

# LP16 : Modélisation de l'écoulement de fluide

Lucie Marpoux, Naia

## Element imposé

Aéronautique

## Introduction pédagogique

**Niveau** Terminale spécialité

### Prérequis :

- Description d'un fluide (1ère) (Temperature agitation des molec, pression choc)
- Notion d'énergie (théorème de l'énergie cinétique)
- Loi de l'hydrostatique

### Difficultés :

- Système étudié
- Nombreuses hypothèses à appliquer
- Intégrer 2 nouvelles relations

### Biblio :

- 
- 
- 
- 

### Activités liées

- TD : Application de la relation de la conservation du débit volumique
  - TP : Formule de Torricelli
- Blablab peda : Evaluation diagnostique prévenue avant Exercices d'applications : par groupe de 3 ou 4 fait avant et après discute entre eux
- TP en demi groupe avec groupes de 3

# Introduction

Fluide en mouvement toujours autour de nous : quand on boit, baignade, marche : écoulement de l'air autour Comprendre comment ils fonctionnent Exemple de l'avion, besoin d'avoir la vitesse

## 1 Etude de l'écoulement d'un fluide

### 1.1 Particule fluide

Jusqu'à maintenant : on applique PFD sur une particule. Pour fluide :  $V=1 \text{ mL}$  Nombre de molécule :  $N = N_A \frac{V \rho}{M} = 3 \cdot 10^{22}$  particules

Particule fluide (PF) : volume très petit devant l'échelle dans l'écoulement composé d'un grand nombre de particule : composant le fluide

Écoulement d'un fluide : déplacement macroscopique d'un grand nombre de PF.

### 1.2 Cadre de l'étude

- Fluide parfait : pas de frottement (pas visqueux)
- Fluide incompressible : masse volumique d'un fluide constante pendant l'écoulement
- Écoulement permanent

### 1.3 Notion débit volumique

Débit volumique ( $D_v$ ) : Volume de fluide s'écoulant à travers une surface par unité de temps

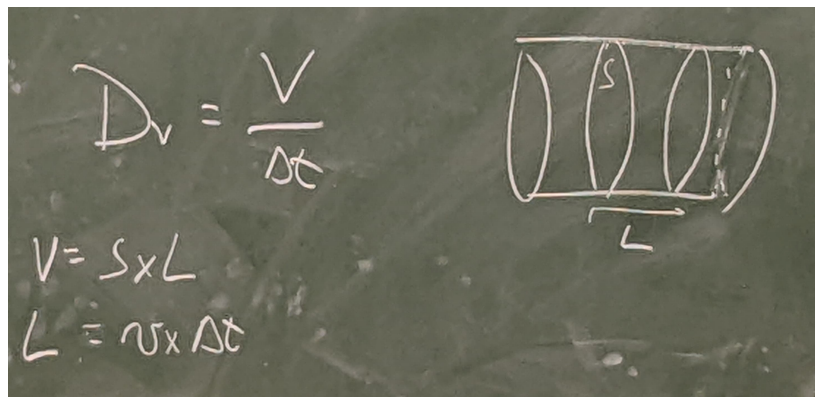


FIGURE 1

$$D_v = V / \Delta t$$

$$V = S \times L \quad L = v \Delta t$$

$$D_v = S \cdot L / \Delta t$$

$$D_v = S \cdot v \Delta t / \Delta t$$

$$D_v = S \cdot v \quad (\text{point sur les unités})$$

En régime permanent, le débit volumique d'un fluide incompressible se conserve

## 2 Relation permettant l'étude de l'écoulement de fluide. Relation de Bernoulli

La relation de Bernoulli qui traduit la conservation de l'énergie mécanique du fluide s'écrit en tout point :

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z + P = \text{constante}$$

Analogie volumique de l'énergie cinétique, analogie volumique de l'énergie potentielle de pesanteur et P analogie volumique de l'énergie potentielle des forces de pression

Projection Belin tuyau penché

Applique entre le point 1 et 2.

### 3 Application de la relation de Bernoulli

#### 3.1 Mesure de la vitesse de l'écoulement d'un fluide

Retour sur les avions : Tube de Pitot : permet de remonter à la vitesse de l'avion à partir d'une différence de pression.

Tube de Pitot fixe Fluide : air mobile Fluide : parfait + incompressible + écoulement permanent

Grecias : tube de Pitot, schema du montage

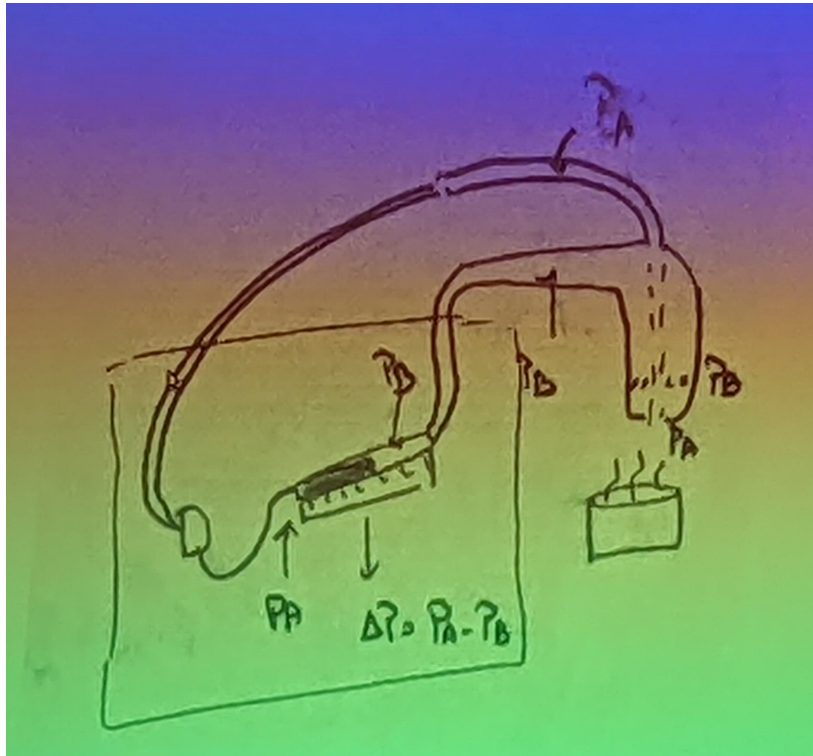


FIGURE 2

Applique Bernoulli entre  $A_0$  et A Entre A' et B'

MANIP tube de Pitot : on trace  $v^2$  en fonction de  $\Delta P$

$$a_{exp} = (1,67 + -0,07)m^3kg^{-1} \quad a_{thorique} = 1.55m^3kg^{-1}$$

### 4 Conclusion

Autre cours : autre système : pulvériseur de parfum

### 5 Question

**Valeur de la république** Elève dit qu'une évaluation par QCM pas juste, remet en cause ses méthodes, que faire ? Etablir un dialogue, faire comprendre que l'évaluation est pas là pour le juger mais permet au prof de savoir où en sont les élèves et s'explique. Du coup compte pas dans la moyenne ? Si mais pas au même coefficient

- Lien temperature et agitation ? Relation de Boltzmann
- Risque de faire des travaux de groupes ? Selon la classe : bavardage, élèves qui ne travail pas mais serait fait pour une classe autonome et serieuse.
- C'est quoi l'échelle de l'écoulement ?
- Hypothèses mathématiques associées à celle donnée ? incompressible  $\text{div}(v)=0$ ,  $\eta=0$ , ...
- Equation de Navier Stokes ?
- Hypothèse pour dire  $\text{debit} = v S$  ? Incompressible et permanent se redemontre avec equation de la masse
- Expression general debit volumique ? integrale  $v \, dS$

- Conservation quand pas incompressible ? debit massique
- Qu'est ce que ça change entre tube de Pitot fixe et ecoulement mobile ou l'inverse ? Changement de référentiel
- Limitation de la manip ?
- Pourquoi ecoulement laminaire ?
- A quoi sert la grille ? A faire en sorte d'avoir un ecoulement linéaire
- Comment marche un anémomètre ? Fil chauffé et fluide le refroidit permet de remonter à la vitesse
- Incertitude ? Augmenter celle de la pression
- Intervalle à 1 2 ou 3 sigma ? Regression donne
- Valeur théorique de la masse volumique a une incertitude ? Oui car dépend pression et temperature
- Air c'est un fluide parfait ? Tu connais un fluide parfait ? Non, He4 pour  $T > 2K$
- Notion de fluide parfait au programme ? Non
- Valeur masse volumique de l'air ? Attention à bien la prendre à 25 °C
- Air incompressible ? Non
- Dans un avion qu'est ce qu'on utilise ?

## 6 Retour

Manque d'illustration Montrer illustration et tube de pitot en même temps pour les points A, B etc