



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

SILENCIEUX VS



On peut trouver dans l'industrie de nombreux systèmes de détente visant à réduire la pression ou à évacuer un débit sous pression (soupape de sécurité, vanne de détente...).

Le passage dans une section restreinte (orifice, perforations...) d'un fluide sous pression va provoquer la détente de ce fluide. Le changement de section et l'importante différence de pression entre l'amont et l'aval engendre l'apparition de jets à haute vitesse. Cette zone restreinte est appelée « Vena contracta ».

Le rapport des pressions entre l'aval et l'amont de la détente va définir la vitesse et la pression à l'intérieure de la vena contracta. Lorsque la vitesse du fluide y est inférieure à la vitesse du son, un régime subsonique apparaît. Lorsque la vitesse y est égale à la vitesse du son, le régime est dit sonique. L'écoulement est alors engorgé et la vitesse à l'intérieure de la vena contracta est maximale, la pression y est minimale.



On peut cependant avoir des vitesses supérieures à la vitesse du son (supersonique) en sortie du système de détente lors d'une forte différence chute de pression.

Lors de la détente, une création de turbulence est observée. L'énergie potentielle de pression est convertie pour la plus grande majorité en chaleur et une faible partie en énergie acoustique. C'est cette conversion en énergie acoustique qui va créer le bruit. Ce bruit de détente est typique d'un bruit de jet. On retrouve d'ailleurs la même allure de spectre sonore derrière les tuyères d'avions ou les volcans.

La génération de bruit peut être divisée en **5 régimes**. Plus le régime est important, plus le rapport de pression amont/aval augmente et plus le bruit est important :

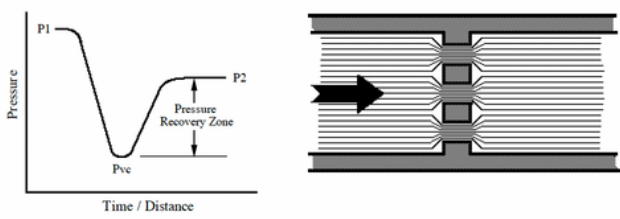
- Régime 1** L'écoulement est subsonique.
- Régime 2** L'écoulement est sonique.

La pression en sortie de la vena contracta augmente et une différence se fait par rapport à la pression ambiante. Des cellules de choc apparaissent afin d'harmoniser les pressions. La vitesse dans ces cellules dépasse la vitesse du son.
- Régime 3** Les cellules de choc interagissent fortement
- Régime 4** Les cellules de choc disparaissent et des disques de Mach apparaissent.
- Régime 5** Le bruit est maximal et l'augmentation du rapport de pression amont/aval n'engendre plus d'augmentation du bruit

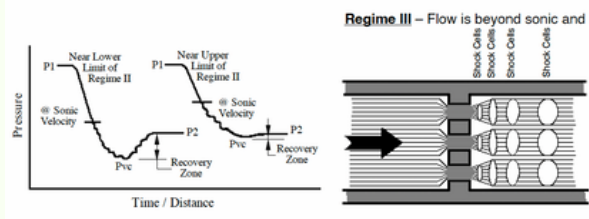




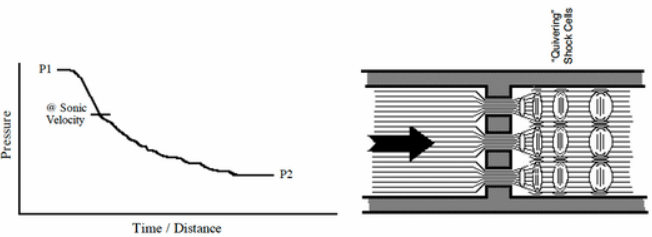
Regime I – Flow is subsonic and the P2 outlet pressure exhibits a high recovery (recompression) level; i.e. well formed, classical vena contracta. No "shock cells" formed.



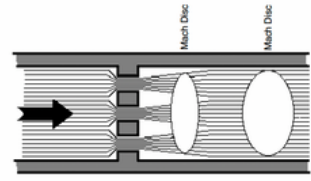
Regime II – Flow is sonic and slightly beyond. "Shock cells" (barriers) develop but do not interact. P2 outlet pressure exhibits some pressure recovery, but lower recovery as upper limit of regime is approached.



Regime III – Flow is beyond sonic and the inefficiency is such that no pressure recovery takes place. There is no clearly formed vena contracta point in the valve. There is a "strung-out", continuous pressure drop through the valve as flow traverses. Shock cells significantly interact.



Regime IV – The individually formed shock cells merge together to form a single "Mach Disc". The pressure gradient curve is similar to Regime III above. A "jump" upwards in the noise level occurs after passing from Regime III to Regime IV.



Regime V – In this regime the flow reaches "constant acoustical efficiency". When in Regime V, if the P2 outlet pressure is lowered, the noise level remains constant; this would not be true in any of Regimes I through IV.

Le bruit de mélange est un bruit large bande. Il est dû aux petites (hautes fréquences) et grosses (basses fréquences) structures turbulentes du jet et est présent quel que soit le régime.

Le bruit de choc n'est présent qu'en régime sonique. Il est généré par la présence des cellules de choc ou du disque de Mach. Il est composé d'une composante tonale, le screech et d'une composante large bande. La fréquence du screech se calcule grâce à la formule suivante :

$$f = \frac{S.M.c}{D}$$

avec :

S : Nombre de Strouhal

M : Nombre de Mach en sortie du détenteur

c : Vitesse du son

D : Diamètre du jet





Afin de réduire le bruit de la détente, il est possible d'ajouter un silencieux VS composé d'un détendeur et d'une partie dissipative. Le détendeur est composé d'au minimum un tube perforé et éventuellement de tricot métallique.

Le silencieux VS possède plusieurs mécanismes de transformation et de réduction de bruit :



Le détendeur du silencieux permet d'étager la détente. La détente se faisant en plusieurs fois, le rapport de pression amont/aval diminue et le niveau de bruit de la détente est réduit.



Le diamètre des perforations du détendeur permet de décaler le spectre sonore vers les hautes fréquences. En effet, le diamètre de chaque jet étant faible, la fréquence du screech est élevée. Une partie du spectre est alors au-delà de la limite d'audibilité ce qui réduit le niveau de bruit global.



Le tricot métallique joue le rôle de diffuseur. Il permet de réduire les turbulences et seul le bruit de mélange subsiste. Le niveau de bruit global diminue.



La partie dissipative du silencieux est conçue pour atténuer les moyennes et hautes fréquences. En traversant les fibres, les ondes acoustiques provoquent une vibration du squelette de la fibre, ce qui engendre une dissipation mécanique de l'énergie sonore et par conséquent une conversion de l'énergie en chaleur. En outre, la friction des molécules d'air du milieu poreux entraîne une dissipation visco-inertielle de l'énergie acoustique.

