

Si la cheminée est tubée (cas fréquent pour des chaufferies gaz en particulier suite à une conversion), son accrochage sur la façade du bâtiment devra s'effectuer au moyen de colliers revêtus de matériau élastique (comme pour la fixation des tuyauteries) [figure 76].

Ces systèmes permettent également de compenser les déformations liées à la dilatation de la cheminée et de limiter leur transmission à la structure du bâtiment. Pour cet aspect, les conduits circulaires sont à privilégier.

### ■ Réduction du bruit de cheminée

Que la gêne acoustique affecte l'environnement extérieur ou un loge-

ment longé par le conduit, sa suppression (après avoir tenté de réduire sans succès le bruit émis en modifiant le réglage du brûleur) passe fréquemment par la mise en place de silencieux sur la cheminée.

Malheureusement, leur dimensionnement a priori est délicat car il n'existe pas de méthode de prévision fiable (en niveau comme en spectre) du bruit à l'intérieur de la cheminée.

De plus, selon le spectre de bruit à corriger, le silencieux à utiliser sera du type :

- à absorption,
- à réaction.

C'est pourquoi, fréquemment, les silencieux sont installés en phase curative.

Nous présentons dans la suite de ce chapitre les deux grandes familles de silencieux, leurs spécificités et leurs conditions d'installation.

### ■ Les silencieux à absorption

#### • Principe

Les silencieux à absorption adaptés aux cheminées sont généralement des conduits de section cylindrique ou rectangulaire dont les parois intérieures sont recouvertes de matériaux absorbants.

C'est l'action de ce matériau qui atténue le bruit en dissipant une partie de l'énergie acoustique sous forme de chaleur. Sont généralement utilisées des fibres minérales, des laines de verre ou de roche.

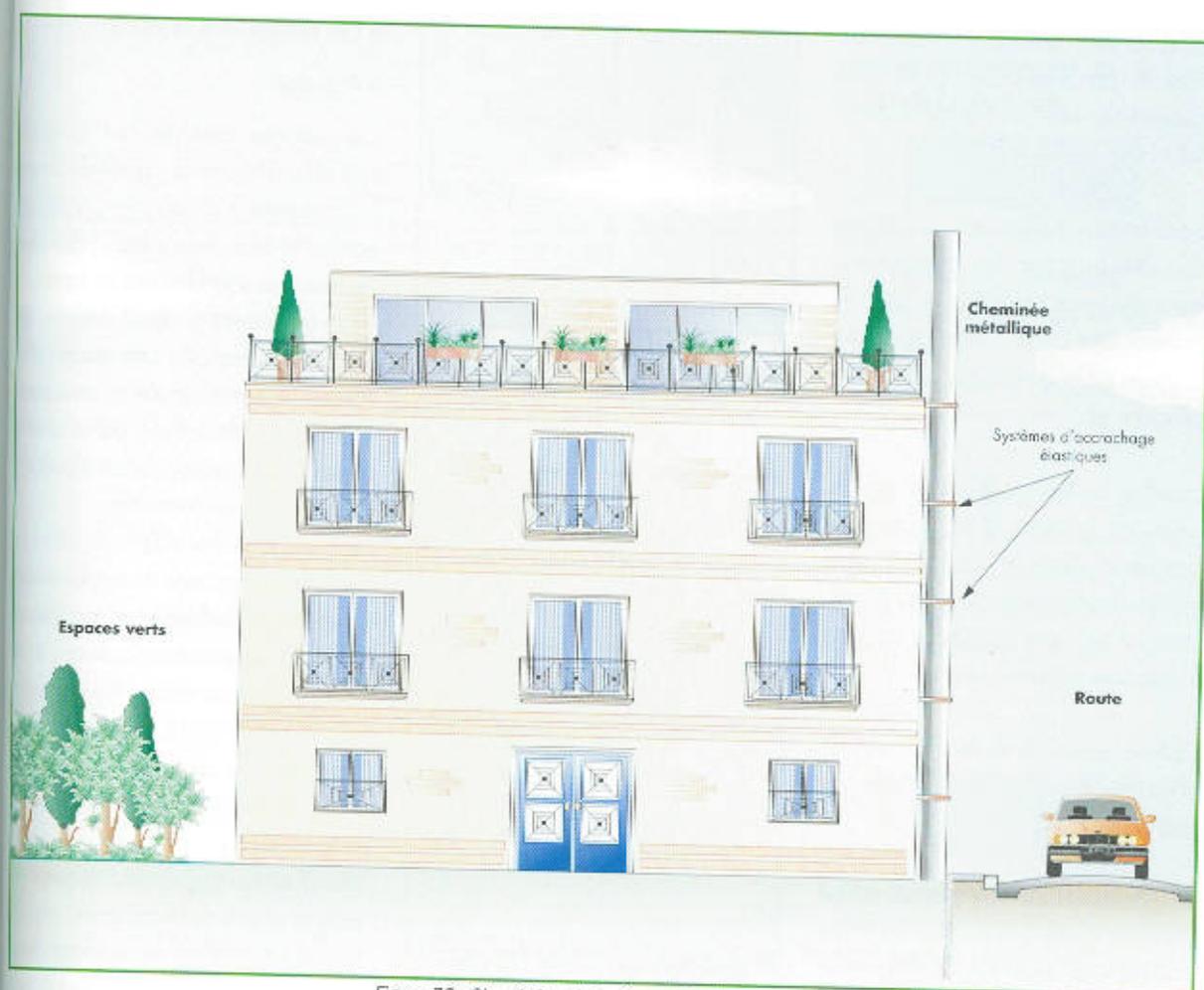


Figure 76 - Cheminée tubée décollée du bâtiment

Ces silencieux sont particulièrement bien adaptés à la correction de spectre de bruit large bande. Dans ce cas, l'évolution du niveau acoustique en fonction de la fréquence n'est pas brutale et les niveaux importants sont répartis sur une bande de fréquence large comme le montre la figure 77.

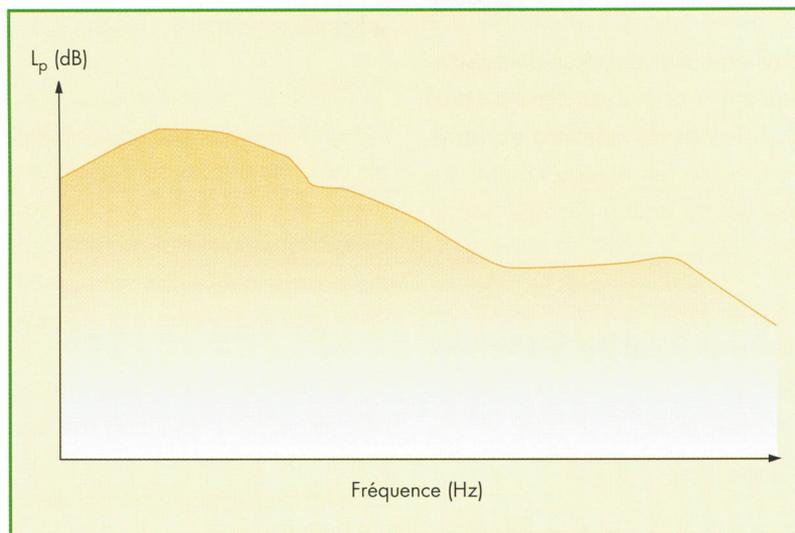


Figure 77 - Exemple type de spectre large bande (analyse en bandes fines)

Ce type de spectre est caractéristique du bruit émis par la combustion. Il est maximum pour des fréquences de l'ordre de 200 à 400 Hz.

Dans le cas de silencieux à absorption utilisés pour des cheminées, les matériaux absorbants utilisés doivent être choisis également en fonction de leur résistance à la température et à l'humidité.

En effet, les fumées fortement chargées en vapeur d'eau peuvent condenser dans le conduit de cheminée et mouiller le matériau absorbant ce qui peut dégrader ses performances acoustiques.

Celui-ci peut alors être recouvert d'un film protecteur et maintenu par une tôle perforée.

La géométrie de ces silencieux est de deux types :

- silencieux droit (figure 78),
- silencieux coudé (figure 79).

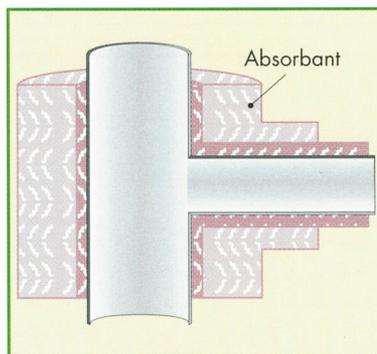


Figure 78 - Principe d'un silencieux à absorption coudé

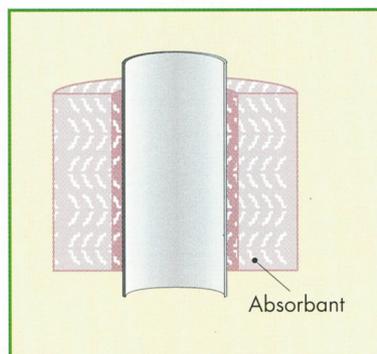


Figure 79 - Principe d'un silencieux à absorption droit

Ils peuvent alors être installés en pied de cheminée.

### • Efficacité

L'efficacité de ces silencieux est généralement médiocre en basse fréquence, bonne en moyenne fréquence et relativement faible en haute fréquence (pour lesquelles les problèmes acoustiques ayant pour origine la cheminée sont moindres).

Elle est fonction de leurs dimensions (diamètre intérieur, épaisseur de matériau, longueur recouverte), de leur géométrie (droit ou coudé) et du matériau utilisé.

La figure 80 permet d'apprécier l'efficacité d'un silencieux droit de ce type (constitué d'un cylindre de fibre minérale de 1 mètre de longueur et de diamètre intérieur 250 millimètres) conçu pour une application cheminée.

### ■ Les silencieux à réaction

#### • Principe

Ce sont des conduits qui comportent des singularités géométriques (changement de section, volume connecté à la cheminée...) dont les dimensions sont choisies en fonction de la fréquence du bruit à traiter. A leur niveau, se crée une onde réfléchie en opposition de phase avec l'onde incidente ce qui entraîne une forte réduction du bruit résultant pour la fréquence traitée.

Ces silencieux sont donc particulièrement bien adaptés au traitement des fréquences émergentes d'un spectre de raie (figure 81).

Dans le cas de chaudières, ces raies affectent des fréquences basses (de l'ordre de 300 Hz maximum) et sont caractéristiques de phénomènes de résonances acoustiques à l'intérieur du système chaudière-conduit de cheminée.

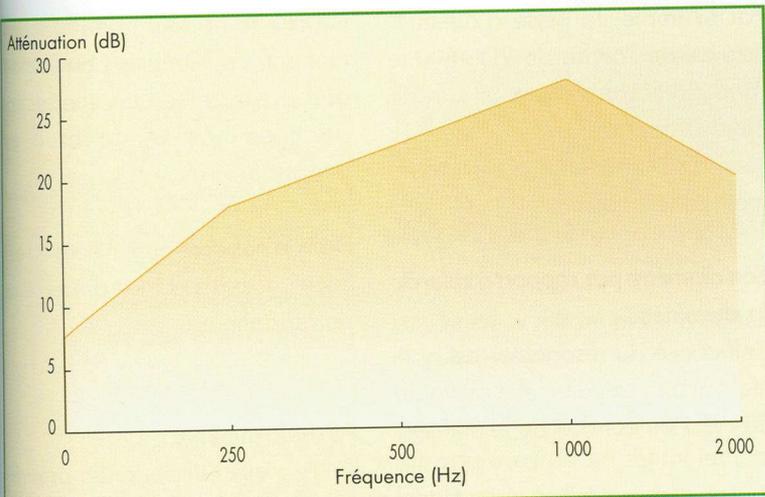


Figure 80 - Atténuation d'un silencieux à absorption  $\varnothing$  250 mm (constitué d'un cylindre de fibre minérale de 100 mm d'épaisseur et de 1 mètre de hauteur)

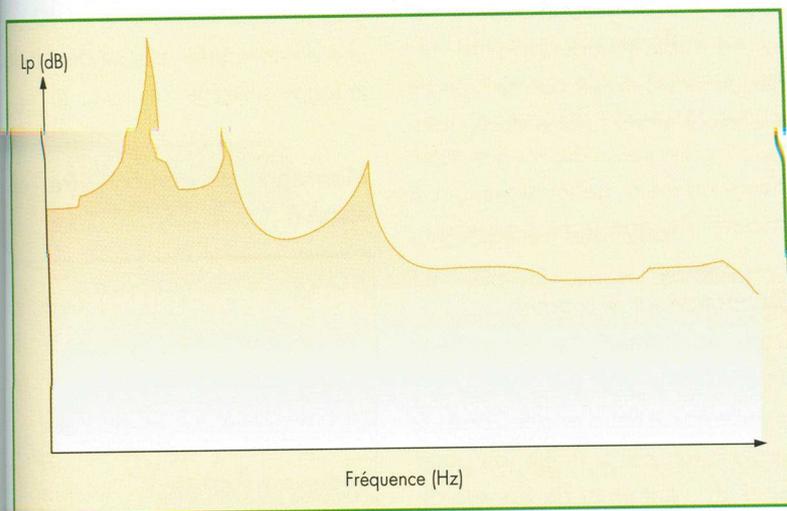


Figure 81 - Exemple de spectre de raie

Les types de silencieux à réaction sont nombreux : résonateur quart d'onde, de Helmholtz, chambre d'expansion, tube de Quinke.

La taille d'un silencieux à réaction est fonction de la longueur d'onde de la raie fréquentielle traitée. Ils sont donc d'autant plus volumineux que le phénomène considéré est basse fréquence.

Dans le cas des chaudières, le silencieux à réaction le plus communément utilisé (car sa taille est simple à accorder avec la fréquence considérée) est le résonateur quart d'onde. Son nom est lié

à sa longueur qui correspond au quart de celle de l'onde du bruit qu'il réduit.

La figure 82 présente un silencieux de ce type.

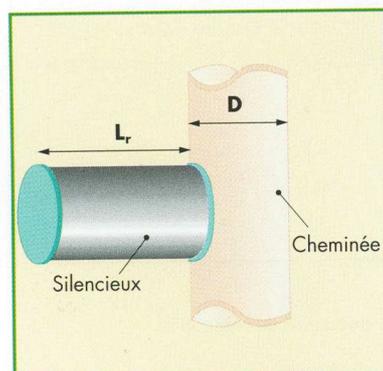


Figure 82 - Schéma type 1/4 d'onde silencieux à réaction

#### • Dimensionnement

Sa longueur va dépendre de la fréquence traitée et de son positionnement sur le conduit de cheminée.

#### Silencieux installé au débouché de la cheminée

$$L_r = \frac{\lambda}{4} - 0,15 \times D$$

s'il est perpendiculaire à la cheminée,

$$L_r = \frac{\lambda}{4}$$

s'il est concentrique à la cheminée.

#### Silencieux installé en pied de cheminée

$$\frac{\lambda}{4} - 0,5 \times D < L_r < \frac{\lambda}{4}$$

#### Dans le cas d'un silencieux installé perpendiculairement sur le parcours de la cheminée

$$L_r = \frac{\lambda}{4} - 0,15 \times D$$

avec :

$L_r$  : longueur du silencieux,

$D$  : diamètre du conduit de cheminée,

$\lambda$  : la longueur d'onde du bruit à traiter.

Ce dernier paramètre est fonction de la fréquence de la raie à traiter,  $f$ , et de la vitesse de propagation du son,  $c$ , qui est elle-même fonction de la température en Kelvin,  $T$ .

Ainsi, on a :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{20,1 \sqrt{T}}{f}$$

Cette sensibilité au paramètre température n'est pas sans poser problème lors de la définition du résonateur quart d'onde utilisé.

En effet, sa longueur doit parfois être « affinée » une fois le système installé en raison de variation de la température. C'est pourquoi il est intéressant d'installer des modèles à longueur ajustable selon le schéma de principe de la figure 83 :

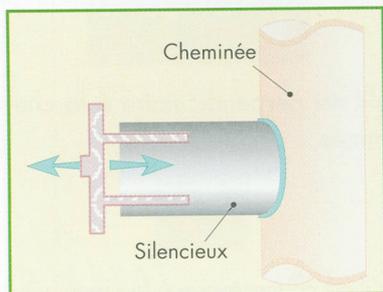


Figure 83 - Modification sur site de la longueur d'un silencieux à réaction

#### • Efficacité

L'efficacité d'un silencieux quart d'onde varie avec la fréquence et la figure 84 permet de l'apprécier. L'efficacité d'un silencieux quart d'onde est fonction de différents paramètres.

#### Son absorption acoustique

Le conduit doit être le plus réverbérant possible et le résonateur perd de l'efficacité si le matériau utilisé est absorbant.

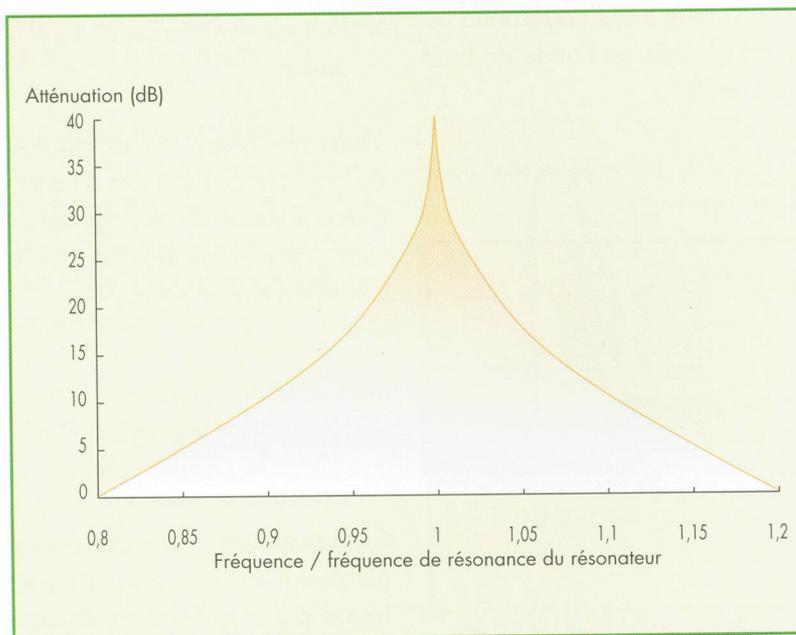


Figure 86 - Efficacité théorique d'un silencieux type quart d'onde (sur la raie fréquentielle)

Par exemple, la perte d'atténuation est de l'ordre de 20 dB si le fond du résonateur a un coefficient d'absorption  $\alpha_{\text{Sabine}}$  de 0,1 (par rapport à un fond parfaitement réfléchissant).

#### Son diamètre par rapport à celui de la cheminée

L'efficacité du résonateur est optimale quand son diamètre est voisin de celui du conduit de cheminée.

#### Son diamètre par rapport à la longueur d'onde

L'efficacité du résonateur est optimale si le rapport entre son diamètre et la longueur d'onde à traiter est faible (inférieur à 0,4). Les fréquences à traiter par ce type de silencieux étant faibles dans notre application (longueur d'onde supérieure au mètre généralement), cet aspect n'a que peu d'influence.

#### Sa position sur le conduit

Dans un conduit, se succèdent (selon la fréquence) des zones à fort niveau acoustique et des zones à faible niveau acoustique (on parle alors de ventres et de nœuds de pression).

De par son principe de fonctionnement, un silencieux à réaction doit être installé dans une section de cheminée où le bruit est important.

Dans le cas contraire, il perd en efficacité. Cet aspect est présenté au paragraphe d.

#### • Positionnement

Autre aspect important à prendre en compte dans l'installation d'un silencieux quart d'onde : sa localisation.

Pour un silencieux installé en débouché de cheminée, elle se définit de la façon suivante :

#### Montage perpendiculaire au conduit (figure 85)

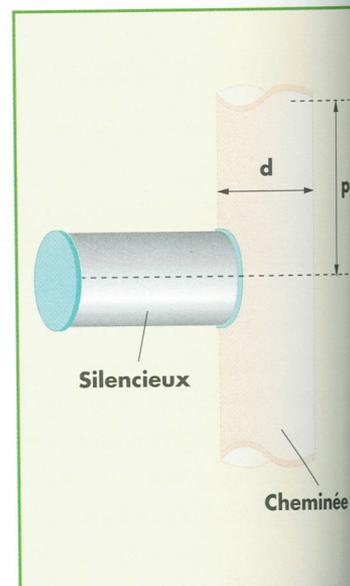


Figure 85 - Positionnement d'un silencieux quart d'onde placé perpendiculairement au conduit à proximité du débouché

où :

$$P = \frac{\lambda}{4} - 0,3 \times d$$

avec :

d : diamètre de la cheminée, et

$\lambda$  : longueur d'onde du bruit traité.

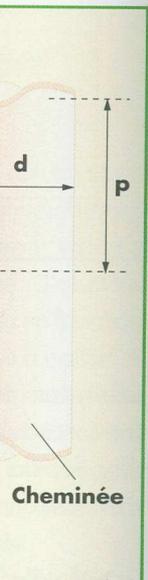
de fonction-  
ux à réaction  
ns une section  
le bruit est

il perd en effi-  
st présenté au

ant à prendre  
tallation d'un  
nde : sa loca-

allé en débou-  
se définit de

liculaire au



d'un silencieux  
ndiculairement  
du débouché

x d

eminée,

e du bruit

### Cas d'un montage concentrique au conduit (figure 86)

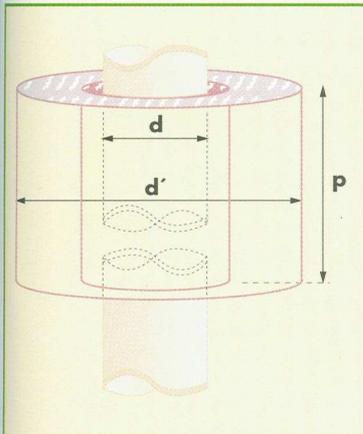


Figure 86 - Positionnement d'un silencieux quart d'onde placé concentriquement au conduit à proximité du débouché

où :

$$P = \frac{\lambda}{4} + \frac{d'^2 - d^2}{4d}$$

avec :

d : diamètre de la cheminée,

d' : diamètre du silencieux,

λ : longueur d'onde du bruit traité.

Ainsi, pour une cheminée de diamètre 300 mm, à l'intérieur de laquelle se propage un bruit caractérisé par une émergence fréquentielle à 150 Hz et une température des fumées de 200 °C, si on considère que  $d' = 3d = 900$  mm, on a :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{20,1 \sqrt{200 + 273}}{100} = 4,4 \text{ m}$$

d'où :

$$P = \frac{\lambda}{4} + \frac{d'^2 - d^2}{4d} = \frac{4,4}{4} + \frac{0,9^2 - 0,3^2}{4 \times 0,3} = 1,7 \text{ m}$$

Le silencieux mis en place est donc très volumineux.

Pour un silencieux installé le long du parcours de la cheminée, la localisation optimale ne peut être définie a priori. Il faut alors rechercher la zone où le niveau sonore pour la fréquence à traiter est le plus élevé. On peut pour cela effectuer des mesures acoustiques directement dans le conduit ou effectuer des mesures vibratoires sur celui-ci.

#### ■ Conditions d'installation

Un silencieux à absorption comme un silencieux à réaction est généralement volumineux. Par exemple, un silencieux quart d'onde pour le traitement acoustique d'une raie fréquentielle à 100 Hz a une longueur de l'ordre de 1,1 mètre ! Sa mise en place s'en trouve bien évidemment compliquée.

Si la gêne acoustique affecte l'environnement, il est toujours possible d'installer le silencieux au débouché de la cheminée. En revanche, si la gêne affecte un logement longé par la cheminée, il est alors impératif de l'installer à

l'intérieur de la chaufferie. C'est généralement la solution la plus économique si la chaufferie est relativement spacieuse.

Les silencieux à réaction et à absorption sont efficaces dans des gammes fréquentielles différentes et il est souvent nécessaire d'associer ces deux types de silencieux pour supprimer toute gêne. On peut également créer des silencieux mixtes en mêlant changement de section et absorption.

Autre paramètre à prendre en compte : un silencieux crée une perte de charge qui, bien que faible (inférieure à 100 Pa généralement), doit être prise en compte.

#### Synthèse

Une émission sonore anormalement élevée en cheminée est difficile à prévoir d'autant plus qu'elle reste rare. Les solutions préconisées sont du domaine curatif : mise en place de silencieux adapté au problème posé.

Néanmoins, le choix d'un parcours de cheminée permettant de limiter la transmission de bruit vers les zones de vie induit la gêne perçue. Enfin, une réservation d'espace au niveau de la chaufferie permet de réduire les coûts d'installation d'un silencieux.