

# GUIDE D'UTILISATION DE L'OUTIL SCHALLRECHNER

*Avril 2024*

## Versions du guide

Version	Beschreibung	Organisme en charge	Publication
1.0	Guide du 29 avril 2024	Energie et Environnement ingénieurs-conseils S.A.	Publié le 30 avril 2024 sur <a href="http://www.emwelt.lu">www.emwelt.lu</a>

Accès Le présent guide sera actualisé en cas de besoin.  
Veuillez trouver la version la plus actuelle sur le site [www.emwelt.lu](http://www.emwelt.lu)

Contact Administration de l'environnement  
Unité Stratégie et Concepts  
Monsieur Luc BUTTEL ([luc.buttel@aev.etat.lu](mailto:luc.buttel@aev.etat.lu))  
Monsieur Olivier SCHWAB ([olivier.schwab@aev.etat.lu](mailto:olivier.schwab@aev.etat.lu))  
1, avenue du Rock'n'roll  
L - 4361 Esch-sur-Alzette

# TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction .....	6
1.1.	Contexte et but du guide .....	6
1.2.	Utilisation d'appareils fixes dans les zones résidentielles .....	6
1.3.	Cadre légal et réglementation .....	7
1.3.1.	Subventions de l'État .....	7
1.3.2.	Règlement des bâtisses .....	8
1.4.	Définition des notions et unités acoustiques .....	9
1.4.1.	Définitions.....	9
1.4.2.	Le bruit et la nuisance sonore.....	12
1.4.3.	Le dB(A).....	12
1.4.4.	La propagation du bruit .....	13
1.4.5.	Le bruit et la distance.....	16
1.4.6.	Le niveau de puissance acoustique.....	16
1.4.7.	La tonalité .....	17
1.4.8.	La réflexion et l'absorption acoustique.....	18
1.4.9.	Le niveau de puissance acoustique selon ErP .....	20
2.	Outil Schallrechner .....	22
2.1.	Présentation de l'outil.....	22
2.1.1.	Protection des données utilisateurs .....	22
2.1.2.	Notes aux producteurs .....	22
2.1.3.	Présentation des menus .....	23
2.1.4.	Calculs derrière l'outil.....	23
2.2.	Utilisation de l'outil.....	25
2.2.1.	Accès à l'outil .....	25
2.2.2.	Définir la langue de l'outil.....	25

2.2.3.	Définir un lieu d'installation.....	26
2.2.4.	Définir les informations sur la pompe à chaleur air-eau.....	27
2.2.5.	Définir la situation d'installation de la pompe à chaleur .....	28
2.2.6.	Définir la distance d'installation de la pompe à chaleur .....	32
2.2.7.	Définir la protection acoustique et visuelle de l'équipement .....	35
2.2.8.	Définir une solution d'atténuation acoustique .....	35
2.2.9.	Calculer le résultat .....	39
2.2.10.	Imprimer un rapport.....	42
3.	Logigramme de synthèse .....	43
4.	Exemples d'utilisation .....	44
4.1.	Exemple n°1 de calcul sur l'outil Schallrechner .....	44
4.1.1.	Situation existante .....	44
4.2.	Exemple n°2 de calcul sur l'outil Schallrechner .....	45
4.2.1.	Situation existante .....	45
4.2.2.	Position de l'équipement.....	45
4.2.3.	Utilisateur .....	46
4.2.4.	Équipement .....	47
4.2.5.	Installation .....	47
4.2.6.	1 <sup>er</sup> calcul.....	48
4.2.7.	Solution d'atténuation acoustique.....	49
4.3.	Exemple n°3 de calcul sur l'outil Schallrechner .....	51
4.3.1.	Situation existante .....	51
4.3.2.	Position de l'équipement.....	52
4.3.3.	Utilisateur .....	52
4.3.4.	Équipement .....	53
4.3.5.	Installation .....	54
4.3.6.	1 <sup>er</sup> calcul.....	54
4.3.7.	Solution d'atténuation acoustique.....	55
4.4.	Exemple n°4 de calcul sur l'outil Schallrechner .....	57
4.4.1.	Situation existante .....	57

4.4.2.	Position de l'équipement.....	58
4.4.3.	Utilisateur .....	59
4.4.4.	Équipement .....	59
4.4.5.	Installation .....	60
4.4.6.	1 <sup>er</sup> calcul.....	61
4.4.7.	Solution d'atténuation acoustique.....	61
5.	Exemples de saisie libre de solutions d'atténuation acoustique .....	63
5.1.	Cas d'un obstacle entre la limite de propriété voisine et l'équipement .....	63
6.	Situations particulières.....	67
6.1.	Plusieurs équipements de pompes à chaleur .....	67
6.2.	Équipement en niche isolée.....	67
7.	Conseils d'installation des équipements .....	68
7.1.	Situation à éviter.....	68
7.2.	Situation à privilégier .....	70
7.3.	Découplage / Stockage élastique .....	71
7.4.	Capotage.....	72
7.5.	Écrans absorbants.....	74
7.6.	Local technique intérieur.....	75
7.7.	Maintenance de l'équipement.....	76
8.	Annexes.....	77
8.1.	Tables des illustrations et tableaux.....	77

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. CONTEXTE ET BUT DU GUIDE

L'Administration de l'environnement a missionné Énergie & Environnement ingénieurs-conseils S.A. afin de rédiger une première version d'un « Guide d'utilisation pour l'outil Schallrechner » dans le cadre des demandes de subsides pour l'installation de pompes à chaleur.

Ce guide a pour but :

- De définir les règles d'utilisation de l'outil Schallrechner ;
- D'aider les utilisateurs à renseigner correctement l'outil ;
- De fournir un aperçu des situations courantes au Luxembourg
- De donner des solutions d'amélioration pour l'installation de pompes à chaleur.

## 1.2. UTILISATION D'APPAREILS FIXES DANS LES ZONES RESIDENTIELLES

Les pompes à chaleur de type air/eau peuvent générer du bruit lors de leur fonctionnement. Lorsqu'elles sont installées au sein de zones résidentielles, notamment dans les zones de construction caractérisées par des habitations mitoyennes ou en bande, la proximité géographique de ces dispositifs fixes peut entraîner une perturbation sonore problématique pour les résidents situés à proximité immédiate.

Les pompes à chaleur air/eau constituent des sources de bruit qui se distinguent des installations industrielles, étant souvent implantées au cœur de zones résidentielles, créant ainsi un environnement sonore se distinguant du bruit de fond habituel. Leur émission sonore diffère de celle du trafic aérien, routier ou ferroviaire, qui est caractérisée par des mouvements de véhicules ponctuels, entrecoupés de périodes de silence.

Les pompes à chaleur air/eau utilisées pour le chauffage et la production d'eau chaude sont conçues pour un fonctionnement continu, pouvant difficilement être interrompu. Les démarrages inopinés, notamment tôt le matin ou la nuit pour répondre à la demande de l'exploitant, renforcent le risque d'impact perturbateur.

Il est important de prendre le maximum de précautions afin de prévenir tout impact perturbateur lors de l'installation de ces équipements. Le choix de l'équipement, le choix du

lieu d'installation, le choix de solutions acoustiques peuvent notamment réduire le risque d'impact perturbateur.

### 1.3. CADRES LÉGAL ET RÉGLEMENTATION

#### 1.3.1. Subventions de l'État

Dans le cadre de la réalisation de projets d'investissements qui ont pour but l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des sources d'énergie renouvelable, l'État accorde des subventions. Il s'agit d'aides financières (subventions pour installations techniques), appelées "Klimabonus", pour les coûts d'investissement et de montage d'une pompe à chaleur, pompe à chaleur hybride ou installation hybride avec pompe à chaleur.

Les critères d'éligibilité, dont des critères acoustiques, pour un subside d'une pompe à chaleur sont indiqués par *le règlement grand-ducal modifié du 7 avril 2022 déterminant les mesures d'exécution de la loi modifiée du 23 décembre 2016 instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement et modifiant le règlement grand-ducal modifié du 23 décembre 2016 fixant les mesures d'exécution de la loi du 23 décembre 2016 instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement* :

« La pompe à chaleur concernée doit respecter les conditions suivantes : la puissance acoustique  $L_W$  ("Schalleistungspegel" ; suivant norme EN 12102) pour l'élément de la pompe à chaleur installé à l'extérieur du bâtiment doit respecter les exigences suivantes :

Puissance nominale de la pompe à chaleur suivant la norme EN 14511 à 100 % de puissance [kW]	Valeur maximale de la puissance acoustique $L_W$ suivant norme EN 12102 [dB(A)] *
≤ 5 kW	48 dB(A)
> 5 et ≤ 12 kW	51 dB(A)
> 12 kW	55 dB(A)

\*Pour une installation dont l'élément extérieur dépasse la valeur maximale reprise au tableau ci-dessus, la valeur à prendre en compte peut être réduite par un équipement additionnel d'insonorisation et de protection contre le bruit qui réduit le bruit émis par l'élément extérieur de la pompe à chaleur. La valeur de réduction de bruit en dB(A) doit être garantie et indiquée dans les données techniques de l'équipement d'insonorisation.

*Alternativement, si les exigences relatives à la puissance acoustique LW reprises dans le tableau précité ne sont pas respectées, le niveau de bruit, augmenté, le cas échéant, par des termes de correction, causé à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche des équipements techniques fixes de la pompe à chaleur installés à l'extérieur du bâtiment, ne doit pas dépasser 40 dB(A).*

*Aux fins de preuve du respect de cette exigence par l'installation, une évaluation acoustique moyennant un calcul des émissions sonores est établie pour les éléments techniques fixes de la pompe à chaleur installés à l'extérieur du bâtiment. Elle est établie préalablement à l'installation de la pompe à chaleur et exclusivement sur base d'un outil de calcul désigné « calculatrice des émissions sonores » mis à disposition par le ministre. »*

Pour les pompes à chaleur sans unité extérieure, installées entièrement à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment, le calcul acoustique est à faire exclusivement par l'outil de calcul mis à disposition par le ministère.

Ainsi, l'éligibilité d'une pompe à chaleur peut être prouvée par un outil de calcul des émissions sonores vérifiant qu'un niveau de bruit de 40 dB(A) soit respecté à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche. Cet outil de calcul est l'outil Schallrechner décrit dans ce guide.

### 1.3.2. Règlement des bâtisses

Le Règlement-type sur les bâtisses, les voies publiques et les sites publié par le Ministère des Affaires intérieures (version 2023) inclut un article visant à limiter le niveau de bruit des équipements fixes pour les logements et notamment les pompes à chaleur air/eau. Plusieurs communes ont déjà repris cet article dans leur règlement des bâtisses respectif : *« Les équipements techniques fixes se trouvant à l'extérieur des bâtiments, tels que les conditionnements d'air, les systèmes de ventilation et les pompes à chaleur, seront choisis et installés de façon à ce que le fonctionnement ne puisse générer des nuisances sonores ou des vibrations susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une gêne anormale pour sa tranquillité.*

*Le niveau de bruit causé au point d'incidence sur la propriété avoisinante par les équipements techniques fixes ne doit pas dépasser de façon permanente ou régulière le niveau de bruit LAeqm1h de 40 dB(A).*

*Dans le cas où le spectre de bruit est dominé par une tonalité précise perceptible au point d'incidence, le niveau de bruit déterminé au point d'incidence est à majorer de 5 dB(A). Il en est de même si des bruits impulsifs répétés se superposent au niveau sonore de base et dépassent ce niveau de 10 dB(A).*



*À titre d'attestation du respect des valeurs limites fixées au présent article pour les éléments techniques fixes d'une pompe à chaleur aérothermique installés à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment, une évaluation acoustique moyennant un calcul des émissions sonores peut être établie sur base d'un outil de calcul mis à disposition par le ministre ayant l'Environnement dans ses compétences pour les cas de figure qui sont couverts par cet outil de calcul (calculatrice des émissions sonores, [www.schallrechner.lu](http://www.schallrechner.lu)).»*

Il est donc important de vérifier le règlement des bâtisses de la commune dans laquelle on souhaite installer un équipement de pompe à chaleur air/eau.

## 1.4. DEFINITION DES NOTIONS ET UNITÉS ACOUSTIQUES

### 1.4.1. Définitions

Les définitions décrites ci-dessous sont expressément données dans le contexte de l'outil Schallrechner et peuvent être plus réductrices que la définition générale.

**Atténuation  $DL_R$**  : Le rôle premier d'un écran antibruit est de bloquer la propagation des ondes sonores entre la source et le récepteur. La principale propriété acoustique d'un mur devrait donc être sa perte par transmission, c'est-à-dire, sa capacité à bloquer le son. Cela est caractérisé par l'atténuation  $DL_R$ .

**Bâtiment** : désigne une structure construite conçue pour abriter des personnes, des biens ou des activités. Il s'agit d'une construction conçue de manière permanente, souvent avec des fondations solides, des murs, un toit et des ouvertures (fenêtres, portes) qui permettent d'entrer, de sortir et de faire entrer la lumière naturelle. Les cabanons de jardin ou toutes constructions démontables ne sont pas considérés comme des bâtiments.

**Distance  $D$**  : désigne la distance entre le centre de l'équipement et la limite du terrain constructible le plus proche.

**Écran acoustique** : désigne un obstacle que l'on intercale entre la source du bruit, les bâtiments et les riverains à protéger et qui atténue, par absorption et réflexion, la transmission et la propagation directe des bruits aériens incidents générés par des sources sonores. Un écran acoustique doit posséder une performance acoustique d'absorption

décrite sur fiche technique. Un élément végétal (une haie par exemple) ne sera pas considéré comme étant un obstacle permettant d'atténuer le bruit.

**Équipement d'insonorisation** : désigne tout équipement directement conçu pour réduire le bruit des unités extérieures ou des entrées d'air nécessaire au fonctionnement des pompes à chaleur. La valeur de réduction de bruit en dB(A) doit être garantie et indiquée dans les données techniques de l'équipement d'insonorisation. Pour caractériser la qualité acoustique de l'équipement d'insonorisation, il faut utiliser un coefficient unique à savoir l'indice d'affaiblissement pondéré  $R_w$  (définis par la norme EN-ISO 717) normalement fourni dans les fiches techniques d'équipement.

**Façade** : désigne la partie extérieure visible d'un bâtiment ou d'une structure. Elle représente la surface frontale ou principale du bâtiment qui est exposée à l'extérieur et qui est généralement visible depuis la rue, les terrains voisins ou d'autres espaces publics. Les façades peuvent être construites à partir de divers matériaux, tels que la brique, le béton, le bois, le verre, le métal ou d'autres matériaux de construction, et elles peuvent comporter des éléments architecturaux tels que des fenêtres, des portes, des ornements, des revêtements, des motifs décoratifs, et plus encore.

**Lieu d'immission déterminant** : désigne le point le plus proche situé à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche des équipements techniques fixes de la pompe à chaleur installés à l'extérieur du bâtiment.

**Palissade** : désigne une barrière ou une clôture constituée d'une série de panneaux ou de lattes verticales qui sont généralement espacés et reliés entre eux pour délimiter un espace ou fournir une protection. Les palissades sont couramment utilisées pour des raisons de sécurité, d'intimité, de décoration ou pour délimiter une propriété. Elles peuvent être fabriquées à partir de divers matériaux tels que le bois, le métal, le plastique ou le béton, en fonction de l'esthétique souhaitée et de l'utilisation prévue. Elles sont généralement de faible épaisseur.

**Pompe à chaleur air-eau** : désigne un système de chauffage et de refroidissement qui utilise l'air extérieur comme source de chaleur ou de refroidissement pour chauffer ou refroidir un bâtiment. Ces équipements sont munis d'une unité extérieure ou d'une entrée d'air.

**Puissance acoustique  $L_w$  selon ErP** : désigne la puissance acoustique  $L_w$  (selon la norme EN 12102) qui est une mesure normalisée de la puissance acoustique totale émise par un équipement ou une machine pour un régime A2/W35. Elle est exprimée en décibels (dB)

et représente la quantité d'énergie sonore produite par l'équipement pendant son fonctionnement. Cette valeur est indiquée sur le label énergétique et sur la fiche technique.

**Puissance nominale selon EN 14511** : désigne la puissance calorifique nominale, qui selon la norme européenne EN 14511, est une mesure de la capacité d'une pompe à chaleur (PAC) à produire de la chaleur dans des conditions de fonctionnement spécifiques. Les conditions de fonctionnement sont ici considérées pour un régime A2/W35. Cette mesure est généralement exprimée en kilowatts (kW) et elle représente la capacité de chauffage d'une pompe à chaleur sous des conditions de test normalisées. Elle ne doit pas être confondue avec la puissance électrique de la pompe à chaleur.

**Mur** : désigne une structure verticale généralement construite pour diviser des espaces, soutenir des charges, délimiter des propriétés ou offrir une protection contre les intempéries. Les murs peuvent être fabriqués à partir de divers matériaux tels que la brique, le béton, le bois, le plâtre, ou d'autres matériaux de construction, en fonction de leur usage prévu et de leur emplacement.

**Niveau de puissance acoustique maximal** : désigne la puissance acoustique maximale  $L_w$  (selon la norme EN 12102) qui est une mesure normalisée de la puissance acoustique maximale que peut émettre un équipement ou une machine peu importe le régime de fonctionnement. Elle est exprimée en décibels (dB) et représente la quantité d'énergie sonore maximale produite par l'équipement pendant son fonctionnement. Cette valeur est indiquée sur la fiche technique.

**Taux de filtrage des vibrations** : Pour réduire la propagation des vibrations de certains appareils à la structure d'un support ou d'un bâtiment, on insère des supports élastiques entre l'équipement et l'élément qui le supporte. On parle de "supports antivibratiles". Ces supports sont caractérisés par un taux de filtrage des vibrations, c'est-à-dire leur capacité à atténuer les vibrations liées aux fonctionnements de l'équipement. On considère généralement que pour permettre une bonne atténuation des vibrations, la fréquence propre du système antivibratile doit être 3 à 4 fois inférieure à la fréquence excitatrice de l'équipement.

Exemple : Une pompe à chaleur tournant à une vitesse de rotation de 1 500 tours/minute provoque des vibrations de 25 Hz (25 tours/seconde). Les plots devront être dimensionnés sur une fréquence propre de 6 à 8 Hz.

### 1.4.2. Le bruit et la nuisance sonore

Le bruit est généralement défini comme un ensemble de sons indésirables ou gênants qui sont perçus par l'oreille. Il s'agit de vibrations de l'air qui sont converties en impulsions électriques dans l'oreille et interprétées par le cerveau comme des sons. Le bruit peut provenir de diverses sources, telles que le trafic routier, les appareils ménagers, les machines industrielles, la musique forte, les conversations, et bien d'autres.

La nuisance sonore, en revanche, se réfère à la perception subjective de gêne, de désagrément ou de perturbation causée par le bruit. C'est la manière dont le bruit affecte le bien-être, le confort, la santé ou la qualité de vie des individus. Ce qui est perçue comme une nuisance sonore peut varier d'une personne à l'autre en fonction de ses préférences, de sa tolérance au bruit, et du contexte. Cependant, la nuisance sonore est souvent associée à des niveaux de bruit élevés, fréquents, ou à des sons perturbateurs, et elle peut entraîner des conséquences négatives sur la santé mentale et physique, le sommeil, la concentration, la communication, et la qualité de vie en général. Pour cette raison, il existe des réglementations et des normes visant à limiter et à contrôler les nuisances sonores, en particulier dans les environnements urbains et les zones résidentielles.

Une pompe à chaleur installée dans un environnement donné sera éventuellement perçue comme dérangeante et source de nuisances sonores. Il est ici nécessaire dans le cadre de l'utilisation de l'outil Schallrechner de fixer des limites de niveau acoustique permettant de satisfaire toutes les situations d'implantation. L'outil Schallrechner ne tient donc pas compte du type de la zone d'installation (agglomération, milieu rural, différents niveaux de circulation) ainsi que du niveau sonore ambiant.

### 1.4.3. Le dB(A)

Le niveau sonore des équipements est exprimé en décibel pondéré A (dB(A)). Une valeur exprimée en dB(A) est l'évaluation en décibels d'un niveau sonore avec la pondération A (norme CEI 61672-1 « Electroacoustique – Sonomètres »), établie pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine différente pour chaque bande de fréquences.

La pondération A sert fréquemment pour l'évaluation de la sonie des bruits environnementaux. La pondération A donne peu d'importance aux basses, ce qui correspond à la sensibilité de l'oreille pour les sons purs à faible volume sonore.

On peut établir deux règles simples :

- L'oreille humaine fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dB(A);

- Une augmentation du niveau sonore de 10 dB(A) est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

#### 1.4.4. La propagation du bruit

Pour une source omnidirectionnelle, le son se propage de façon uniforme autour d'une source sonore en champ libre et le rayonnement pourrait être illustré par une sphère virtuelle.

En champ libre, le niveau de pression sonore se calcule :

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{1}{4\pi r^2} \right)$$

Avec

- $L_p$  : le niveau de pression sonore en décibels à une distance « r » de la source
- $L_w$  : la puissance acoustique de la source en décibels
- r : la distance entre la source et le point de calcul de la pression sonore en mètres

Le niveau de pression acoustique est lié à l'inverse du carré de la distance : plus la source sonore est éloignée et plus la pression acoustique est faible. En génie climatique, les équipements peuvent être installés sur le sol, en toiture ou dans un local technique. La source sonore n'est donc plus en champ libre, le rayonnement du son est différent et pourrait être illustré par une ½ sphère, un ¼ sphère, etc.

C'est la raison pour laquelle un paramètre Q appelé facteur de directivité de la source a été introduit afin de corriger la surface sur laquelle s'applique la puissance acoustique.

La formule de calcul du niveau de pression acoustique en incluant le facteur de directivité :

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{Q}{4\pi r^2} \right)$$

Avec

- $L_p$  : le niveau de pression sonore en décibels à une distance « r » de la source
- $L_w$  : la puissance acoustique de la source en décibels
- Q : le facteur de directivité
- r : la distance entre la source et le point de calcul de la pression sonore en mètres

Pour une même puissance acoustique, plus le facteur de directivité augmente, plus la pression acoustique est élevée.

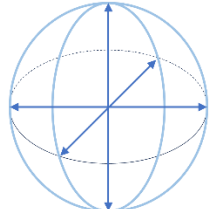
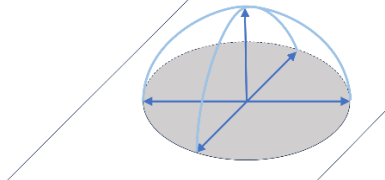
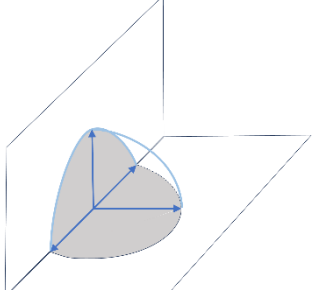
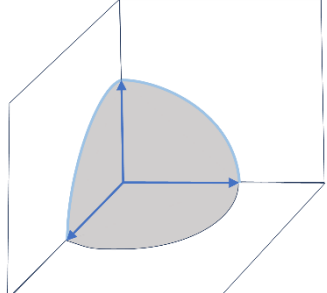
Illustration du rayonnement sonore	Forme de rayonnement	Facteur de directivité Q	Effet physique des réflexions
	Sphère Source sonore en champ libre	1	0 dB
	½ Sphère Source sonore sur une paroi	2	+ 3 dB
	¼ Sphère Source sonore contre deux parois	4	+ 6 dB
	1/8 Sphère Source sonore dans un angle (3 parois)	8	+ 9 dB

TABLEAU 1 : INFLUENCE DU FACTEUR DE DIRECTIVITÉ

Dans le cadre de l'outil Schallrechner, les sources sonores sont toutes considérées comme des sources omnidirectionnelles. L'influence de l'environnement est calculée selon la situation d'installation avec les pénalités suivantes :

***Installation extérieure***

- +3 dB(A) Pompe à chaleur installée librement, aucun mur à moins de 3 m
- +6 dB(A) Pompe à chaleur près d'un mur, distance jusqu'à 3 m
- +9 dB(A) Pompe à chaleur dans un coin, distance jusqu'à 3 m respectivement
- +9 dB(A) Pompe à chaleur entre deux murs, distance entre les murs jusqu'à 5 m
- +9 dB(A) Pompe à chaleur sous un auvent, hauteur de l'auvent jusqu'à 5m

***Installation intérieure***

- +3 dB(A) Sortie d'air par le toit, pas de mur plus proche que 3 m
- +6 dB(A) Sortie d'air par un mur, distance jusqu'à 3 m
- +9 dB(A) Sortie d'air dans un coin, distance jusqu'à 3 m respectivement
- +9 dB(A) Sortie d'air entre deux murs, distance entre les murs jusqu'à 5 m
- +9 dB(A) Sortie d'air sous un auvent, hauteur de l'auvent jusqu'à 5m

FIGURE 1: ILLUSTRATION DES SITUATIONS POSSIBLES D'INSTALLATION DANS L'OUTIL SCHALLRECHNER

### 1.4.5. Le bruit et la distance

La divergence géométrique pour une source ponctuelle provoque une atténuation de 6 décibels (dB) par doublement de distance.

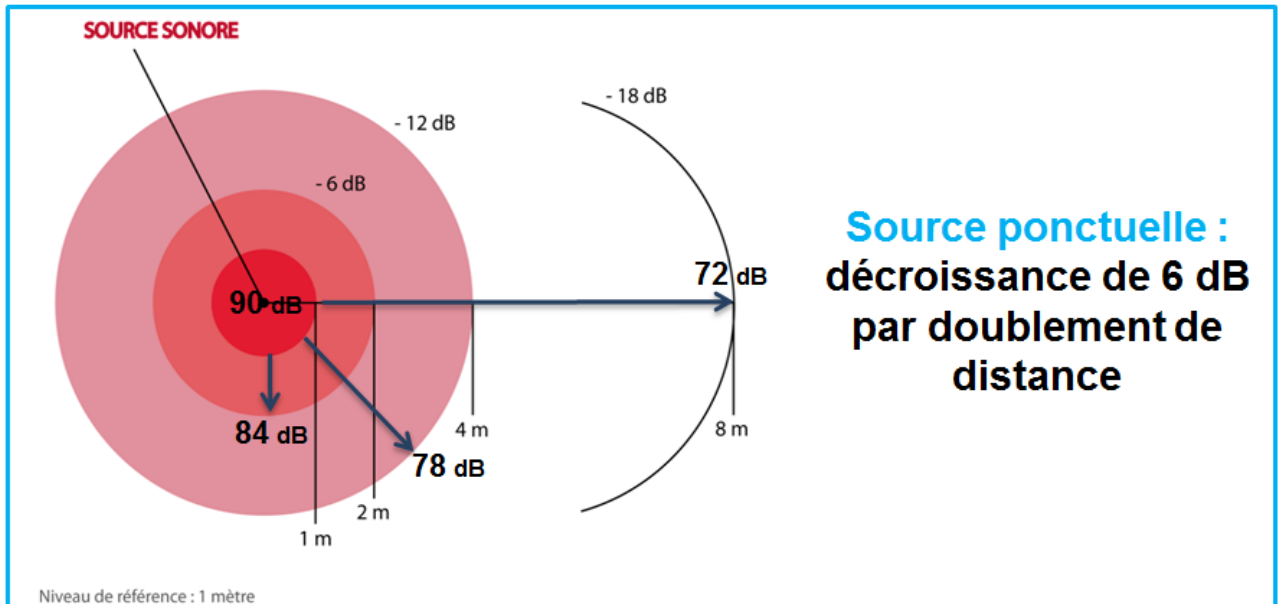


FIGURE 2: ILLUSTRATION DE LA DIVERGENCE GÉOMÉTRIQUE

Les unités extérieures ou les entrées d'air des pompes à chaleur sont considérées comme des sources sonores ponctuelles. Plus on éloigne l'équipement des limites du terrain, plus il sera possible de respecter les exigences acoustiques requises.

### 1.4.6. Le niveau de puissance acoustique

La puissance acoustique est la signature acoustique de l'équipement et une caractéristique intrinsèque au produit exprimée en watts (W).

Le niveau de puissance acoustique  $L_w$  d'une source sonore s'exprime en dB(A). Le niveau de puissance acoustique maximale est le niveau de bruit que peut générer l'équipement au maximum lors de son fonctionnement. Le niveau de puissance acoustique selon ErP est le niveau de bruit que peut générer l'équipement pour un fonctionnement normal.

Ce niveau est indiqué sur les fiches techniques des équipements.



### 1.4.7. La tonalité

Une source tonale est une entité qui émet un son caractérisé par une fréquence spécifique et une qualité sonore particulière. En acoustique, une source tonale produit un son qui peut être décrit par une fréquence fondamentale, des harmoniques et une enveloppe sonore distincte.

Une tonalité marquée peut résulter de la manière dont l'équipement est conçu, de ses composants mécaniques ou électriques, ou des vibrations générées lors de son fonctionnement. Cette tonalité peut être indésirable, car elle peut être plus gênante pour les personnes exposées au bruit, en particulier si elle est perçue comme stridente ou perturbatrice. La recherche d'une tonalité marquée consiste à repérer l'émergence d'une bande de fréquence par rapport à ses bandes adjacentes dans un spectre non pondéré du niveau sonore ambiant par bande de tiers d'octave entre 50 Hz et 8000 Hz.

Selon la norme AFNOR NF S 31-010 "Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement. - Méthodes particulières de mesurage", on considère qu'il y a une tonalité marquée si la valeur de la différence de niveau entre la bande étudiée et les quatre bandes les plus proches (les deux immédiatement à droite et les deux immédiatement à gauche) atteint ou dépasse les valeurs suivantes en fonction des fréquences pour une acquisition minimale de mesure de 10 secondes :

- 10 dB entre 50 Hz et 315 Hz
- 5 dB entre 400 Hz et 8 kHz

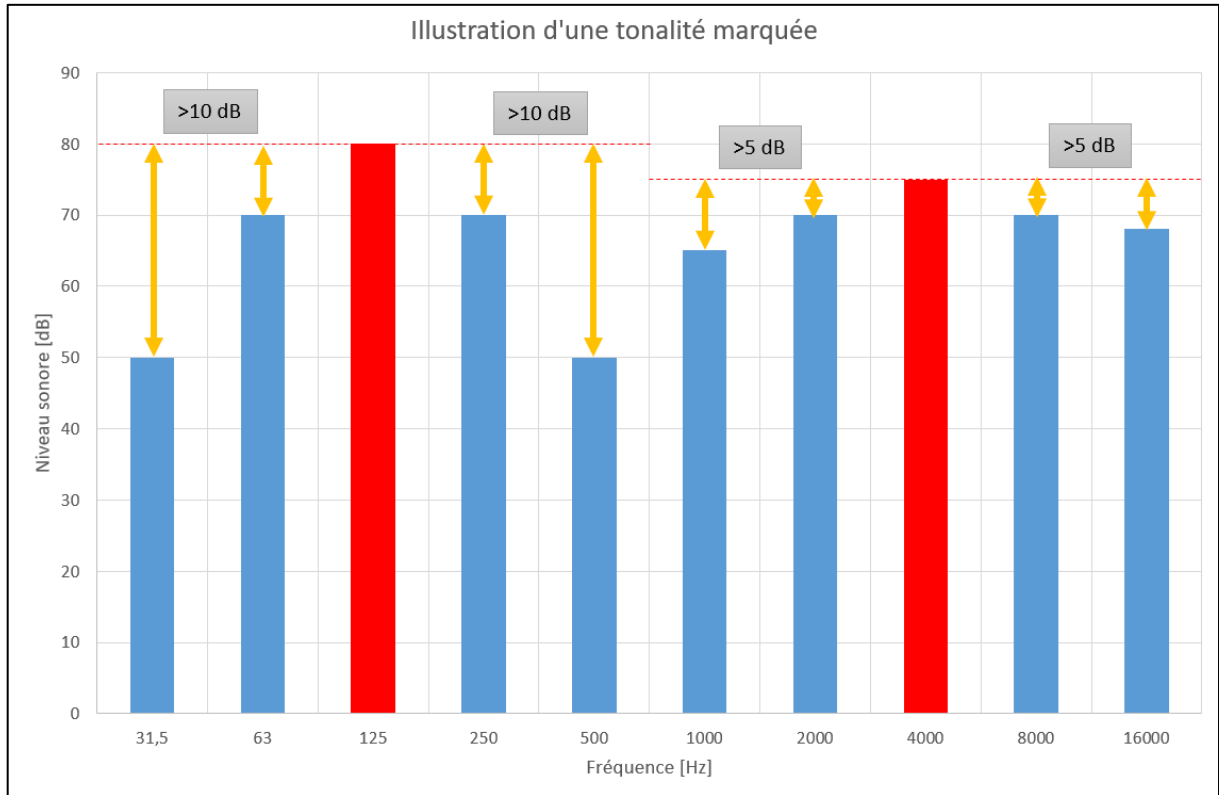


FIGURE 3: ILLUSTRATION DE LA TONALITÉ

Dans le cadre de l'outil Schallrechner, ce détail est donné par le fabricant sur la fiche technique. Il ne sera pris en compte que deux choix possibles : **présence ou non d'une tonalité marquée**.

#### 1.4.8. La réflexion et l'absorption acoustique

Le bruit provenant d'un équipement est fortement dépendant de la situation d'installation. En effet, par exemple, le bruit peut se réfléchir sur les parois proches et venir augmenter la nuisance sonore perçue par l'oreille.

Lorsqu'une onde acoustique rencontre une paroi, l'énergie acoustique se décompose en trois éléments :

- l'énergie transmise définie par un coefficient de transmission  $\tau$
- l'énergie absorbée définie par un coefficient d'absorption  $\alpha$
- l'énergie réfléchie définie par un coefficient de réflexion  $r$

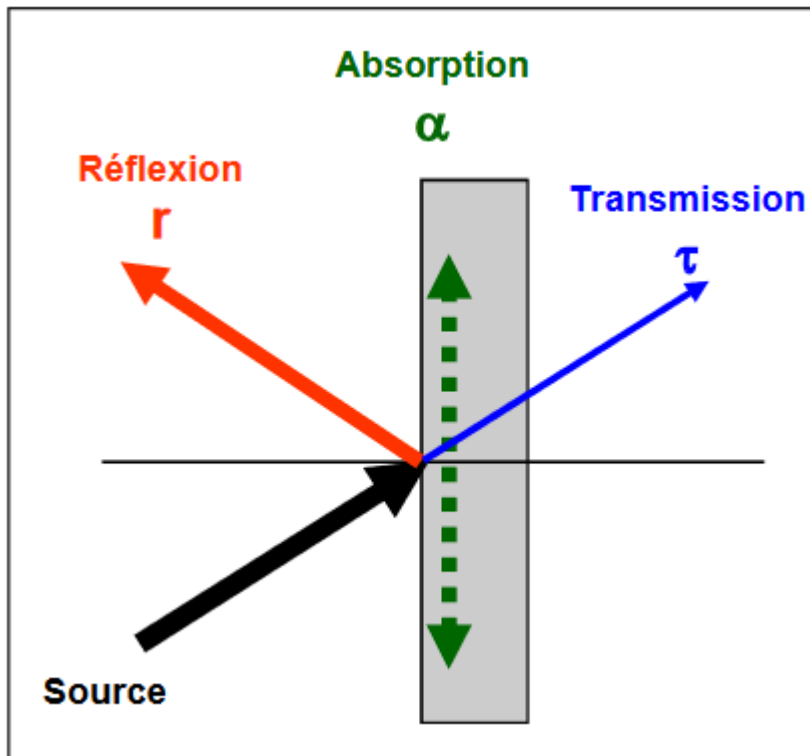


FIGURE 4: ILLUSTRATION DE L'ÉNERGIE ACOUSTIQUE SUR UNE PAROI

Si l'obstacle est lourd et peu absorbant alors une grande quantité d'énergie sera réfléchi. C'est pourquoi l'outil Schallrechner prend en compte la situation d'installation des équipements afin de prévoir les réflexions acoustiques pouvant augmenter la sensation de bruit perçue.

Si l'obstacle est absorbant, alors une grande quantité d'énergie est absorbée et non réfléchi. C'est pourquoi les écrans acoustiques peuvent être des équipements d'insonorisation efficaces dans certains cas. Plus leur coefficient d'absorption est élevé (proche de 1), plus ils sont absorbants.

### 1.4.9. Le niveau de puissance acoustique selon ErP

Depuis le 26 septembre 2015, les exigences issues de la directive européenne sur l'écoconception 2009/125/CE des produits (connue aussi sous le nom « ErP » pour « Energy related products ») en relation avec la consommation d'énergie (directive Étiquetage énergétique 2010/30/CE) doivent s'appliquer sur les équipements de chauffage (chaudière à condensation, pompe à chaleur ...) et de production d'eau chaude sanitaire (chauffe-eau électrique, thermodynamique ...) impactant fortement le marché de la rénovation énergétique.

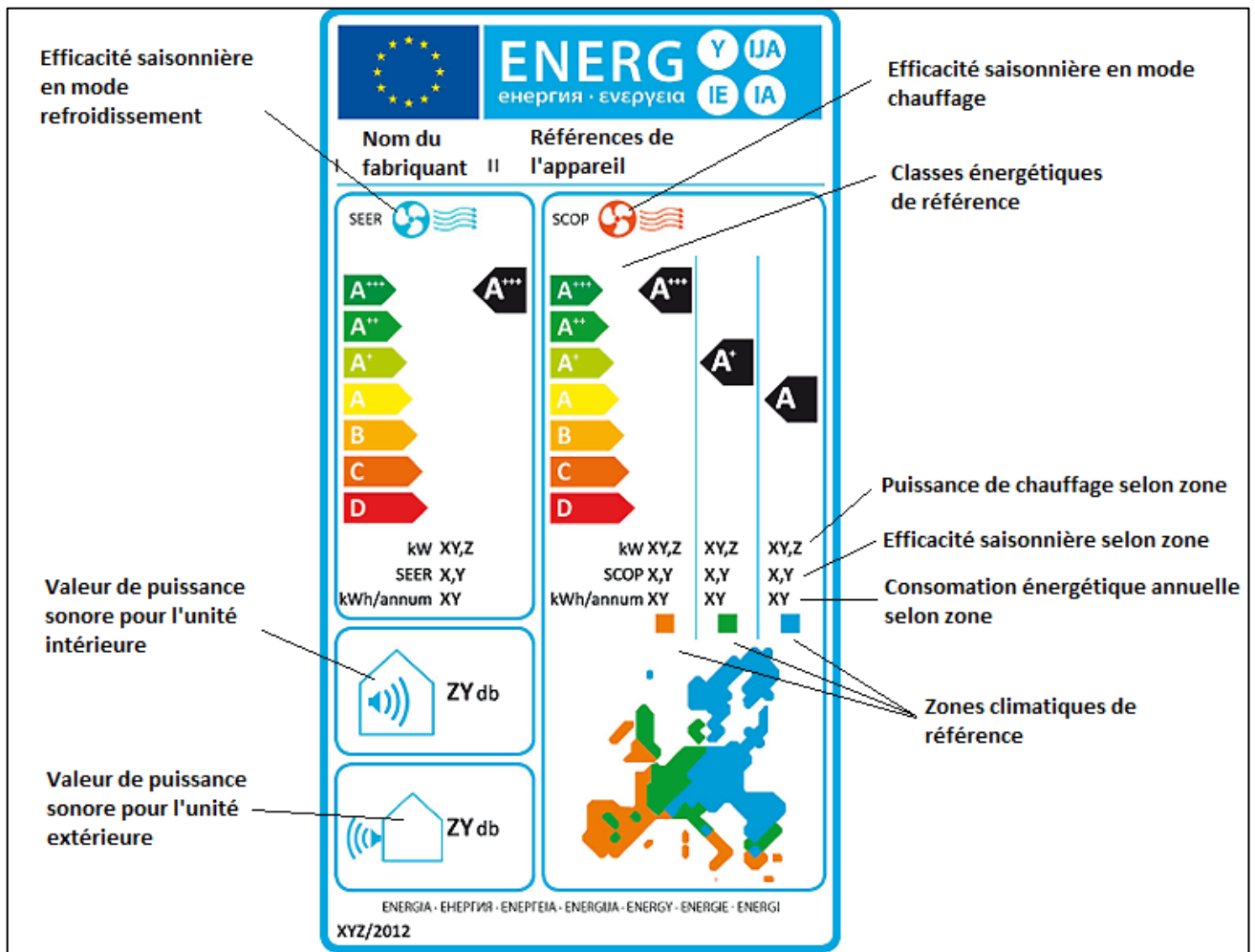


FIGURE 5: EXPLICATION D'UNE ÉTIQUETTE ÉNERGIE

La zone climatique de référence pour le Luxembourg est la zone tempérée (en vert sur l'étiquette).

La valeur de puissance acoustique intéressante pour déterminer la « Valeur maximale de la puissance acoustique LW suivant norme EN 12102 [dB(A)] » selon Règlement Grand-Ducal est la valeur de puissance sonore pour l'unité extérieure indiquée en bas à gauche de l'étiquette. Si cette valeur est inférieure ou égal à la valeur du tableau (concernant l'art.4) du règlement grand-ducal modifié du 7 avril 2022 (voir chapitre 1.3.1), le Schallrechner n'a pas besoin d'être utilisé pour que la pompe à chaleur sera éligible à l'aide financière.

En cas de dépassement des limites acoustiques selon le tableau le Schallrechner est à utiliser. Dans ce cas le Schallrechner utilise le niveau de puissance acoustique maximal indiqué par le fabricant comme puissance acoustique dans le modèle de calcul.

Pour les unités intérieures avec un gainage vers l'extérieur, l'étiquette ErP présente deux valeurs :

- Une puissance acoustique rayonnée intérieure
- Une puissance acoustique rayonnée en sortie de gaine

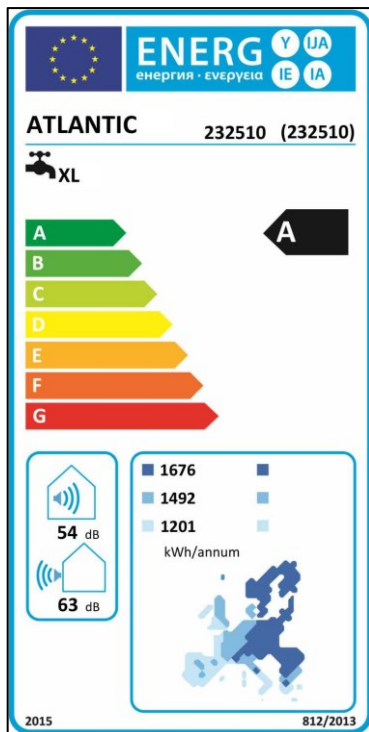


FIGURE 6: EXEMPLE D'UNE ÉTIQUETTE ÉNERGIE

En cas d'une installation intérieure de tous les éléments de la pompe à chaleur le Schallrechner doit toujours être utilisé.

## 2. OUTIL SCHALLRECHNER

### 2.1. PRESENTATION DE L'OUTIL

#### 2.1.1. Protection des données utilisateurs

Un onglet permet de consulter les règles de l'outil en matière de protection des données utilisateurs.



FIGURE 7: BOUTON PROTECTION DES DONNÉES

Voici un extrait :

« Règle de protection des données :

Données utilisées pour la création du certificat

*Les données saisies pour la création des certificats ne seront pas conservées. L'accès au site s'effectue via une connexion sécurisée, afin que personne ne puisse le lire de l'extérieur.*

Stockage des adresses IP

*Pour des raisons de sécurité, les adresses IP de tous les visiteurs sont stockées, de sorte qu'en cas d'intrusion, il soit possible de déterminer quelle adresse a accédé à quels endroits et de quelle manière. Seules les pages/fichiers appelées sont enregistrées, mais pas le type de contenu envoyé (par exemple, l'adresse n'est pas enregistrée). »*

#### 2.1.2. Notes aux producteurs

L'outil est prérempli avec une liste de pompes à chaleur de marque et de modèle variées. Il est toutefois possible que la pompe à chaleur ne soit pas répertoriée. Dans ce cas, il est conseillé aux producteurs désirant un ajout de leurs équipements dans la liste de le préciser par mail à l'adresse suivante : [technik@waermepumpe.de](mailto:technik@waermepumpe.de)

Ce conseil est également énoncé en cliquant sur le bouton « Note aux producteurs ».



FIGURE 8: BOUTON NOTE AUX PRODUCTEURS

### 2.1.3. Présentation des menus

L'outil dispose de plusieurs grandes catégories de menus :

- **Adresse du lieu d'installation** : présentation du propriétaire de l'équipement et du lieu où l'équipement est implanté ;
- **Informations sur la pompe à chaleur air-eau** : présentation de l'équipement et de ses caractéristiques ;
- **Installation** : présentation de la situation d'installation ;
- **Équipement additionnel d'insonorisation et de protection contre le bruit, avec preuve** : présentation des équipements pour diminuer l'impact acoustique de l'équipement ;
- **Résultat** : présentation des résultats de l'outil de calcul.

### 2.1.4. Calculs derrière l'outil

L'outil de calcul utilise la méthode « Überschlägige Prognose » indiquée par la directive technique TA Lärm dans son annexe 1. Le niveau de pression acoustique est calculé selon la TA Lärm, annexe 1, en utilisant des valeurs différentes pour la tonalité.

Le calcul peut être utilisé aussi bien pour les appareils installés à l'extérieur que pour ceux installés à l'intérieur, avec des entrées et des sorties d'air. Pour les appareils installés à l'intérieur, c'est la puissance acoustique des ouvertures d'aération qui est déterminante, et non le niveau de puissance acoustique du groupe situé à l'intérieur. Cette puissance acoustique doit être renseignée par le fabricant et/ou l'installateur.

L'outil permet de déterminer le niveau de bruit attendu de l'appareil. La règle de calcul suivante s'applique :

$$\begin{aligned} & \text{Niveau de puissance acoustique à la source} \\ & \quad + \\ & \text{Terme de réflexion suite au positionnement de la source} \\ & \quad + \\ & \text{Tonalité éventuelle de la source} \\ & \quad = \\ & \text{Niveau puissance acoustique à l'émission} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & \text{Niveau puissance acoustique à l'émission} \\ & \quad + \\ & \text{Valeur de transmission par rapport à la distance} \\ & \quad - \\ & \text{Valeur d'atténuation liée à la protection acoustique et visuelle} \\ & \quad - \\ & \text{Valeur d'atténuation acoustique des mesures de réduction} \\ & \quad = \\ & \text{Niveau de pression acoustique au lieu d'immission déterminant} \end{aligned}$$



## 2.2. UTILISATION DE L'OUTIL

### 2.2.1. Accès à l'outil

L'outil est disponible à l'URL suivante :

<https://www.schallrechner.lu>

### 2.2.2. Définir la langue de l'outil

L'outil est disponible en langues allemande et française. Il est possible de choisir la langue désirée en haut de la page.

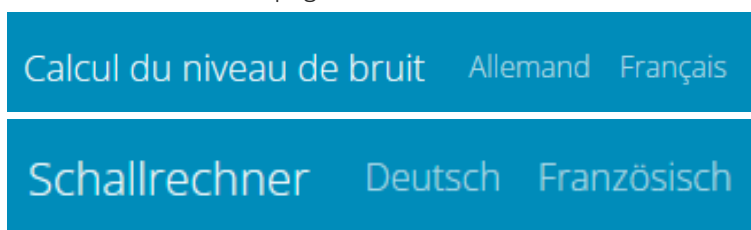


FIGURE 9: BOUTON CHOIX DE LA LANGUE

### 2.2.3. Définir un lieu d'installation

Adresse du lieu d'installation	
Société	<input type="text"/>
Prénom	<input type="text"/>
Nom	<input type="text"/>
Adresse	<input type="text"/>
Code postal	<input type="text"/>
Localité	<input type="text"/>
Numéro de parcelle	<input type="text"/>
Téléphone	<input type="text"/>
Email	<input type="text"/>

FIGURE 10: ADRESSE DU LIEU D'INSTALLATION DANS L'OUTIL SCHALLRECHNER

Les éléments suivants sont à renseigner :

- Société : Nom de la société éventuelle sur le lieu d'implantation de l'équipement
- Prénom : Prénom du demandeur de subside
- Nom : Nom du demandeur de subside
- Adresse : Adresse du lieu d'installation de l'équipement
- Code postal : Code postal du demandeur de subside
- Localité : Commune ou ville du demandeur de subside
- Numéro de parcelle : Numéro de parcelle de la zone d'installation de l'équipement. Ce numéro de parcelle est disponible sur le site [www.geoportail.lu](http://www.geoportail.lu).
- Téléphone : Numéro de téléphone du demandeur de subside.
- Email : Adresse mail du demandeur du subside

Point particulier : L'adresse du demandeur peut être différente de l'adresse du lieu d'installation.

## 2.2.4. Définir les informations sur la pompe à chaleur air-eau

Informations sur la pompe à chaleur air-eau	
Fabricant	<input type="text" value="Veillez choisir"/>
Modèle	<input type="text" value="Veillez choisir"/>
Niveau de puissance acoustique selon ErP	<input type="text"/> dB(A) ?
Niveau de puissance acoustique maximal	<input type="text"/> dB(A) ?
Tonalité	<input checked="" type="radio"/> inaudible <input type="radio"/> audible (+5 dB(A)) ?

FIGURE 11: INFORMATIONS SUR L'ÉQUIPEMENT DANS L'OUTIL SCHALLRECHNER

Les éléments suivants sont à renseigner :

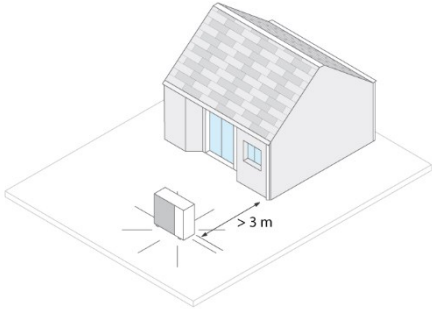
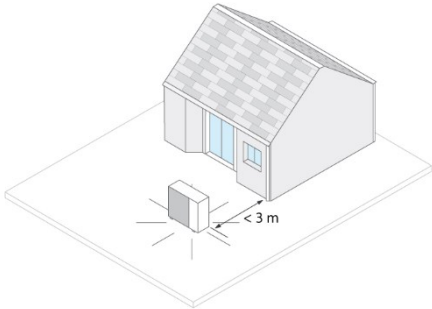
- **Fabricant** : choisir dans la liste prédéfinie.
- **Particularité** : Si le fabricant n'est pas présent dans la liste prédéfinie, il est possible de choisir en début de liste : « Saisie par l'utilisateur ». Il est alors possible de renseigner une référence de modèle dans la case « Modèle ».
- **Modèle** : choisir dans la liste prédéfinie.
- **Niveau de puissance acoustique selon ErP** : ce niveau de puissance acoustique selon ErP est automatiquement renseigné si le fabricant et le modèle de pompe à chaleur sont choisis dans la liste prédéfinie. Si la saisie libre est choisie alors le niveau de puissance acoustique selon ErP à renseigner est indiqué par le fabricant sur l'étiquette énergie et sert de critère d'information. Des exemples d'étiquettes sont donnés dans le chapitre 5.
- **Niveau de puissance acoustique maximal** : ce niveau de puissance acoustique maximal est automatiquement renseigné si le fabricant et le modèle de pompe à chaleur sont choisis dans la liste prédéfinie. Le niveau de puissance acoustique maximal est le niveau de puissance acoustique qui peut être atteint au maximum en fonctionnement normal. Si la saisie libre est choisie alors le niveau de puissance acoustique selon ErP et le niveau de puissance maximale à renseigner peuvent être indiqués par le fabricant dans la documentation technique du produit. Si ces valeurs ne sont pas indiquées, elles doivent être demandées directement au fabricant. Lors d'une saisie libre, il est nécessaire de soumettre les documents de justification contenant les valeurs indiquées en annexe de la demande de subsides. Les valeurs de puissance acoustique dans les modes de fonctionnement à bruit réduit ou dans des modes de fonctionnement particuliers ne doivent pas être utilisées. Pour les unités split, indiquer le niveau de puissance acoustique de l'unité extérieure. Des exemples d'étiquettes sont donnés dans les chapitres suivants.

- **Tonalité** : Selon les caractéristiques sonores individuelles des différentes pompes à chaleur, il est parfois nécessaire d'appliquer un supplément lié à la présence d'une tonalité particulière. La tonalité peut être soit inaudible, soit audible. Dans le cas où cette dernière est audible, le niveau de puissance acoustique de la pompe à chaleur est augmenté de 5 dB(A). Cette tonalité, si elle existe, est directement indiquée sur la fiche technique de l'équipement avec la bande de fréquence concernée.

### 2.2.5. Définir la situation d'installation de la pompe à chaleur

La situation d'installation de la pompe à chaleur est à indiquer afin que les caractéristiques spécifiques à l'installation soient prises en compte dans l'évaluation des immissions sonores.

Pour les pompes à chaleur situées en extérieur, la situation d'installation est à choisir parmi les propositions suivantes :

Situation	Illustration	Cas généraux
Pompe à chaleur installée librement, aucun mur à moins de 3m  <b>Pénalité acoustique : +3 dB</b>		- Pompe à chaleur éloignée de tout obstacle
Pompe à chaleur près d'un mur, distance jusqu'à 3m  <b>Pénalité acoustique : +6 dB</b>		- Pompe à chaleur proche d'un bâtiment - Pompe à chaleur fixée en façade - Pompe à chaleur proche d'un mur

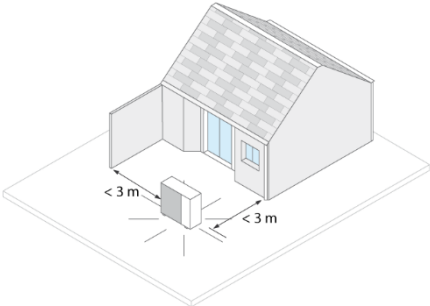
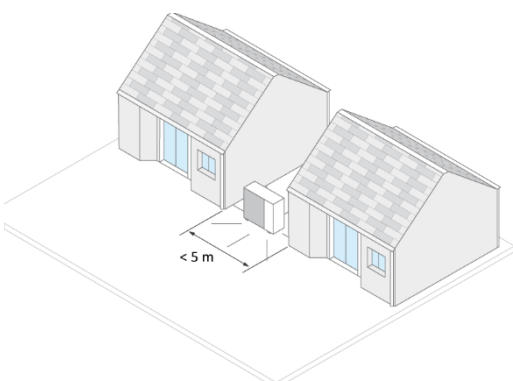
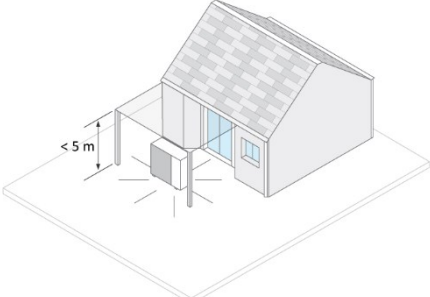
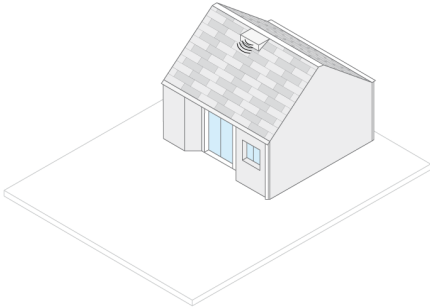
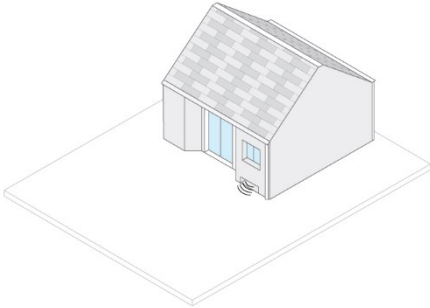
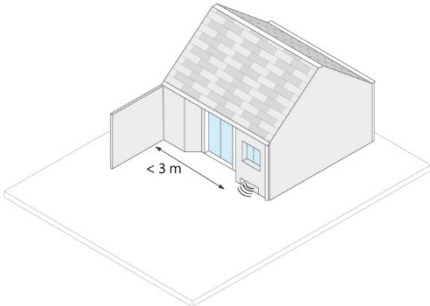
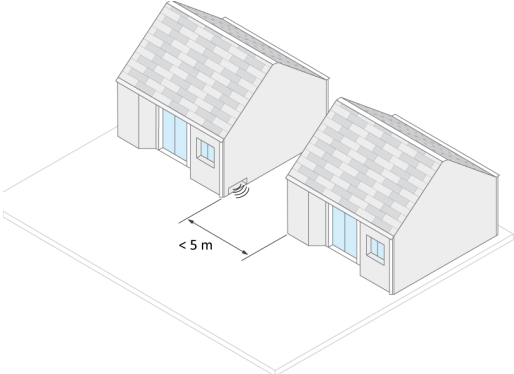
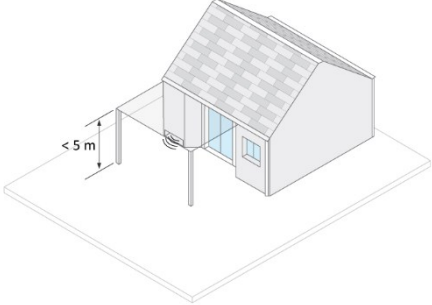
Situation	Illustration	Cas généraux
Pompe à chaleur dans un coin, distance jusqu'à 3m respectivement  <b>Pénalité acoustique : +9 dB</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pompe à chaleur proche de deux obstacles</li> <li>- Pompe à chaleur fixée dans un coin de façade</li> <li>- Pompe à chaleur proche de deux murs</li> </ul>
Pompe à chaleur entre deux murs, distance entre les murs jusqu'à 5m  <b>Pénalité acoustique : +9 dB</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pompe à chaleur proche de deux façades parallèles de bâtiment</li> <li>- Pompe à chaleur fixée sur une façade parallèle à une seconde façade</li> <li>- Pompe à chaleur entre une façade et un mur libre</li> </ul>
Pompe à chaleur sous un auvent, hauteur de l'auvent jusqu'à 5m  <b>Pénalité acoustique : +9 dB</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pompe à chaleur sous un auvent</li> <li>- Pompe à chaleur fixée sur une façade sous un auvent</li> <li>- Pompe à chaleur dans une niche isolée ou dans une cour anglaise</li> </ul>

TABLEAU 2: DESCRIPTION DES SITUATIONS D'INSTALLATION POUR UNE UNITÉ EXTÉRIEURE

Pour les pompes à chaleur situées en intérieur, la situation d'installation est à choisir parmi les propositions suivantes :

Situation	Illustration	Cas généraux
<p>Sortie d'air par le toit, pas de mur plus proche que 3m</p> <p><b>Pénalité acoustique : +3 dB</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sortie d'air en toiture éloignée de tout obstacle</li> <li>- Sortie d'air par une grille dans le sol éloignée de toute construction</li> </ul>
<p>Sortie d'air par un mur, distance jusqu'à 3m</p> <p><b>Pénalité acoustique : +6 dB</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sortie d'air en façade d'un bâtiment</li> <li>- Sortie d'air proche d'un mur</li> <li>- Sortie d'air par une grille dans le sol proche d'un bâtiment</li> </ul>
<p>Sortie d'air dans un coin, distance jusqu'à 3m respectivement</p> <p><b>Pénalité acoustique : +9 dB</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sortie d'air proche de deux façades de bâtiment en coin</li> <li>- Sortie d'air proche de deux murs</li> <li>- Sortie d'air par une grille dans le sol proche d'un coin de façade</li> </ul>

Situation	Illustration	Cas généraux
<p>Sortie d'air entre deux murs, distance entre les murs jusqu'à 5 m</p> <p><b>Pénalité acoustique : +9 dB</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sortie d'air proche de deux façades parallèles de bâtiment</li> <li>- Sortie d'air accrochée sur une façade parallèle à une seconde façade</li> <li>- Sortie d'air entre une façade et un mur libre</li> <li>- Sortie d'air par une grille dans le sol entre deux façades</li> </ul>
<p>Sortie d'air sous un auvent, hauteur de l'auvent jusqu'à 5 m</p> <p><b>Pénalité acoustique : +9 dB</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sortie d'air sous un auvent (hors construction légère ou auvent en bois)</li> <li>- Sortie d'air par une grille dans le sol sous un auvent</li> <li>- Sortie d'air dans une niche isolée ou dans une cour anglaise</li> </ul>

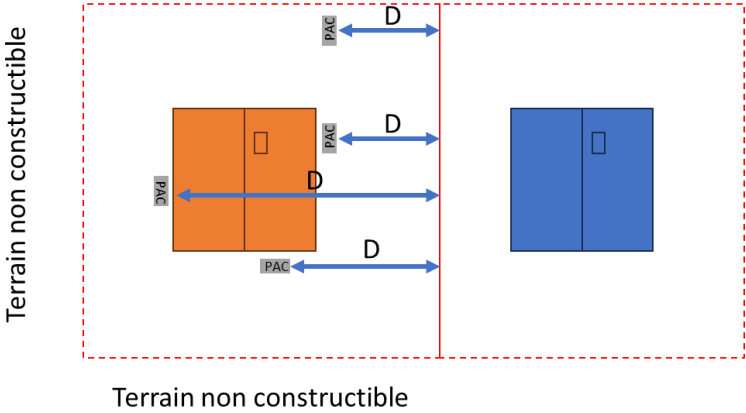
**TABEAU 3: DESCRIPTION DES SITUATIONS D'INSTALLATION POUR UNE SORTIE D'AIR**

## 2.2.6. Définir la distance d'installation de la pompe à chaleur

La distance à indiquer est la **distance horizontale la plus petite entre le centre de la pompe à chaleur (ou l'ouverture sur le mur extérieur en cas d'installation à l'intérieur du bâtiment) et la limite du terrain constructible le plus proche.**

### Remarques :

- Sans obstacles, il s'agit généralement de la distance la plus significative en termes de bruit.
- En cas de présence d'obstacles, il est recommandé de vérifier s'il existe d'autres points d'immission pouvant être impactés par le bruit de la pompe à chaleur pour éviter les futures nuisances acoustiques. Toutefois, la présence d'obstacle ne modifie pas la définition de la distance d'installation.
- En dehors du cadre du régime d'aide, les Règlements communaux s'appliquent et peuvent imposer des contraintes acoustiques supplémentaires.

Situation	Illustration	Distance significative
Une seule limite de propriété voisine	<p style="text-align: center;"><b>Terrain non constructible</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Terrain non constructible</b></p>	Distance la plus courte entre le centre de la pompe à chaleur et la limite de propriété



Situation	Illustration	Distance significative
Plusieurs limites de propriété voisine	<p>The diagram shows two blue rectangles representing heat pumps. The top one is on a blue background, and the bottom one is on an orange background. A red dashed line indicates a non-constructible area. Blue arrows labeled 'D' show the distance from the center of the heat pump to the nearest property boundary (top, bottom, left, and right).</p>	Distance la plus courte parmi toutes les distances possibles entre le centre de la pompe à chaleur et l'une des limites de propriété
Mur ou obstacle sur l'une des limites de propriétés (mur ou écran acoustique dépassant de 1 m le haut de la pompe à chaleur)	<p>The diagram shows two heat pumps, one on a blue background and one on an orange background. A red dashed line indicates a non-constructible area. A vertical brown line represents a wall or acoustic screen. A blue arrow labeled 'D' shows the horizontal distance from the center of the heat pump to the wall. Labels include 'Aucun obstacle' and 'Mur ou écran acoustique'.</p>	Distance horizontale la plus courte entre la pompe à chaleur et la limite de propriété.

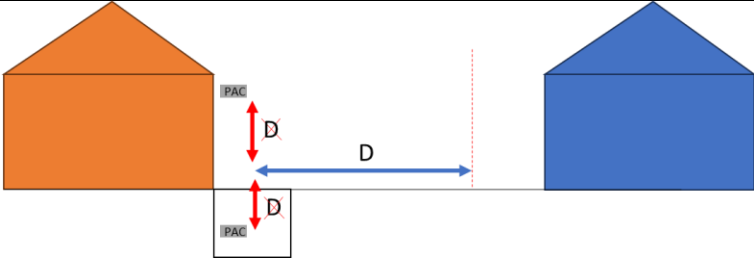
Situation	Illustration	Distance significative
Pompe à chaleur à une hauteur différente du sol		Distance horizontale la plus courte entre le centre de la pompe à chaleur et la limite de propriété. Les distances verticales ne sont pas prises en compte.

TABLEAU 4: SITUATION D'INSTALLATION ET DÉTERMINATION DE LA DISTANCE D

## 2.2.7. Définir la protection acoustique et visuelle de l'équipement

Si la pompe à chaleur est installée de manière à ce que le propre bâtiment fasse écran par rapport au lieu d'immission déterminant, le niveau suivant peut être déduit du niveau d'évaluation : 15 dB(A)

Il y a donc lieu de choisir entre 2 situations de protection acoustique et visuelle :

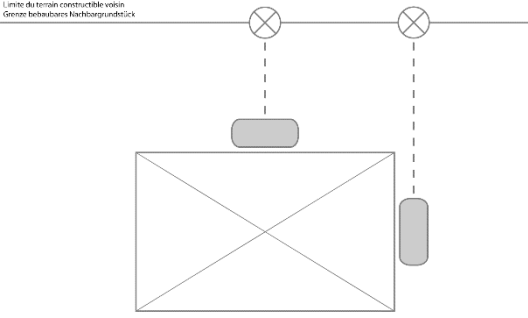
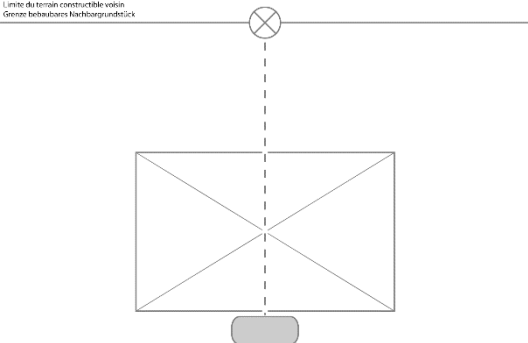
Situation	Illustration	Cas généraux
<p>Visible</p> <p><b>Atténuation acoustique : +0 dB</b></p>		<p>La pompe à chaleur est mise en place de telle manière qu'elle soit directement visible depuis le lieu d'immission déterminant c'est-à-dire tout point de la limite du terrain constructible le plus proche.</p>
<p>Sur le côté opposé</p> <p><b>Atténuation acoustique : -15 dB</b></p>		<p>La pompe à chaleur est mise en place de telle manière qu'un bâtiment entre l'équipement et la limite de propriété fasse écran.</p>

TABLEAU 5: DESCRIPTION DES PROTECTIONS ACOUSTIQUES ET VISUELLES POSSIBLES

Point particulier : seuls les bâtiments sont considérés dans cette notion d'invisibilité. Les murs ou la végétation ne sont pas considérés pour la notion d'invisibilité de l'installation.

## 2.2.8. Définir une solution d'atténuation acoustique

L'adéquation et l'efficacité des mesures de protection contre le bruit doivent être prouvées dans tous les cas. Pour les pompes à chaleur installées à l'intérieur, il s'agit par exemple d'atténuateurs de bruits dans les gaines ou de grilles acoustiques de protection contre les intempéries. Les appareils installés à l'extérieur peuvent être munis d'un capot

isolant ou être placés derrière un mur antibruit. Il convient de respecter les consignes d'installation du fabricant, par exemple en ce qui concerne les pertes de charge dans les gaines ou pour les capotages. L'atténuation est toujours indiquée par des **valeurs négatives**.

Pour caractériser la qualité acoustique de l'équipement d'insonorisation, il faut utiliser un coefficient unique à savoir l'indice d'affaiblissement pondéré  $R_w$  (définis par la norme EN-ISO 717) normalement fourni dans les fiches techniques d'équipement.

Il est possible de choisir plusieurs solutions d'atténuation acoustique différentes et cumulables.

Situation	Illustration	Atténuation possible
Saisie libre	-	Voir chapitre 5
Caisson acoustique		Entre 3 et 25 dB selon fiche technique
Conduit d'air, y compris l'amortisseur		Entre 5 et 15 dB selon fiche technique
Grille d'air		Entre 5 et 15 dB selon fiche technique

Situation	Illustration		Atténuation possible
Soupirail			Entre 5 et 10 dB selon fiche technique

**TABLEAU 6: DESCRIPTION DES SOLUTIONS D'ATTÉNUATION ACOUSTIQUES POSSIBLES**

**Particularité :** Si la saisie libre est choisie, il est possible de renseigner la solution d'atténuation acoustique dans la case texte en dessous. Des exemples de « saisie libre » sont donnés au chapitre 4. La végétation ne peut pas être considérée comme solution d'atténuation acoustique.

## 2.2.9. Calculer le résultat

Lorsque tous les éléments sont renseignés, il est possible de lancer le calcul en appuyant sur le bouton « Calculer ».

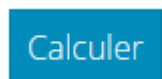


FIGURE 12: BOUTON CALCULER

Les résultats s'afficheront dans l'encart en dessous. Les résultats présentent de manière graphique le niveau de pression acoustique en fonction de la distance à la pompe à chaleur.

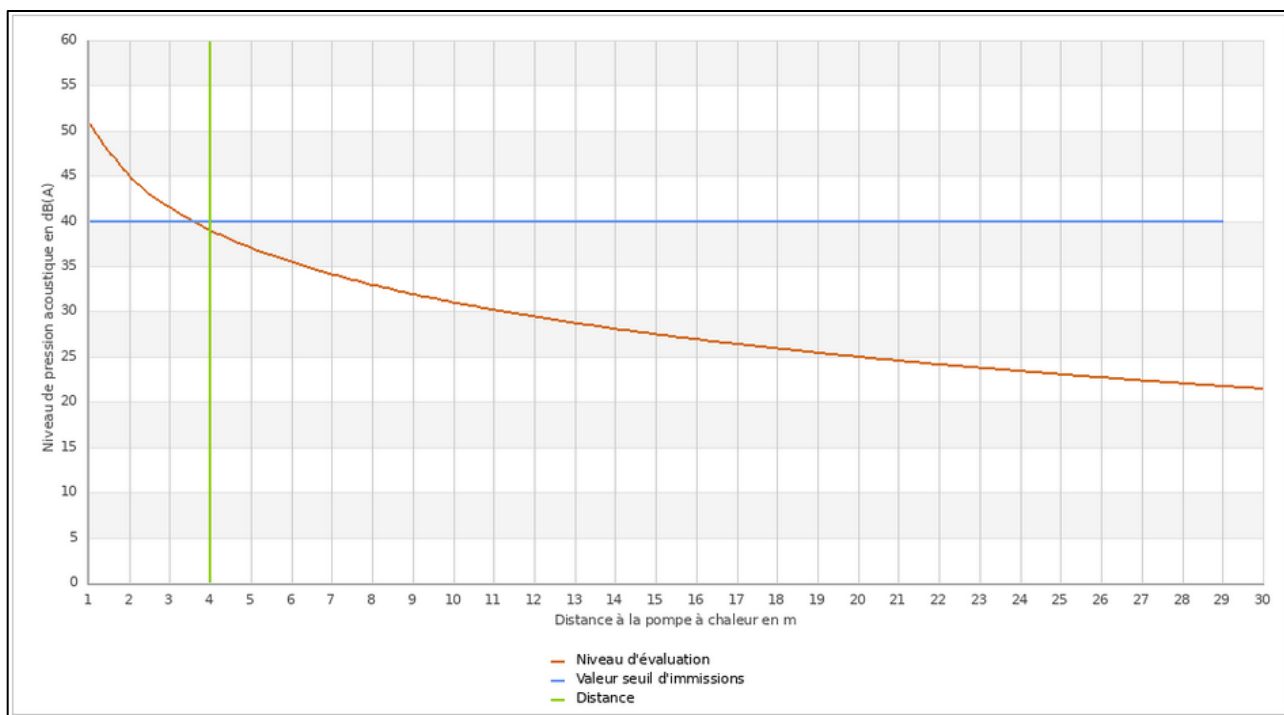


FIGURE 13: ILLUSTRATION DU RÉSULTAT OBTENU SUR L'OUTIL

En abscisses se trouve la distance à la pompe à chaleur en mètres. En ordonnées se trouve le niveau de pression acoustique en dB(A). La droite bleue correspond à la valeur du seuil d'immission fixée à 40 dB(A). La droite verte correspond à la distance renseignée entre la pompe à chaleur et la limite de propriété constructible la plus proche.

## Exemple de résultat positif

### Résultat

#### Évaluation

Avec 38.96 dB(A), le niveau de pression acoustique à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche des équipements techniques fixes de la pompe à chaleur installés à l'extérieur du bâtiment est inférieur 1.04 dB(A) au niveau d'évaluation de 40 dB(A).

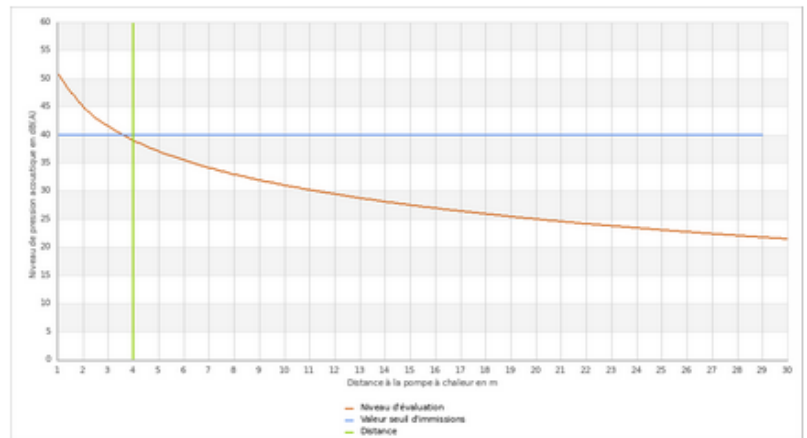


FIGURE 14: ILLUSTRATION DU RÉSULTAT POSITIF OBTENU SUR L'OUTIL



## Exemple de résultat négatif

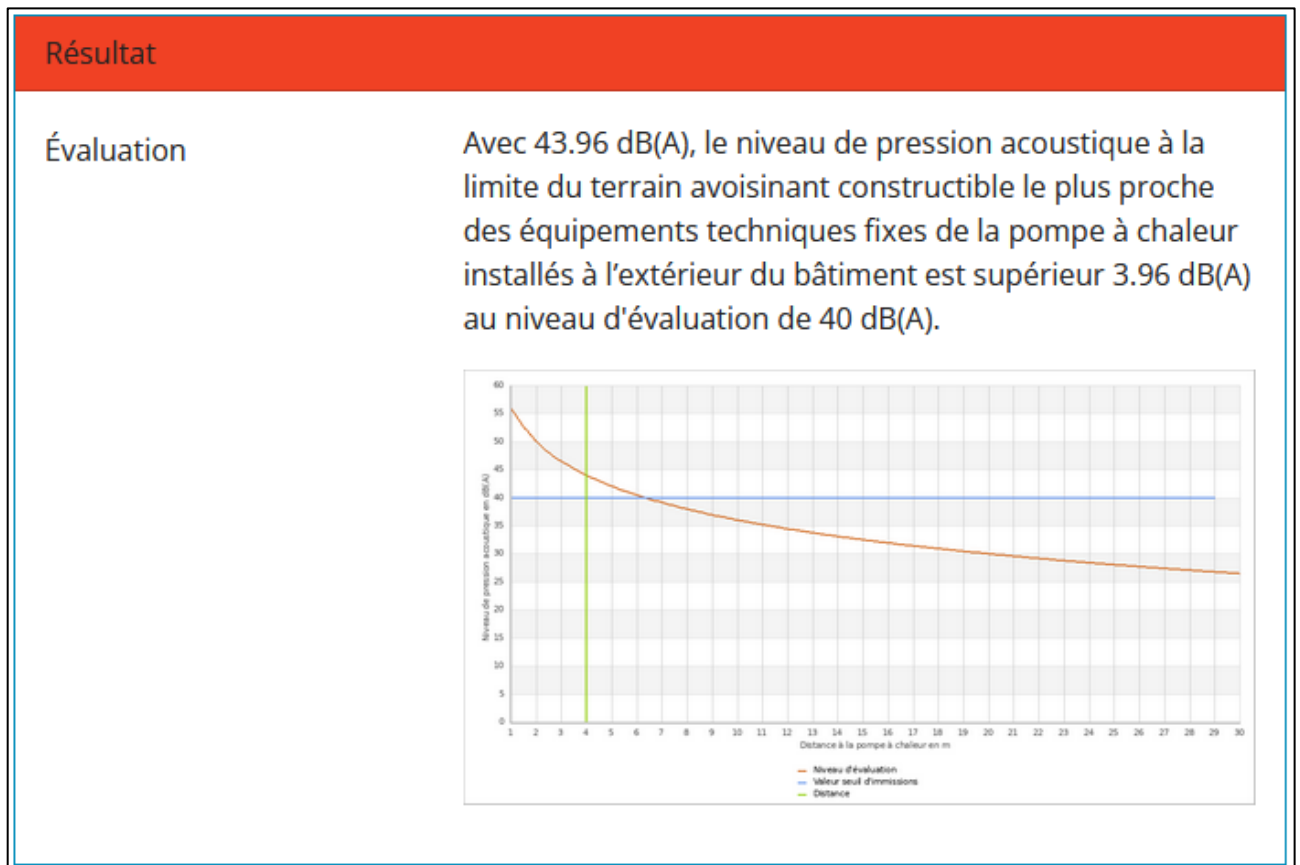


FIGURE 15: ILLUSTRATION DU RÉSULTAT NÉGATIF OBTENU SUR L'OUTIL

Si le résultat est négatif, alors il faudra modifier la situation de la pompe à chaleur. Cela peut se faire en modifiant au choix les éléments suivants :

- La puissance de la pompe à chaleur en prenant une pompe à chaleur moins bruyante ;
- La position de la pompe à chaleur pour modifier la distance ou les effets de réflexion ;
- Une solution d'atténuation acoustique plus performante.

### 2.2.10. Imprimer un rapport

Lorsque l'équipement et les solutions d'atténuation acoustique permettent d'obtenir un résultat positif, il est possible de créer un rapport en appuyant sur le bouton « Créer un rapport ».

A rectangular button with a blue background and white text that reads "Créer un rapport".

FIGURE 16: BOUTON CRÉER UN RAPPORT

Ce document doit être signé sur la dernière page du rapport par le professionnel (artisan ou conseiller en énergie ou bureau d'études, etc.) en tant qu'« entrepreneur spécialisé ». Ainsi que par le client en tant qu'« exploitant ».

Ce rapport pourra être annexé à la demande de subsides concernant les pompes à chaleur air-eau avec l'ensemble des pièces justificatives (notamment les éléments décrivant les solutions d'atténuation acoustiques ou les valeurs de puissances acoustiques selon ErP et maximales).

### 3. LOGIGRAMME DE SYNTHÈSE

Pour remplir correctement l’outil Schallrechner, il est nécessaire de respecter le logigramme suivant :

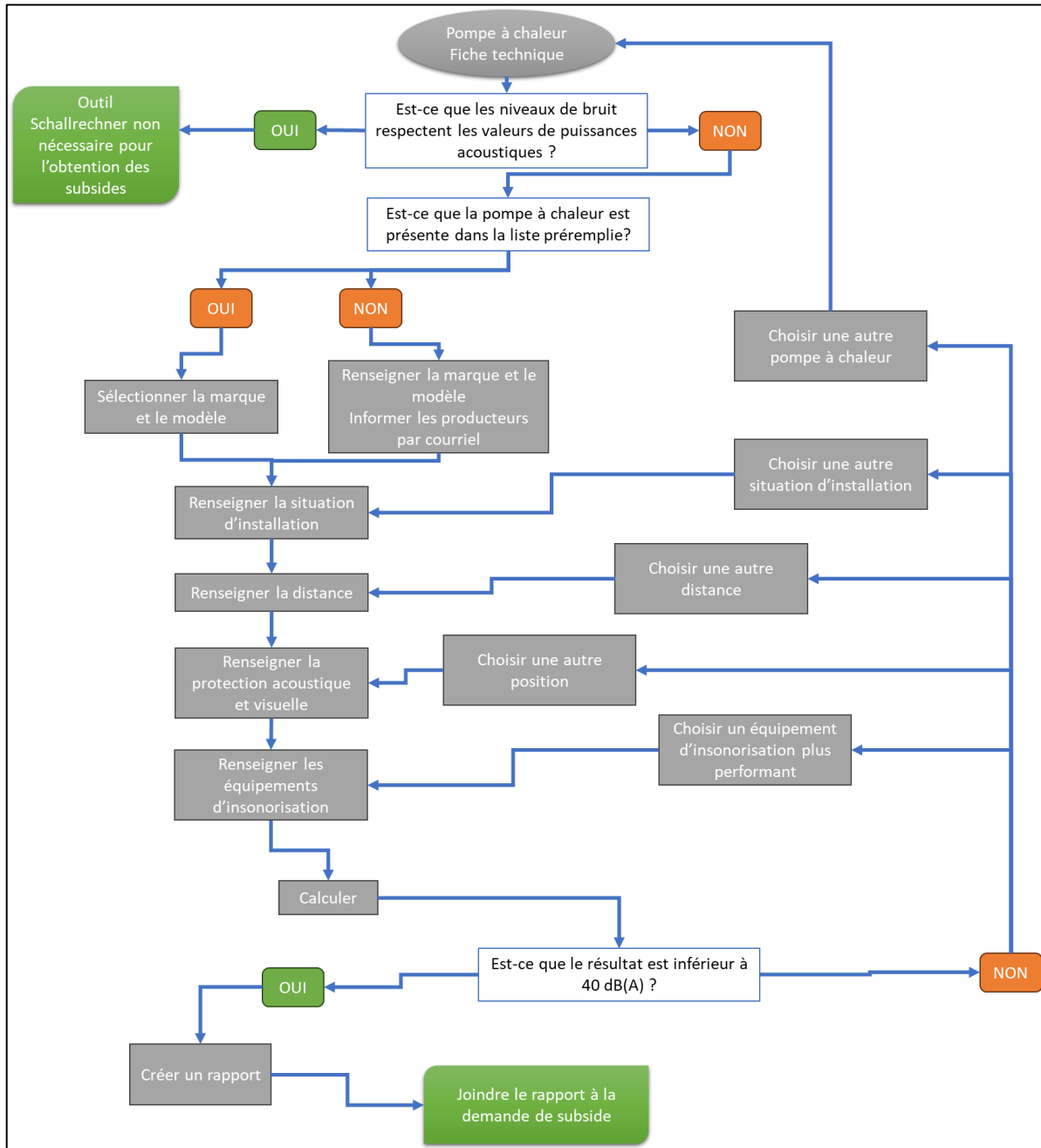


FIGURE 17: LOGIGRAMME D’UTILISATION DE L’OUTIL

## 4. EXEMPLES D'UTILISATION

### 4.1. Exemple n°1 de calcul sur l'outil Schallrechner

#### 4.1.1. Situation existante

Pour l'exemple, nous souhaitons installer une pompe à chaleur de marque « WEISHAUPT » et de modèle « WBB 12 A RMD AI ». La fiche technique indique un niveau de puissance acoustique selon ErP de 46 dB(A).

	Température d'application		
	35°C	55°C	
Générateur de chaleur	WBB 12-A-RMD-AI		
Classe d'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux (A+++ - D)	A+++	A++	
Puissance thermique nominale dans les conditions climatiques moyennes	9	9	kW
Classe d'efficacité énergétique pour le chauffage des locaux dans les conditions climatiques moyennes	188	146	%
Consommation annuelle d'énergie finale pour le chauffage des locaux dans les conditions climatiques moyennes	3892	4763	kWh
Niveau de puissance acoustique LWA à l'intérieur	43		dB(A)
Eventuelles précautions lors de l'installation	voir notice		
Puissance thermique nominale dans les conditions climatiques plus froides	11	11	kW
Puissance thermique nominale dans les conditions climatiques plus chaudes	9	9	kW
Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux dans les conditions climatiques plus froides	156	129	%
"Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux dans les conditions climatiques plus chaudes"	205	160	%
Consommation annuelle d'énergie finale pour le chauffage des locaux dans les conditions climatiques plus froides	6520	7872	kWh
Consommation annuelle d'énergie finale pour le chauffage des locaux dans les conditions climatiques plus chaudes	2188	2788	kWh
Niveau de puissance acoustique LWA à l'extérieur	46		dB(A)

FIGURE 18: FICHE TECHNIQUE DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°1

La puissance acoustique de 46,0 dB(A) ne dépasse pas les niveaux de bruit permis par le tableau décrivant la valeur maximale de la puissance acoustique Lw suivant la norme EN 12102 [dB(A)]. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à un calcul par l'outil Schallrechner.

## 4.2. Exemple n°2 de calcul sur l'outil Schallrechner

### 4.2.1. Situation existante

Pour l'exemple, nous souhaitons installer une pompe à chaleur de marque « BOSCH » et de modèle « Compress 2000 AWF » de puissance max 6,26 kW. La fiche technique indique un niveau de puissance acoustique selon ErP de 55 dB(A).

Désignation	Unité	Compress 2000 AWF										
		4 R-S	6 R-S	8 R-S	10 R-S	12 R-S	14 R-S	16 R-S	18 R-T	22 R-T	26 R-T	30 R-T
Châssis		Petit châssis			Châssis moyen				Grand châssis			
Code article	-	7 738 602 277	7 738 602 278	7 738 602 279	7 738 602 280	7 738 602 281	7 738 602 282	7 738 602 283	7 738 602 287	7 738 602 288	7 738 602 289	7 738 602 290
<b>Caractéristiques et performances chauffage</b>												
Classe énergétique - chauffage (35 °C / 55 °C)	-	A+++ / A++									A+++ / A+	
Efficacité énergétique saisonnière $\eta_s$ chauffage (35 °C / 55 °C) <sup>(1)</sup>	%	191 / 130	195 / 138	205 / 132	205 / 137	189 / 135	186 / 136	182 / 133	181 / 125	178 / 126	177 / 123	165 / 123
SCOP 35 °C / 55 °C <sup>(1)</sup>	-	4,9 / 3,3	5 / 3,5	5,2 / 3,4	5,2 / 3,5	4,8 / 3,5	4,7 / 3,5	4,6 / 3,4	4,6 / 3,2	4,5 / 3,2	4,5 / 3,1	4,2 / 3,1
Puissance acoustique <sup>(2)</sup>	dB(A)	55	58	59	60	65	65	68	71	73	75	77
Température de départ maximum	°C	65	65	65	65	65	65	65	60	60	60	60
Puissance calorifique max +7 °C / +35 °C	kW	6,26	7,41	9,11	10,30	14,60	15,50	16,80	20,74	24,93	29,08	31,75
COP +7 °C / +35 °C	-	5,10	4,95	5,15	4,95	4,95	4,60	4,50	4,70	4,40	4,08	3,91
Puissance calorifique max +7 °C / +55 °C	kW	5,74	6,90	7,80	9,72	13,90	14,50	16,20	18,40	22,78	26,84	30,56
COP +7 °C / +55 °C	-	2,95	2,95	3,18	3,10	3,05	2,95	2,85	2,75	2,65	2,45	2,30
Puissance calorifique max -7 °C / +35 °C	kW	4,99	6,21	7,27	8,31	11,00	12,70	13,90	19,91	21,28	23,46	23,26
COP -7 °C / +35 °C	-	3,10	3,00	3,20	3,05	3,00	2,85	2,70	2,70	2,60	2,50	2,45

FIGURE 19: FICHE TECHNIQUE DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°2

La puissance acoustique de 55 dB(A) dépasse les niveaux de bruit permis par le tableau décrivant la valeur maximale de la puissance acoustique  $L_w$  suivant la norme EN 12102 [dB(A)]. Il est donc nécessaire de procéder à un calcul par l'outil Schallrechner.

Aucune tonalité particulière n'est indiquée sur la fiche technique.

### 4.2.2. Position de l'équipement

Le projet concerne une maison en bande. Je souhaite installer la pompe à chaleur en façade côté jardin à 3 m du premier voisin et 4 m du second voisin. Le jardin fait 7 m de large.

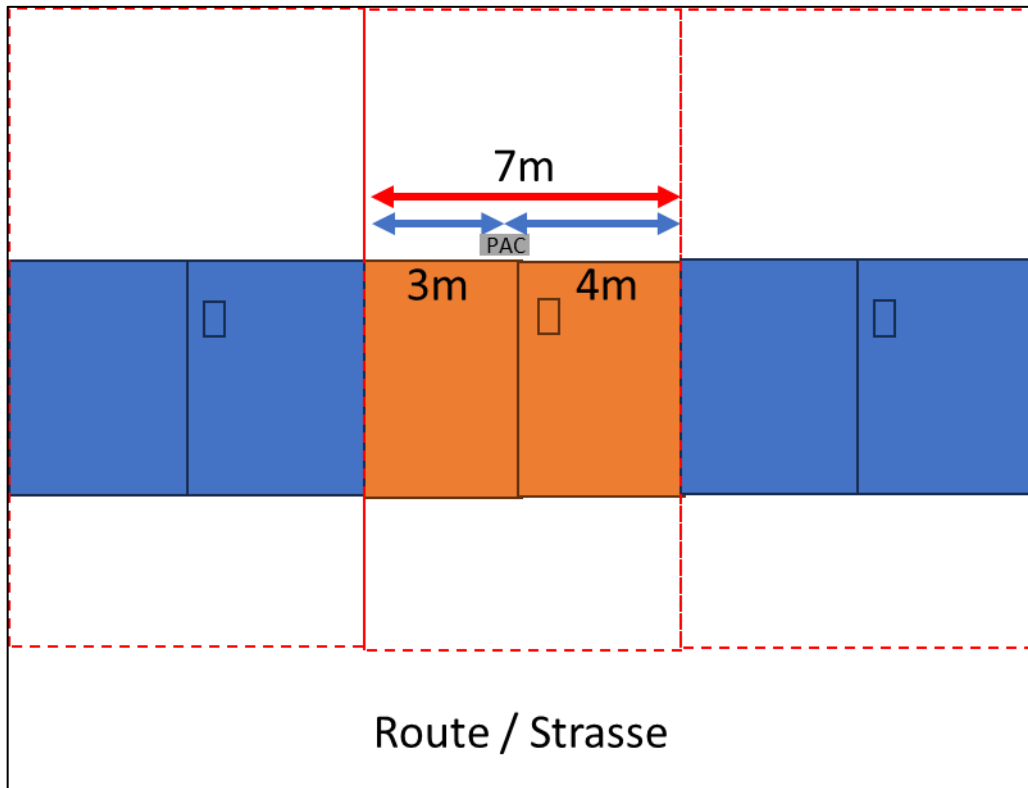


FIGURE 20: ILLUSTRATION DE L'EMPLACEMENT DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°2

### 4.2.3. Utilisateur

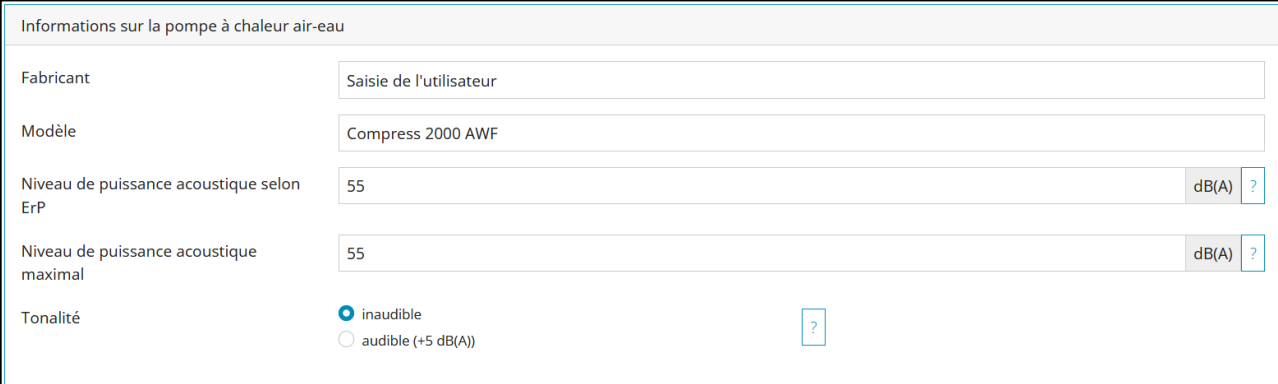
Nous renseignons dans l'outil les informations concernant l'utilisateur de l'équipement.

Adresse du lieu d'installation	
Société	<input type="text"/>
Prénom	Martin
Nom	Dupont
Adresse	1 rue de la gare
Code postal	L-1111
Localité	Luxembourg
Numéro de parcelle	521/4342
Téléphone	352621831xxx
Email	martin.dupont@yyyy.com

FIGURE 21: INFORMATIONS CONCERNANT L'UTILISATEUR DE L'ÉQUIPEMENT

#### 4.2.4. Équipement

Le fournisseur « BOSCH » n'existe pas dans la liste des fabricants du formulaire. Nous choisissons « Saisie de l'utilisateur » et renseignons les informations de la fiche technique dont nous disposons.



Informations sur la pompe à chaleur air-eau	
Fabricant	<input type="text" value="Saisie de l'utilisateur"/>
Modèle	<input type="text" value="Compress 2000 AWF"/>
Niveau de puissance acoustique selon ErP	<input type="text" value="55"/> dB(A) ?
Niveau de puissance acoustique maximal	<input type="text" value="55"/> dB(A) ?
Tonalité	<input checked="" type="radio"/> inaudible <input type="radio"/> audible (+5 dB(A)) ?

FIGURE 22: INFORMATIONS CONCERNANT L'ÉQUIPEMENT DE POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°2

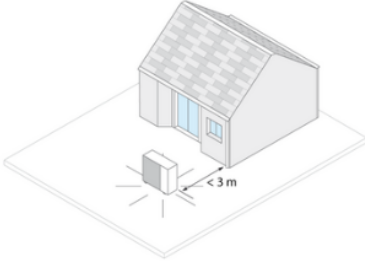
#### 4.2.5. Installation

Notre équipement possède une unité extérieure et nous souhaitons l'installer sur la façade arrière de la maison. Nous choisissons comme situation d'installation : « pompe à chaleur près d'un mur, distance jusqu'à 3 m ».

Nous indiquons la distance horizontale la plus courte avec la limite de propriété voisine. L'équipement est visible depuis le terrain voisin. Nous indiquons « visible » pour la protection acoustique et visuelle.

Installation

Situation d'installation  ?



Distance  m ?

Protection acoustique et visuelle

Visible (-0 dB(A)) ?  
 Sur le côté opposé (-15 dB(A))

Limite du terrain constructible voisin  
Grenze bebautbaren Nachbargrundstück

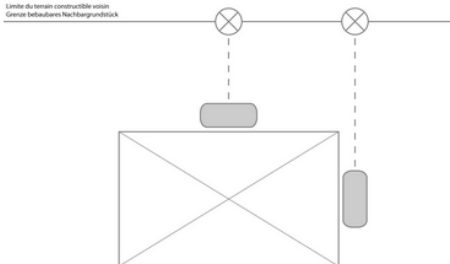


FIGURE 23: INFORMATIONS CONCERNANT LA SITUATION D'INSTALLATION DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°2

#### 4.2.6. 1<sup>er</sup> calcul

Nous essayons un premier calcul pour vérifier si cette situation respecte les exigences acoustiques. Nous cliquons sur le bouton « Calculer ».



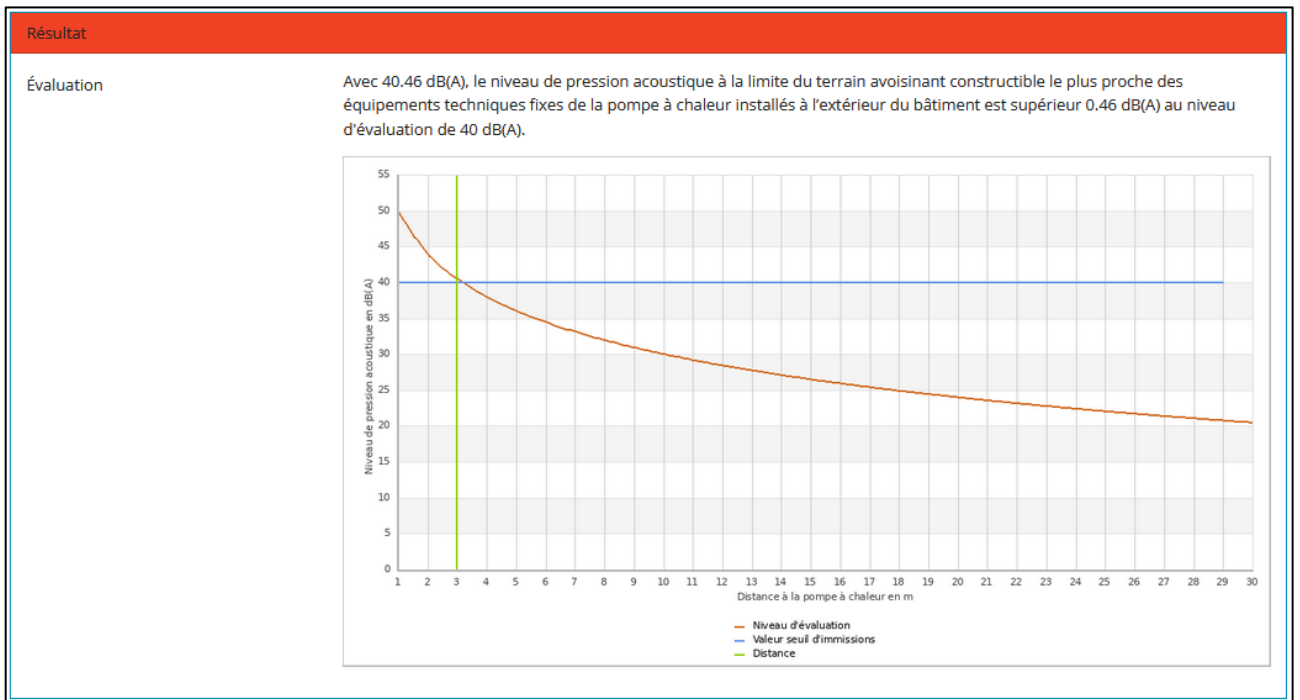


FIGURE 24: RÉSULTATS DE L'EXEMPLE N°2

Le résultat est négatif, car le niveau de pression acoustique à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche est de 40,5 dB(A).

#### 4.2.7. Solution d'atténuation acoustique

Si le résultat est négatif, alors il faut modifier la situation de l'équipement.

Si on augmente la distance entre la limite voisine et la pompe à chaleur. En plaçant la pompe à chaleur à 3,5 m de la limite voisine, on obtient le résultat suivant :

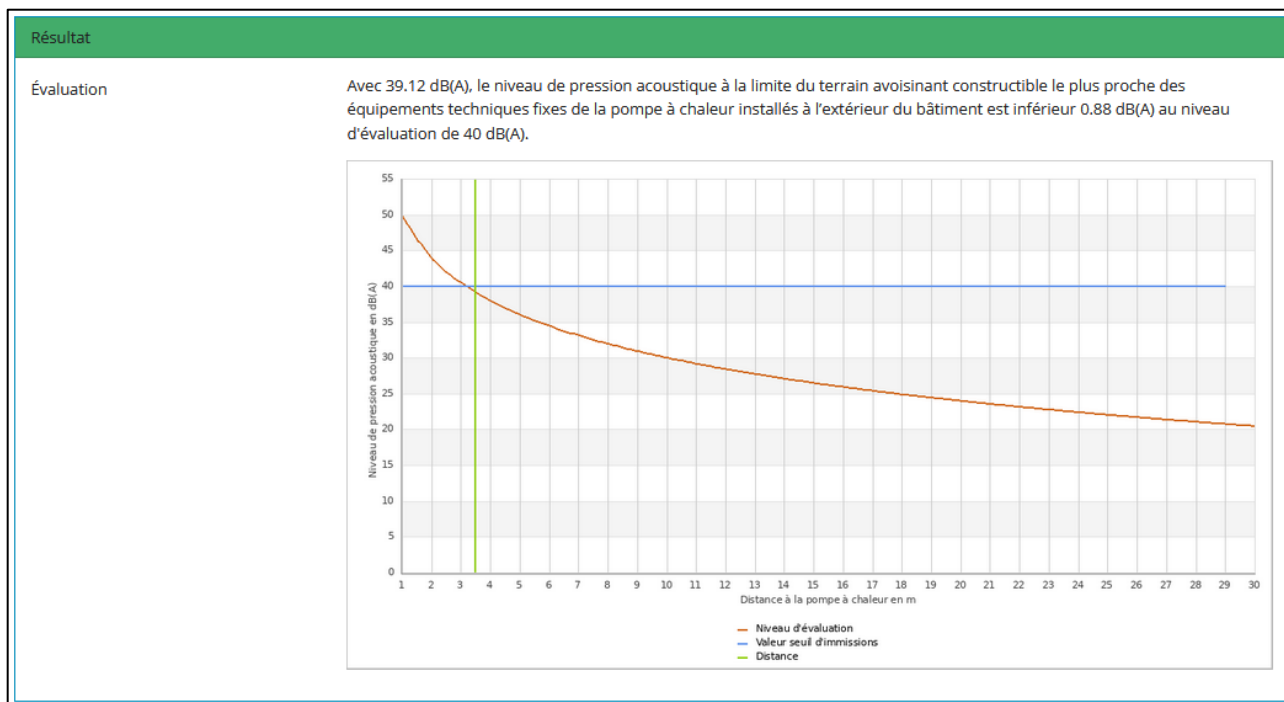


FIGURE 25: RÉSULTATS DE L'EXEMPLE N°2 APRÈS SOLUTIONS

Cette solution permet de respecter les exigences acoustiques.

### 4.3. Exemple n°3 de calcul sur l'outil Schallrechner

#### 4.3.1. Situation existante

Pour l'exemple, nous souhaitons installer une pompe à chaleur de marque « BUDERUS » et de modèle « WLW166i-10 T/E/B » de puissance max 4,4 kW. La fiche technique indique un niveau de puissance acoustique de 62 dB.

Modèle	< WLW-8 SP AR +WLW166i-10 T190/E/B	WLW-10 SP AR + WLW166i-10 T190/E/B
Max. température de départ de la pompe à chaleur pour > A-2	60	60
Capacité de refroidissement A35/W18	8,4	9,02
Max. niveau de puissance sonore, y compris la tonalité	61 / 3	62 / 3
Max. niveau de puissance sonore "Mode silencieux", y compris la tonalité	56 / 0	57 / 0
Puissance thermique max.   coefficient de performance (COP) A2/W35 (selon EN 14511)	7,35 kW / 3,47	7,85 kW / 3,38
Puissance thermique max. / coefficient de performance A-7/W35 (selon EN 14511)	6,22 kW / 2,77	6,94 kW / 2,76

FIGURE 26: FICHE TECHNIQUE DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°3

La puissance acoustique de 62 dB(A) dépasse les niveaux de bruit permis par le tableau décrivant la valeur maximale de la puissance acoustique  $L_w$  suivant la norme EN 12102 [dB(A)]. Il est donc nécessaire de procéder à un calcul par l'outil Schallrechner.

Aucune tonalité particulière n'est indiquée sur la fiche technique.

### 4.3.2. Position de l'équipement

Le projet concerne une maison jumelée. Je souhaite installer la pompe à chaleur sur une façade de la maison à 2 m de la limite de la propriété constructible. La distance entre les deux maisons est inférieure à 5 m.

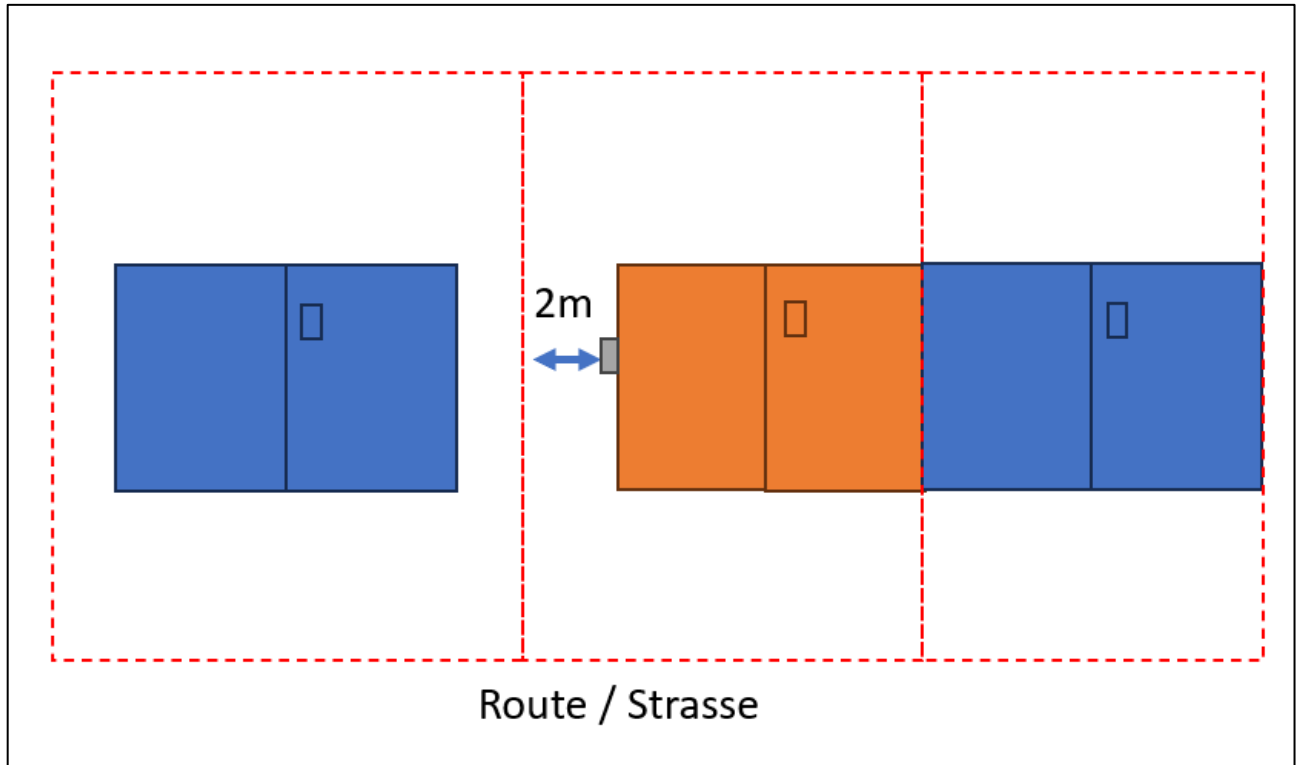


FIGURE 27: ILLUSTRATION DE L'EMPLACEMENT DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°3

### 4.3.3. Utilisateur

Nous renseignons dans l'outil les informations concernant l'utilisateur de l'équipement.

Adresse du lieu d'installation	
Société	<input type="text"/>
Prénom	Martin
Nom	Dupont
Adresse	1 rue de la gare
Code postal	L-1111
Localité	Luxembourg
Numéro de parcelle	521/4342
Téléphone	352621831xxx
Email	martin.dupont@yyyy.com

FIGURE 28: INFORMATIONS CONCERNANT L'UTILISATEUR DE L'ÉQUIPEMENT

#### 4.3.4. Équipement

Nous choisissons le fournisseur « BUDERUS » puis le modèle WLW166i-10 T/E/B dans le formulaire.

Informations sur la pompe à chaleur air-eau	
Fabricant	Buderus
Modèle	Logatherm WLW166i-10 SP AR (T/E/B)
Niveau de puissance acoustique selon ErP	59 dB(A) ?
Niveau de puissance acoustique maximal	62 dB(A) ?
Tonalité	<input checked="" type="radio"/> inaudible <input type="radio"/> audible (+5 dB(A))

FIGURE 29: INFORMATIONS CONCERNANT L'ÉQUIPEMENT DE POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°3

Le niveau de puissance acoustique selon ErP et le niveau de puissance acoustique maximal sont automatiquement renseignés.

Nous indiquons que la tonalité est inaudible.

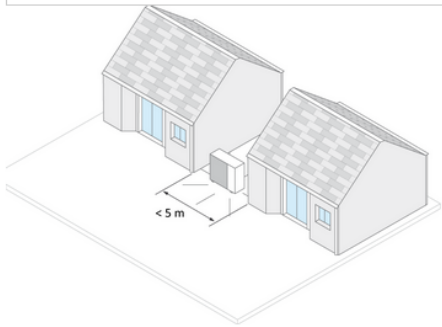
### 4.3.5. Installation

Notre équipement possède une unité extérieure et nous souhaitons l'installer sur la façade extérieure de la maison. Nous choisissons comme situation d'installation : « Sortie d'air entre deux murs, distance entre les murs jusqu'à 5 m ».

Nous indiquons la distance horizontale la plus courte avec la limite de propriété voisine. L'équipement est visible depuis la limite de terrain constructible voisin. Nous indiquons « visible » pour la protection acoustique et visuelle.

Installation

Situation d'installation



Distance  m

Protection acoustique et visuelle

Visible (-0 dB(A))

Sur le côté opposé (-15 dB(A))

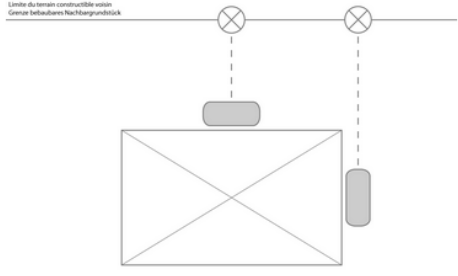


FIGURE 30: INFORMATIONS CONCERNANT LA SITUATION D'INSTALLATION DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°3

### 4.3.6. 1<sup>er</sup> calcul

Nous essayons un premier calcul pour vérifier si cette situation respecte les exigences acoustiques. Nous cliquons sur le bouton « Calculer ».

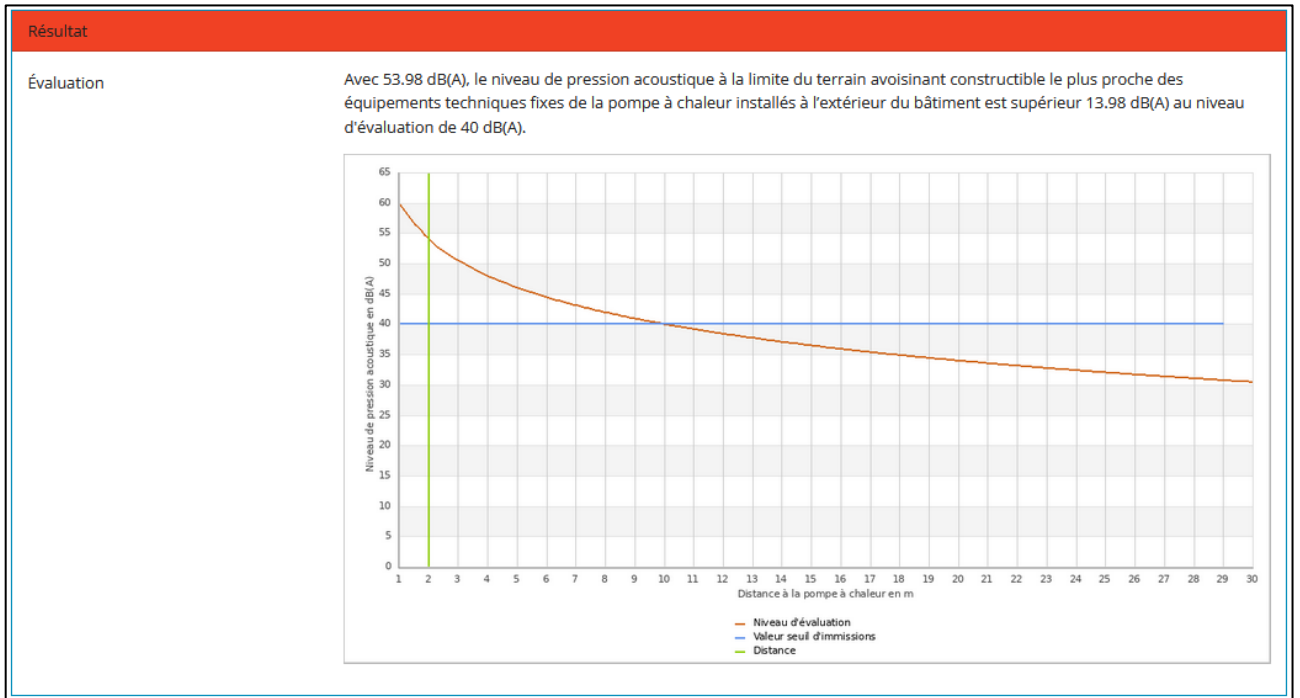


FIGURE 31: RÉSULTATS DE L'EXEMPLE N°3

Le résultat est négatif, car le niveau de pression acoustique à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche est de 54 dB(A).

#### 4.3.7. Solution d'atténuation acoustique

Si le résultat est négatif, alors il faut modifier la situation de l'équipement. Il est possible de prévoir une solution d'atténuation acoustique comme un capotage acoustique.

Équipement additionnel d'insonorisation et de protection contre le bruit, avec preuve

?

Caisson acoustique	-15	dB(A)
Saisie libre		dB(A)

FIGURE 32: SOLUTION D'ATTÉNUATION ACOUSTIQUE L'EXEMPLE N°3

En utilisant un caisson acoustique permettant une atténuation acoustique de 15 dB, nous obtenons le résultat suivant :

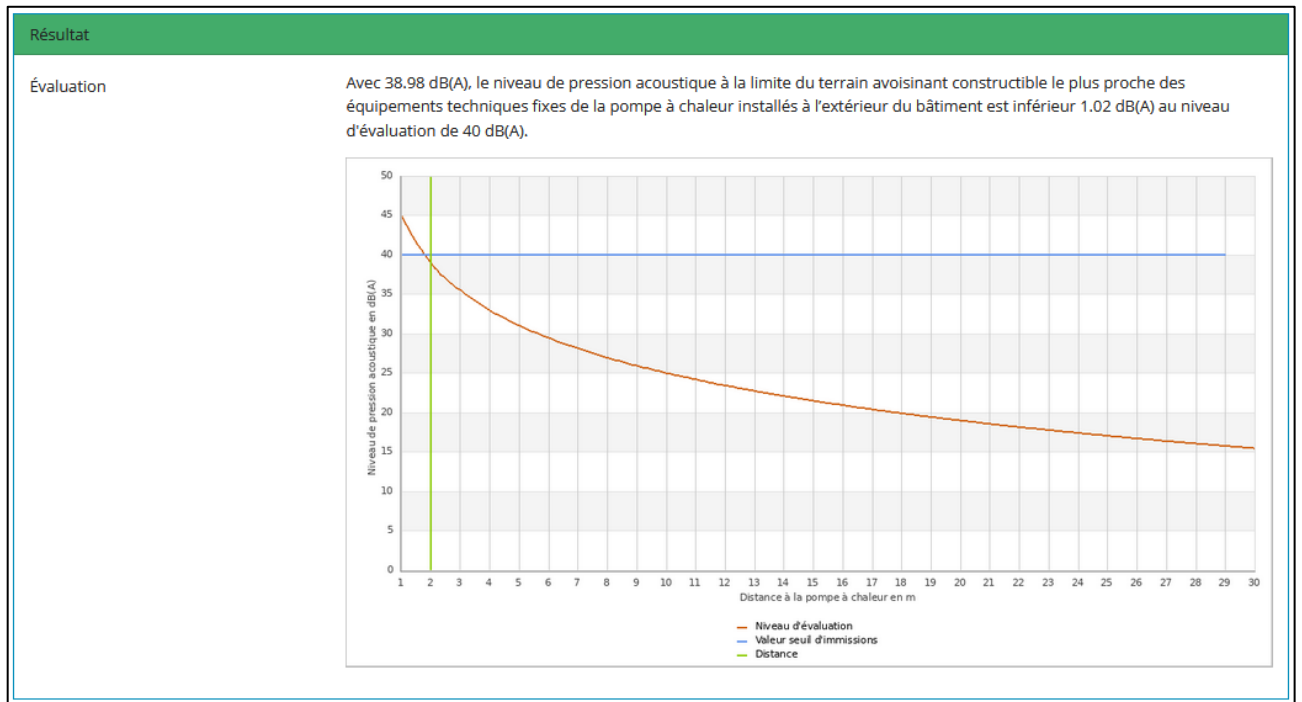


FIGURE 33: RÉSULTATS DE L'EXEMPLE N°3 APRÈS SOLUTIONS



## 4.4. Exemple n°4 de calcul sur l’outil Schallrechner

### 4.4.1. Situation existante

Pour l’exemple, nous souhaitons installer une pompe à chaleur de marque « DAIKIN » et de modèle « Altherma 3R 8 kW W H/C ». La fiche technique indique un niveau de puissance acoustique selon ErP de 62 dB(A).

Efficiency data				EHVH + ERGA	04S18E 6V+ 04EV	04S23E 6V+ 04EV	08S18E6V/ E9W + 06EVH	08S23E6V/ E9W + 06EVH	08S18E6V/ E9W + 08EVH	08S23E6V/ E9W + 08EVH
Heating capacity	Nom.				4.30 (1) / 4.60 (2)		6.00 (1) / 5.90 (2)		7.50 (1) / 7.80 (2)	
Power input	Heating	Nom.			0.850 (1) / 1.26 (2)		1.24 (1) / 1.69 (2)		1.63 (1) / 2.23 (2)	
COP					5.10 (1) / 3.65 (2)		4.85 (1) / 3.50 (2)		4.60 (1) / 3.50 (2)	
Space heating	Average climate water outlet 55 °C	General	SCOP			3.26				3.32
			η <sub>sp</sub> (Seasonal space heating efficiency)	%		127				130
			Seasonal space heating eff. class					A++		
			SCOP		4.48		4.47		4.56	
Domestic hot water heating	Average climate water outlet 35 °C	General	SCOP			1.76				1.79
			η <sub>sp</sub> (Seasonal space heating efficiency)	%						
			Seasonal space heating eff. class				A+++			
			Declared load profile		L	XL	L	XL	L	XL
Average climate	η <sub>wh</sub> (water heating efficiency)	%	125	133	125	133	125	133		
		Water heating energy efficiency class				A+				
Indoor Unit				EHVH	04S18E6V	04S23E6V	08S18E6VH/E9WH	08S23E6VH/E9WH	08S18E6VH/E9WH	08S23E6VH/E9WH
Casing	Colour				White + Black					
	Material				Resin / Sheet metal					
Dimensions	Unit	Height x Width x Depth	mm		1,650 x 595 x 625	1,850 x 595 x 625	1,650 x 595 x 625	1,850 x 595 x 625	1,650 x 595 x 625	1,850 x 595 x 625
Weight	Unit		kg		119	128	119	128	119	128
	Water volume		l		180	230	180	230	180	230
Tank	Maximum water temperature		°C		70					
	Maximum water pressure		bar		10					
	Corrosion protection				Pickling					
	Operation range	Heating	Ambient	Min.–Max.	°C	5–30				
		Water side	Min.–Max.	°C	15–65					
	Domestic hot water	Ambient	Min.–Max.	°CDB	5–35					
		Water side	Max.	°C	70					
Sound power level	Nom.		dBA		42					
Sound pressure level	Nom.		dBA		28					
Outdoor Unit				ERGA	04EV	06EVH		08EVH		
Dimensions	Unit	Height x Width x Depth	mm		740 x 884 x 388					
Weight	Unit		kg		58.5					
Compressor	Quantity				1					
	Type				Hermetically sealed swing compressor					
Operation range	Cooling	Min.–Max.	°CDB		10–43					
	Domestic hot water	Min.–Max.	°CDB		-25–35					
Refrigerant	Type				R-32					
	GWP				675.0					
	Charge		kg		1.50					
	Charge		ICOfq		1.01					
	Control				Expansion valve					
Sound power level	Heating	Nom.	dBA		58		60		62	62
	Cooling	Nom.	dBA		61			62		
Sound pressure level	Heating	Nom.	dBA		44		47		49	49
	Cooling	Nom.	dBA		48		49		50	50
Power supply	Name/Phase/Frequency/Voltage		Hz/V		V3/1N–/50/230					
Current	Recommended fuses		A		25					

FIGURE 34: FICHE TECHNIQUE DE LA POMPE À CHALEUR DE L’EXEMPLE N°4

Aucune tonalité particulière n’est indiquée sur la fiche technique.

#### 4.4.2. Position de l'équipement

Le projet concerne une maison en bande. Je souhaite installer la pompe à chaleur au fond du jardin. La limite de terrain constructible la plus proche se situe à 1 m.

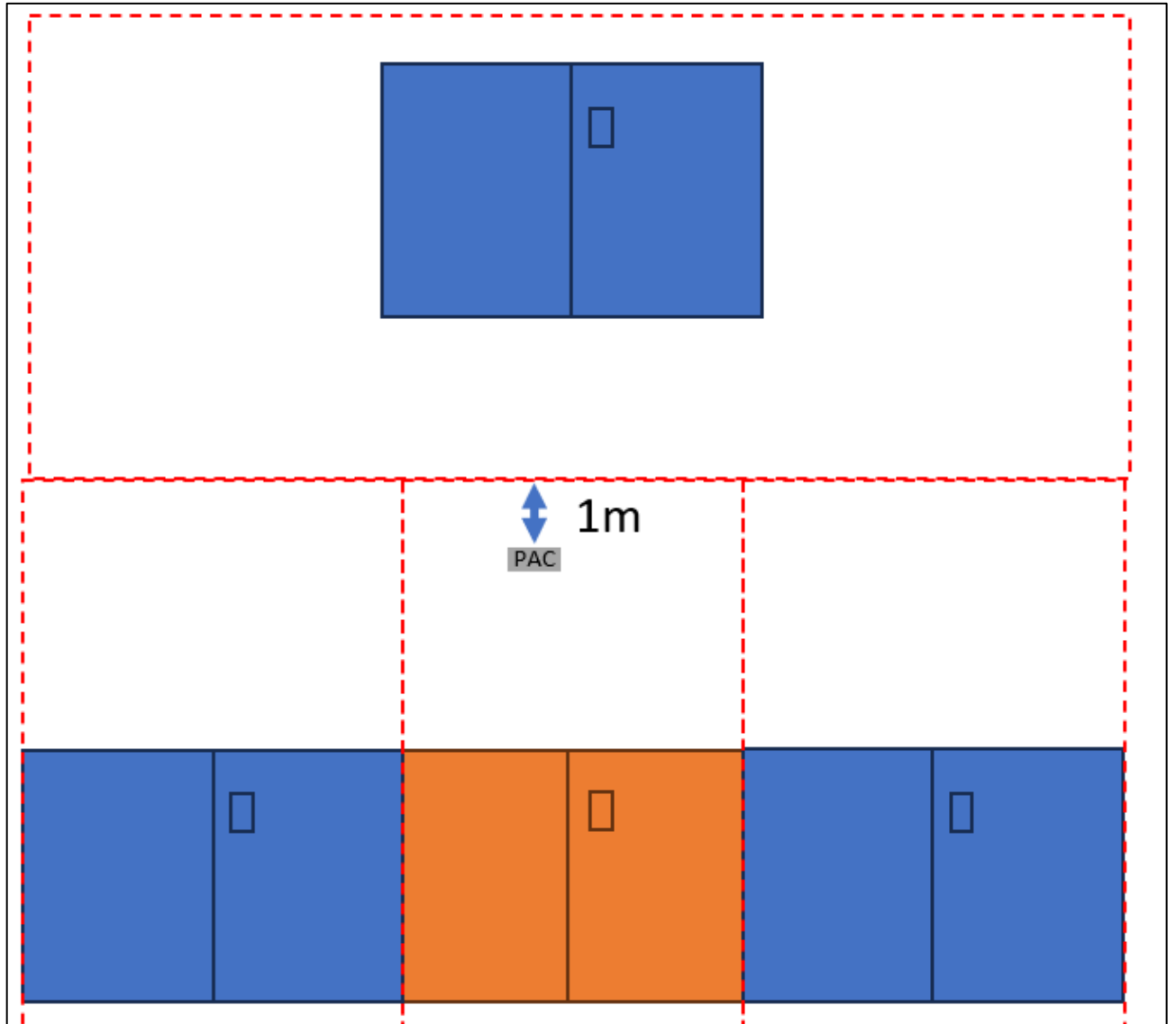


FIGURE 35: ILLUSTRATION DE L'EMPLACEMENT DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°4

### 4.4.3. Utilisateur

Nous renseignons dans l'outil les informations concernant l'utilisateur de l'équipement.

Adresse du lieu d'installation	
Société	<input type="text"/>
Prénom	<input type="text" value="Martin"/>
Nom	<input type="text" value="Dupont"/>
Adresse	<input type="text" value="1 rue de la gare"/>
Code postal	<input type="text" value="L-1111"/>
Localité	<input type="text" value="Luxembourg"/>
Numéro de parcelle	<input type="text" value="521/4342"/>
Téléphone	<input type="text" value="352621831xxx"/>
Email	<input type="text" value="martin.dupont@yyyy.com"/>

FIGURE 36: INFORMATIONS CONCERNANT L'UTILISATEUR DE L'ÉQUIPEMENT

### 4.4.4. Équipement

Nous choisissons le fournisseur « DAIKIN » puis le modèle « Altherma 3R 8 kW » dans le formulaire.

Informations sur la pompe à chaleur air-eau	
Fabricant	<input type="text" value="Daikin"/>
Modèle	<input type="text" value="DAIKIN Altherma 3 R 8kW W H/C (H)"/>
Niveau de puissance acoustique selon ErP	<input type="text" value="62"/> dB(A) ?
Niveau de puissance acoustique maximal	<input type="text" value="65"/> dB(A) ?
Tonalité	<input checked="" type="radio"/> inaudible <input type="radio"/> audible (+5 dB(A)) ?

FIGURE 37: INFORMATIONS CONCERNANT L'ÉQUIPEMENT DE POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°4

Le niveau de puissance acoustique selon ErP et le niveau de puissance acoustique maximal sont automatiquement renseignés.

Nous indiquons que la tonalité est inaudible.

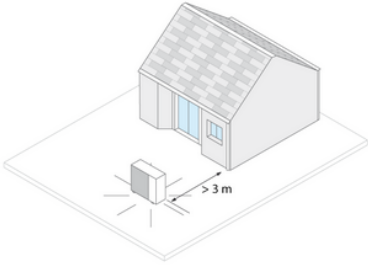
#### 4.4.5. Installation

Notre équipement possède une unité extérieure et nous souhaitons l'installer dans le fond du jardin de la maison. Nous choisissons comme situation d'installation : « pompe à chaleur installée librement, aucun mur à moins de 3 m ».

Nous indiquons la distance 2D la plus courte avec la limite de propriété voisine. L'équipement est visible depuis la limite de terrain constructible de la maison voisine. Nous indiquons « visible » pour la protection acoustique et visuelle.

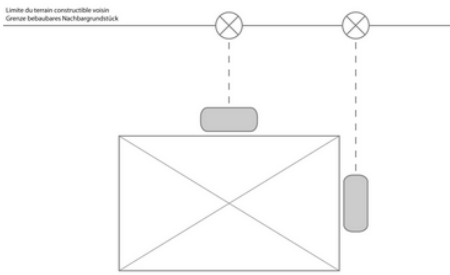
Installation

Situation d'installation



Distance  m

Protection acoustique et visuelle  Visible (-0 dB(A))  Sur le côté opposé (-15 dB(A))



Limite du terrain constructible voisin  
Grenze baufähiges Nachbargrundstück

FIGURE 38: INFORMATIONS CONCERNANT LA SITUATION D'INSTALLATION DE LA POMPE À CHALEUR DE L'EXEMPLE N°4

#### 4.4.6. 1<sup>er</sup> calcul

Nous essayons un premier calcul pour vérifier si cette situation respecte les exigences acoustiques. Nous cliquons sur le bouton « Calculer ».

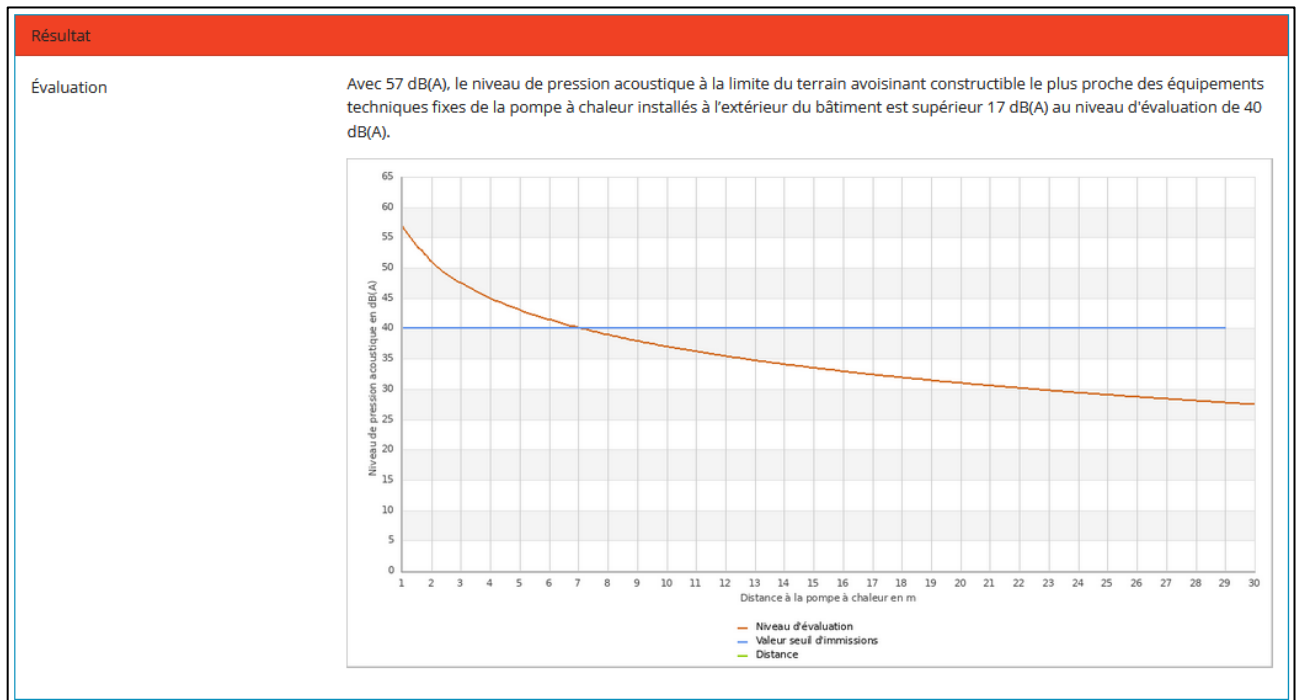


FIGURE 39: RÉSULTATS DE L'EXEMPLE N°4

Le résultat est négatif, car le niveau de pression acoustique à la limite du terrain avoisinant constructible le plus proche est de 57 dB(A).

#### 4.4.7. Solution d'atténuation acoustique

Si le résultat est négatif, alors il faut modifier la situation de l'équipement.

Il est possible de prévoir une solution d'atténuation acoustique comme un écran acoustique.

Équipement additionnel d'insonorisation et de protection contre le bruit, avec preuve

?

Saisie libre -17 dB(A)

Ecran acoustique

Saisie libre dB(A)

FIGURE 40: SOLUTION D'ATTÉNUATION ACOUSTIQUE L'EXEMPLE N°4

En utilisant un écran permettant une atténuation acoustique  $DL_R$  de 17 dB, nous obtenons le résultat suivant :

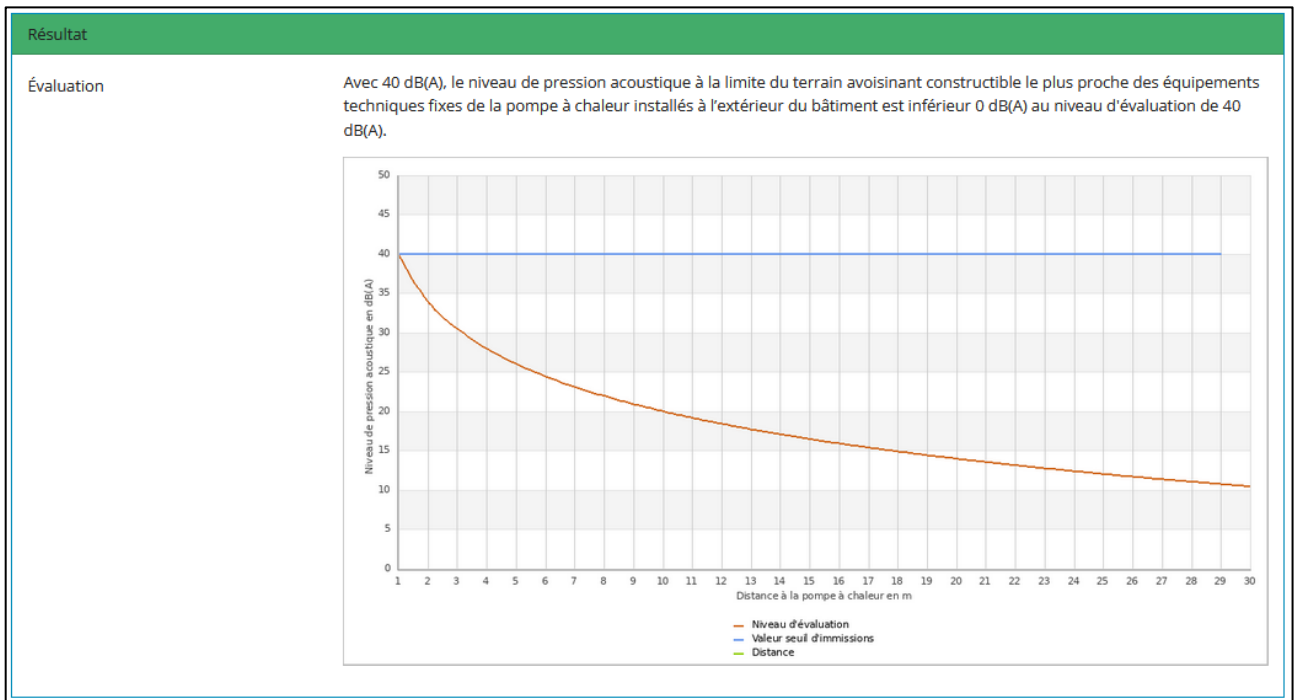


FIGURE 41: RÉSULTATS DE L'EXEMPLE N°4 APRÈS SOLUTIONS

Cette solution avec écran permet de respecter les exigences acoustiques.

**Particularité :** S'il s'agit d'un écran acoustique avec des propriétés d'absorption alors il n'est pas nécessaire de changer la situation d'installation de la pompe à chaleur, car il n'y aura pas de réflexions acoustiques induites par l'installation de l'écran. Si un mur est installé alors il faut modifier la situation d'installation de la pompe à chaleur en conséquence.


## 5. EXEMPLES DE SAISIE LIBRE DE SOLUTIONS D'ATTÉNUATION ACOUSTIQUE





### 5.1. Cas d'un obstacle entre la limite de propriété voisine et l'équipement

Si la ligne de vue est interrompue par un obstacle comme une paroi alors il est possible dans certains cas de considérer cet obstacle comme une solution d'atténuation acoustique. Pour être pris en compte dans le calcul, l'obstacle doit dépasser de part et d'autre de l'unité extérieure de minimum 1 m dans les directions horizontales et verticales.





Chaque situation est à étudier selon la disposition des éléments. La valeur à indiquer correspond à la valeur  $DL_R$  (cf. définitions).



Voici des **exemples d'obstacles** et des estimations d'atténuation acoustique :

Situation	Illustration	Atténuation maximale à indiquer dans le Schallrechner $DL_R$ [dB]
Écran acoustique		Selon fiche technique  La fiche technique du fabricant avec mention de la valeur d'atténuation acoustique doit être jointe au rapport de calcul.

Situation	Illustration	Atténuation maximale à indiquer dans le Schallrechner $DL_R$ [dB]
Murs ou clôture en béton ou parpaing de plus de 10 cm d'épaisseur et de plus de 2 mètres de haut		10 dB
Murs en brique de plus de 10 cm d'épaisseur et de plus de 2 mètres de haut		10 dB
Clôture acoustique de plus de 2 mètres de haut		<p>Selon fiche technique</p> <p>La fiche technique du fabricant avec mention de la valeur d'atténuation acoustique doit être jointe au rapport de calcul.</p>
Mur en gabions de plus de 2 mètres de haut		<p>Selon fiche technique</p> <p>La fiche technique du fabricant avec mention de la valeur d'atténuation acoustique doit être jointe au rapport de calcul.</p>



Situation	Illustration	Atténuation maximale à indiquer dans le Schallrechner DL <sub>R</sub> [dB]
Murs légers en bloc de béton de plus de 2 mètres de haut et d'une épaisseur de moins de 10 cm		8 dB
Palissade en bois sans espace de plus de 2 mètres de haut		5 dB
Grillage occultant		0 dB
Palissade en bois à claire-voie		0 dB

Situation	Illustration		Atténuation maximale à indiquer dans le Schallrechner $DL_R$ [dB]
Grillage standard			0 dB
Haies, arbres ou autres végétaux			0 dB

**TABLEAU 7: LISTE DES OBSTACLES ENTRE L'ÉQUIPEMENT ET LA LIMITE DE PROPRIÉTÉ VOISINE**

## 6. SITUATIONS PARTICULIÈRES

### 6.1. Plusieurs équipements de pompes à chaleur

Si une habitation ou une résidence possède plusieurs pompes à chaleur, alors chacune des pompes à chaleur doit respecter les exigences acoustiques du calculateur. Il est donc nécessaire de procéder à un calcul par pompe à chaleur et fournir un rapport par équipement. Les solutions d'atténuation acoustique peuvent par contre être communes aux différents équipements (type capotage acoustique global ou écrans acoustiques).

### 6.2. Équipement en niche isolée

L'installation d'une pompe à chaleur dans une niche prévue dans la façade d'un bâtiment peut provoquer des réflexions acoustiques non prévues. Il est conseillé d'installer dans la niche, des panneaux absorbants afin d'éliminer les réflexions acoustiques.

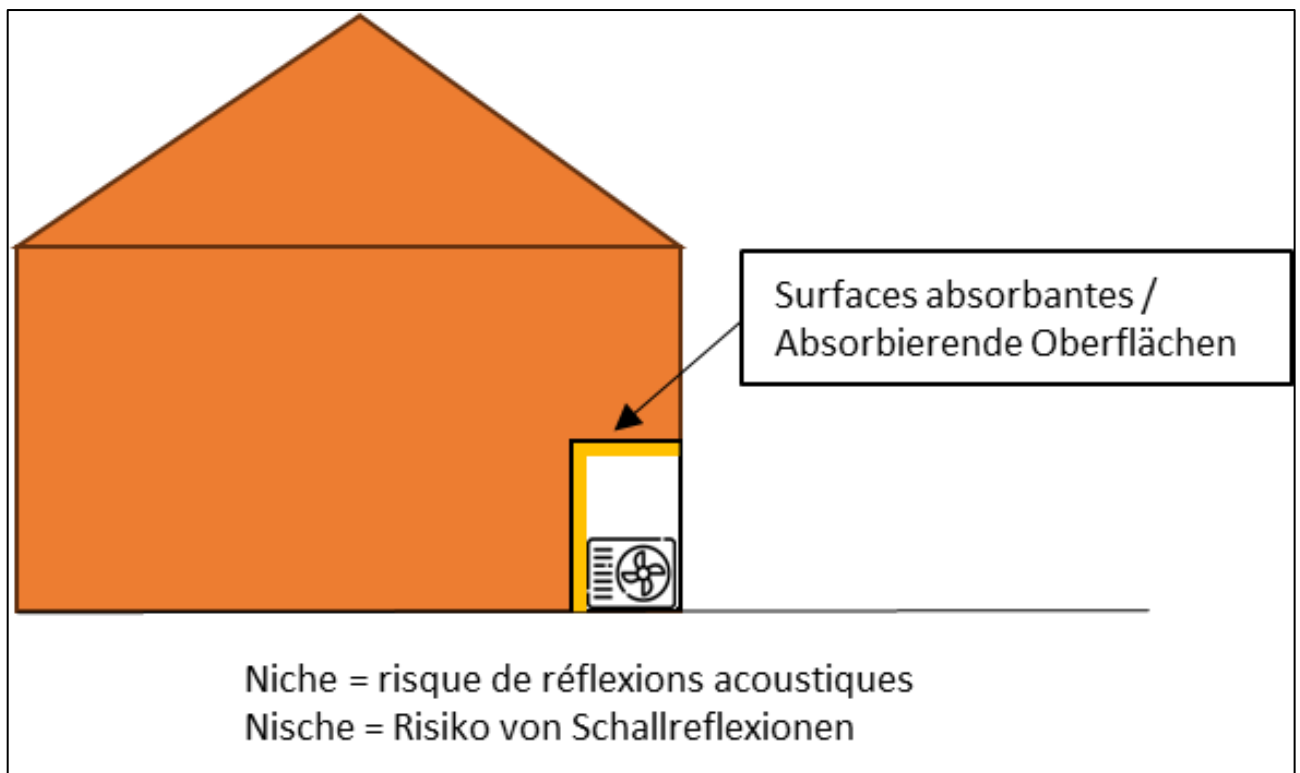
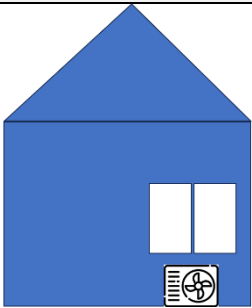
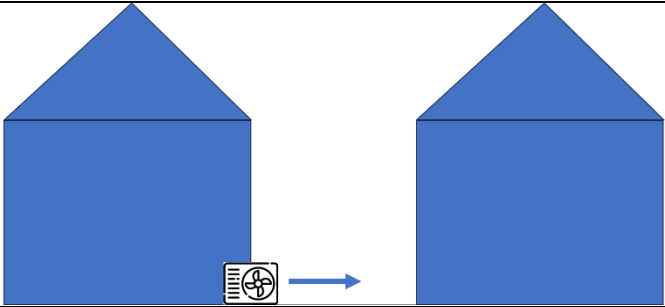
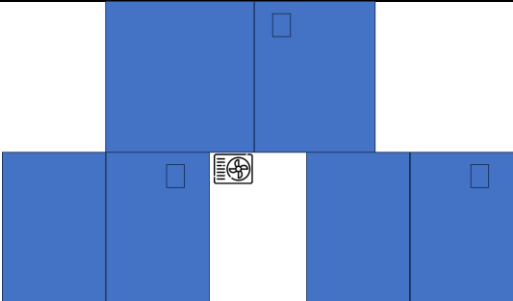


FIGURE 42: ILLUSTRATION D'UNE NICHE ISOLÉE

# 7. CONSEILS D'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS

## 7.1. Situation à éviter

Pour limiter l'impact acoustique des pompes à chaleur, il est recommandé d'éviter les situations décrites dans le tableau suivant :

Description de la situation	Illustration de la situation
Unité extérieure positionnée sous une fenêtre ou positionnée proche d'un local sensible comme une chambre à coucher	
Unité extérieure positionnée dirigée vers les voisins	
Unité extérieure positionnée dans une cour intérieure de petite taille	

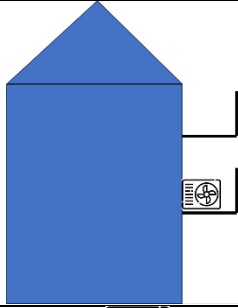
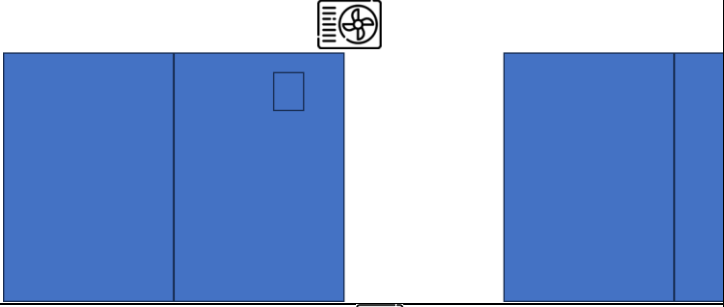
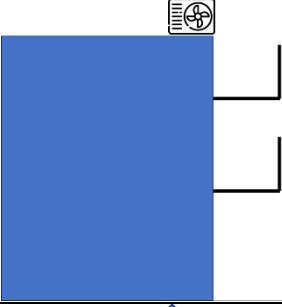
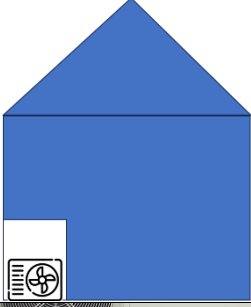

Description de la situation	Illustration de la situation
Unité extérieure positionnée sur un balcon ou une terrasse	 <p>A blue schematic of a house with a gabled roof. An outdoor unit is shown on the right side of the house, with a bracket indicating it is mounted on a balcony or terrace.</p>
Unité extérieure positionnée dans un angle de bâtiment	 <p>A blue schematic showing two rectangular building volumes. An outdoor unit is positioned in the corner where the two volumes meet, with a bracket indicating its placement.</p>
Unité extérieure en toiture positionnée à moins de 2 m de l'acrotère	 <p>A blue schematic of a house with a gabled roof. An outdoor unit is mounted on the roof surface, with a bracket indicating its position close to the eave.</p>
Éviter de prévoir un renforcement en façade pour encastrer les unités (risque d'augmenter les surfaces de réflexion)	 <p>A blue schematic of a house with a gabled roof. An outdoor unit is shown mounted on the facade, with a bracket indicating it is secured by a reinforcement structure.</p>
Socle en métal sans plot antivibratile et peu épais	 <p>A photograph showing a real-world installation of an outdoor unit. The unit is mounted on a thin, light-colored metal base that lacks any visible vibration-dampening pads or thickening.</p>

TABLEAU 8 : LISTE DES SITUATIONS À ÉVITER

## 7.2. Situation à privilégier

Pour limiter l'impact acoustique des pompes à chaleur, il est recommandé de privilégier les situations décrites dans le tableau suivant :

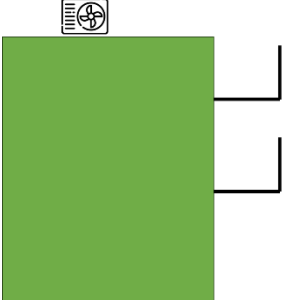


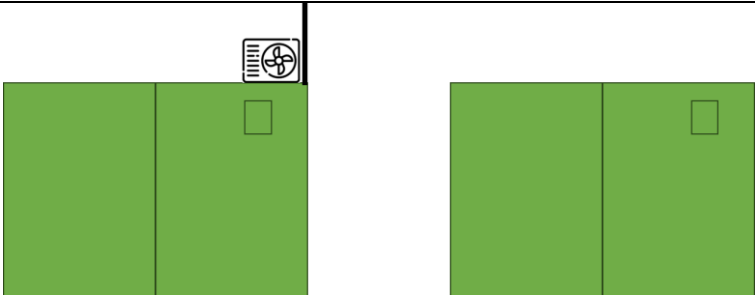

Description de la situation	Illustration de la situation
Pour les résidences : placement de l'unité dans une zone technique ouverte en toiture à plus de 2 mètres de l'acrotère	
Avoir une désolidarisation soignée des équipements avec des dispositifs antivibratiles entre la pompe à chaleur et le châssis	
Respecter scrupuleusement les conditions d'installation du fabricant (fréquence, taux de filtrage des vibrations, répartition de la charge)	
Privilégier de rendre les équipements non visibles (aspect psychologique du bruit)	
Pour les circuits et réseaux : Avoir des fourreaux souples et résilients pour les traversées de parois, de prévoir des fixations avec support muni de colliers antivibratiles, de prévoir des dispositifs d'atténuation des vibrations pour les tuyaux d'eau	

TABLEAU 9: LISTE DES SITUATIONS À PRIVILÉGIER

### 7.3. Découplage / Stockage élastique

En particulier pour les appareils installés à l'intérieur, il faut veiller à ce que la pompe à chaleur soit installée de manière à éviter la transmission des bruits de structure. Dans certains cas, cela peut également être important en cas d'installation à l'extérieur.

Un découplage de la pompe à chaleur et du sol peut être obtenu, par exemple, par un support élastique de la surface d'installation (dalle en béton / socle) sur des matériaux en caoutchouc (pieds en caoutchouc). Dans ce cas, il faut veiller à ce qu'aucun pont de bruits de structure, comme des raccords vissés, ne réduise les performances de la mesure.

Une transmission des bruits de structure peut également se produire par des suspensions rigides de tuyaux ou au niveau des passages muraux des gaines d'air. Dans ce cas, il faut également veiller à une suspension élastique. Dans la mesure du possible, il convient d'utiliser des tuyaux flexibles au lieu de conduites rigides. Il est également possible d'insérer des compensateurs dans les conduites. Il s'agit de sections de tuyaux qui sont pliées de 90° à 360° et qui assurent ainsi la flexibilité nécessaire. Un découplage peut également être nécessaire pour les tôles des gaines d'air.

## 7.4. Capotage

Le capotage doit être réalisé en respectant les recommandations du fabricant. Généralement les capotages sont réalisés sur mesure en fonction des dimensions de la pompe à chaleur à équiper.

Exemple de fiche technique d'un capotage :

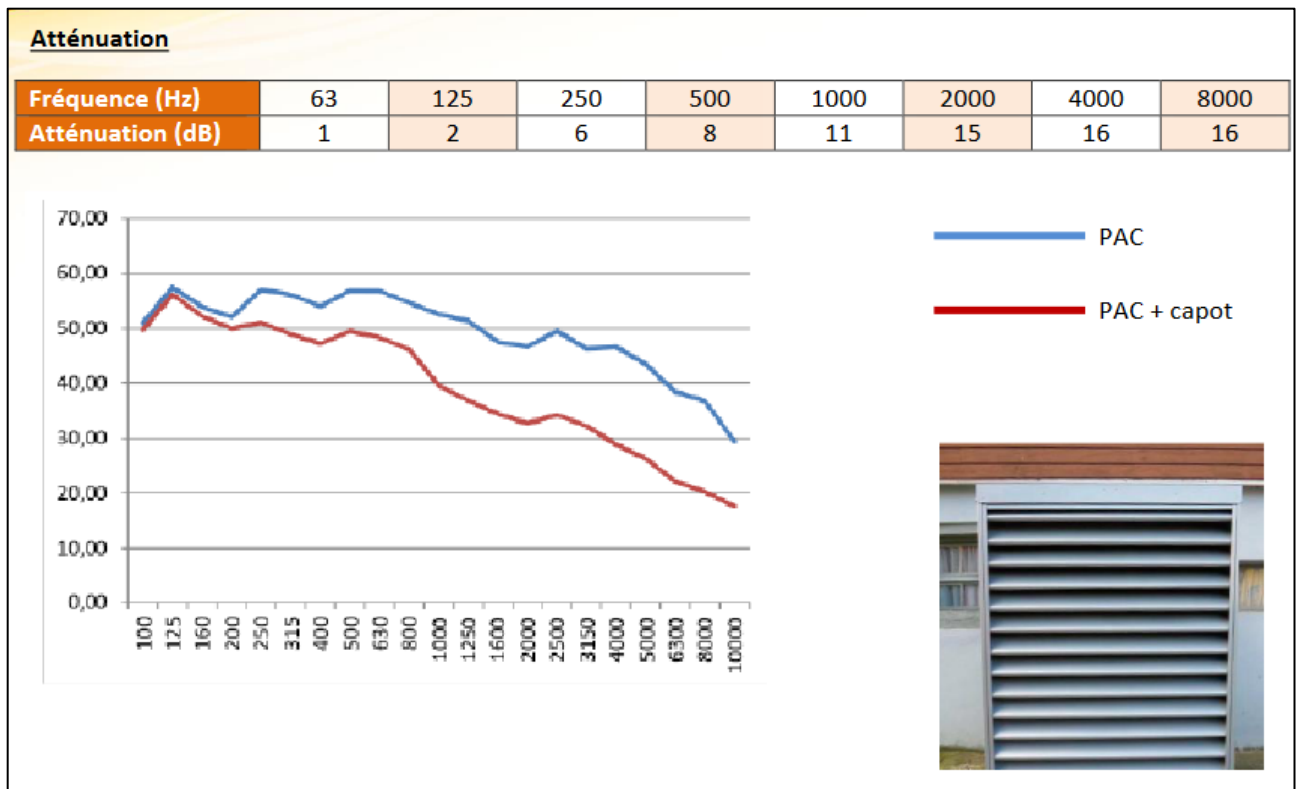






FIGURE 43: EXEMPLE DE FICHE TECHNIQUE D'UN CAISSON ACOUSTIQUE

L'atténuation globale de ce capotage est de 8 dB(A).

## 7.5. Écrans absorbants

L'installation d'écrans absorbants sur les façades ou les murs positionnés proche de la pompe à chaleur peut réduire les réflexions sonores induites et diminuer ainsi l'impact sonore de l'équipement. Un écran acoustique doit posséder une performance acoustique d'absorption décrite sur fiche technique. Les performances d'absorption de l'écran doivent être mesurées en laboratoire.

Exemple d'écran acoustique :

Performances
<b>Version « NATURE » : Essais acoustiques (Laboratoire EMITECH – CETRAM 04/2013):</b>
- Isolation : $R_w(C ; C_{tr}) = 27 (-2 ; -4)$ dB et $DLR = 23$ dB - catégorie B2
- Absorption : $DI_{\alpha} = 4,1$ dB - catégorie : A2
<b>Version « ORIGIN » : Essais acoustiques (Laboratoire EMITECH – CETRAM 04/2013):</b>
- Isolation : $R_w(C ; C_{tr}) = 22 (-1 ; -3)$ dB et $DLR = 19$ dB - catégorie B2
- Absorption : $DI_{\alpha} = 4,1$ dB - catégorie : A2



FIGURE 44: ILLUSTRATION D'UNE FICHE TECHNIQUE D'ÉCRAN ACOUSTIQUE

L'atténuation globale de cet écran est de 19 dB(A) (version Origin).

## 7.6. Local technique intérieur

Lors de l'installation d'une unité dans un local technique intérieur, il est conseillé de veiller à :

- Prévoir des matériaux absorbants dans le local (notamment au plafond)
- Prévoir des plots antivibratiles sous l'équipement
- Prévoir un gainage avec silencieux acoustique jusqu'à la grille de ventilation

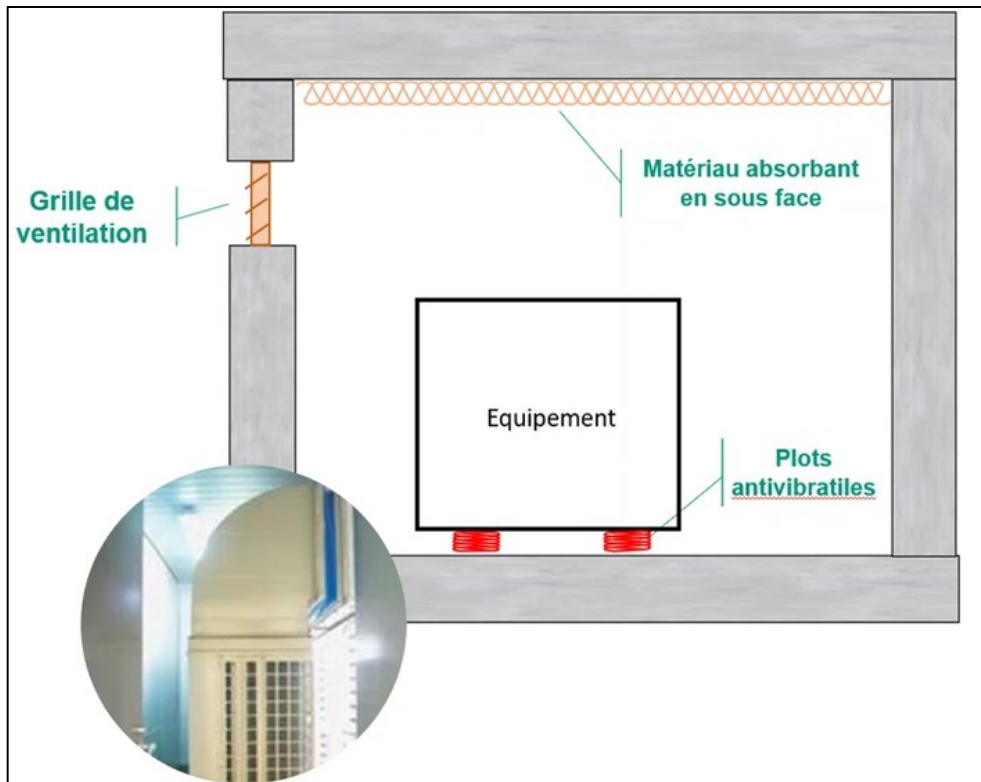


FIGURE 45: ILLUSTRATION D'UN ÉQUIPEMENT EN INTÉRIEUR AVEC GAINAGE

## 7.7. Maintenance de l'équipement

Des équipements tels que les unités extérieures des pompes à chaleur nécessitent un entretien régulier pour limiter l'impact acoustique. Il est ainsi important de :

- Prévoir un entretien régulier, selon les recommandations du fabricant : 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.

## 8. ANNEXES

### 8.1. Tables des illustrations et tableaux

Figure 1: Illustration des situations possibles d'installation dans l'outil Schallrechner .....	15
Figure 2: Illustration de la divergence géométrique.....	16
Figure 3: Illustration de la tonalité.....	18
Figure 4: illustration de l'énergie acoustique sur une paroi .....	19
Figure 5: Explication d'une étiquette énergie.....	20
Figure 6: Exemple d'une étiquette énergie .....	21
Figure 7: bouton protection des données .....	22
Figure 8: bouton note aux producteurs.....	22
Figure 9: bouton choix de la langue .....	25
Figure 10: Adresse du lieu d'installation dans l'outil Schallrechner.....	26
Figure 11: Informations sur l'équipement dans l'outil Schallrechner .....	27
Figure 12: Bouton calculer.....	39
Figure 13: Illustration du résultat obtenu sur l'outil .....	39
Figure 14: Illustration du résultat positif obtenu sur l'outil .....	40
Figure 15: Illustration du résultat négatif obtenu sur l'outil .....	41
Figure 16: Bouton Créer un rapport .....	42
Figure 17: Logigramme d'utilisation de l'outil .....	43
Figure 18: Fiche technique de la pompe à chaleur de l'exemple n°1 .....	44
Figure 19: Fiche technique de la pompe à chaleur de l'exemple n°2 .....	45
Figure 20: Illustration de l'emplacement de la pompe à chaleur de l'exemple n°2 .....	46
Figure 21: informations concernant l'utilisateur de l'équipement.....	46
Figure 22: informations concernant l'équipement de pompe à chaleur de l'exemple n°2 .....	47
Figure 23: informations concernant la situation d'installation de la pompe à chaleur de l'exemple n°2.....	48
Figure 24: Résultats de l'exemple n°2 .....	49
Figure 25: Résultats de l'exemple n°2 après solutions .....	50
Figure 26: Fiche technique de la pompe à chaleur de l'exemple n°3 .....	51
Figure 27: Illustration de l'emplacement de la pompe à chaleur de l'exemple n°3 .....	52
Figure 28: informations concernant l'utilisateur de l'équipement.....	53
Figure 29: informations concernant l'équipement de pompe à chaleur de l'exemple n°3 .....	53
Figure 30: informations concernant la situation d'installation de la pompe à chaleur de l'exemple n°3.....	54

Figure 31: Résultats de l'exemple n°3 .....	55
Figure 32: solution d'atténuation acoustique l'exemple n°3.....	55
Figure 33: Résultats de l'exemple n°3 après solutions .....	56
Figure 34: Fiche technique de la pompe à chaleur de l'exemple n°4 .....	57
Figure 35: Illustration de l'emplacement de la pompe à chaleur de l'exemple n°4 .....	58
Figure 36: informations concernant l'utilisateur de l'équipement .....	59
Figure 37: informations concernant l'équipement de pompe à chaleur de l'exemple n°4 .....	59
Figure 38: informations concernant la situation d'installation de la pompe à chaleur de l'exemple n°4.....	60
Figure 39: Résultats de l'exemple n°4 .....	61
Figure 40: solution d'atténuation acoustique l'exemple n°4.....	62
Figure 41: Résultats de l'exemple n°4 après solutions .....	62
Figure 42: Illustration d'une niche isolée.....	67
Figure 43: exemple de fiche technique d'un caisson acoustique .....	73
Figure 44: Illustration d'une fiche technique d'écran acoustique .....	74
Figure 45: Illustration d'un équipement en intérieur avec gainage.....	75
Tableau 1 : Influence du facteur de directivité.....	14
Tableau 2: Description des situations d'installation pour une unité extérieure .....	29
Tableau 3: Description des situations d'installation pour une sortie d'air.....	31
Tableau 4: situation d'installation et détermination de la distance D .....	34
Tableau 5: Description des protections acoustiques et visuelles possibles .....	35
Tableau 6: Description des solutions d'atténuation acoustiques possibles.....	38
Tableau 7: Liste des obstacles entre l'équipement et la limite de propriété voisine.....	66
Tableau 8 : Liste des situations à éviter .....	69
Tableau 9: Liste des situations à privilégier .....	70