L_{WA} < 52$ dB)

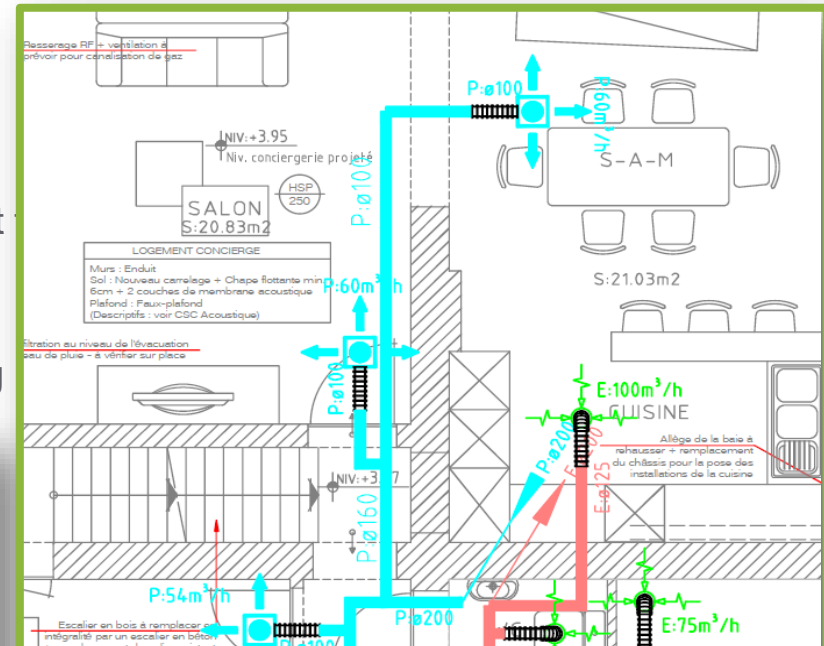
Ventilator geselecteerd voor max. **75 % van vermogen**



Geluid van ventilatiesystemen: configuratie van het netwerk

Belangrijk om drukverliezen (turbulentie) te beperken

- Voldoende grote doorsnede voor het debiet
- Flexibele leidingen (te vermijden): beperkte lengte, recht
- Gladde leidingwanden, beperkt aantal aansluitingen
- Gebogen bochtstukken, krommingsstraal $\geq$ diam. leiding



Plaats van leiding - snelheid beperken (stromingsgeluid)

Max. snelheid:

Belangrijkste leidingen

6 m/s

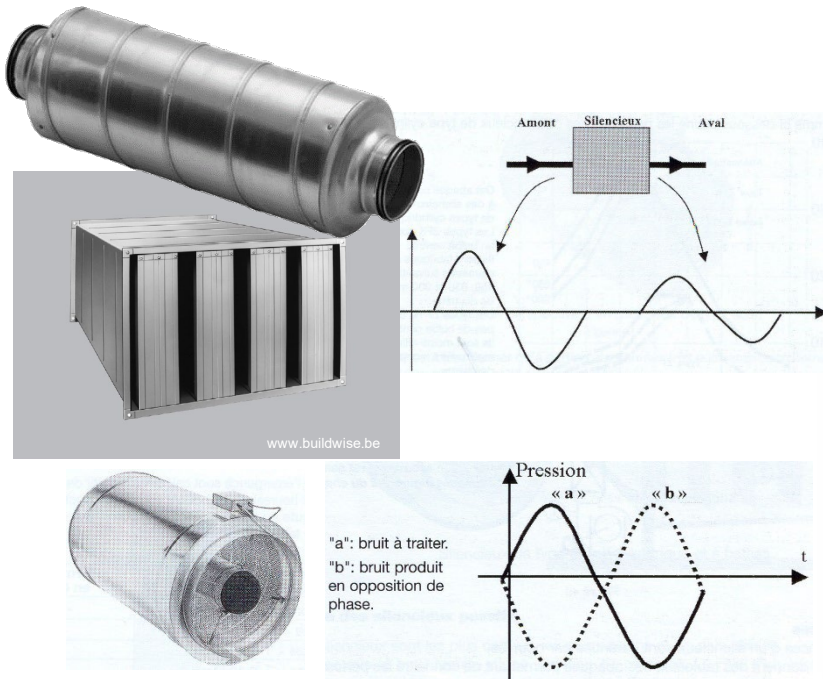
Tussenliggende delen (achter eerste aftakking)

4 m/s

Eindstukken leiding (aan mondstukken)

2 m/s

Geluid van ventilatiesystemen: geluiddempers ter hoogte van de groep

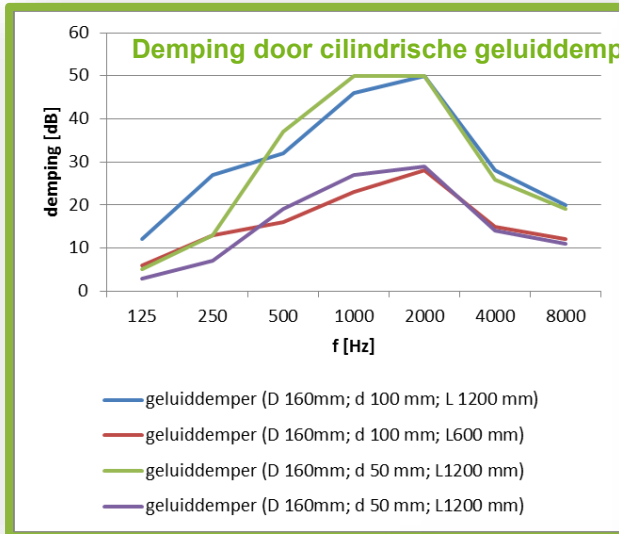


Te plaatsen vóór het verlaten van het technisch lokaal, nabij de groep
Compromis tussen drukverliezen/damping/ingenomen ruimte
Indien $v < 5 \text{ m/s}$, geluid ventilator dominant (t.o.v. stromingsgeluid)





Geluid van ventilatiesystemen: geluiddempers of akoestische kokers (groep)

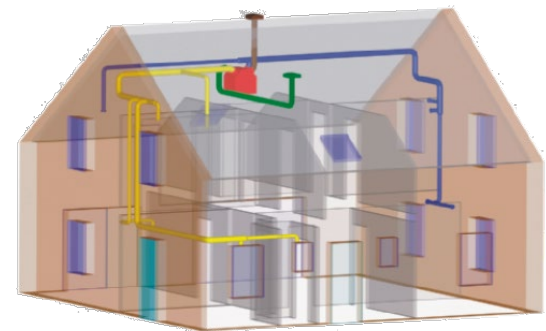


Geluid van ventilatiesystemen: akoestische kokers (einde van het netwerk)



Geluid van ventilatiesystemen: overzicht van praktische aanbevelingen

- Ventilatiegroep met beperkt geluidsvermogen, bij 75 % van het maximale regime
- Bevestiging van de groep losgekoppeld van de gebouwstructuur
- Doeltreffende geluiddempers na de groep (vlak voor/na het verlaten van het technische lokaal)
- Flexibel aansluitstuk tussen leidingennet en groep (trillingen)
- Voldoende grote doorsnede van leidingen (luchtsnelheid, stromingsgeluid)
- Zo eenvoudig mogelijk netwerktracé
- Onnodige bochten vermijden (vooral bij hoge snelheden)
- Onvermijdelijke bochten en aftakkingen voldoende ver verwijderd van ventilatiemonden
- Akoestische kokers of bijkomende geluiddempers vóór (of geïntegreerd in) ventilatiemonden
- Inachtneming van het risico van interfonie tussen ruimtes
- Luchtsnelheid aangepast aan roostertype ($L_{WA} < 29$ dB)



Geluid van ventilatiesystemen: overzicht van praktische aanbevelingen

Richtlijnen voor uitvoering: zie artikel Buildwise 2013/03.16



31/05/2018

Aspects acoustiques liés à la ventilation mécanique dans les habitations unifamiliales - CSTC-Contact n° 39 (3-2013) - CSTC



Centre Scientifique et Technique de la Construction
31/05/2018

Publications

CSTC-Contact

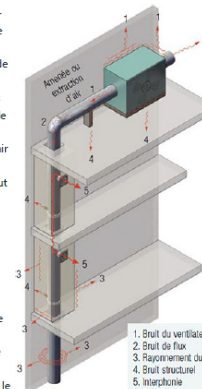
CSTC-Contact n° 39 (3-2013)

Aspects acoustiques liés à la ventilation mécanique dans les habitations unifamiliales

Aspects acoustiques liés à la ventilation mécanique dans les habitations unifamiliales 2013/03.16

De récentes campagnes de mesure menées par le CSTC dans des habitations unifamiliales équipées d'un système de ventilation de types B, C et, surtout, D, confirment que l'extraction et/ou la pulsion d'air mécanique engendrent fréquemment des nuisances sonores. Alors que la norme belge NBN S 01-400-1 recommande, pour le bruit de la ventilation mécanique, un niveau sonore maximal de 35 dB(A) dans les salles de bain et les cuisines, cette limite ne dépasse pas 27 et 30 dB(A), respectivement, dans les chambres et les salles de séjour. Dès lors, il va de soi que le concepteur et l'installateur ont besoin de directives pratiques afin de pouvoir respecter ces exigences de confort.

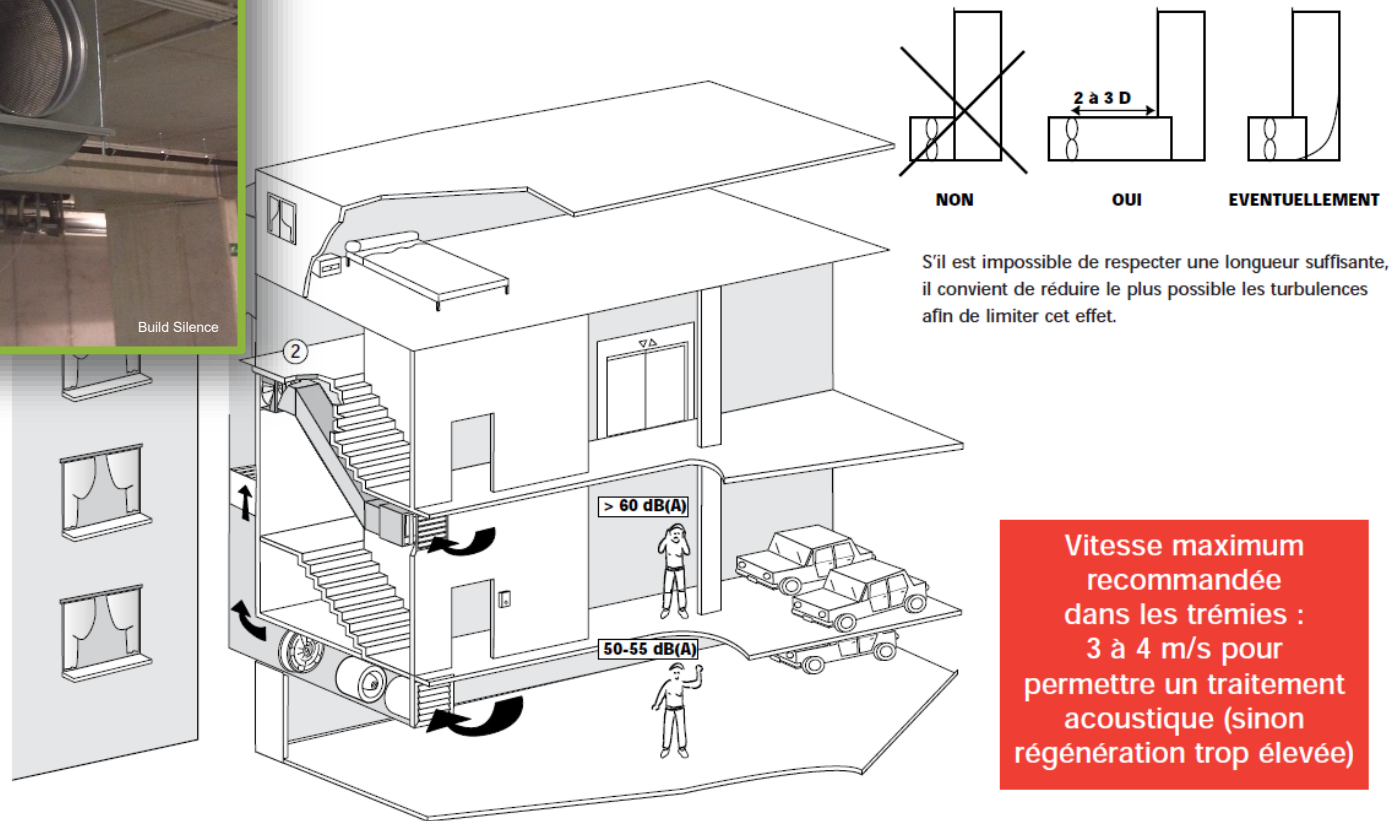
Le schéma ci-contre illustre les sources potentielles de nuisances sonores dans un système de ventilation d'amenée d'air mécanique, mais il est tout aussi valable pour les systèmes de ventilation d'extraction d'air mécanique, pour lequel le bruit dû à la ventilation se propage vers l'amont dans le conduit.



Sources potentielles de nuisances sonores dans un système de ventilation d'amenée et d'extraction d'air mécanique



Geluid van ventilatiesystemen: ventilatie van parkings



Geluid van verwarmingssystemen: verwarmingsketels

- Weinig klachten over het geluid van afzonderlijke verwarmingsketels



- Geluidsbronnen: brander, circulatiepomp, rookgassnelheid ...
- Verwarmingsketels met grote vermogens:
Technische fiche van de fabrikant met aanduiding van L_{WA}

Constructeur :
Identification : atmosphérique, simple service.
Puissance utile : 315 kW.
Essai à la puissance nominale.
Les mesures sont effectuées selon la norme NF EN ISO 9614-1 classe expertise.

Résultats :

Fréquence (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L_w (dB)	67,1	62,1	62	57,7	56,5	54,6	51,6	51,2	54,2	49,7	48,2	51,5	49,4	50	47,5	46,8	46,6	47,4

Niveau de puissance acoustique global pondéré A : $L_w(A) = 61,4 \text{ dB(A)}$

Essai de cette même chaudière à la puissance minimale

Puissance utile : 228 kW

Résultats :

Les mesures ont été effectuées selon la norme NF EN ISO 9614-1 classe contrôle.

Le niveau de puissance acoustique pondéré A : $L_w(A) = 55,5 \text{ dB(A)}$





**CHAUDIERES A FOYER
PRESSURISEE EQUIPEES D'UN
BRULEUR A AIR SOUFFLE**

Puissance [kW]	Niveau de pression de bruit Lp [dB(A)]	
	Valeurs moyennes	Valeurs limites à 90%
200	73	80
400	76	83
600	77	84
800	78	85
1000	79	86
1500	81	88
2000	82	89
4000	84	91
6000	86	93
8000	87	94
10 000	88	95

**CHAUDIERES A FOYER NON
PRESSURISEE EQUIPEES D'UN
BRULEUR A AIR SOUFFLE**

Puissance [kW]	Niveau de pression de bruit Lp [dB(A)]	
	Valeurs moyennes	Valeurs limites à 90%
100	65	71
200	68	74
400	71	77
600	72	78
1000	74	80
1500	76	82
2000	77	83

= L_p bovengrens in 90 % van de gevallen

Geluid van verwarmingssystemen: ventilo-convectoren

- ▶ Als het vermogen beperkt is, is ook de geluidsoverlast beperkt.
- ▶ Over het algemeen wordt het technische informatieblad geleverd door de fabrikant

Voorbeeld:

taille unité	P. stat. ext. (Pa)	vitesse ventilateur	niveau de puissance en dB(A), par bandes de fréquences						puissance son. en dB(A)	NR / ISO (à 3m)	niveau de pression ⁽¹⁾ en dB(A)		
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz			1,5 m	2m	3m
# 02 ⁽²⁾	18	petite	39	30	33	28	23	19	41	<10	19	17	13
	32	moyenne	45	36	40	37	37	28	48	12	26	24	20
	45	grande	45	43	47	44	44	39	52	18	30	28	24
# 03 ⁽²⁾	30	petite	50	40	42	40	37	28	52	13	30	28	24
	53	moyenne	57	45	48	46	46	36	58	19	36	34	30
	70	grande	60	55	56	53	52	47	63	27	41	39	35
# 04 ⁽²⁾	30	petite	49	36	37	37	33	34	50	<10	28	26	22
	50	moyenne	56	45	50	47	45	40	58	22	36	34	30
	70	grande	66	54	58	56	54	49	67	24	45	43	39
# 06 ⁽²⁾	26	petite	41	39	45	41	39	29	49	16	27	25	21
	45	moyenne	54	53	62	57	54	47	65	33	43	41	37
	70	grande	53	51	60	55	53	47	63	31	41	39	35
# 08 ⁽²⁾	30	petite	38	39	49	43	40	30	51	20	29	27	23
	50	moyenne	46	48	62	55	51	44	63	33	41	39	35
	70	grande	51	52	61	59	55	50	64	32	42	40	36
# 11 ⁽²⁾	26	petite	51	48	54	51	49	43	58	25	36	34	30
	45	moyenne	49	51	57	56	53	51	62	28	40	38	34
	70	grande	44	58	60	58	55	54	65	31	43	41	37
# 12 ⁽²⁾	20	petite	43	47	56	50	47	39	58	27	36	34	30
	40	moyenne	47	48	63	53	51	47	64	34	42	40	36
	70	grande	51	56	60	62	59	57	66	31	44	42	38
# 14 ⁽²⁾	30	petite	49	54	64	59	56	52	66	35	44	42	38
	46	moyenne	48	53	63	58	55	51	65	34	43	41	37
	70	grande	52	59	63	63	60	58	68	34	46	44	40
# 16 ⁽²⁾	30	petite	46	52	62	58	56	52	65	33	43	41	37
	44	moyenne	51	57	62	63	64	61	69	33	47	45	41
	70	grande	54	61	64	67	64	62	71	35	49	47	43

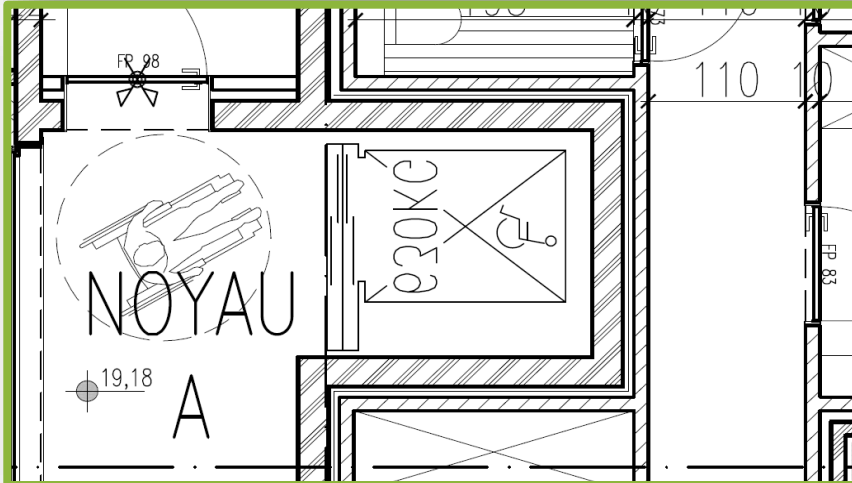


Belangrijkste bronnen van klachten in verband met installaties in woningen

- ▶ Het gebruik van de **sanitaire installaties**
- ▶ De **sanitaire afvoeren**
- ▶ De **pompen**
- ▶ De **ventilatie-installaties**
- ▶ De **verwarmingsinstallaties**
- ▶ De **liften**
- ▶ De **gemotoriseerde garagepoorten**
- ▶ De **gemotoriseerde schermen/luiken**
- ▶ Het gebruik van **schakelaars & stop-contacten**
- ▶ De **zonneweringen, gordijnen en overgordijnen**
- ▶ Het gebruik van de **keuken**



Geluid van liften: beperking aan de bron & dubbelwandige structuur



Belangrijkste bronnen van klachten in verband met installaties in woningen

- ▶ Het gebruik van de **sanitaire installaties**
- ▶ De **sanitaire afvoeren**
- ▶ De **pompen**
- ▶ De **ventilatie-installaties**
- ▶ De **verwarmingsinstallaties**
- ▶ De **liften**
- ▶ De **gemotoriseerde garagepoorten**
- ▶ De **gemotoriseerde schermen/luiken**
- ▶ Het gebruik van **schakelaars & stop-contacten**
- ▶ De **zonneweringen, gordijnen en overgordijnen**
- ▶ Het gebruik van de **keuken**



Hoge gebouwen: extra aandachtspunten (WKK, overdrukpompen, enz.).





- ▶ De aanbevolen maximale geluidsniveaus voor gebouwinstallaties zijn vastgelegd in specifieke NBN-normen voor elk gebouwtype.
- ▶ Voor kantoren, hotels, ziekenhuizen en rusthuizen zijn de criteria echter verouderd en moet men zich baseren op andere referenties om realistische doelstellingen te bepalen.
- ▶ De in de normen vastgestelde criteria voor school- en woongebouwen zijn recent en relevant, gebaseerd op de realistische indicator LAeq,nT.
- ▶ De ligging van de lokalen waar de lawaaierige installaties zich bevinden en het type gebouwstructuur zijn van invloed op het in de ruimtes waargenomen geluid.
- ▶ De beheersing van het geluid van de sanitaire installaties evenals een brede waaier van technieken kan in één woord worden samengevat: loskoppeling.
- ▶ De criteria voor het geluid van ventilatiesystemen zijn bijzonder strikt in woongebouwen. Om eraan te voldoen, dient het volledige systeem te worden geoptimaliseerd.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Dossier | [Het akoestisch comfort verzekeren](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van technische kokers](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van het ventilatiesysteem](#)
- ▶ Voorziening | [Overzicht van de voorzieningen](#)



Websites

- ▶ FRANCE AIR

<https://www.france-air.com/wp-content/uploads/2016/08/Memento20Acoustique.pdf>

- ▶ BUILDWISE

www.buildwise.be



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.bemvd@buildsilence.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

