

Le bang sonique

Sommaire

- Introduction
- Rappels sur le son
- Le mur du son
- Le Mach
- Le bang sonique
- Conclusion

Rappels sur le son

N'importe quel son est en réalité une succession de vibrations. Ces vibrations sont les molécules d'air qui s'entrechoquent les unes contre les autres. Une impulsion (par exemple la mise en marche des cordes vocales) met en mouvement quelques molécules d'air. Ces molécules viennent frapper leurs voisines, qui frappent à leur tour leurs voisines, etc...

Le mur du son

Le mur du son est un phénomène physique aérodynamique caractérisé par l'atteinte d'une vitesse au moins égale à celle de la vitesse du son, soit 1 224 km/h (dans l'air à 15 °C) ou Mach 1, et provoquant une onde de choc sous forme de « bang » supersonique.



Quand un mobile atteint la vitesse du son dans un fluide, il se produit un phénomène de concentration de l'onde de surpression qui provoque une onde de choc (qui peut être entendue dans l'air).

Exemple : Avion dans l'air par exemple, ou extrémité d'un fouet.

Le mur du son correspond à l'ensemble des phénomènes aérodynamiques qui se produisent quand un objet se déplace dans l'air avec une vitesse voisine de la célérité du son.

Les ondes de choc rencontrées à la vitesse du son (appelé Mach 1, nous le verrons plus tard) forment devant l'appareil une véritable barrière d'air fortement comprimé à laquelle on a donné le nom de "Mur du son".

Le passage de ce mur (déclenchant ce fameux "bang") sont des ondes de choc se formant lorsque l'écoulement de l'air tout autour de l'avion atteint précisément la vitesse du son (qui varie elle-même en fonction de l'altitude et de la température).



Sur ce schéma, l'avion est immobile et moteurs en marche.

Comme toute source sonore, le moteur crée une onde de pression qui se propage à la vitesse du son en cercles concentriques centrés sur cette source

Le bang sonique

Donc, quand un avion se déplace à une vitesse supérieure ou égale à celle du son dans l'air, on entend une sorte d'explosion ou bang supersonique. On entend le bang tant que l'objet dépasse la vitesse du son, pas seulement au franchissement du mur du son.

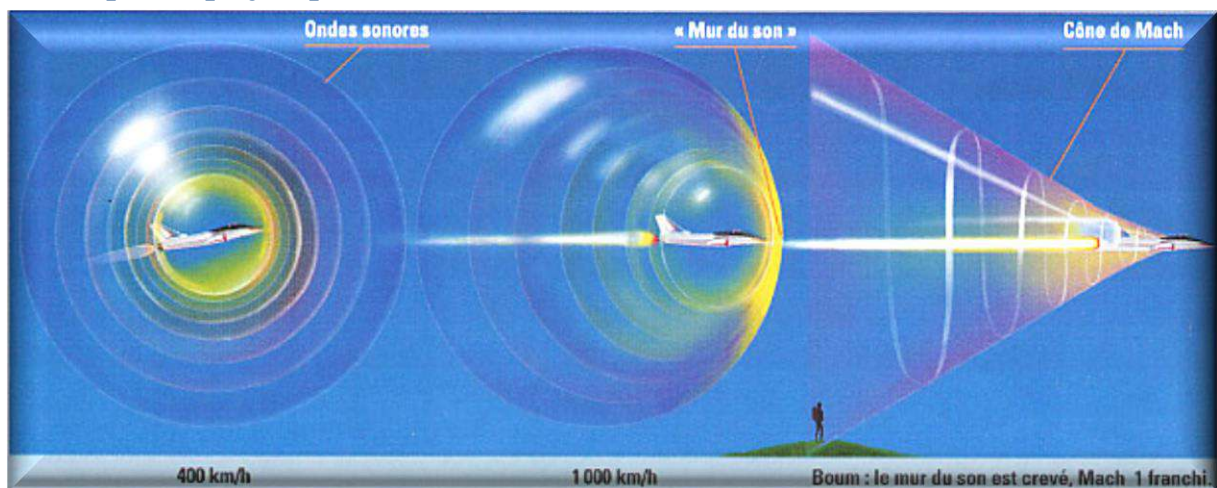
Causes

On peut définir pour tout milieu une vitesse de propagation des déformations mécaniques appliquées à ce milieu. Cette vitesse de propagation des déformations est appelée vitesse du son. Elle dépend des conditions qui règnent dans le milieu. On la note c (à ne pas confondre avec la vitesse de la lumière dans le vide). Par exemple, pour l'air, à une température de 20 °C et à une pression normale, cette vitesse est de 340 m/s. Si on déplace un mobile dans ce milieu, il est facile de comparer sa vitesse v à c :

- si $v / c < 1$ on dit que la vitesse du mobile est subsonique ;
- si $v/c \approx 1$ le régime est dit transsonique ;
- si $v / c > 1$ le régime est dit supersonique ;
- si $v / c >> 1$ le régime est dit hypersonique.

Le bang supersonique se produit lorsque le mobile se déplace à une vitesse supérieure à la vitesse du son.

Description physique



Contrairement à une idée reçue, le bang supersonique n'est pas causé par le franchissement du mur du son, mais par la propagation d'une onde de choc derrière le mobile lorsque sa vitesse est supérieure à celle du son.

Le cas le plus fréquent lorsque l'on parle de bang supersonique est celui d'un avion (par exemple le Concorde), bien que le phénomène explique également le claquement produit par un fouet.

Lorsque l'avion se déplace dans l'air, se forme une onde de choc, causée par la rencontre entre toutes les parties avant (nez, bord d'attaque des ailes) qui se déplacent, et l'air qu'il traverse qui est immobile par rapport à lui. Cette onde de choc se déplace à la vitesse du son.

- Tant que l'avion se déplace à une vitesse subsonique, cette onde se déplace vers l'avant de l'appareil.
- Au régime transsonique, cette onde s'accumule devant l'avion, ce qui entraîne une forte augmentation de la résistance de l'air. C'est le mur du son.

- À une vitesse supersonique, l'onde de choc s'écoule derrière lui. À la manière du sillage d'un bateau se déplaçant à une vitesse élevée, cette onde s'accumule sur un cône, appelé cône de Mach.

Ce cône correspond à une concentration des ondes sonores derrière l'appareil, qui est perçue comme un choc sonore, le bang.

Il y a en fait création de 2 ondes de chocs :

- une onde de choc de compression : le bord d'attaque de l'aile comprime l'air,
- et une onde de choc de décompression : l'air comprimé qui arrive au bout de l'aile se détend brutalement.

C'est pourquoi on parle de double bang supersonique. En pratique, ces deux bangs sont tellement rapprochés qu'il est difficile à l'oreille d'en entendre deux.