



**COMPTEZ
SUR DES EXPERTS**



Les silencieux à absorption, à réflexion, à détente: choix et critère de conception

Journée de conférence du 23 juin 2016

Animé par Pierre LOQUES – Durée 60 minutes



Plan de la présentation

Sommaire:

- Introduction : Définition d'un silencieux et quelques notions d'acoustique de base
- Techniques : Les sources de bruits les plus fréquentes
- Techniques : Les critères de conception à retenir
- Solutions : Les différents types de silencieux, dans quel cas les utiliser ?





Introduction

- Définition de « silencieux »
- Echanges autour de vos expériences
- Notions fondamentales en acoustique

Silencieux:

- *Un silencieux, ou modérateur de son, est un dispositif mécanique visant à réduire le bruit émis par une source sonore au travers d'une gaine, d'une tuyauterie ou d'un conduit.*

Echanges sur vos expériences:

- Discussions sur vos expériences

Notions fondamentales:

▪ Régénération acoustique

- L'écoulement d'un fluide engendre du bruit; le niveau de bruit généré varie en fonction de la vitesse et de la stabilité du flux.

▪ Règles d'addition de bruit

- Le bruit ne s'ajoute pas de façon linéaire.

▪ Propagation et divergences géométriques

- L'air qui nous entoure est un milieu élastique, le bruit s'y propage de façon omnidirectionnel. La pression acoustique diminue en fonction de la distance de la source de bruit.

Introduction

Régénération acoustique:

- La régénération acoustique désigne l'ensemble des bruits créés par l'écoulement d'un fluide
 - Une vanne, un clapet, un coude, génèrent du bruit.
 - Une bouche de ventilation (avec ou sans grille) génère du bruit.
 - Un silencieux génère du bruit ...

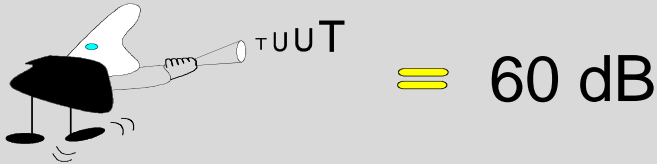
▪ 2 cas pratiques :

- Modification d'un écoulement basse vitesse et impact sur le bruit.
- Bruit généré par un jet haute vitesse.

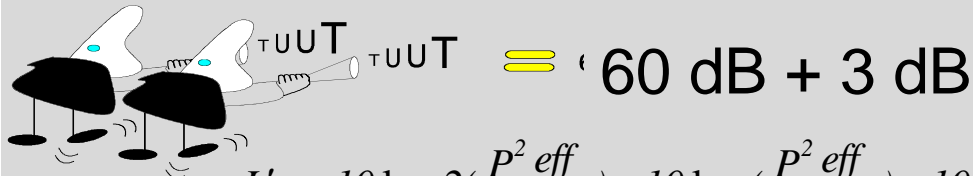
▪ Impact sur le dimensionnement d'un silencieux:

- Importance de prendre en compte les bruits régénérés par le silencieux et par le réseau après le silencieux.
- Impact fort de la vitesse de circulation dans la silencieux sur le bruit résultant.

Introduction



= 60 dB

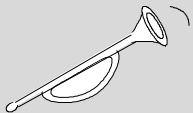


= 60 dB + 3 dB

$$L'_p = 10 \log 2 \left(\frac{P^2_{eff}}{P_o^2} \right) = 10 \log \left(\frac{P^2_{eff}}{P_o^2} \right) + 10 \log 2$$

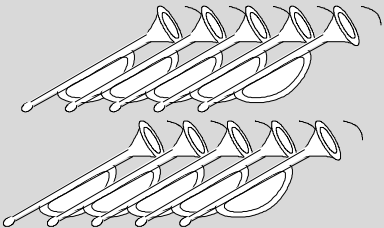
Le doublement de l'excitation sonore se traduit par une augmentation de 3 dB des niveaux de bruit

$$= L_p + 3dB$$



→ 60 dB

60 dB x 10 = 70 dB



→ 70 dB

Si deux niveaux émis simultanément diffèrent de plus de 10 dB, le niveau résultant est égal au plus grand des deux.

$$60 + 80 = 80 \text{ dB}$$

Un doublement de l'énergie se traduit par **+ 3dB**, par contre, statistiquement, un individu a la sensation que le bruit double lorsque l'énergie acoustique est multipliée par 10 (+ 10dB).

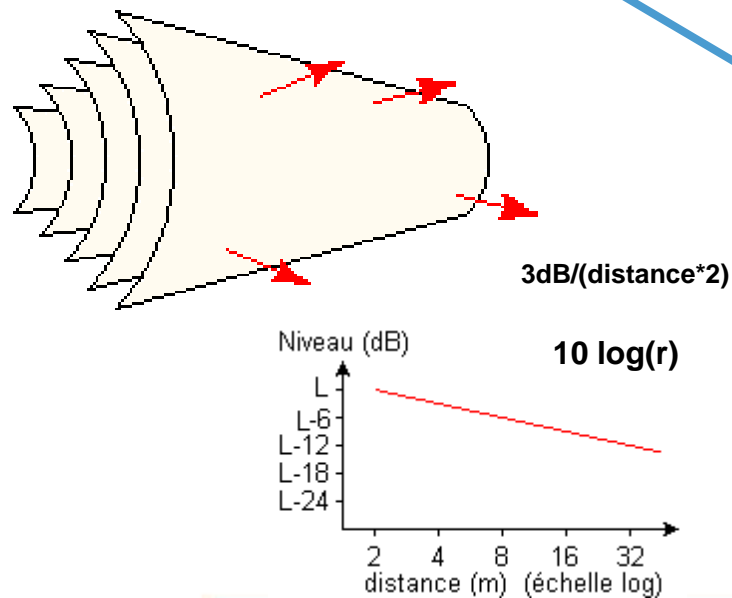
Multiplier la source par 10 revient à augmenter le niveau de 10 dB

Introduction

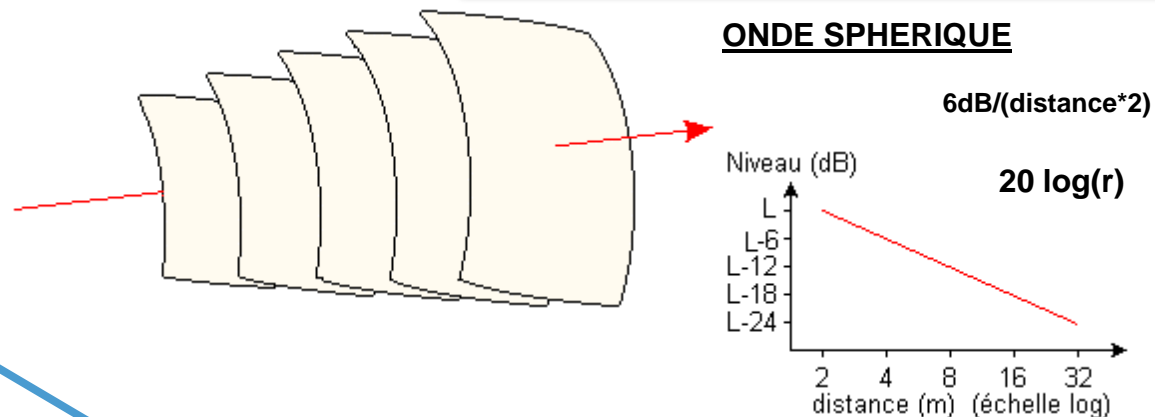
Notions fondamentales en acoustique:

- Règles de propagation
- Directivité
- Divergences géométrique

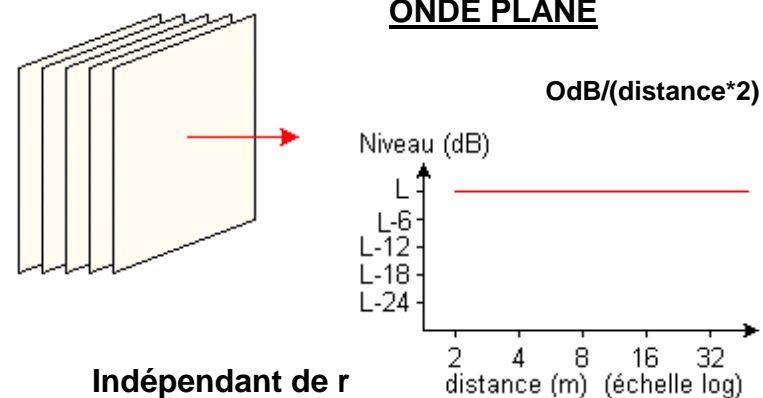
ONDE CYLINDRIQUE



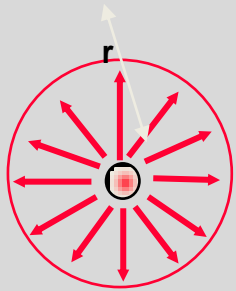
ONDE SPHERIQUE



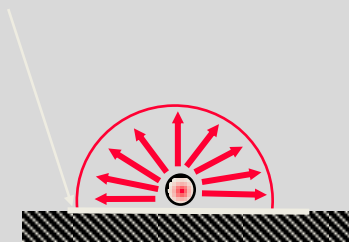
ONDE PLANE



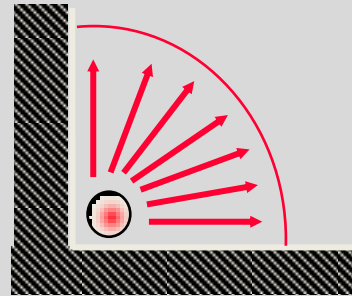
- Règles de propagation
- Directivité
- Divergences géométrique



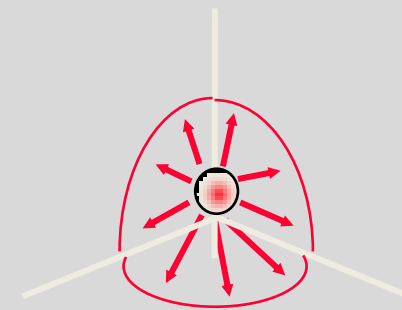
Q=1
+ 0 dB



Q=2 + 3 dB



Q=4
+ 6 dB



Q=8
+ 9 dB

$$L_p = L_w - 10 \log(4\pi r^2) + 10 \log Q$$

- Ventilateurs et autres machines tournantes
 - Combustions et explosions
 - Détente de gaz sous pression

Les ventilateurs et machines tournantes:

- Il est important de récupérer auprès du constructeur les niveaux de puissances acoustiques « in duct » dans les gaines de refoulement ou d'admission.
 - Fréquence de pulsation = Vitesse de rotation x nombre de pales.
 - Débit, pression, température, composition du fluide.

Moteurs à combustion interne:

- Il est important de récupérer auprès du constructeur les niveaux de puissances acoustiques « Exhaust noise » à l'échappement du moteur
 - Fréquence de feu : Nombre d'explosion par seconde sur l'ensemble du moteur.
 - Débit, pression, température, composition des gaz.

Détente de gaz:

- Le bruit généré est lié à la vitesse d'écoulement. Ce bruit est généralement calculé par le fournisseur du silencieux.
 - Pression dans le réseau avant ouverture de la vidange, débit maximum de la chaudière ou générateur.
 - Type de vapeur (saturé, surchauffé).

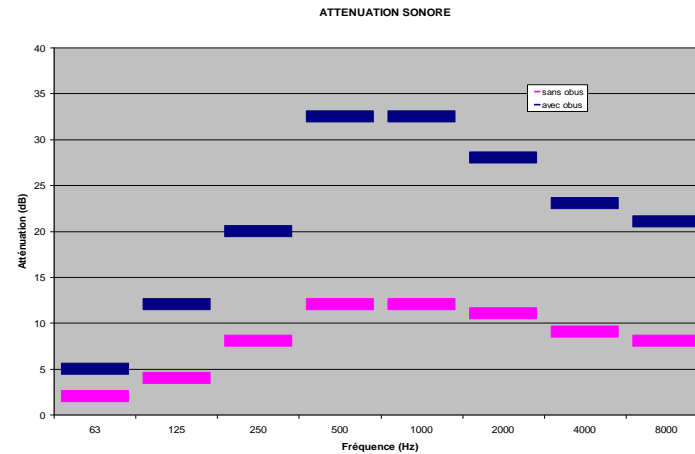
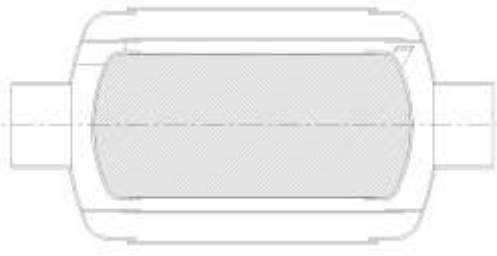
- Pour pouvoir réussir le dimensionnement de votre silencieux

Données d'entrées:

- Pour l'ensemble des silencieux, les données à fournir sont les mêmes:
 - Débit (m³/s; Kg/s; T/H)
 - Température (° C)
 - Type de fluide et composition si possible
 - **Perte de charges disponibles (Pa)**
 - Performance acoustique recherchée. (Lp @ r mètres, émergence, Lw ...)
 - Conditions de montage
 - Conditions de maintenance

SGC : Silencieux cylindrique de ventilation :

- Silencieux à absorption utilisé pour réseau de ventilation
 - Passage direct ou avec obus
- Vitesse de circulation faible (< 15 m/s)



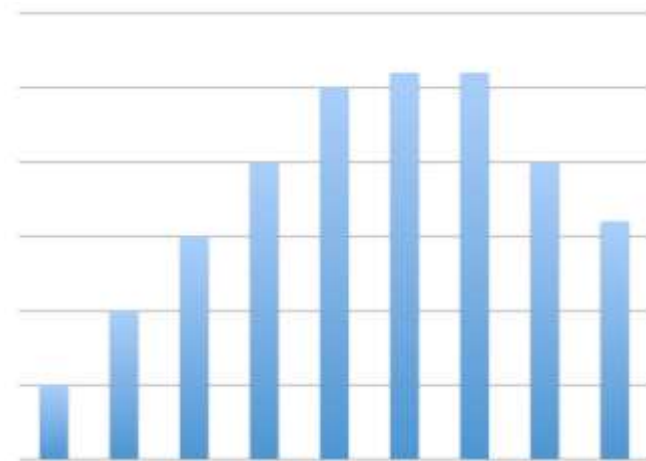
Silencieux à absorption cylindrique

- Absorption du bruit par laine minérale (verre ou roche selon T° C)
- Spectre d'absorption plutôt moyenne et haute fréquence
- Ajout possible d'un obus pour accroître la performance acoustique. Entraîne un accroissement des pertes de charges.

- Silencieux pour réseau industriel en amont et aval du process
- 3 types de baffles sont possibles en fonction de la performance acoustique recherchée
 - Silencieux haute vitesse < 35m/s

Baffles absorbants

- Absorbant en laine de roche ou verre
- Protection par tissu de verre et tôle perforée
- Construction en matériaux adaptés en fonction de la corrosivité et de la température
- Ci dessous, spectre d'atténuation générique pour ce type de baffle :

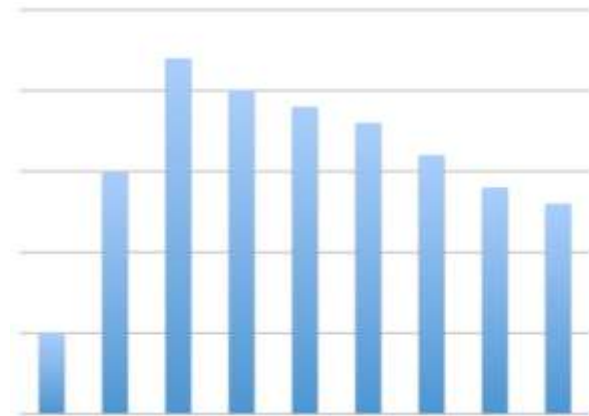


- Silencieux pour réseau industriel en amont et aval du process
- 3 types de baffles sont possibles en fonction de la performance acoustique recherchée
 - Silencieux haute vitesse < 35m/s



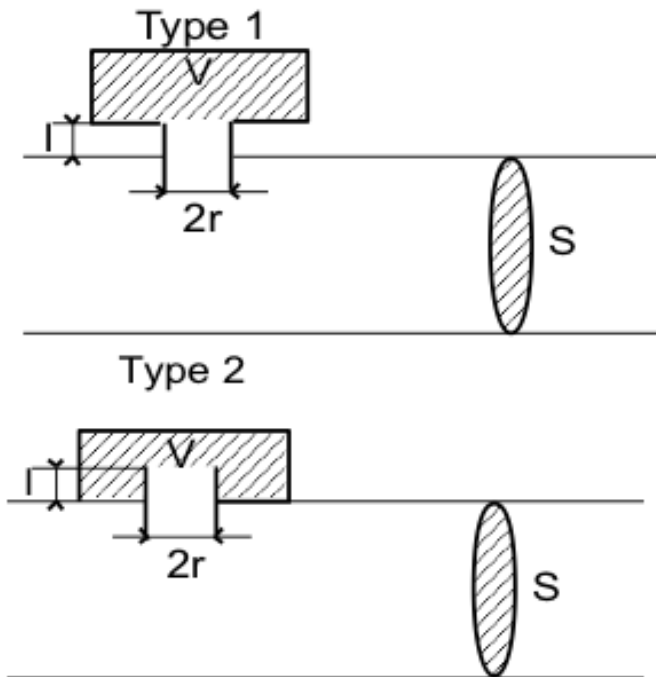
Baffles réactives

- Absorbant en laine de roche ou laine de verre
- Protection par tôle perforée et par tissu de verre
- Une feuille de métal est placée « libre » à l'intérieur du baffle. A chacun de ses modes propres, elle absorbe une partie de l'énergie acoustique.
- Construit dans des matériaux résistant à la température et à la corrosivité
- Ci dessous, le spectre d'atténuation générique pour ce type de baffle :



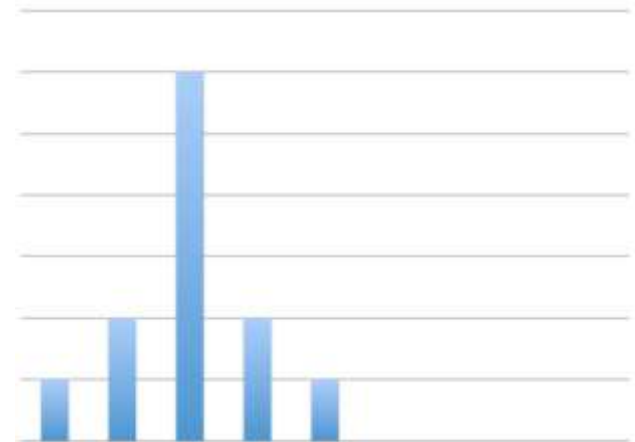
Attention : L'atténuation dépend de la position du silencieux dans le conduit.

- Silencieux pour réseau industriel en amont et aval du process
- 3 types de baffles sont possibles en fonction de la performance acoustique recherchée
 - Silencieux haute vitesse < 35m/s



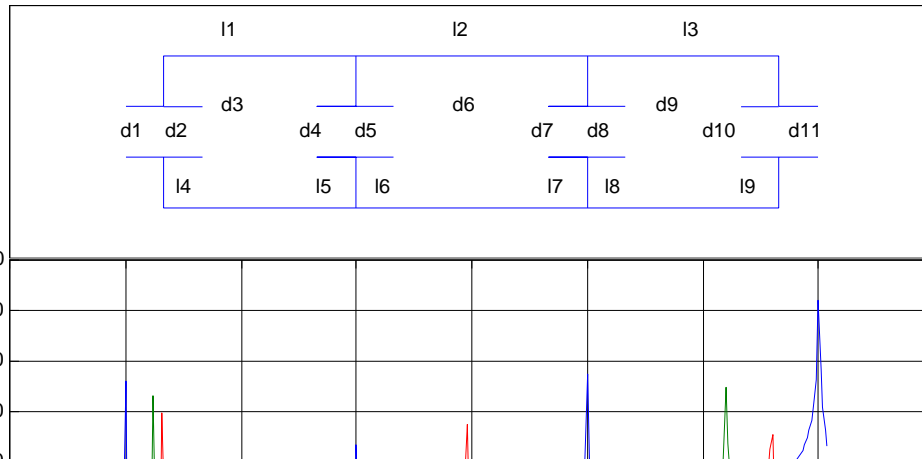
Résonateur de Helmholtz

- Absorption acoustique par résonance d'une cavité
- Construit dans des matériaux résistant à la température et à la corrosivité
- Ci dessous, le spectre d'atténuation générique pour ce type de baffle :



Attention : L'atténuation dépend de la position du silencieux dans le conduit et de la température.

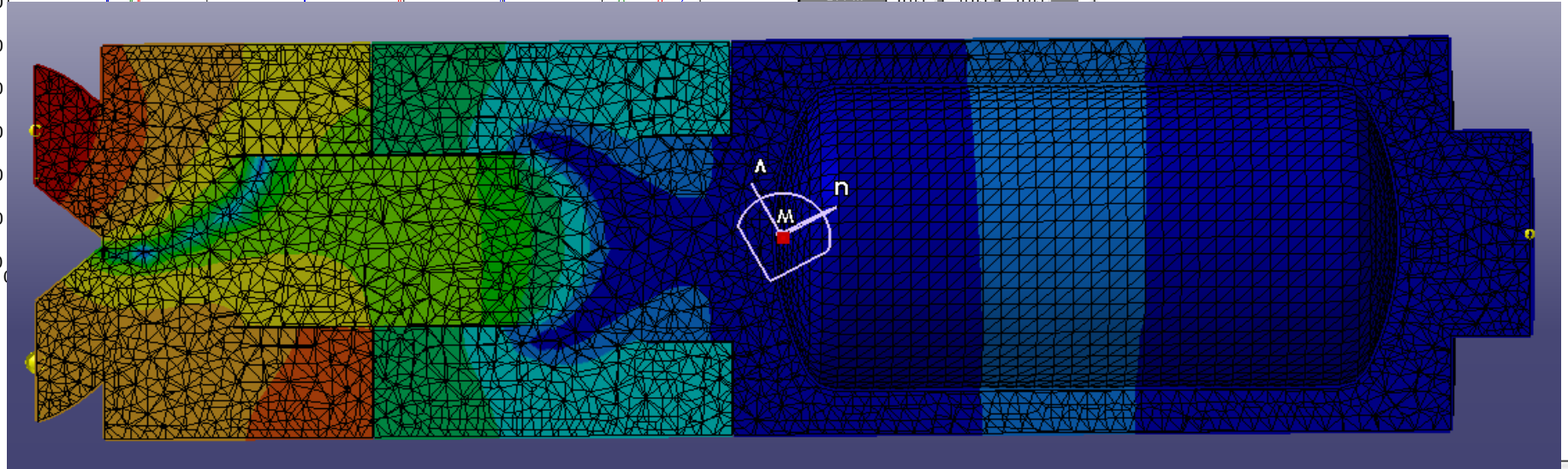
- Silencieux pour moteur a combustion, compresseur
- Réduction du bruit par réflexion combinée à de l'absorption
- Très haute vitesse < 60 m/s



operation			
d1 m	0.85	0.85	0.85
d2 m	0.85	0.85	0.85
d3 m	1.4	1.4	1.4
d4 m	0.5	0.5	0.5
d5 m	0.5	0.5	0.5
d6 m	1.4	1.4	1.4
d7 m	0.5	0.5	0.5
d8 m	0.5	0.5	0.5
d9 m	1.4	1.4	1.4
d10 m	0.85	0.85	0.85
d11 m	0.85	0.85	0.85

Silencieux à réflexion

- Les chambres a réflexion sont utilisées pour filtrer les basses fréquences
- Le rapport diamètre d'entrée sur diamètre extérieur est un critère très important pour la performance de l'ensemble.
- Le fluide passe de chambre en chambre et le bruit est filtré par les successions de volume traversés.



- Silencieux pour moteur a combustion, compresseurs
- Réduction du bruit par réflexion combinée à de l'absorption
- Très haute vitesse < 60 m/s

Silencieux à réflexion

- 4 séries de standard disponibles:
 - Série 8 – 17 – 27
 - Série 20 – 27 – 35
 - Série 28 – 40 – 45
- Design à la demande en fonction de la fréquence de feu et des performances à obtenir.
- Construction dans des aciers hautes températures

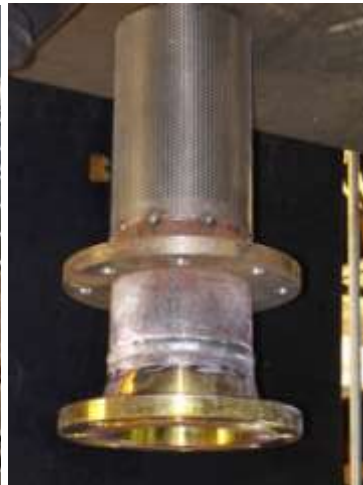


SMA : Silencieux de décharge de gaz

- Réduit le bruit des décharges de gaz sous pression à l'atmosphère
 - Fréquemment utilisé sur réseau de vapeur.
 - Vitesse très élevée < 150 m/s avant le silencieux

Première fonction du silencieux : briser le jet

- Une tuyauterie perforée brise le jet et apporte une première atténuation acoustique
- Contre pression dimensionnée à la demande.
- Construction selon CODAP, RCCM, CE code.
- Possibilité d'avoir de une à cinq entrées sur le silencieux.
- Débattement de dilatation (radial ± 20 mm axial $0/+100$ mm)
- Matériaux en fonction du couple pression / température (P280Gh, 16Mo3, 10 Cr Mo 4.5).
- Contrôle et inspection des soudures (X ray, ressuage).



- Réduit le bruit des décharges de gaz sous pression à l'atmosphère
 - Fréquemment utilisé sur réseau de vapeur.
 - Vitesse très élevée < 150 m/s avant le silencieux

Seconde fonction du silencieux : Etage d'absorption

- Le bruit généré par la crépine étant moyenne et haute fréquence, un principe d'absorption est généralement utilisé.
- Système d'obus multi-diamètre afin de réduire le diamètre du silencieux
- Prise en compte de la régénération de bruit car les vitesses dans le silencieux sont très importantes.

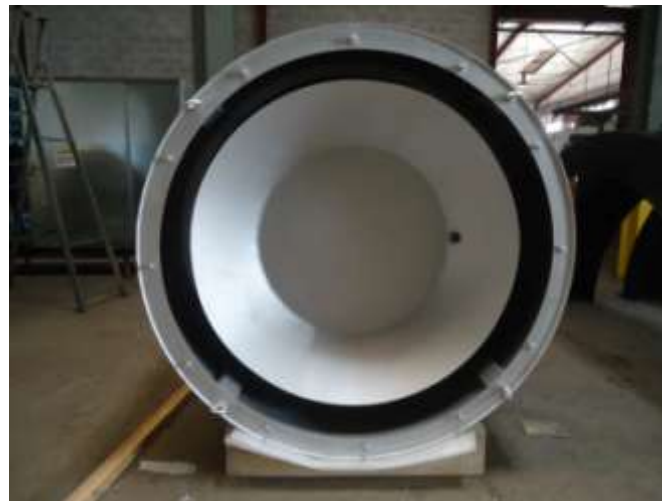


SMA : Silencieux de décharge de gaz

- Réduit le bruit des décharges de gaz sous pression à l'atmosphère
 - Fréquemment utilisé sur réseau de vapeur.
 - Vitesse très élevée < 150 m/s avant le silencieux

Troisième fonction: Mise à l'atmosphère

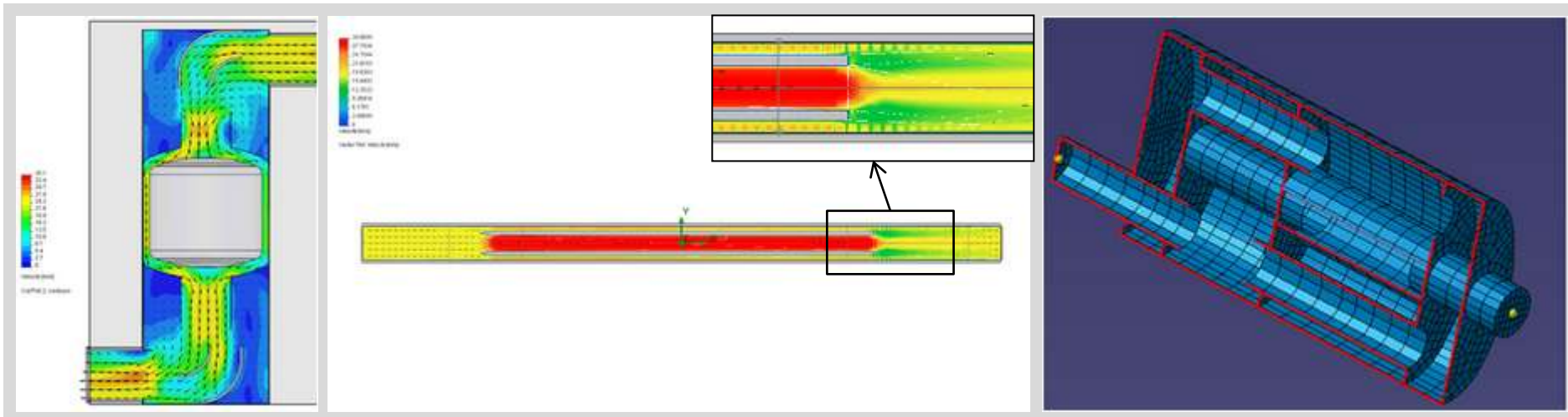
- Event simple
- Event avec grille de protection
- Event avec pare pluie et / ou pare neige



Réduction des pertes de charges

Calcul CFD pour optimisation des pertes de charges

- Calcul précis des pertes de charges
- Réduction des bruits générés



Notre Méthode:

- Dimensionnement et conception sur mesure des moyens d'essais selon vos problématiques (aérodynamique, acoustique, thermiques ...)
- Optimisation par éléments finis des pertes de charge, donc optimisation de la régénération acoustique et de la performance acoustique

Les avantages pour le client:

- Solution clé en main de la pré-étude à la mise en fonctionnement
- Garanties de résultats et de performances
 - Respect des normes



Avez vous des questions ?

Merci de votre attention...