

Table des matières

I	Équation locale de la quantité de mouvement	2
1.	Recensement des variables - Nécessité d'une hypothèse thermodynamique	2
2.	Équation de Navier-Stokes	2
3.	Relecture du nombre de Reynolds	2
II	Écoulements visqueux incompressibles	2
1.	Méthode de résolution	2
	(a) Deux situations importantes	2
	(b) Conditions aux limites	2
2.	Écoulement de Poiseuille cylindrique	2
	(a) Hypothèses	2
	(b) Champ de vitesse	2
	(c) Débit volumique - Loi de Poiseuille	2
	(d) Résistance hydraulique - Analogie avec la loi d'Ohm	2
3.	Écoulement sur un plan incliné	2
4.	Écoulement induit par un cylindre en rotation	2
5.	Plaque oscillante	2
6.	Chute d'une bille de verre dans la glycérine	2
	(a) Loi de Stokes	2
	(b) Chute d'une bille fluide dans un fluide	2
	(c) Application : mesure de viscosité	3
III	Écoulements parfaits	3
1.	Équation du mouvement pour un écoulement parfait	3
	(a) Équation d'Euler pour un écoulement parfait	3
	(b) Critère d'incompressibilité d'un écoulement stationnaire où les effets de pesanteur sont négligés	3
	(c) Équation d'évolution du vecteur tourbillon dans un écoulement homogène et incompressible en référentiel galiléen dans le seul champ de pesanteur supposé uniforme	3
2.	Théorèmes de Bernoulli d'un écoulement parfait en référentiel galiléen dans le seul champ de pesanteur supposé uniforme	3
	(a) Première variante : écoulement stationnaire et incompressible	3
	(b) Deuxième variante : écoulement stationnaire, irrotationnel, incompressible et homogène	3
	(c) Aspects énergétiques des théorèmes de Bernoulli	3
	(d) Au delà des théorèmes de Bernoulli	3
3.	Conséquences et applications	3
	(a) Effet Venturi	3
	(b) Jet libre, section contractée	3
	(c) Effet Coanda (ou effet théière)	3
	(d) Tube de Pitot	3
	(e) Oscillations dans un tube en U	3
	(f) Vidange d'un réservoir - Formule de Torricelli	3

(g)	Modèle de tornade	3
IV	Phénoménologie des écoulements autour d'obstacles	4
1.	Serre sous la tempête	4
(a)	Champ de vitesse	4
(b)	Champ de pression	4
(c)	Portance et traînée	4
2.	Effet Magnus	4
(a)	Force de Magnus	4
(b)	Effet Magnus et applications	4
3.	Étude phénoménologique d'un écoulement incompressible autour d'un cylindre - Carte de l'écoulement en fonction du nombre de Reynolds	4
(a)	Régime laminaire	4
(b)	Décollement de couche limite (explication qualitative) et naissance de tourbillons	4
(c)	Régime permanent en moyenne de détachement de tourbillons alternés (formation de l'allée de Karman)	4
(d)	Régime de sillage turbulent	4
(e)	« Crise de C_x » lorsque la couche limite devient turbulente - réduction du sillage - balles de golf	4
4.	Étude qualitative de l'aile d'avion	4
(a)	Naissance de la portance par détachement de tourbillons de démarrage	4
(b)	Théorème de Kutta-Joukowski	4
(c)	Phénomène de décrochage	4
(d)	Intérêt des volets, principe du soufflage ou aspiration de couche limite	4
(e)	Formation de tourbillons marginaux aux extrémités des ailes	4

- I. **Équation locale de la quantité de mouvement**
 1. **Recensement des variables - Nécessité d'une hypothèse thermodynamique**
 2. **Équation de Navier-Stokes**
 3. **Relecture du nombre de Reynolds**

- II. **Écoulements visqueux incompressibles**
 1. **Méthode de résolution**
 - (a) Deux situations importantes
 - (b) Conditions aux limites
 2. **Écoulement de Poiseuille cylindrique**
 - (a) Hypothèses
 - (b) Champ de vitesse
 - (c) Débit volumique - Loi de Poiseuille
 - (d) Résistance hydraulique - Analogie avec la loi d'Ohm
 3. **Écoulement sur un plan incliné**
 4. **Écoulement induit par un cylindre en rotation**
 5. **Plaque oscillante**
 6. **Chute d'une bille de verre dans la glycérine**
 - (a) Loi de Stokes
 - (b) Chute d'une bille fluide dans un fluide

- (c) Application : mesure de viscosité

III. Écoulements parfaits

1. Équation du mouvement pour un écoulement parfait

- (a) Équation d'Euler pour un écoulement parfait
- (b) Critère d'incompressibilité d'un écoulement stationnaire où les effets de pesanteur sont négligés
- (c) Équation d'évolution du vecteur tourbillon dans un écoulement homogène et incompressible en référentiel galiléen dans le seul champ de pesanteur supposé uniforme

2. Théorèmes de Bernoulli d'un écoulement parfait en référentiel galiléen dans le seul champ de pesanteur supposé uniforme

- (a) Première variante : écoulement stationnaire et incompressible
- (b) Deuxième variante : écoulement stationnaire, irrotationnel, incompressible et homogène
- (c) Aspects énergétiques des théorèmes de Bernoulli
- (d) Au delà des théorèmes de Bernoulli

3. Conséquences et applications

- (a) Effet Venturi
- (b) Jet libre, section contractée
- (c) Effet Coanda (ou effet théière)
- (d) Tube de Pitot
- (e) Oscillations dans un tube en U
- (f) Vidange d'un réservoir - Formule de Torricelli
- (g) Modèle de tornade

IV. Phénoménologie des écoulements autour d'obstacles

1. Serre sous la tempête

- (a) Champ de vitesse
- (b) Champ de pression
- (c) Portance et traînée

2. Effet Magnus

- (a) Force de Magnus
- (b) Effet Magnus et applications

3. Étude phénoménologique d'un écoulement incompressible autour d'un cylindre - Carte de l'écoulement en fonction du nombre de Reynolds

- (a) Régime laminaire
- (b) Décollement de couche limite (explication qualitative) et naissance de tourbillons
- (c) Régime permanent en moyenne de détachement de tourbillons alternés (formation de l'allée de Karman)
- (d) Régime de sillage turbulent
- (e) « Crise de C_x » lorsque la couche limite devient turbulente - réduction du sillage - balles de golf

4. Étude qualitative de l'aile d'avion

- (a) Naissance de la portance par détachement de tourbillons de démarrage
- (b) Théorème de Kutta-Joukowski
- (c) Phénomène de décrochage
- (d) Intérêt des volets, principe du soufflage ou aspiration de couche limite
- (e) Formation de tourbillons marginaux aux extrémités des ailes