

LP 09 Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide

Maxime

Agrégation 2019

Contents

0.0.1	pré-requis	2
1	Modèle de l'écoulement parfait	2
1.1	définition	2
1.2	Validité	2
1.3	Équation d'Euler	2
2	Théorème de Bernoulli	2
3	Applications	3
3.1	Tube de Pitot	3
3.2	Effet Venturi	3

0.0.1 pré-requis

Viscosité

Navier-Stokes

Reynolds

1 Modèle de l'écoulement parfait

1.1 définition

Un écoulement est parfait si on peut y négliger les phénomènes de diffusion.

A ne pas confondre avec un fluide parfait, pour lequel la viscosité est nulle.

1.2 Validité

Un écoulement peut être considéré comme parfait lorsque le nombre de Reynolds est suffisamment grand pour que l'on puisse négliger les phénomènes dus à la viscosité. Il faut de plus se placer hors des couches limites.

1.3 Équation d'Euler

On part de Navier-Stokes dans le cas général

$$\rho D_t \vec{v} = -\vec{\nabla} P + \rho \vec{g} + \eta \Delta \vec{v} + \left(\xi + \frac{2}{3}\eta\right) \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{v}) \quad (1)$$

impossible à résoudre, il faut donc fermer le système en y ajoutant la conservation de la masse, et on va aussi négliger des termes afin de pouvoir tenter de le résoudre.

On peut dans le cas d'un écoulement parfait négliger les deux derniers termes, qui dépendent de η .

On doit aussi se donner des conditions limites afin de le résoudre :

La pression est continue aux interfaces dans le cas où la tension superficielle n'intervient pas.

$v_\perp(\partial S) = 0$ si S est immobile.

2 Théorème de Bernoulli

On fait les hypothèses suivantes :

Écoulement parfait,

Incompressible

Stationnaire.

Alors on a

$$\rho \vec{v} \cdot \vec{\nabla} \vec{v} = -\vec{\nabla} P + \rho \vec{g} \quad (2)$$

.....

3 Applications

3.1 Tube de Pitot

Schéma du montage. Mesure de la vitesse du son avec un anémomètre à fil chaud, et mesure de la différence de pression induite dans le tube de Pitot puis calcul de la vitesse associée.

3.2 Effet Venturi

Schéma + explications.

(Effet utilisé en chimie notamment en chimie pour les filtres Buchner).

Questions

Comment expliqueriez vous la notion de couche limite ?

C'est la région où les forces visqueuses dominent, elle est caractérisée par une épaisseur $\delta \simeq \frac{L}{\sqrt{Re}}$.

Quel lien feriez vous entre le théorème de Bernoulli et le premier principe de la thermodynamique ?

Le théorème de Kelvin vous dit-il quelque chose ?

Qu'est-ce qu'un écoulement irrotationnel ? Et pourquoi sont-ils importants ?

Car la vorticité se conserve si les forces sont conservatives, et que en général à $t=0$ la vorticité est nulle.

Pour le tube de Pitot, les points A et B ne sont pas sur la même ligne de courant... Comment peut-on alors appliquer Bernoulli ?

On l'applique entre A et l' ∞ , puis entre B' et l' ∞ , l'argument suivant est que la pression ne varie pas lorsqu'on se déplace transversalement aux lignes de courant et donc entre B et B' (en négligeant le poids).

On peut aussi le justifier en disant que l'écoulement est irrotationnel.

Comment les avions connaissent-ils leur vitesse par rapport au sol ?

Commentaires

Il manque les écoulements irrotationnels.

Il faut présenter l'équation de l'entropie.

On peut parler de la portance et de l'effet Magnus, ou d'autres effets, il y a du choix, donc ne pas parler uniquement de fluides incompressibles.

Démontrer Bernoulli avec un gaz parfait par exemple.