

LP08 modèle de l'écoulement parfait des fluides

Bibliographie :

- Tout en un PC/PC*
- Tech et Doc PC/PC*
- Guyon H Petit
- Le Dictionnaire de la physique

En rouge les modif' faites faites après prise en compte des remarques de la correctrice.

Prérequis :

- *Hydrostatique*
- *Cinématique des fluides*
- *Viscosité*
- *Navier-Stokes*

Intro : Navier stokes (1845) est l'équation générale qui régit l'écoulement des fluides newtonien.

Mais avant on savait déjà faire beaucoup de choses, notamment pour traiter **beaucoup d'écoulement du quotidien (eau, air)**, on peut faire des hypothèses simplificatrices.

I/ Modèle de l'écoulement parfait des fluides.

1) Rappel : équation de NS

On l'écrit et donne le sens des différents termes on s'interrogera sur la nécessité du terme de viscosité.

2) Fluides parfait/ écoulement parfait (tout en un PC, GHP, Tech et doc)

i. Définition

- Fluides parfaits = ... commentaire (rare superfluides) => transformation isentropique pour a particule fluide
- Ecoulement parfait => **quand peut-on retrouver les propriétés des fluides parfait ?** (def du tout en un PC)

ii. validité

- Nb de Reynolds

L'obtenir en comparant l'odg des termes de NS

Donner les ordres de grandeur pour le nageur, pour une voiture, et pour le miel (a connaître viscosité dynamique du miel =10Ps) **conclure sur la pertinence du modèle**

- Conditions aux limites
Rappeler la condition de non pénétration.
Fluide parfait : parler de l'absence de contrainte pour la composante tangentielle i.e. les particules fluides « glissent » les une contre les autres sans frottement
Faire le constat qu'après une douche « on est mouillé » => le fluide réel accroche=>il existe une continuité de la vitesse à la surface d'un solide i.e. une zone où la viscosité prédomine. Dessiner un profil de vitesse à la surface d'un obstacle.
Définir la couche limite. Faire le calcul et donner les ordres de grandeur pour les mêmes exemples. Conclure sur la pertinence du modèle et évoquer les limites du raisonnement=> problèmes de décollement de couche limite.

3) Equation d'Euler

Synthétiser le cadre du modèle de l'E.P. et donner l'équation d'Euler commentaire sur l'historique 1755.

Transition : **équation non linéaire toujours compliquée on cherche une intégrale première adaptée aux propriétés de l'écoulement.**

II/ Relation de Bernoulli et applications

Commentaire historique (**Le dictionnaire de la physique article sur Bernoulli**)

1) Relation de Bernoulli

i. Hypothèses :

On s'intéresse au cas parfait stationnaire incompressible à forces conservatives

ii. Démonstration

Intégration d'Euler sur une ligne de champ

Commentaire : terme de démonstration discutable : historiquement le formalisme de l'hydro n'est pas connu, la relation de Bernoulli est obtenue expérimentalement et interprétée en terme de conservation de l'énergie de la particule fluide.

iii. Remarques

- Interprétation énergétique de chacun des **termes (parler des deux moteurs de l'écoulement).**
- Si irrotationnel et homogène => conservation de la charge dans tout l'écoulement.
Commentaire : ces conditions sont en pratique souvent vérifiées (**voir intro du chapitre sur les écoulements potentiels du GHP**)

2) Application (le traitement des deux applications est fait de manière rigoureuse dans le GHP)

i. Tube de Pitot

Schéma et hypothèses sur transparent

Application numérique mesure de la surpression du point de stagnation pour un avion

Commentaire : très utilisé dans l'aéronautique, **vitesse relative de la masse d'air par rapport à l'obstacle, taille d'un stylo**, si ça gèle => problèmes !

ii. Effet venturi

Manip' : souffler dans un entonnoir sur une balle de Ping-pong => **la balle est « aspiré c'est l'effet venturi => à la fin de cette parti on pourra comprendre ce phénomène**

Schéma sur transparent d'une canalisation a section variable.

Prévoir les différentes pressions pour les différentes sections. Conclusion : on obtient une dépression dans les étranglements i.e. les zones de grandes vitesses, on observe les limite du modèle : la perte de charge.

->Remarques

- multiples application : Schéma d'un carburateur, porte qui claque, trompe à eau, rideau de douche qui colle (exemple à choisir)
- Phénomène de cavitation et AN , dire quel problème cela pose (**les bulles de gaz formées peuvent implorer lorsqu'elles parviennent dans des zones de pression plus forte produisant une onde de choqe bruyante et source d'usure pour les installations**) **(Tech et doc)**
- Retour sur la manip' interprétation ; commentaire : en jouant sur la géométrie de l'écoulement on peu créer de force => point clef très utile avion par exemple

Conclusion :

C'est le modèle de l'écoulement parfait qui s'applique le plus souvent pour l'écoulement d'eau et d'air. C'est un modèle très efficace => beaucoup d'applications. Cependant si on veut aller plus loin et comprendre les limites on doit s'intéresser à ce qu'il se passe dans la couche limite ou il se passe des choses pas simples parfois à l'origine des turbulences qu'on a évoqué qui sont l'objet de recherche d'actualité.

Questions :

- D'où vient le caractère adiabatique réversible de l'écoulement parfait ?
Adiabatique -> pas de transfert thermique entre particule fluide
Réversible -> pas de phénomène de diffusion
- D'où vient la vorticité dans un écoulement parfait ?
Elle se forme au sein de la couche limite et est ensuite propagée en aval de l'obstacle par un écoulement à fort nombre de Reynolds donnant éventuellement naissance à des turbulences.
- Pourquoi avons-nous continuité de la pression dans la couche limite ?
Dans Navier Stokes, pour un écoulement parallèle tous les termes sont dirigés selon la direction de l'écoulement (excepté éventuellement le terme de force volumique) donc le gradient de pression dans la couche limite est uniquement du à ces forces étant donné sa petite épaisseur on pourra souvent la négliger cette variation de pression.
- Comment justifier le caractère uniforme de l'écoulement dans l'effet venturi ?
La vitesse varie dans la couche limite qui a une dimension faible devant le diamètre des canalisations.