



**COMPTEZ
SUR DES EXPERTS**



Capotages acoustiques et cabines insonorisées

Journée portes ouvertes du 23 juin 2016

Animé par Pierre LOQUES

Plan de la présentation

Sommaire:

- Introduction : Le capot acoustique, traitement du bruit à la source
- Techniques : Les notions d'encoffrement du bruit
- Solutions : Choisir le capot et réfléchir à son implantation
- Réalisation : Le savoir faire dB Vib





Introduction

Introduction:

- Utilité du capot
- Traitement du bruit aérien
- Principe de base

Les capots et cabines acoustiques servent à encoffrer le bruit aérien rayonné par les machines.

Ils sont un moyen de traitement passif de la source. Ils permettent d'atténuer le bruit qui a déjà été créé par la machine.

Pour être efficace, il faut tenir compte de :

- La nature du bruit rayonné
- Les différents chemins de propagation du bruit
- La prise compte du process et des interventions de maintenance
- Les contraintes thermiques

Introduction

Introduction:

- Milieux industriel
- Normes
- Etude acoustique amont

La problématique du bruit dans le milieu industriel est à l'origine de l'inconfort et à fortiori de problèmes d'audition pour les individus !

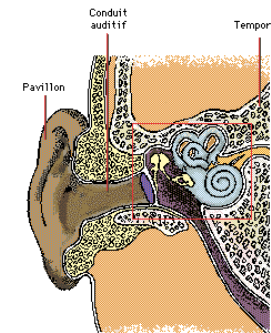
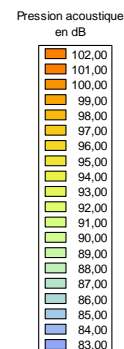
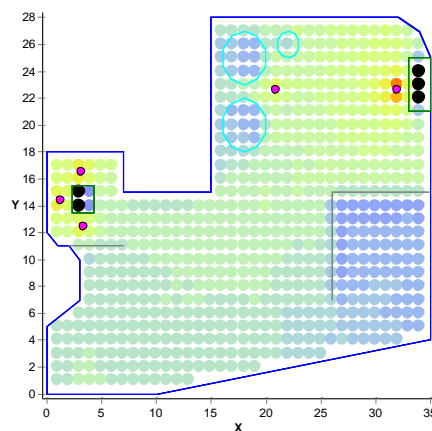
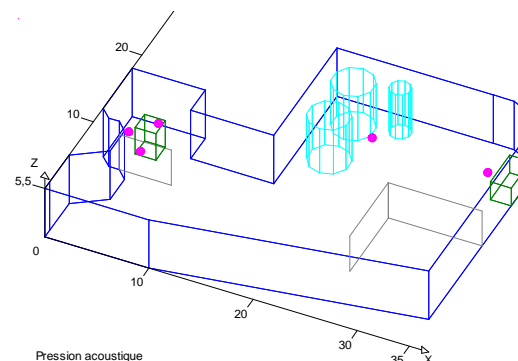
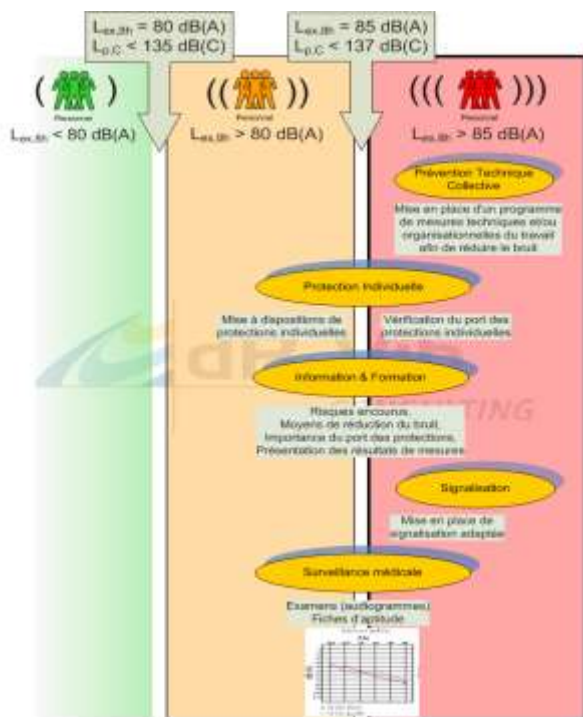


Illustration Microsoft

Introduction

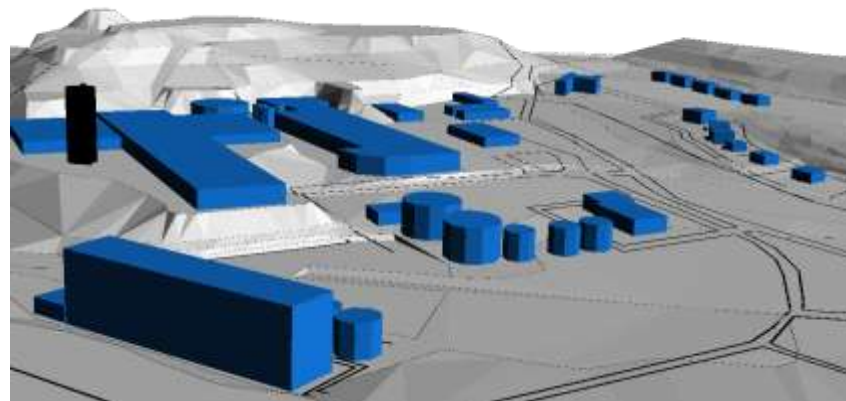
Introduction:

- Zone à émergence restreinte
- Arrêtés en limite de propriété
- Etude acoustique amont

La problématique du bruit sort des limites du site industriel

ZER

Niveau de bruit ambiant existant en ZER (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible entre 7h et 22h sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible entre 22h et 7h ainsi que dimanches et jours fériés
> 35 dB(A) et ≤ 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

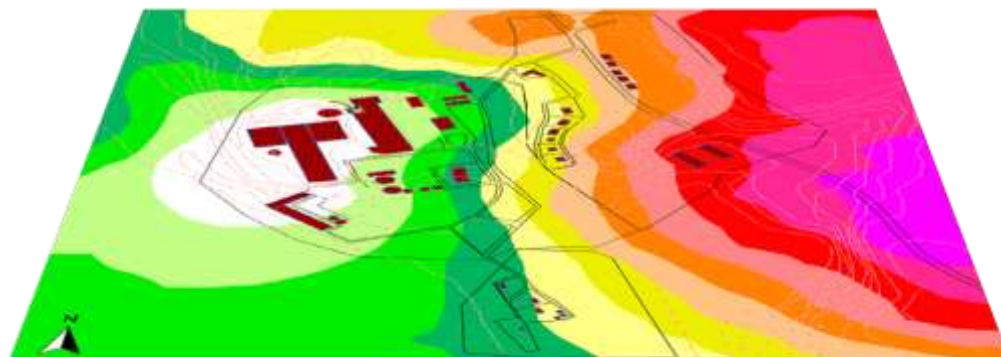


Limite de propriété

Niveau < 70 dB(A) de jour

Niveau < 60 dB(A) de nuit

(Sauf si le niveau de bruit résiduel dépasse ces valeurs)



Nécessité d'une étude en amont :

Identification des sources

Simulation d'un traitement

Validation sur le niveau de bruit global

- Des sources diverses
- Des problématiques différentes
- Solution d'encloisonnement

Les sources sont nombreuses:

Pompes
Moteurs
Machines tournantes
Ventilateurs
Postes de travail
Machines automatisées
...la liste est longue

Lorsqu'elle est possible la solution à privilégier
est le capotage des machines bruyantes

Elle reste la plus efficace

Attention cependant à prendre en compte les contraintes de maintenance et
les contraintes thermiques

- Absorption
- Réflexion
- Transmission

Introduction

Décomposition du bruit lorsqu'il frappe une paroi

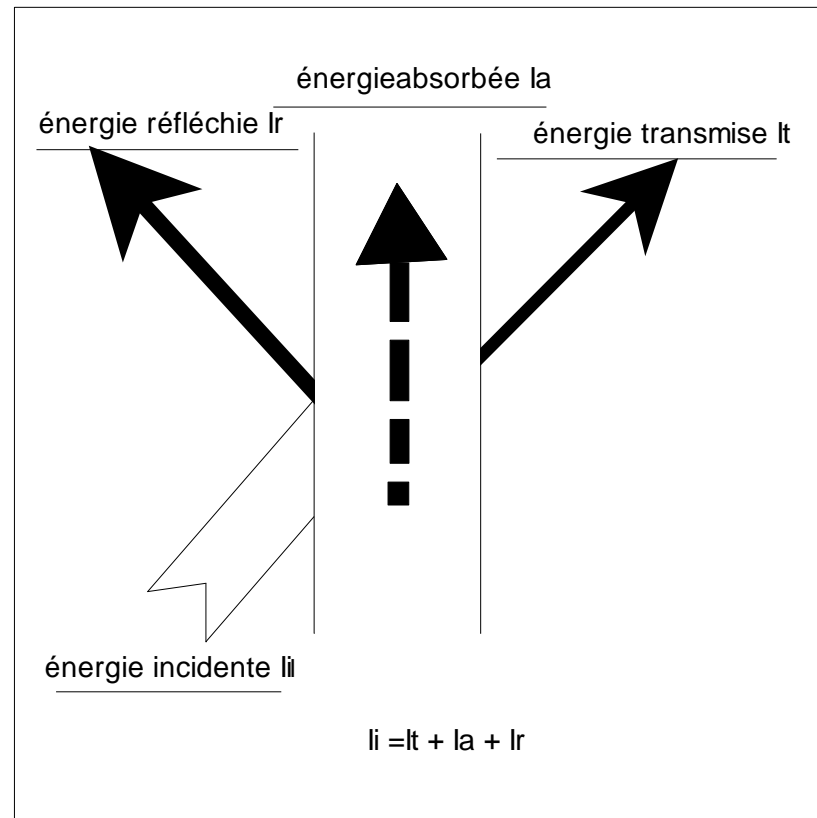
1 onde incidente :

- 1 partie réfléchie
- 1 partie absorbée
- 1 partie transmise

L'onde absorbée est transformée en énergie thermique

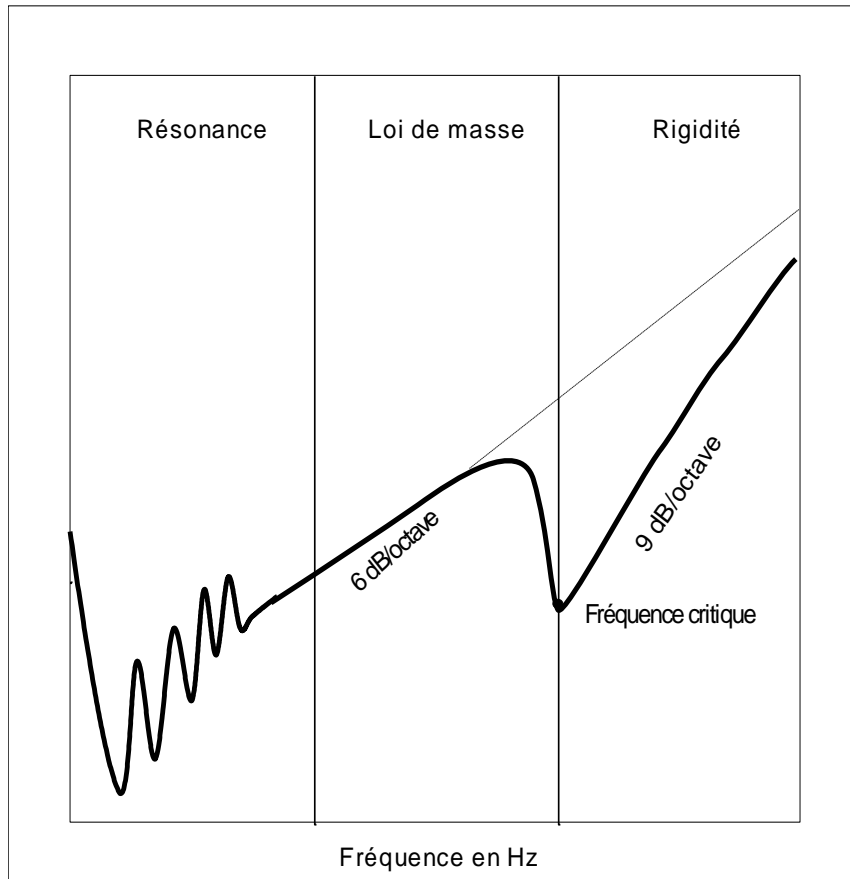
L'onde réfléchie est renvoyée dans le capot

L'onde transmise sort du capot et contribue à l'élévation du niveau de bruit à l'extérieur



Introduction

Perte de transmission (R) en fonction de la fréquence



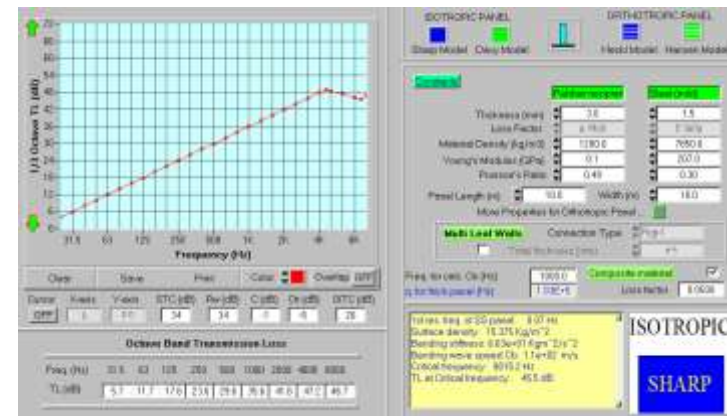
Loi de masse

$$R = 20 \log \frac{m \omega \cos \theta}{2 \rho_0 c}$$

Avec

- m = masse de la paroi
- ω = pulsation = $2\pi f$
- ρ_0 = masse volumique de l'air
- c = célérité du son dans l'air
- θ = angle d'incidence frappant la paroi

Calcul de perte de transmission des matériaux avec le logiciel ENC



Introduction

La perte de transmission ne suit pas uniquement la loi de masse

Exemple : Atténuation pour un panneau à double parois

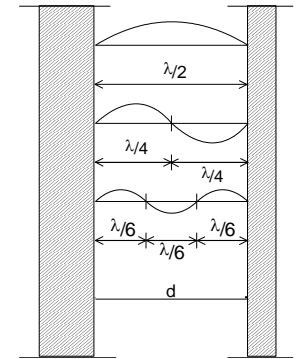
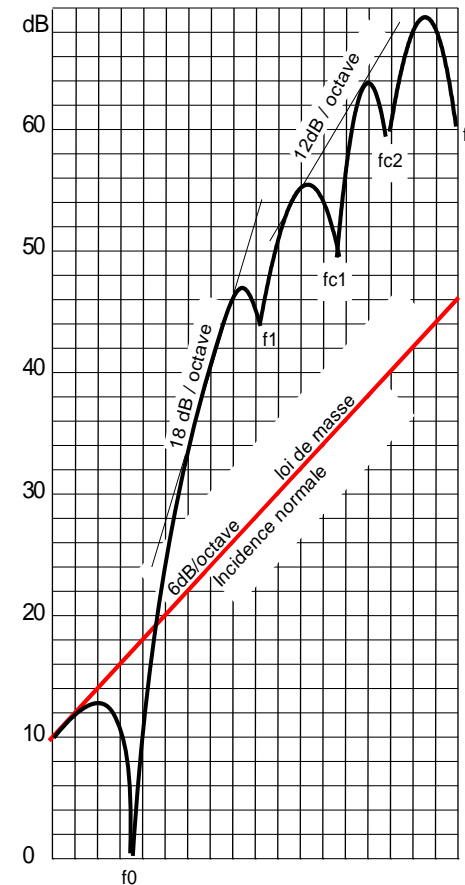
A masse équivalente, l'atténuation est meilleure avec deux parois qu'avec une paroi

La fréquence critique

Propre à chaque paroi

La fréquence de résonance

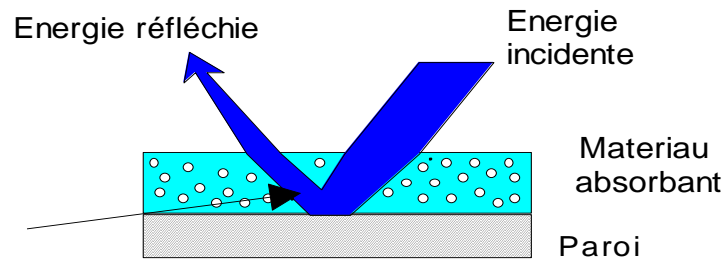
Fonction de l'écartement de deux parois



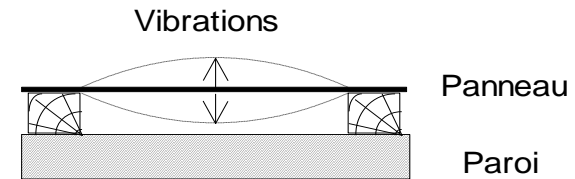
Introduction

Absorption (α) de l'onde incidente

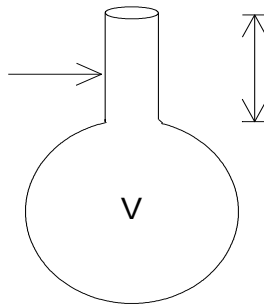
Matériaux poreux (ou fibreux) : HAUTES FREQUENCES



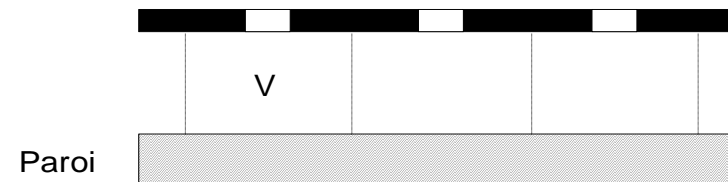
Panneaux fléchissants : BASSES FREQUENCES



Résonateurs de Helmotz : MOYENNES FREQUENCES



Plaque perforée comparée à un ensemble de résonateurs groupés



Introduction

Perte d'insertion (notée D_w) est la différence de niveau de puissance de la source avec et sans l'encoffrement

$$D_w = R + 10 \log(\alpha) \text{ en dB}$$

Ordres de grandeur:

si $\alpha = 0.1$ $D_w = R - 10\text{dB}$

si $\alpha = 0.5$ $D_w = R - 3\text{dB}$

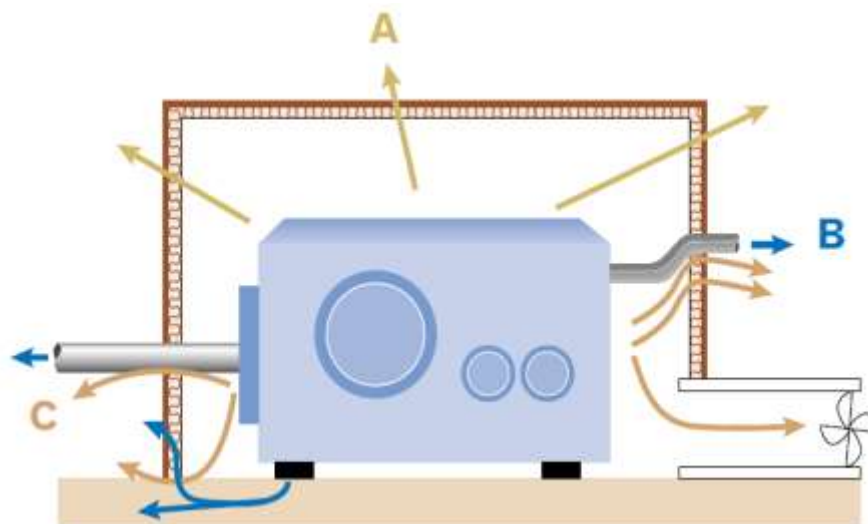
si $\alpha = 0.7$ $D_w = R - 1.5\text{dB}$

si $\alpha = 0.9$ $D_w = R - 0.5\text{dB}$

Indice d'affaiblissement R (dB)								
Désignation	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
EKOMODULE40	9	23	25	25	20	35	42	45
EKOMODULE60	12	24	27	30	21	36	42	45
EKOMODULE80	13	25	29	21	21	33	47	50
EKOMODULE100	13	25	27	23	30	36	47	51
EKOMODULE120	15	28	30	23	31	37	48	52

Coefficient d'absorption α sabine								
Désignation	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
EKOMODULE40	0.10	0.25	0.54	0.62	0.60	0.61	0.65	0.65
EKOMODULE60	0.10	0.27	0.60	0.68	0.66	0.68	0.72	0.72
EKOMODULE80	0.10	0.30	0.67	0.76	0.74	0.75	0.80	0.80
EKOMODULE100	0.11	0.33	0.74	0.84	0.81	0.81	0.80	0.80
EKOMODULE120	0.12	0.37	0.81	0.86	0.83	0.81	0.80	0.81

- Transmission solidienne
- Transmission aérienne



Transmission solidienne **(B)**:

Energie vibratoire transmise par les pièces rigides

Vibration transmise par le sol aux équipements environnants

Vibration transmise aux parois du capotage

Solution : Découplage vibratoire (Préconisation dBVib suivant les cas)

Transmission aérienne **(A)** et **(C)**:

Bruit rayonné par la carcasse de la machine

Transmission direct à travers le capot

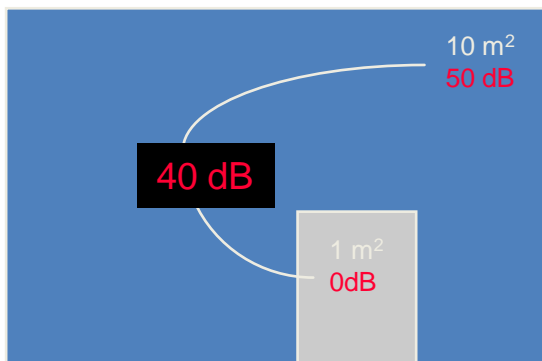
Fuite acoustique sur le capot

Fuite par le système de ventilation

Les fuites diminuent les performances du capot

$$R_i = -10 \times \log(\theta) = 10 \text{ dB}$$

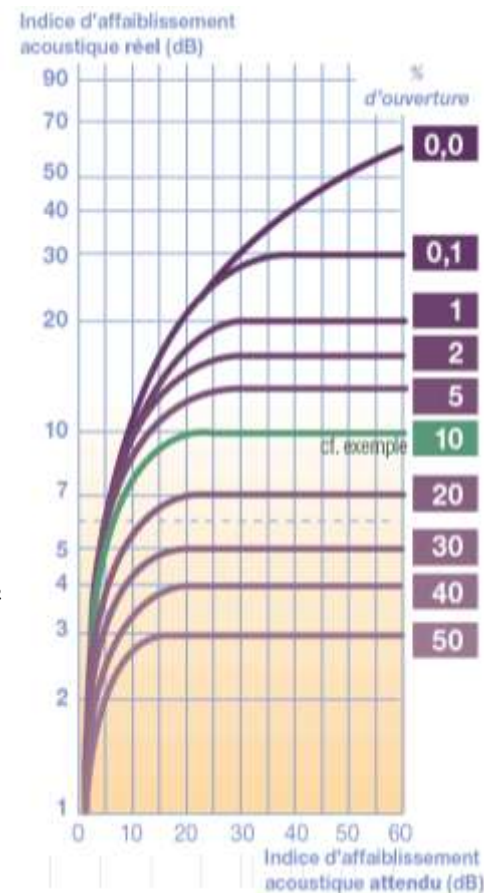
$$\theta = \frac{\sum S_{oi}}{S_t}$$



Exemple pour un mur $R_w=50\text{dB}$ de 11m^2 avec un trou de 1m^2
On perd 10dB d'atténuation

Origine des fuites :

- Passages de câbles
- Passages de porte
- Panneaux mal ajustés à la structure
- Absence de joint d'étanchéité

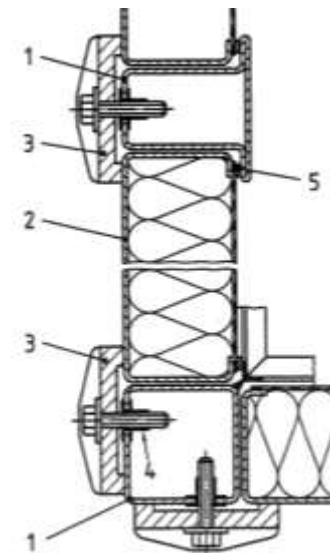
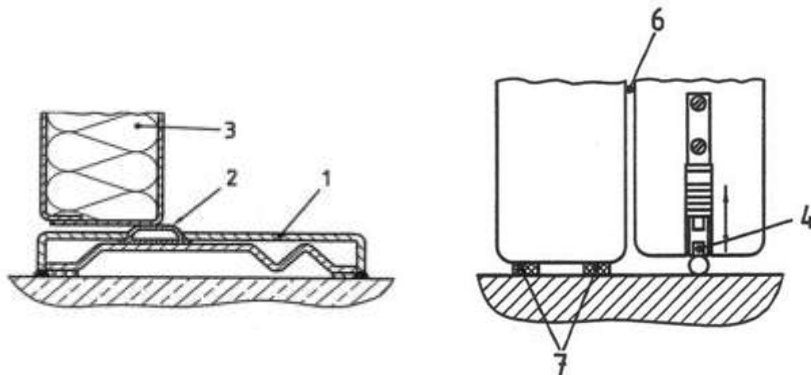


Structure du capot :

Structure tubulaire à ailette
Compression de joint à l'interface
Moyen de serrage ajustable

Portes insonorisées :

Seuil de porte (joints serrés par compression)
Seuil étagé (avec plusieurs joints)
Plinthe automatique
Recouvrement du capot (portes coulissantes)



Portes dBVib

PIL35 – Rw 30

PIL40 – Rw 42(-2;-3)

PIL45 – Rw 47 (-1;-6)

PIL50 – Rw 52 (-0;-3)

- Ventilation naturelle
- Ventilation forcée

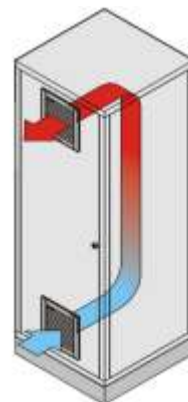
La ventilation permet d'assurer la circulation de l'air dans le capot et le confinement du son :

- 1 Ventilation naturelle -> mise en mouvement de l'air par convection (grands écarts de température ou faible dissipation thermique)
- 2 Ventilation prévue sur la machine et suffisante pour son refroidissement
- 3 Ventilation forcée par un système de ventilation supplémentaire



Données d'entrée à fournir :

Température maximum de fonctionnement de la machine
Température extérieure de design
Chaleur dégagée par la machine
Perte de charge admissible par la machine



Dimensionnement des silencieux :

Le silencieux doit avoir une atténuation au moins égale à l'atténuation des parois du capotage

Niveaux de bruit dans le capot

Niveau de bruit attendu à la sortie du silencieux

Rappel : le niveau de bruit dans le capot est amplifié par la réverbération

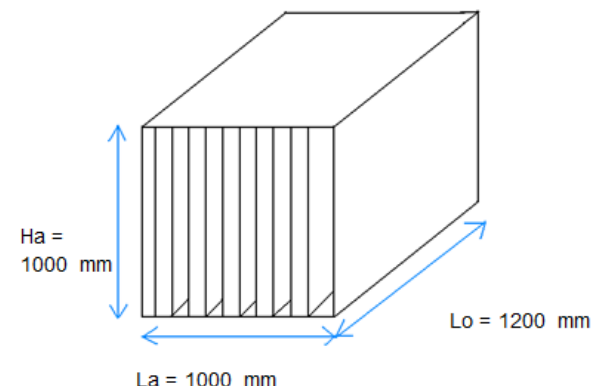
ρ air à la température considérée	1.205 kg/m³
Distance du point receteur	1 m 1000 mm

Silencieux 2

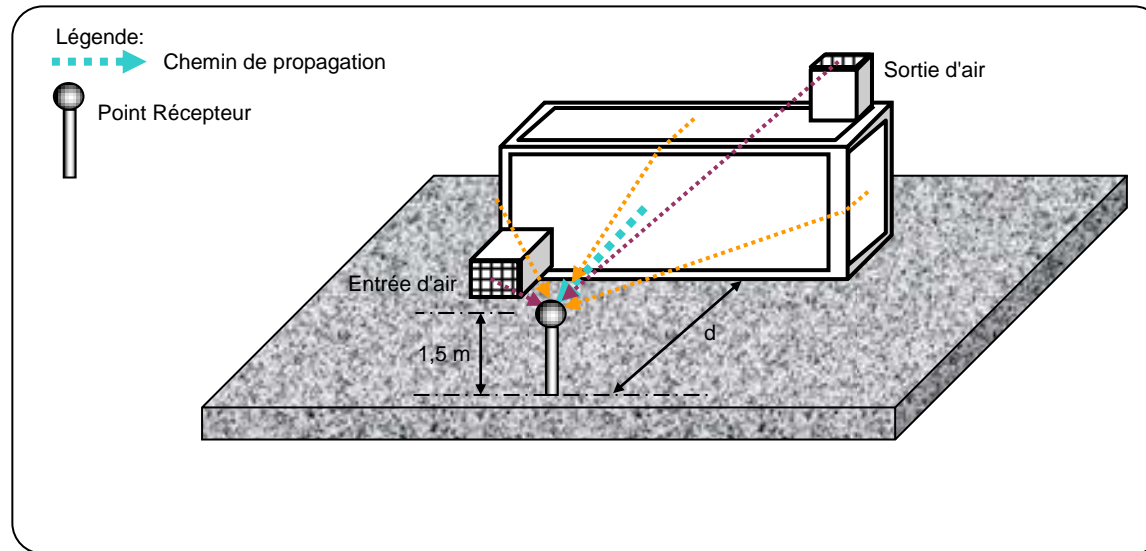
Largeur caisson baffles	La2=	1000 mm
Longueur caisson de baffles	Lo2=	1200 mm
Hauteur caisson de baffles	Hau2=	1000 mm
Résonnateur	oui;non	oui
Section de passage d'air hors baffles	Se2=	1 m²
Vitesse frontale	Vi2=	2.8 m/s
Longueur des baffles	Lb2=	1200 mm
Epaisseur des baffles	100;200;300	100 mm
Ecartement des baffles	Ecb2=	100 mm
Nombre de rangée de baffles	Nbb2=	5
Section de passage d'air dans les baf	Seb2=	0.5 m²
Vitesse dans les voies d'air	Viva2=	5.6 m/s

Facteur K perte de charge silencieux	K 2=	1.67
Perte de charge	$\Delta p2=$	7.8 Pa

Baffles 100/50 - Perte d'insertion statique (dB)								
L (mm) - f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
600	1	3	8	15	29	30	19	12
900	2	5	14	23	35	37	30	21
1200	3	7	19	29	48	50	35	29
1500	3	8	22	32	45	50	39	31
1800	4	9	26	36	50	50	44	33
2100	5	11	28	37	50	50	49	35
2400	6	12	30	39	50	50	50	36



Technique



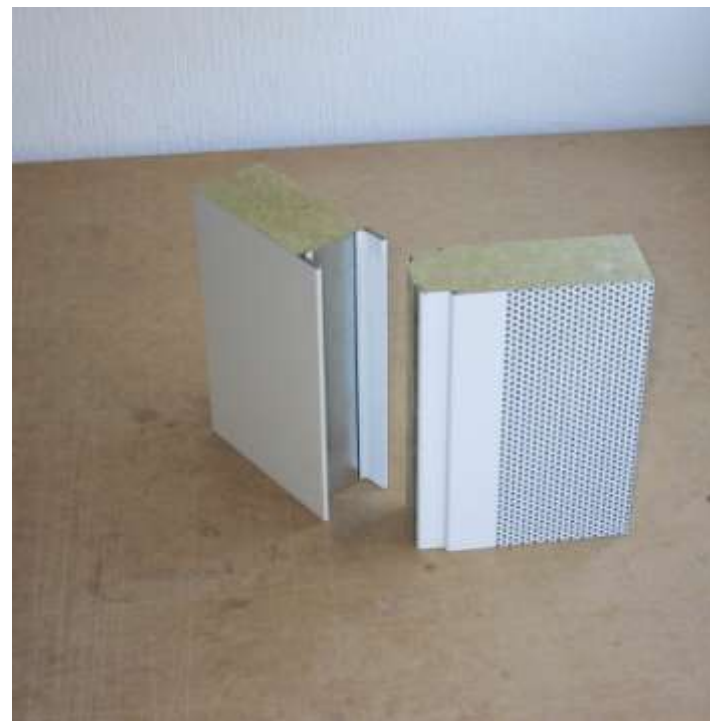
Il faut prendre en compte le phénomène de diffraction pour le positionnement des silencieux

Composition d'un panneaux acoustique :

- Tôle perforée
- Milieux poreux ou fibreux (typiquement laine de roche ou mousse de polyuréthane)
- Tôle résonatrice
- Tôle pleine
- Masse lourde – BA13

Matériaux associés :

- Milieux neutres (Exigences esthétique)
 - Tôle extérieure peinte ou galvanisée
- Milieux corrosifs (Exigences anticorrosion)
 - Peintures spéciales
 - Inox
 - Surcouche SVR
- Milieux alimentaires (Exigences sanitaires)
 - Inox alimentaire 316L



Remarque : la laine de roche est classé M0 et elle est imputrescible

- Agréments pour la maintenance et le contrôle

Panneau démontable

Porte standard / Porte sur mesure

Vitrage acoustique

Système d'éclairage

Système de détection d'incendie

Boitier de contrôle

Passages de câbles insonorisés

Capot mobile

Ouverture automatisée

Climatisation





Systèmes de capotages souples positionnés directement sur la surface rayonnante

Traitement acoustique + thermique

Acoustique:

Complexe de laine de roche et de masse lourde

Thermique:

Complexe calorifuge et utilisation de matériaux isolants

Utilisation de matériaux de classification M0 aux doubles compétences acoustiques et thermiques

Simplicité de mise en place et facilité d'accès pour la maintenance

Moins bonne efficacité acoustique



Gain de 5 à 7 dB



Réalisation

Données d'entrées:

Pour l'ensemble des capots, les données à fournir sont les mêmes:

- Problématique acoustique

- Contraintes liées au process et à la maintenance

- Les spécificités de la machines à capoter (thermique, aéraulique, raccordement réseau...)

- La liste documentaire à fournir sur la réalisation

- Conditions de montage

Réalisation

Réalisation :

■ Exemples de réalisations dB Vib





Avez-vous des questions ?

Merci de votre attention...