**

Thermodynamique et dynamique des fluides compressibles

*Pour aller un peu plus loin.... et plus vite*

# Vitesse du son et nombre de Mach pour un gaz parfait

On définira la vitesse de propagation d’une onde sonore dans un gaz parfait par



* Célérité ou vitesse du son 
* Coefficient polytropique du gaz 
* Température du gaz 

On définira le nombre de Mach comme le rapport entre la vitesse du système (gaz ou solide) et la vitesse du son dans les conditions de l'étude.

* Célérité ou vitesse du son 
* Vitesse du système 
* Nombre de Mach [sans dimension]



# Notion de température et de pression d'arrêt (ou génératrices)

## Mise en situation

Dans les modélisations thermodynamiques abordées jusqu'à présent, les gaz étudiés étaient considérés immobiles ( à l'arrêt, vitesse d'écoulement nulle).

Toutes les relations énergétiques ne prenez donc en compte que l'énergie interne du gaz et l'énergie des forces de pression (notion d'enthalpie)

Evidement dans tous ces systèmes, et encore plus dans les systèmes propulsifs ouverts, les gaz sont en mouvement (c'est même le principe de base)

Pour pouvoir continuer à utiliser les relations thermodynamiques vues précédemment, nous allons construire un modèle énergétique équivalent.

* + 1. Modèle énergétique équivalent

vitesse d'éjection 

Gaz en mouvement dans les conditions 

Gaz immobile dans les conditions 

Plan d'éjection

* + 1. Notations et hypothèse

**Notations :**

* : Pression d'arrêt, génératrice [Pa]
* : Température d'arrêt, génératrice [K]
* P : Pression statique [Pa}
* T : Température statique [K]
* V: Vitesse d'écoulement [m/s]

**Hypothèses :**

* Nous considérons la transformation thermodynamique dans le plan d'éjection comme une détente adiabatique.
* Le gaz sera considéré comme parfait

Nous allons imaginer alors que l'énergie du gaz dans des conditions initiales et équivalent à celui du gaz en mouvement.

Energie interne + travaux des forces de pression = Enthalpie

Energie interne + travaux des forces de pression + **énergie cinétique** = Enthalpie + énergie cinétique = Enthalpie totale



Modèle énergétique réel (ou presque)

Modèle énergétique équivalent

## Formalisation

L'équivalence énergétique massique va s'écrire 

Avec

* 



* 
* 

La détente adiabatique dans le plan d'éjection va s'écrire 

Avec les propriétés d'un gaz parfait :





On obtient des relations que l'on nomme équations de Barré de Saint Venant (BSV)





C'est deux relations vont permettre de faire le lien entre les températures et pression du modèle énergétiques équivalent (pour lequel les relations fondamentales de la thermodynamique peuvent être appliquée) et les températures et pressions statiques réelles d'un écoulement de gaz de vitesse M.