

FORMATION BATIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

PRINTEMPS 2025

La problématique de l'acoustique dans les installations aérothermiques

Benoît FAUVILLE



Réalisé en partie sur base de contenus développés par:
Thibault RENAULT, Manuel VAN DAMME et le bureau De Fonseca



- ▶ Présenter les exigences acoustiques réglementaires applicables aux PAC en RBC
- ▶ Aborder les définitions et principes de base de la propagation du son (bruit aérien et bruit de contact), appliqués au cas de la PAC aérothermique
- ▶ Donner les recommandations acoustiques de base applicables à toute installation de PAC afin de limiter son impact sonore
- ▶ Présenter les différents dispositifs acoustiques essentiels et complémentaires pour réduire le niveau de bruit émis
- ▶ Définir le rôle de l'acousticien (mesures et études)
- ▶ Donner quelques outils pratiques simplifiés pour aider à la conception



NOTIONS ACOUSTIQUES DE BASE

CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

DISPOSITIFS ACOUSTIQUES

ETUDES & OUTILS PRATIQUES DE CALCUL



Notions acoustiques : le décibel (dB)

- Amplitude du son → échelle logarithmique (avec 0 dB, le seuil d'audibilité)

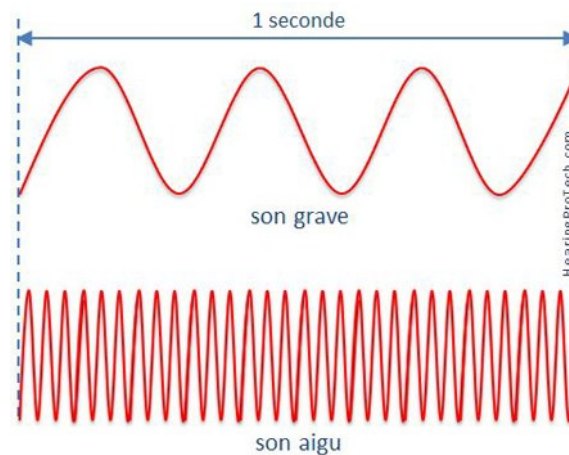
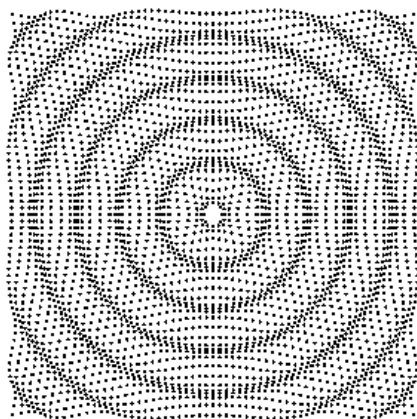
Échelle de pression acoustique			
P (en μPa)	dB	Impression subjective	Type de bruit
200.000.000	140		Décollage d'un avion à 50 m
	130		
20.000.000	120	Seuil de la douleur	Décollage d'un avion à 300 m
	110	Supportable pour une courte période	
2.000.000	100		Marteau piqueur
	90	Très douloureux	Rue à circulation dense
200.000	80		
	70	Douloureux	Rue animée
20.000	60		Conversation normale
	50	Normal	
2.000	40	Calme	Bibliothèque
	30		Forêt
200	20	Très calme	
	10		Laboratoire acoustique
20	0	Seuil de perception	

Source: GuideNr HQE



Notions acoustiques : la fréquence (Hz)

- Nombre de variations par secondes exprimée en hertz (Hz)



Infrasons < 20 Hz à 20000 Hz < Ultrasons

Sons audibles

- Exemples de sons « purs »

250 Hz



500 Hz



1000 Hz

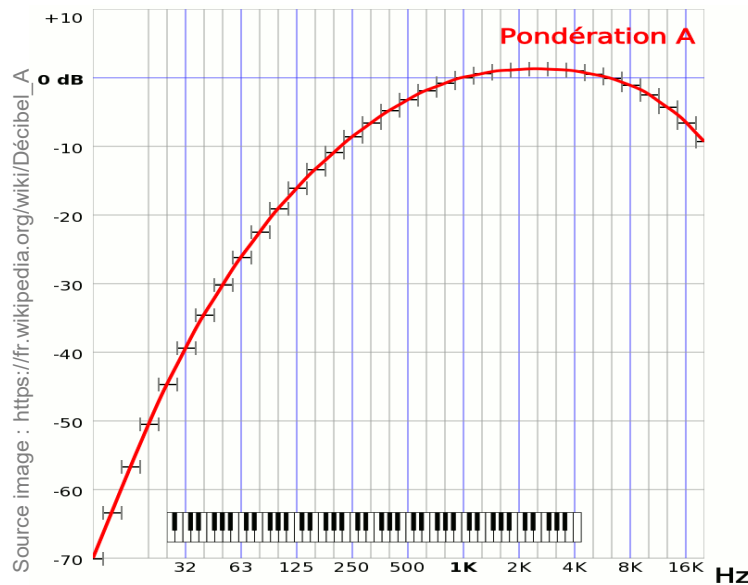


2000 Hz



Notions acoustiques : dB et dB(A)

- Décibel pondéré A = Pondération des fréquences par rapport à la sensibilité de l'oreille



$$\text{dBA} = \text{dB} + \text{pondération A}$$

• Exemple

L_{tot} (dB)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
76,9	76,0	69,0	57,0	59,0	48,0	46,0	41,0	41,0
Pondération A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1
L_{tot} (dB(A))	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
59,5	49,8	52,9	48,4	55,8	48,0	47,2	42,0	39,9

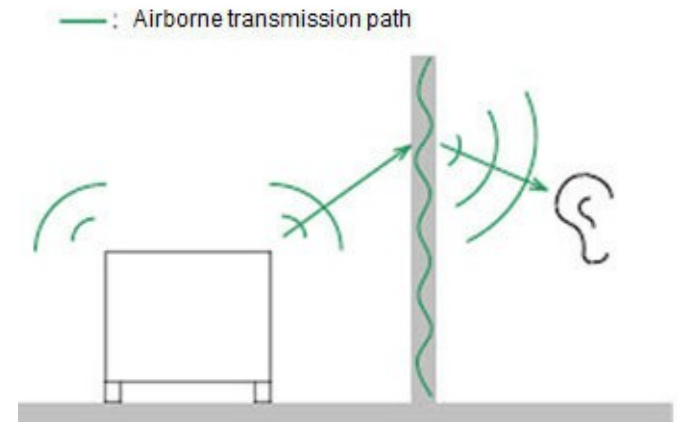


7 MODES DE TRANSMISSION DU BRUIT

Bruit aérien

- Bruit émis par une source et dont le son est transmis par la vibration de l'air

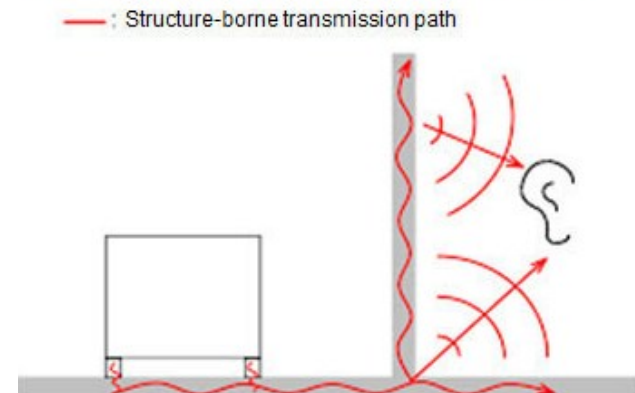
Schematic diagram: Airborne transmission path



Bruit de contact / solidien / choc

- Bruits générés par un contact direct avec la structure du bâtiment et se propagent par celle-ci

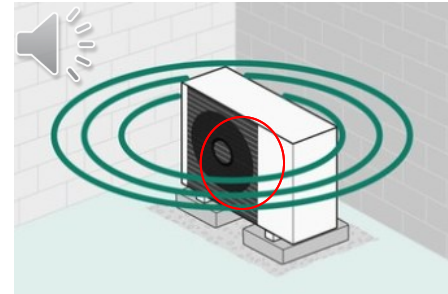
Schematic diagram: Structure-borne transmission path



8 MODES DE TRANSMISSION DU BRUIT

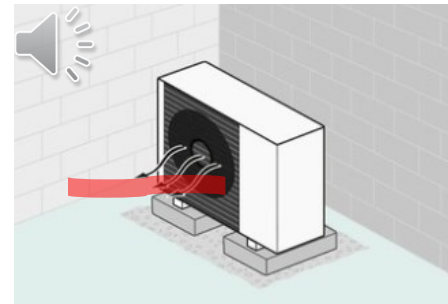
Quelles sources de bruit pour une PAC aérothermique?

- Bruits primaires
 - Bruit de structure
vibrations mécaniques du boîtier



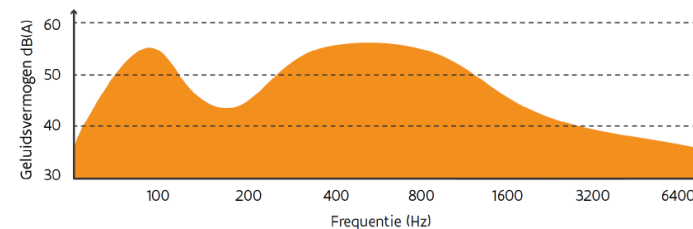
Source image : viessmann.lu

- Bruit de fonctionnement
 - Moteur du ventilateur
 - Rotation des pales
 - Compresseur



- Niveau de bruit total compris entre 55 dBA et 88 dBA (~ puissance électrique)

Spectre typique du bruit
émis par une PAC



Source image :
Department
Omgeving



9 MODES DE TRANSMISSION DU BRUIT

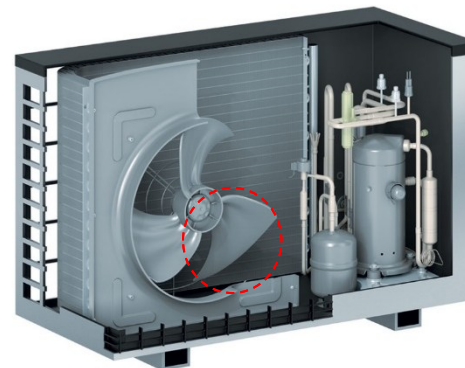
Quelles sources de bruit pour une PAC aérothermique?

- Bruits secondaires
 - Bruits mécaniques du boîtier, transmises par le châssis de support



Source image : Energie et environnement S.A.

- Bruit de dysfonctionnement :
 - Ailettes cassées
 - Mauvais entretien



Source image : viessmann.lu



Quelles sources de bruit pour une PAC aérothermique?

- ▶ Autres nuisances
 - Le compresseur en phase de dégivrage
en cas de températures négatives, le moteur se met en phase de dégivrage deux à trois fois par heure
(vitesse de rotation élevée = bruit élevé)



Source image : Energie et environnement S.A.



Niveau de puissance acoustique $\neq$ Niveau de pression acoustique

Niveau de puissance acoustique

L_w dB
 L_{wA} dB(A)



- Calculé en laboratoire
- Caractérise l'équipement intrinsèquement
- **Est la base de tout calcul**
- **Est la base de toute comparaison**

Niveau de pression acoustique

L_p dB
 L_{pA} dB(A)



- Mesuré au sonomètre
- Valeur sur fiche technique : L_p (à 1m, 3m, 5m ou 10m) noté « $L_{p@3m}$ ».
- Caractérise l'équipement **dans son environnement** (position, distance, local...)
- Grandeur exprimant les exigences régionales

→ **Le même équipement a des niveaux de pression sonore différents selon la distance et la position**

Source image : viessmann.lu



Estimation du niveau de pression sonore

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{Q}{4\pi r^2}$$

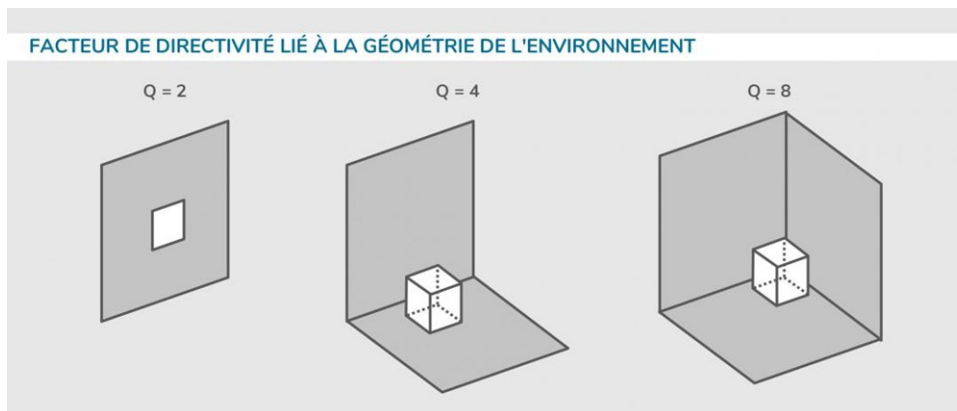
Niveau de pression sonore (dB)
à une distance r

Niveau de puissance sonore (dB)

Facteur de directivité

Distance (m)

- La proximité de surface(s) réfléchissante(s) modifie le facteur de directivité (Q) de la source



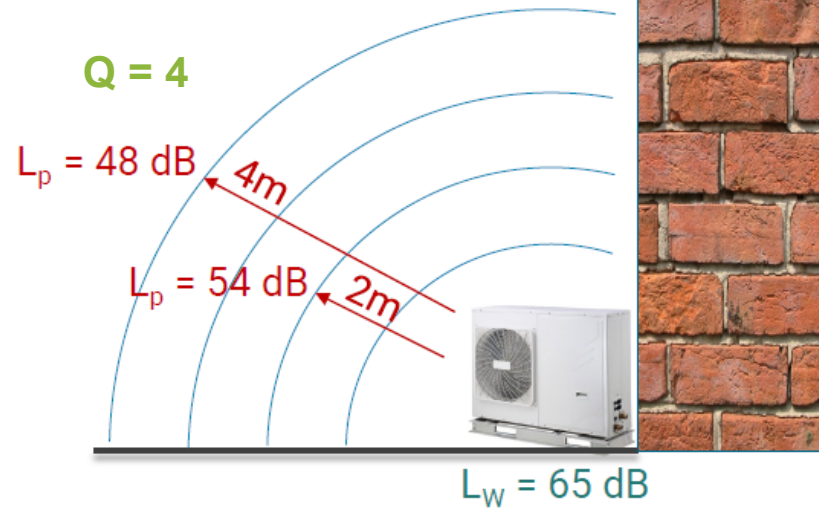
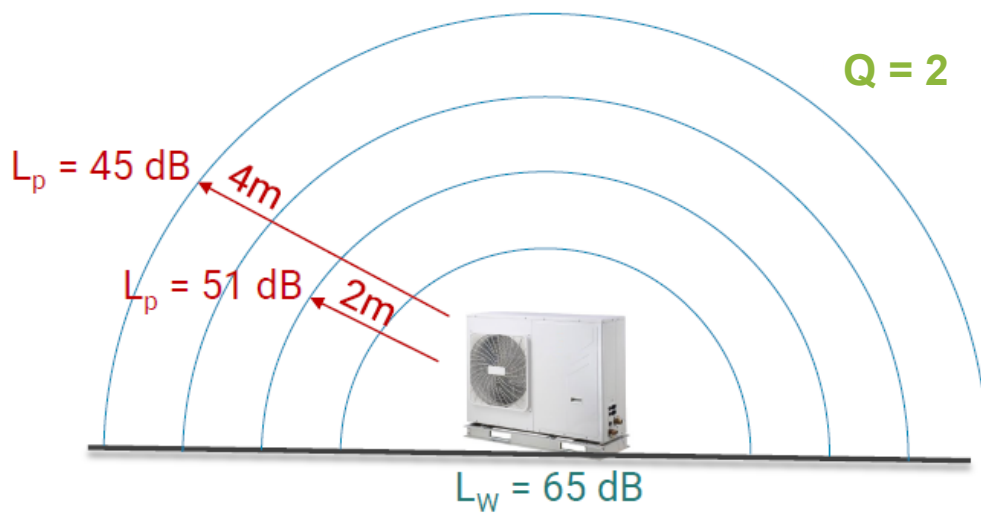
Source image: guide bâtiment durable.brussels



Niveau de puissance acoustique $\neq$ Niveau de pression acoustique

- ▶ + 3 dB par surface réfléchissante
- ▶ - 6 dB par doublement de la distance*

$$L_p = L_w + 10 \lg \frac{Q}{4\pi r^2}$$



Source image : Buildwise



Règle de sommation énergétique

► Formule d'addition des niveaux sonores

- Si N niveaux sonores **identiques** : $L_{tot} = L_1 + 10 \log N$

1 source		70 dB(A)
2 sources		73 dB(A) (+ 3 dB(A))
3 sources		75 dB(A) (+ 5 dB(A))
4 sources		76 dB(A) (+ 6 dB(A))
5 sources		77 dB(A) (+ 7 dB(A))
6 sources		78 dB(A) (+ 8 dB(A))
7 sources		78,5 dB(A) (+ 8,5 dB(A))
8 sources		79 dB(A) (+ 9 dB(A))
9 sources		79,5 dB(A) (+ 9,5 dB(A))
10 sources		80 dB(A) (+ 10 dB(A))



Règle de sommation énergétique

► Formule d'addition des niveaux sonores

- Si N niveaux sonores **différents** : $L_{tot} = 10 \log \left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_N/10} \right)$
- Cas particulier, $N = 2$:

L_1 en dB(A)	L_2 en dB(A)	L_{tot} en dB(A)	
80	80 – 79	83	+ 3 dB(A)
80	78 – 77	82	+ 2 dB(A)
80	76 – 75 – 74 – 73 – 72 – 71	81	+ 1 dB(A)
80	70 – 69 – 68 – ...	80	+ 0 dB(A)



NOTIONS ACOUSTIQUES DE BASE

CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

DISPOSITIFS ACOUSTIQUES

ETUDES & OUTILS PRATIQUES DE CALCUL



PAC aérothermique :

- ▶ Une installation potentiellement bruyante (Ventilateur, Compresseur,...)
- ▶ Impact sur le voisinage
- ▶ Accroissement de la difficulté pour l'installation en milieu urbain dense
- ▶ Augmentation du nombre de plaintes
- ▶ Si infraction : situation problématique

⇒ **Nécessité de suivre un certain nombre de recommandations pour diminuer l'impact**



Quelles sont les exigences acoustiques à la fabrication ?

- Les seuils d'émission permettant la mise sur le marché des pompes à chaleur sont indiqués dans le règlement 813/2013 de la commission portant application de la directive 2009/125/CE relative aux exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux et aux dispositifs de chauffage mixtes

Puissance thermique nominale ≤ 6 kW		Puissance thermique nominale > 6 kW et ≤ 12 kW		Puissance thermique nominale > 12 kW et ≤ 30 kW		Puissance thermique nominale > 30 kW et ≤ 70 kW	
Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'intérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'extérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'intérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'extérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'intérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'extérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'intérieur	Niveau de puissance acoustique (L_{WA}), à l'extérieur
60 dB	65 dB	65 dB	70 dB	70 dB	78 dB	80 dB	88 dB

*Exigence de niveau de puissance acoustique maximal sauf PAC air-air. (source : Règlement UE n° 813/2013)
D'application depuis le 26/09/2015*



Seuils de bruit d'application en RBC

- ▶ En RBC deux législations fixent des seuils de bruit qui ne peuvent être dépassés dans le voisinage d'une PAC :
 - Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage (MB 21.12.2002)

Si la PAC **n'est pas classée** au sens de l'Ordonnance relative aux permis d'environnement – rubrique 132

- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles Capitale du 21 novembre 2002 relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations générés par les installations classées (MB 21.12.2002)

Si la PAC **est classée** au sens de l'Ordonnance relative aux permis d'environnement – rubrique 132.

Attention → dans ce cas, le permis d'environnement peut, dans certains cas, être plus stricte que ce qui figure dans l'arrêté,

- ▶ Les seuils de bruit sont pratiquement identiques que la PAC soit classée ou non (au sens de l'Ordonnance relative aux permis d'environnement – rubrique 132)
- ▶ Plus d'infos : <https://environnement.brussels/pro/reglementation/obligations-et-autorisations> --> Bruit



Seuils de bruit d'application en RBC

- ▶ Pour une source de bruit perceptible **à l'extérieur**
 - Les limites varient en fonction de la période et de la zone de bruit

⇒ **Périodes : A (journée) < B (soirée) < C (nuit)**

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche/ fériés
7h à 19h	A	A	A	A	A	B	C
19h à 22h	B	B	B	B	B	C	C
22h à 7h	C	C	C	C	C	C	C



Seuils de bruit d'application en RBC

- Pour une source de bruit perceptible **à l'extérieur**
 - Les limites varient en fonction de la période et de la zone de bruit

⇒ **Zones de bruit :**
6 (zones les plus bruyantes) < < 1 (zones les plus sensibles)

-  zone 1 : zones d'habitation à prédominance résidentielle, zones vertes, zones de haute valeur biologique, zones de parc, zones de cimetière, zones forestières
-  zone 2 : zones d'habitation
-  zone 3 : zones mixtes, zones de sports ou de loisirs en plein air, zones agricoles, zones d'équipements d'intérêt collectif ou de service public
-  zone 4 : zones d'intérêt régional, zones de forte mixité, zones d'entreprises en milieu urbain
-  zone 5 : zones administratives
-  zone 6 : zones d'industries urbaines, zones de transport et d'activité portuaire, zones de chemin de fer, zones d'intérêt régional à aménagement différé



<https://geodata.environnement.brussels/client/view/88d8aa31-0b44-479e-8e4b-e46c80232308>



Seuils de bruit d'application en RBC

- Pour une source de bruit perceptible **à l'extérieur** (jardin, terrasse, balcon, cours...) en provenance d'une autre propriété ou d'une autre unité d'occupation
 - Niveau de bruit spécifique (L_{sp}), valeurs en **dB(A)**

	Limites de niveau de bruit spécifique L_{sp}				
	Période A	Période B		Période C	
	L_{sp}	L_{sp}	L_{sp} (si b)	L_{sp}	L_{sp} (si a ou b)
Zone 1	42	36	42	30	30
Zone 2	45	39	45	33	39
Zone 3	48	42	48	36	42
Zone 4	51	45	51	39	45
Zone 5	54	48	54	42	48
Zone 6	60	54	60	48	54

a : Limites applicables aux installations dont le fonctionnement ne peut être interrompu.

b : Limites applicables aux magasins pour la vente au détail



Seuils de bruit d'application en RBC

► Cas pratique

- Unité extérieure d'une PAC
- Logement situé en zone 2
- Fonctionnement continu

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche/ fériés
7h à 19h	A	A	A	A	A	B	C
19h à 22h	B	B	B	B	B	C	C
22h à 7h	C	C	C	C	C	C	C

	Limites de niveau de bruit spécifique L_{sp}				
	Période A	Période B		Période C	
	Lsp	Lsp	Lsp (si b)	Lsp	Lsp (si a ou b)
Zone 1	42	36	42	30	30
Zone 2	45	39	45	33	39
Zone 3	48	42	48	36	42
Zone 4	51	45	51	39	45
Zone 5	54	48	54	42	48
Zone 6	60	54	60	48	54

a : Limites applicables aux installations dont le fonctionnement ne peut être interrompu.

b : Limites applicables aux magasins pour la vente au détail



Seuils de bruit d'application en RBC

- Pour une source de bruit perceptible **à l'intérieur** en provenance d'une autre pièce ou de l'extérieur
 - Emergences

Type de local	Période	Limites d'émergences		
		Emergence de niveau en dB(A)	Emergence tonale (E) en dB (A)	Emergence impulsionnelle en dB(A)
Repos	C	3	3	5
Repos	A et B	6	6	10
Séjour	A, B et C	6	6	10
Service	A, B et C	12	12	15

⇒ **Les limites varient en fonction de la période et de l'affectation du local:**

Périodes : A (journée) < B (soirée) < C (nuit)

Affectations des locaux : service < séjour < repos



Estimation du niveau de pression sonore

► Cas pratique

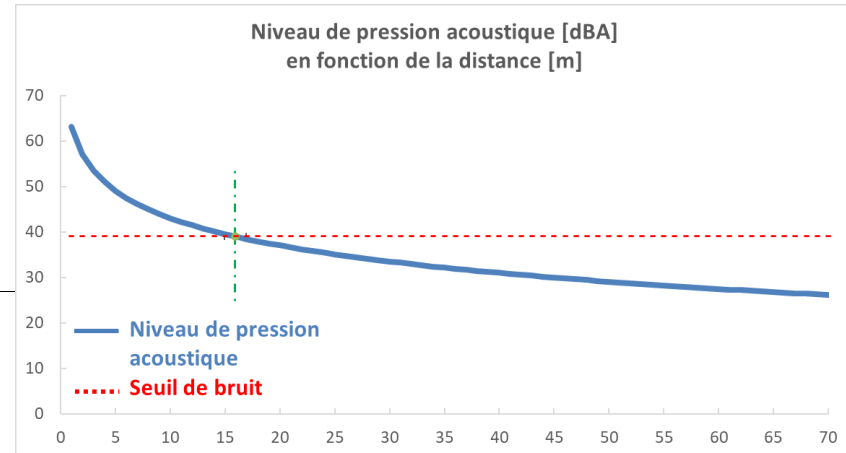
Informations à compléter

Quelle est son niveau de puissance acoustique [dBA] ?	65
La pompe est-elle placée à moins de 3 m de la façade de l'habitation ?	Oui
Un second mur formant un coin est-il placé à moins de 3 m ?	Oui
Quelle est la plus courte distance à la parcelle voisine la plus proche [m] ?	10
En quelle zone du PRAS est située l'habitation ?	zone 2 : zones d'habitation

Calculs

Le facteur correctif [dBA] :	6,0
Le niveau sonore calculé en limite de parcelle [dBA] :	43,0
Le seuil de bruit [dB(A)] :	39
Y a-t-il respect des seuils de bruit ?	NON !

NB : Si la différence entre le niveau sonore calculé et la valeur maximale est inférieure à 15 dB(A), le placement d'un écran proche de la source ou du récepteur, suffisamment haut, peut être envisagé pour respecter les normes de bruit



CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE

NOTIONS ACOUSTIQUES DE BASE

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

- ▶ **Choix de l'équipement**
- ▶ **Choix de l'emplacement**
- ▶ **Entretien**

DISPOSITIFS ACOUSTIQUES

ETUDES & OUTILS PRATIQUES DE CALCUL



Bien choisir sa PAC pour limiter les bruits

- ▶ Dimensionner correctement la puissance de la PAC via NBN EN 12831-1 ANB:2020
→ Eviter une PAC sous dimensionnée entraînant un fonctionnement continu à puissance maximale qui sera source de gênes sonores
- ▶ Etudier la possibilité d'intégrer un réservoir tampon pour permettre un stockage de chaleur favorisant un fonctionnement à basse vitesse de la PAC



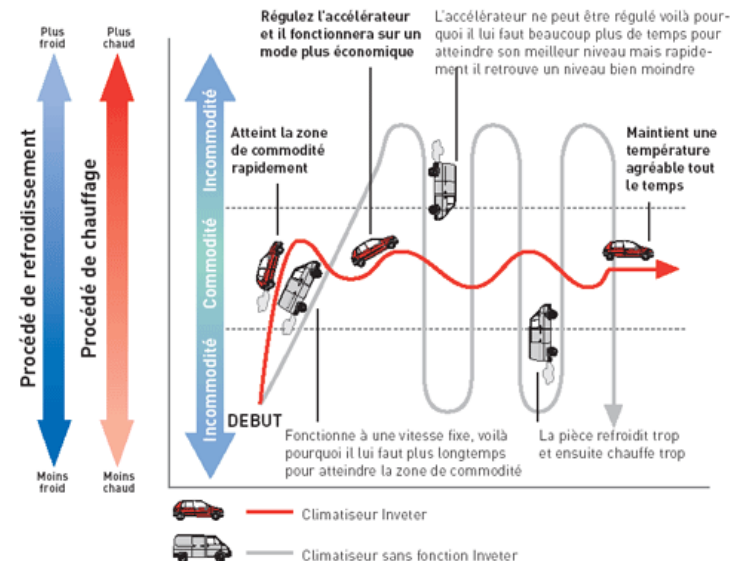
Bien choisir sa PAC pour limiter les bruits

- Certains modèles sont plus silencieux que d'autres
 - Comparer la puissance sonore sur les fiches techniques fabricants
 - Les PAC à modulation de puissance (technologie « Inverter ») permettent une variation de la vitesse du ventilateur et du compresseur

⇒ **Variation du niveau de bruit**

⇒ **Connaitre le niveau de puissance acoustique max.**

TEMPERATURE DE LA PIECE



Bien choisir sa PAC pour limiter les bruits

- ▶ Des modèles sont plus silencieux que d'autres
- Certains modèles proposent des mode « Low-noise »
→ peut être utilisé pour diminuer le niveau sonore pendant les périodes les plus critiques (soir et dimanche)

Puissance acoustique de l'unité extérieure à la puissance calorifique nominale (mesure se référant à la norme EN 12102/EN ISO 9614-2)		
Niveau total de puissance acoustique pondéré		
– Pour A7 $\pm$ 3 K/W55 $\pm$ 5 K (maxi)	dB(A)	61
– Pour A7 $\pm$ 3 K/W55 $\pm$ 5 K en mode nocturne	dB(A)	55
Niveau de puissance acoustique selon ErP		
Niveau de puissance acoustique de l'unité extérieure	dB(A)	56

Remarque

Le fonctionnement à bruit réduit peut être activé sur la régulation de pompe à chaleur dans l'écran de réglage "Spécialiste".

Source: Extrait fiche technique Viessmann

- Certains modèles ont le compresseur situé dans l'unité interne.



Analyse de fiches techniques

► Puissance acoustique ≠ Pression acoustique

- Précautions à prendre en lisant les fiches techniques :
Pression ≠ Puissance
- Attention aux unités (dB / dB(A)) ou à l'absence de distance

Puissance de l'appareil électrique intégré		
Unité extérieure		
Niveau de pression sonore chauffage / rafraîchissement	dB(A)	49 / 49
Dimensions H x L x P	mm	1340 x 900 x 320
Poids	kg	101
Réfrigérant (R410A)	kg / Eq. TC02	2,85 / 5 951
Puissance acoustique chauffage / rafraîchissement	dB(A)	66 / 67
Longueur de liaisons frigorifique mini/maxi	m	3 ~ 30
Dénivelé (int./ext.)	m	20
Longueur de tuyauterie maxi avec supplément de gaz	m	10
Quantité de gaz à ajouter	g/m	50
Plage de fonctionnement de température extérieure	°C	-28 ~ +35
Plage de température de sortie d'eau chauffage/rafraîchissement	°C	25 ~ 60 / 5 ~ 20

Alimentation	380 - 400 V / 50 Hz
Puissance absorbée max (kW)	5
Marque du compresseur	Copeland
Type de compresseur	Scroll
Flux d'eau conseillé (m3/h)	11
Raccordement eau (mm)	25,4-12,7
Gaz réfrigérant	R410 (3300 gr)
Nombre de ventilateur	2
Puissance ventilateur (W)	240 * 2
Niveau sonore à 1 m (dB)	52
Poids net/brut (kg)	133/150
Dimension net (mm)	1260 x 1260
Dimension pa (mm)	1385 x 1385

Puissance
acoustique :
63 dB(A)

Source image : Energie et Environnement S.A. / Fiche technique



Analyse de fiches techniques

► Puissance acoustique ≠ Pression acoustique

- Pour comparer des PAC sur base égale, prendre les puissances acoustiques

A puissance thermique égale

Pour des conditions de température égales

Pour modes identiques (Chaud/Froid)

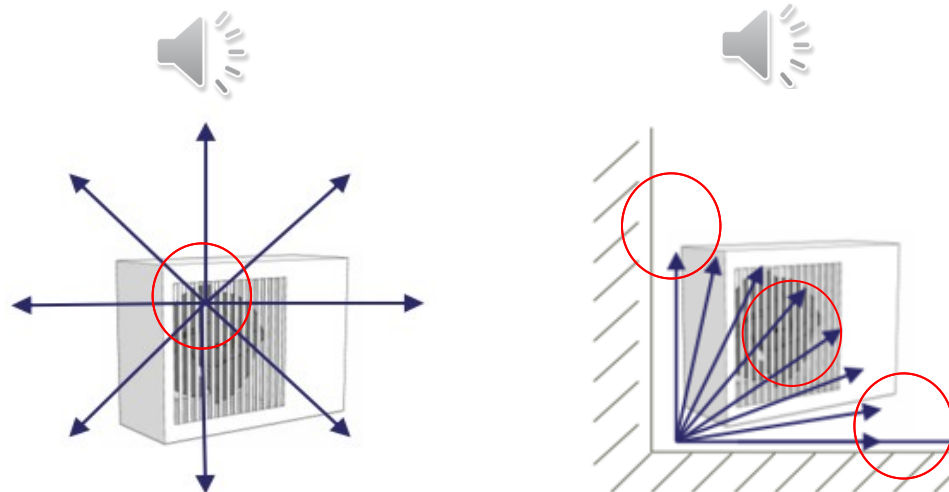
Performances (Δt = 5K; EN 14511)				
A2W35				
Puissance de chauffage / coefficient de performance COP	kW	3,1 / 4,1	3,1 / 4,1	5,8 / 4,6
A-7W35				
Puissance de chauffage / coefficient de performance COP	kW	5,4 / 3,0	7,0 / 2,8	9,2 / 2,7
A35W18				
Puissance frigorifique active / efficacité énergétique EER	kW	6,4 / 4,2	6,4 / 4,2	10,9 / 4,6
Puissance acoustique				
Niveau de puissance acoustique (A7/W55)	dB(A)	55	55	59
Puissance acoustique, régime de jour max.	dB(A)	57	57	61
Puissance acoustique, régime de nuit 50 %	dB(A)	50	49	52
Températures de départ				
Température de départ en mode chauffage : min. / max. / max. à -7 °C	°C	20 / 75 / 68		
Dimensions et poids de l'unité extérieure				
Hauteur x Largeur x Profondeur	mm	965 x 1100 x 450		1565 x 1
Poids	kg	133	133	203

Source image :
Energie et Environnement S.A.
Fiche technique



Impact

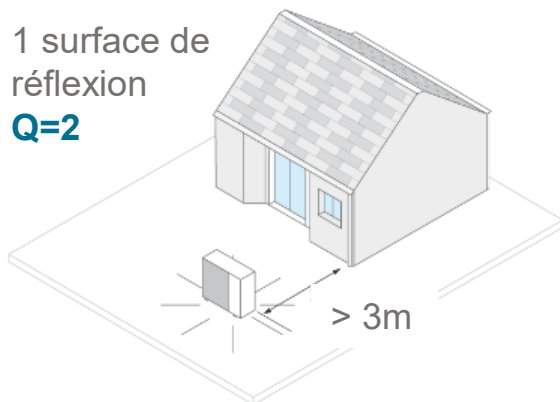
- Position de la PAC : forte influence sur les nuisances sonores
- Réflexivité de l'ensemble des éléments autour de l'unité



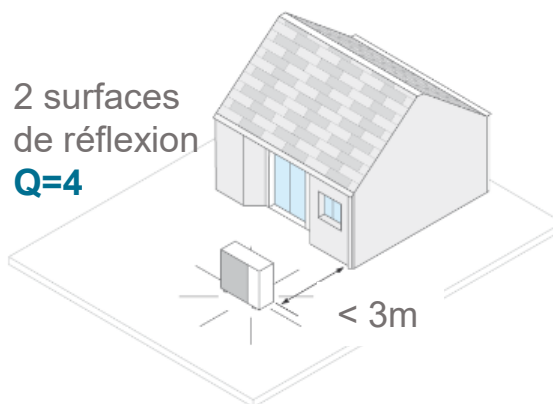
Source image : viessmann.lu



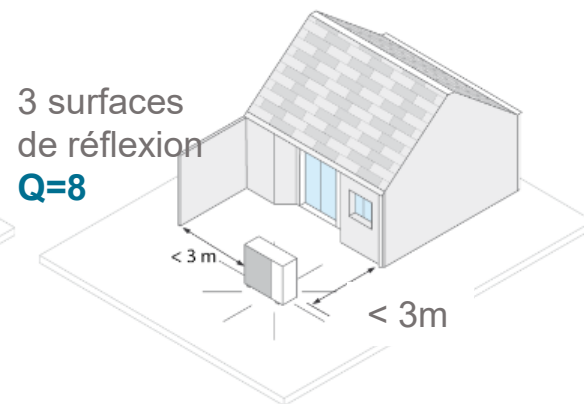
CHOIX DE L'EMPLACEMENT



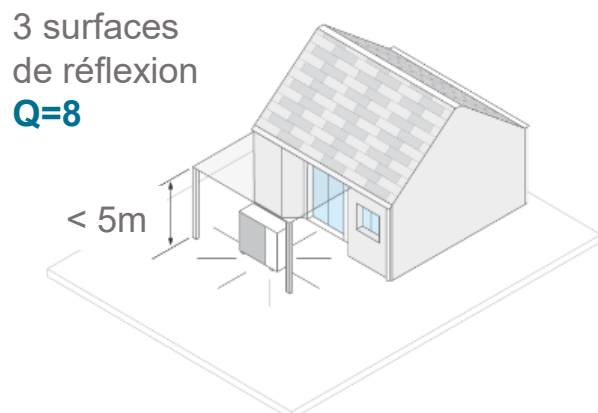
+ 3 dB(A) aucun mur à moins de 3m



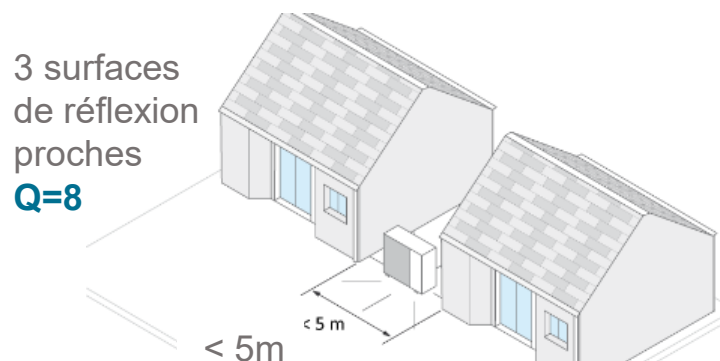
+ 6 dB(A) mur à moins de 3m



+ 9 dB(A) PAC dans un coin, mur à moins de 3m



+ 9 dB(A) PAC sous auvent de moins de 5 m



+ 9 dB(A) PAC entre deux murs à moins de 5m

<https://www.schallrechner.lu/fr/>
<https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>



Général

- Respecter les prescriptions d'implantation du fabricant
- Eviter de prévoir un renforcement pour encastrer les unités (surface de réflexion)

Vis-à-vis de soi-même:

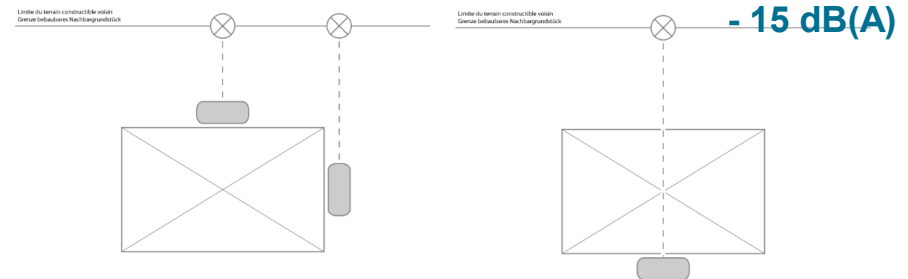
- Eloigner le plus possible des pièces de vie, des fenêtres
- Eviter de la positionner contre les murs des chambres (risque de propagation des vibrations émises par le ventilateur).



**Régi par un
cadre réglementaire**

Vis-à-vis des voisins:

- Eloigner la PAC le plus possible des limites de propriété
- S'écarter des angles de l'habitation
- Ne pas diriger le ventilateur vers les voisins
- Se servir du bâtiment comme écran



**Les exigences de l'un peuvent être
incompatibles avec celles de l'autre**

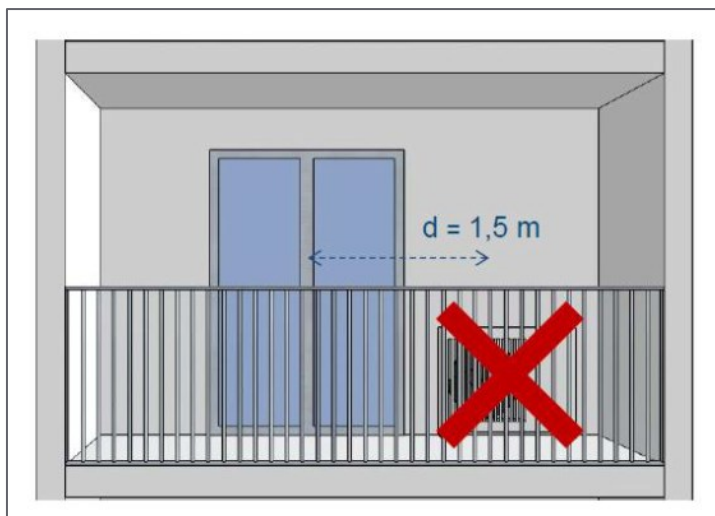


CHOIX DE L'EMPLACEMENT

► Exemple pratique : Balcons

- Point de vigilance : unités extérieures sur balcons ou terrasses
- **Etude acoustique nécessaire** pour éviter les nuisances pour soi et ses voisins

⇒ **Situation à éviter**

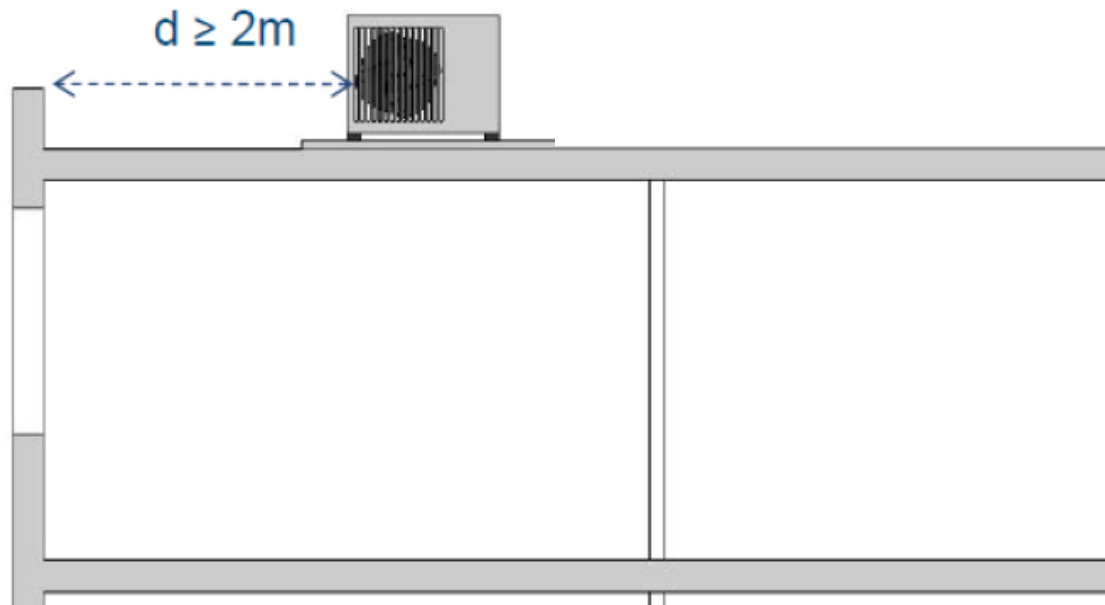


Source photo : Energie et Environnement S.A.



CHOIX DE L'EMPLACEMENT

- ▶ Exemple pratique: toiture
 - Situations à privilégier
 - Adapter l'emplacement des PAC à la situation
 - En toiture, prévoir 2 m entre les unités et l'acrotère
 - Prévoir un socle avec une chape de 10 cm minimum en toiture
- ▶ Attention aux éventuels bâtiments voisins plus hauts !!



CHOIX DE L'EMPLACEMENT

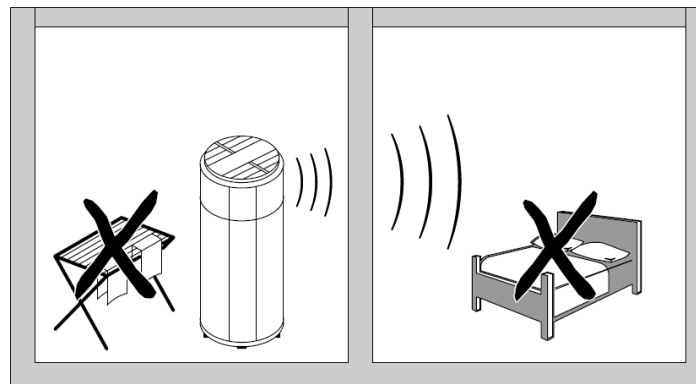
► Focus sur les boilers thermodynamiques

- Installer dans un local technique, le plus éloigné possible des locaux acoustiquement sensibles
- Appuis antivibratoires au sol
- Prise et rejet éloignés d'un espace de vie extérieur (terrasse, balcon...)
 - Si nécessaire, placer des silencieux sur les gaines de prise et rejet



Niveau de puissance acoustique en utilisation sur air ambiant pour la production d'ECS de 15 à 60 °C et une température de l'air à son admission de 15 °C

	Niveau de puissance acoustique L_w [dB (A)] à la fréquence moyenne d'octaves [Hz]								Total
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Dans le local d'installation	16	41	46	50	52	49	46	34	56



Source: Viessmann

Source photo : Bulex



Maintenance des équipements

- ▶ La maintenance des équipements est primordiale pour limiter l'impact acoustique
 - Entretien annuel : vérification du circuit et de son étanchéité, contrôle des performances thermiques, nettoyage des filtres, etc.
 - Vérifier la circulation de l'air au niveau du module externe (qu'il n'y ait pas de feuilles, brindilles ou autres de bloquées)
 - Dégivrer l'unité extérieure en hiver
 - Couvrir la PAC pour la protéger si elle n'est pas utilisée pendant une longue période
 - Prévoir un entretien en cas de bruit suspect : sifflements, vibrations anormales, emballement

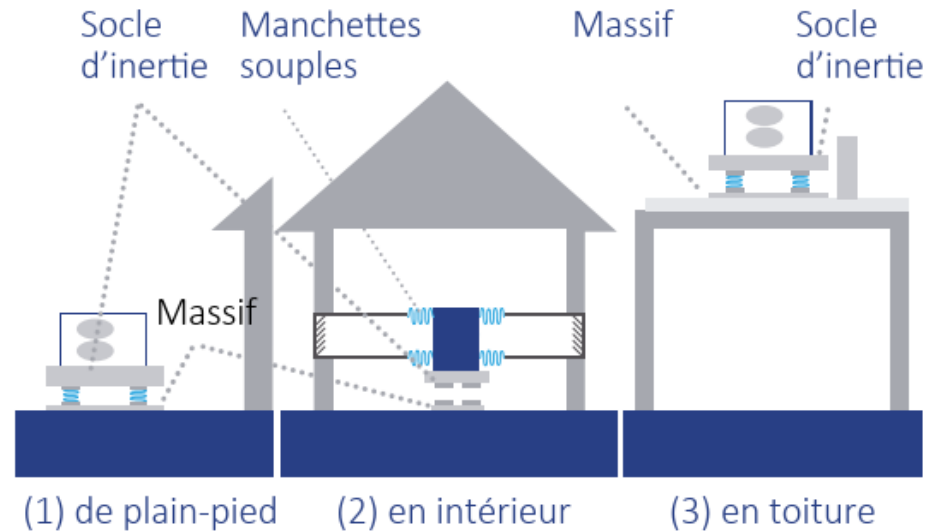


CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE
NOTIONS ACOUSTIQUES DE BASE
RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES
DISPOSITIFS ACOUSTIQUES
ETUDES & OUTILS PRATIQUES DE CALCUL



Installation

- Installer la PAC sur un socle d'inertie en béton
 - Sa masse = minimum 2 fois la masse de la PAC
 - Le socle doit être indépendant du bâtiment
- Ajouter des dispositifs anti-vibratiles
 - Sous le socle d'inertie
 - Sur l'ensemble des éléments d'accroche



Source image : [afpac-fiche-acoustique-pompes-a-chaaleur-n°2.pdf](#)

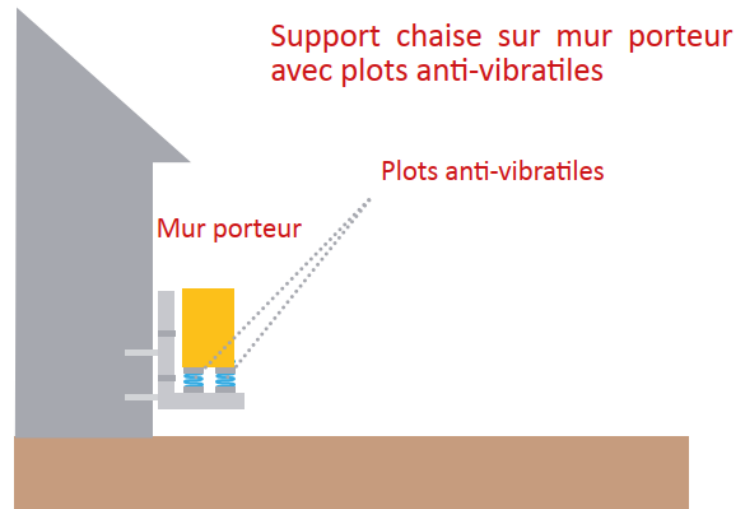


Installation

- ▶ Installer la PAC sur un châssis métallique : châssis rigide sur mur porteur ou au sol
 - Ajouter des dispositifs anti-vibratiles entre la PAC et le châssis
 - Respecter les conditions du fabricant : fréquence, taux de filtrage, répartition de la charge



Source image : Energie et Environnement S.A.



Source image : afpac-fiche-acoustique-pompes-a-chaaleur-n°2.pdf

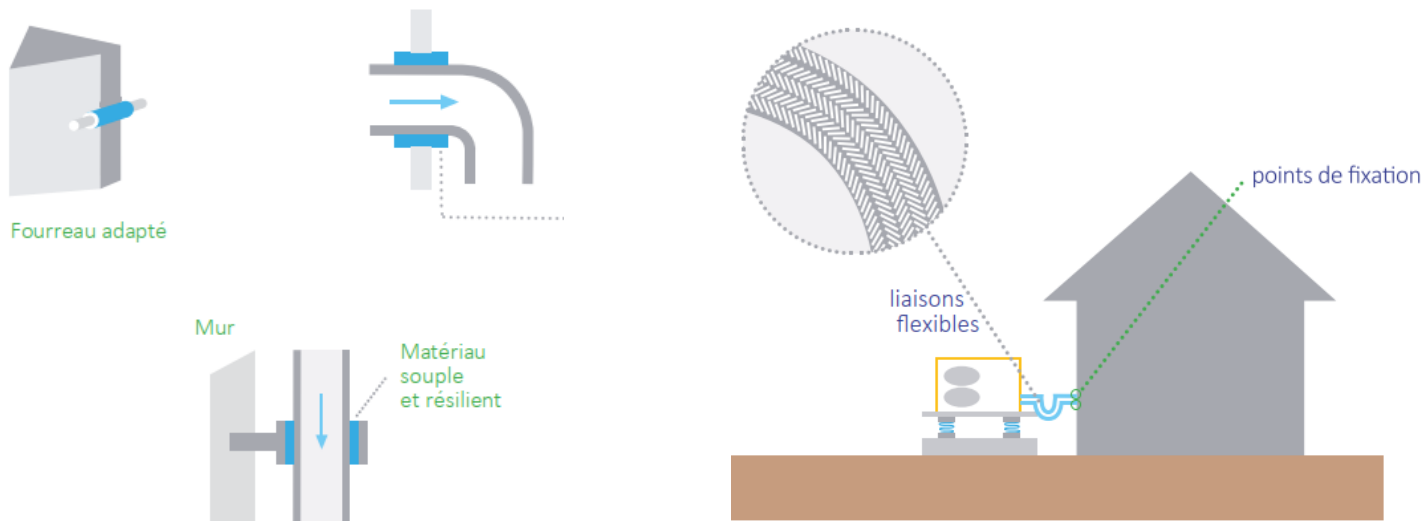


Installation



Installation

- Conception des réseaux
 - Fourreau souple et résilient pour les traversées de paroi
 - Fixation avec support muni de colliers anti-vibratiles
 - Prévoir des dispositifs d'atténuation des vibrations sur les tuyaux d'eau : point de fixation avec résilient



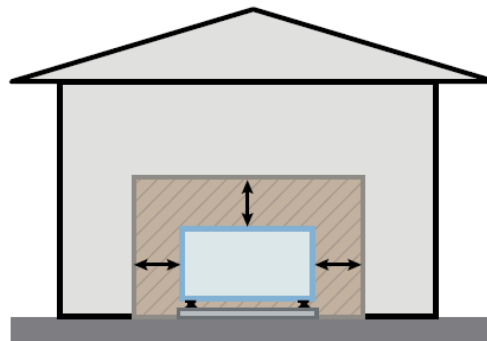
Source image : afpac-fiche-acoustique-pompes-a-chaaleur-n°2.pdf



Parois absorbantes

- ▶ Mise en place d'un matériau acoustique absorbant sur le(s) mur(s) derrière la PAC → Réduction de la réflexion du bruit sur la façade.
- ▶ La surface d'absorbant > dimensions PAC
- ▶ Si PAC dans un coin, traiter les deux murs

⇒ **Atténuation possible :**
Maximum 2 dB(A) si la PAC est contre un mur
Maximum 4 dB(A) si la PAC est dans un coin



Source image : AFPAC

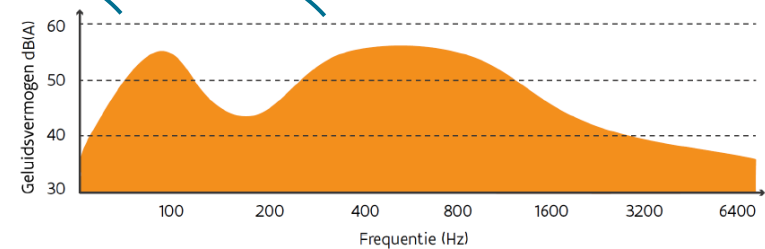


Parois absorbantes

- Propriétés d'absorption acoustique (α) de quelques matériaux courants

Richtwaarden voor geluidsabsorptiecoëfficiënt α_s van een aantal materialen						
Materiaal / Frequentie (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
PUR-schuim, dikte 70 mm, op harde ondergrond	0,1	0,55	1	1	1	1
Houtlamellen (lamellen 85 mm breed, spleetbreedte 25 mm, dikte lamellen 12 mm, spouw 200 mm, 25 mm min.wol)	0,6	0,85	0,8	0,8	0,7	0,6
PUR-schuim, dikte 50 mm, op harde ondergrond	0,1	0,3	0,8	1	1	1
Losse grond, droog	0.35	0.7	0.75	0.8	0.85	0.75
Grind (0,64 cm, 15,2cm diep)	0,2	0,65	0,7	0,7	0,9	0,7
Kiezel (3.18cm, 15,2cm diep),	0,2	0,2	0,4	0,35	0,6	0,6
Grond, vochtig	0.1	0.2	0.25	0.35	0.5	0.55
Grond, verdicht	0.1	0.1	0.15	0.25	0.4	0.45
Multiplex op spouw met harde achterlaag	0,3	0,2	0,15	0,07	0,1	0,05
Multiplex op spouw met harde achterlaag en minerale wol in de spouw	0,4	0,3	0,15	0,07	0,1	0,05
Gipspleister op vaste ondergrond	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Glas	0,1	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Glad metselwerk, glad beton	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05

- Spectre typique du bruit émis par une PAC

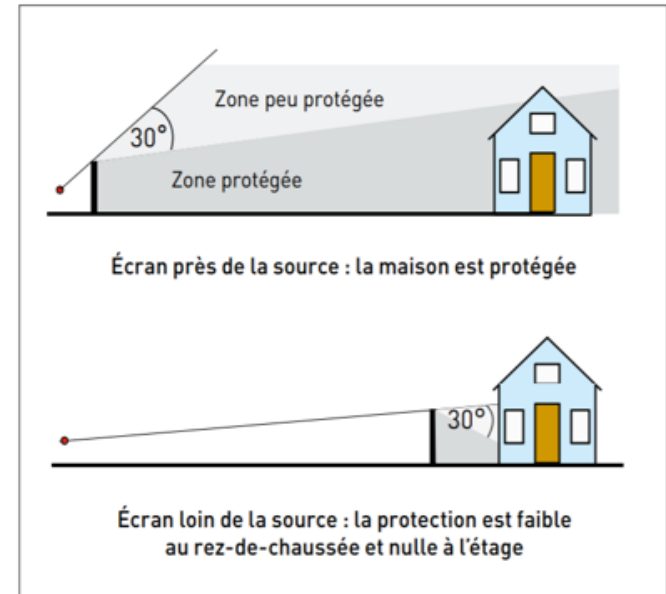


Source : Department Omgeving

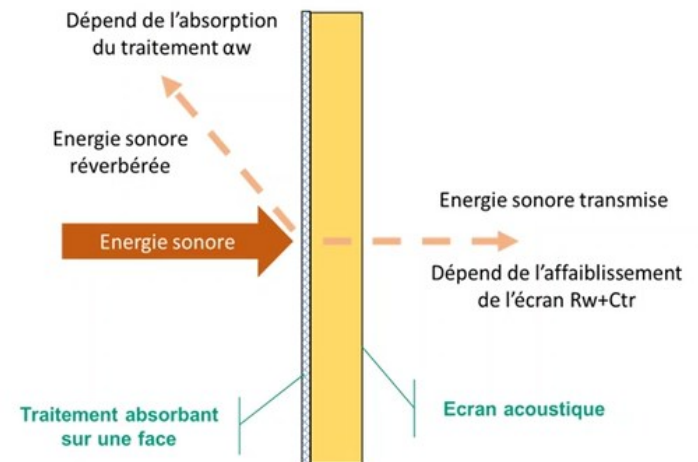


Ecran acoustique

- ▶ Pour être efficace, l'écran devra
 - Être le plus proche possible des installations
 - Être suffisamment élevé (minimum 1 m au-dessus de la face supérieure des installations)
 - Être étanche (y compris au niveau du sol)
 - Avoir une masse surfacique supérieure à 15 kg/m^2
 - Dans certaines situations, être recouvert de matériau absorbant
- ▶ L'air doit toujours circuler pour assurer le bon fonctionnement de la pompe à chaleur
- ▶ L'atténuation possible dépendra de la géométrie de la situation



Source image : Decoclim



Source image : Fermisol.com



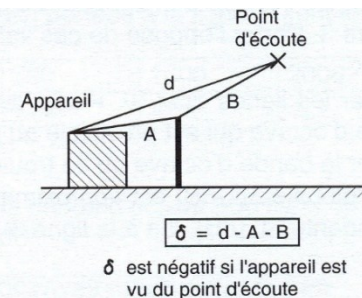
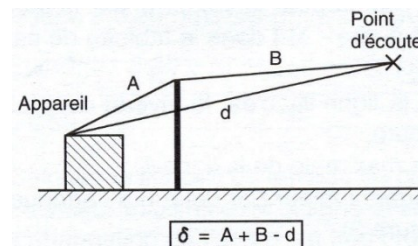
Ecran acoustique

- L'efficacité d'un écran (ΔL) est essentiellement liée à deux facteurs
 - la différence entre le chemin direct et la transmission entre la source et le récepteur et le chemin passant par dessus l'obstacle : $A + B - d$
 - le contenu fréquentiel du bruit (moins efficace aux basses fréquences)

⇒ **Atténuation possible $\approx$ entre 10 et 15 dB**

Efficacité ΔL d'un écran,
appliqué au spectre en dB(A)

δ [m]	BANDES D'OCTAVES – Fréquences en hertz						
	63	125	250	500	100	2000	4000
- 0,1	4	2	1	0	0	0	0
- 0,05	4	4	2	1	1	0	0
- 0	5	5	5	5	5	5	5
+ 0,05	6	6	7	8	10	11	13
+ 0,1	6	7	8	10	11	14	17
+ 0,2	7	8	10	11	14	17	19
+ 0,3	8	9	10	13	16	19	21
+ 0,4	8	10	11	14	17	20	22
+ 0,5	9	10	12	15	18	21	23
+ 0,8	10	11	13	17	19	23	26
+ 1,0	10	12	15	18	21	24	27



Ecran acoustique

► Exemples de produits



Source image : Fermisol.com



Source image : DOX-Merford

Produit



Clôture anti-bruit composée d'acier, de fibre laine de roche (matériau acoustique de base) et d'un filet de polythène vert

Propriétés de réduction du bruit

- Insonorisation: 24dB selon norme ISO 717-1:1996 / 21dB selon EN 1793-2:1997
- Absorption: 9dB selon EN 1793-1:1997

Source image : Clôture antibruit pour maison et jardin / Noistop Color



Source image : Energie et Environnement S.A.

= R_w
 $\neq \Delta L$



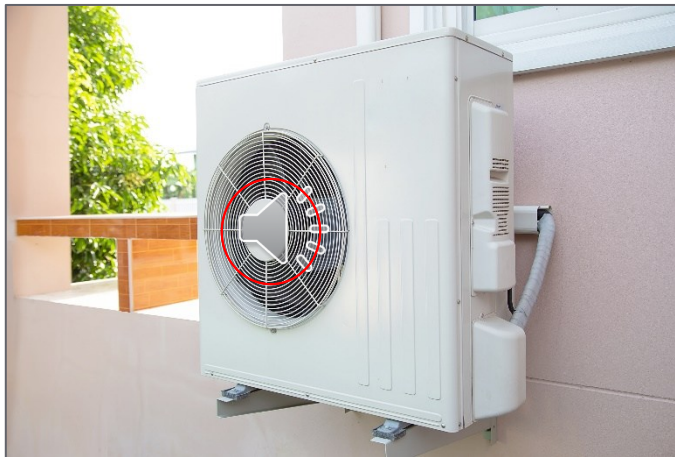
Dépend du
contexte



Capotage acoustique

- ▶ Installer un capotage acoustique pour limiter les bruits
- ▶ Coffre permettant de réduire la transmission de bruit et d'absorber le bruit autour de la PAC, dans toutes les directions
- ▶ L'air doit toujours circuler pour assurer le bon fonctionnement de la pompe à chaleur

⇒ **Atténuation possible : autour de 11 dB(A), maximum 25 dB(A)**



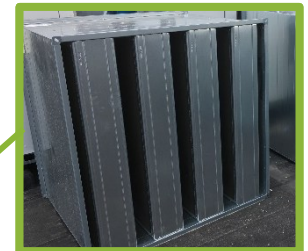
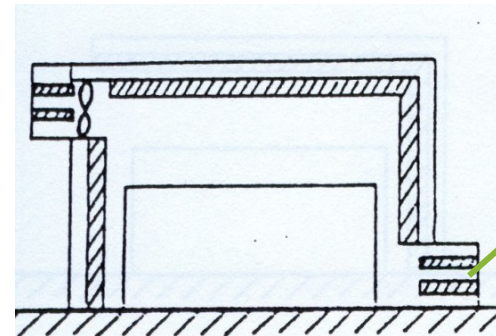
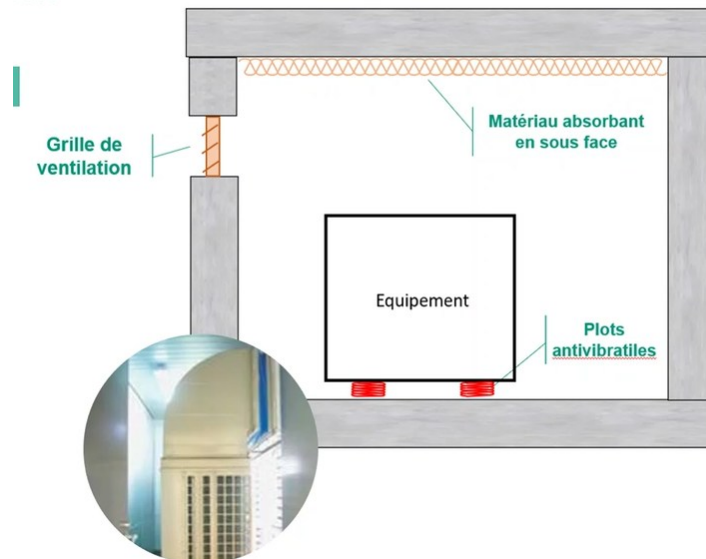
Source photo : Solflex.com



Local technique

- ▶ Réduire l'impact sonore à l'aide d'un local technique et gainage
- ▶ Mise de l'unité dans un local technique ventilé (sous-sol ou combles)
- ▶ Possibilité de gainage avec un silencieux acoustique jusqu'à une grille de ventilation
- ▶ Prévoir des matériaux absorbants dans le local
- ▶ Désolidarisation soignée des équipements

ent



PAC monobloc intérieure

- ▶ Ensemble des équipements à l'intérieur du bâtiment
- ▶ Gaine de prise et rejet d'air vers l'extérieur
 - Ajout de silencieux si nécessaire



Source image : Stiebel Eltron



CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE
NOTIONS ACOUSTIQUES DE BASE
RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES
DISPOSITIFS ACOUSTIQUES
ETUDES & OUTILS PRATIQUES DE CALCUL



Estimation du niveau de pression sonore

- Calcul simplifié
Propagation seule

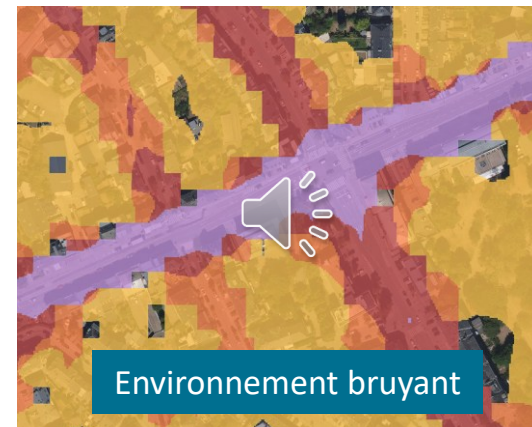
$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{Q}{4\pi r^2}$$

- Outil simplifié
Base de données techniques de fabricants de PAC
Prise en compte de l'effet d'équipement additionnel d'insonorisation et de protection contre le bruit:
 - <https://www.schallrechner.lu/fr/>
 - <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>



Rôle de l'acousticien

- ▶ Analyse de la situation sur base de plans et de fiches techniques
- ▶ Conseil pour le choix des équipements
- ▶ Conseil pour le dimensionnement des solutions correctives
- ▶ Conseil pour l'emplacement des unités
- ▶ Analyse de l'environnement sonore du projet

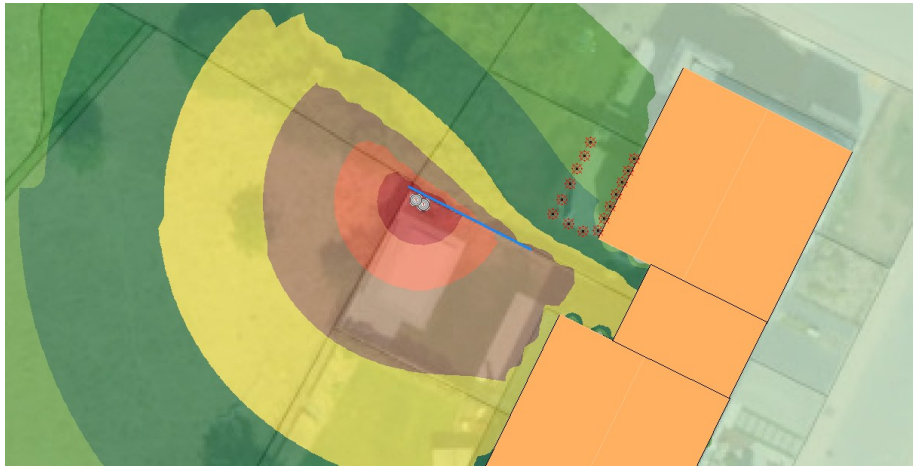


Source photo : geoportail.lu



Rôle de l'acousticien

- Modélisation des équipements
- Simulation informatique pour caractériser le bruit de la pompe à chaleur aux limites de la propriété



Source photo : Energie et Environnement S.A. / Logiciel IMMI

⇒ **Chaque situation est unique : faire appel à un bureau spécialisé en acoustique pour le choix des équipements, l'emplacement, le dimensionnement et le choix des solutions correctives.**





- ▶ Les niveaux de bruit maxima autorisés pour les équipements sont repris dans les Arrêtés de la RBC du 21/11/02. Les valeurs à atteindre visent un niveau de bruit relativement bas dans le voisinage.
- ▶ Puissance acoustique L_{WA} ≠ Pression acoustique L_{pA}
- ▶ Réduire l'impact sonore des PAC
 - Sélection attentive du modèle, via analyse des FT
Comparaison sur base de la puissance acoustique
 - Réflexion sur l'emplacement:
 - Distance par rapport aux voisins
 - Eloigner des surfaces réfléchissantes (éviter angles, coins, renforcements)
 - Eloigner des fenêtres
 - Supports antivibratoires
 - Mise en place de dispositifs acoustiques supplémentaire si nécessaire: Parois absorbantes, capotage, écran, local technique
- ▶ Chaque situation est unique : faire appel à un bureau spécialisé en acoustique pour le choix des équipements, l'emplacement, le dimensionnement et le choix des solutions correctives.





Guide bâtiment durable

- ▶ Dossier | [Assurer le confort acoustique](#)
- ▶ Solution | [Acoustique des techniques](#)



Sites internet

- ▶ [Info fiche Bâtiment – Installer une pompe à chaleur](#)
- ▶ [AFPAC – Fiches acoustiques 1 à 3](#)
- ▶ Outil Luxembourg - Estimation du niveau de bruit: <https://www.schallrechner.lu/fr/>
- ▶ [Les exigences de bruit de voisinage en Région-Bruxelloise](#)
- ▶ [Les installations classées : les obligations en matière de bruit](#)
- ▶ [Cartographie du bruit en Région Bruxelloise](#)
- ▶ [Code de bonnes pratiques flamand pour éviter les nuisances sonores des pompes à chaleur](#)



Formations et séminaires

- ▶ Séminaires et formations Bâtiment Durable:
17/11/2023 : Pompe à chaleur - Opportunités & contraintes en milieu urbain
Acoustique : conception et mise en œuvre
→ Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Julie RENAUX

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be

**Benoît FAUVILLE**

Bruxelles Environnement
Département Bruit

☎ + 32 2 563 44 20

✉ bfauville@environnement.brussels



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

