

MF3 – Equations locales de la dynamique des fluides

4.3.3 Équations dynamiques locales		
Équation de Navier-Stokes dans un fluide newtonien en écoulement incompressible. Terme convectif. Terme diffusif. Nombre de Reynolds dans le cas d'une unique échelle spatiale.	Utiliser l'équation de Navier-Stokes dans un fluide newtonien en écoulement incompressible. Évaluer en ordre de grandeur le rapport du terme convectif sur le terme diffusif et le relier au nombre de Reynolds dans le cas d'une unique échelle spatiale.	On va combiner les cours MF1 et MF2 pour obtenir l'équation de Navier-Stokes.
Notion d'écoulement parfait et de couche limite.	Exploiter l'absence de forces de viscosité et le caractère isentropique de l'évolution des particules de fluide. Utiliser la condition aux limites sur la composante normale du champ des vitesses.	On a déjà vu l'essentiel dans MF2.
Relation de Bernoulli pour un écoulement parfait, stationnaire, incompressible et homogène dans le champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen.	Établir et utiliser la relation de Bernoulli pour un écoulement parfait, stationnaire, incompressible et homogène dans le champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen.	On n'oubliera pas les conditions d'applications du théorème de Bernoulli.

I – Equation de Navier-Stokes

I-1) Expression

I-2) Analyse dimensionnelle

I-3) Conditions aux limites

- a) Écoulement réel
- b) Continuité de la vitesse
- c) Continuité de la contrainte
- d) Tableau récapitulatif

I-4) Exemples d'application

- a) Écoulement de Couette plan
- b) Écoulement de Poiseuille
- c) Loi de Hagen-Poiseuille

II – Théorème de Bernoulli

II-1) Equation d'Euler

II-2) Démonstration

- a) Écoulement tourbillonnaire
- b) Écoulement irrotationnel
- c) Écoulement lent d'un fluide compressible

III – Applications

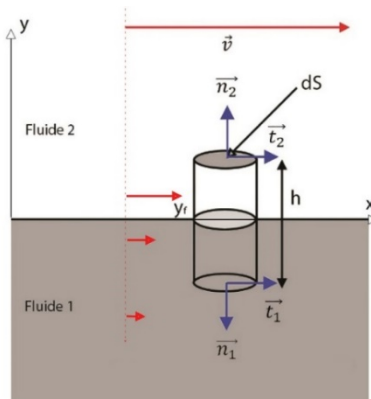
III-1) Effet Venturi

- a) Principe
- b) Effet de sol
- c) Trompe à eau et vaporisateur
- d) Balle de ping-pong
- e) Débitmètre

III-2) Formule de Torricelli

III-3) Tube de Pitot

I-3-c) Continuité de la contrainte

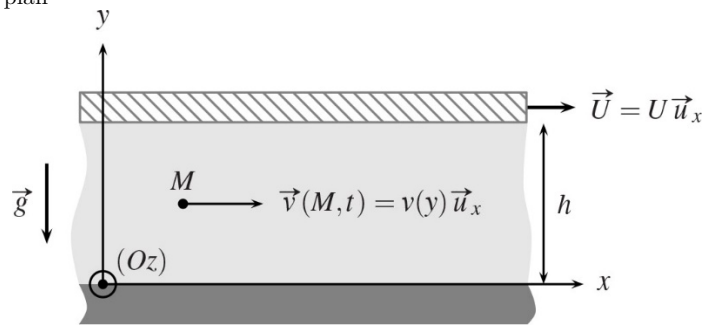


I-3-d) Tableau récapitulatif

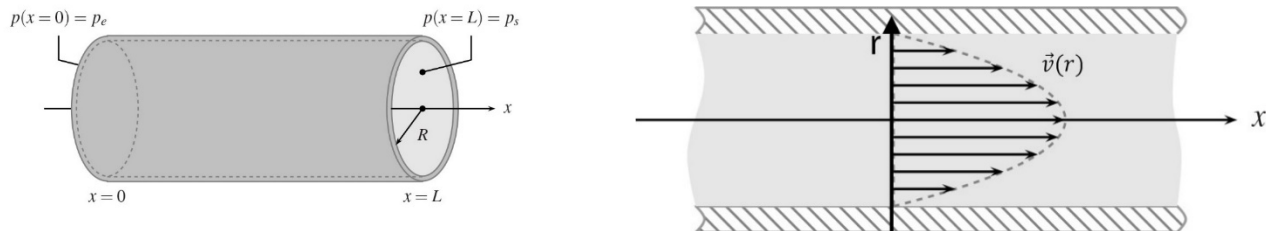
Interface	Fluide parfait	Fluide visqueux
Fluide $\rightarrow$ Paroi	$v_{n,fluide} = v_{n,paroi}$ $p_{fluide} = p_{paroi}$	$\vec{v}_{fluide} = \vec{v}_{paroi}$ $p_{fluide} = p_{paroi}$
Fluide 1 $\rightarrow$ Fluide 2	$v_{n,fluide1} = v_{n,fluide2}$ $p_{fluide1} = p_{fluide2}$	$\vec{v}_{fluide1} = \vec{v}_{fluide2}$ $p_{fluide1} = p_{fluide2}$ $\eta_2 \frac{\partial v_x}{\partial y} \Big _{y=0^-} = \eta_1 \frac{\partial v_x}{\partial y} \Big _{y=0^+}$

I-4) Exemples d'application

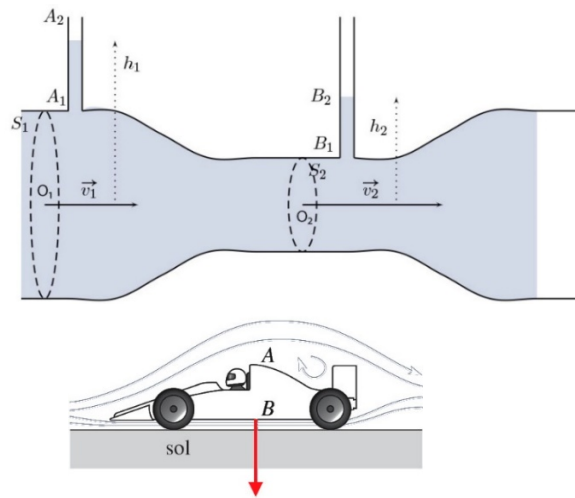
a) Ecoulement de Couette plan



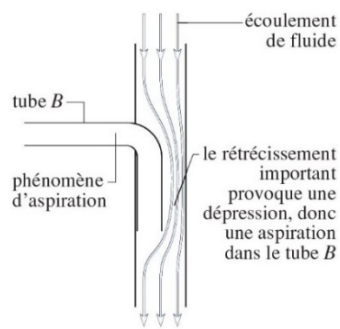
b) Ecoulement de Poiseuille



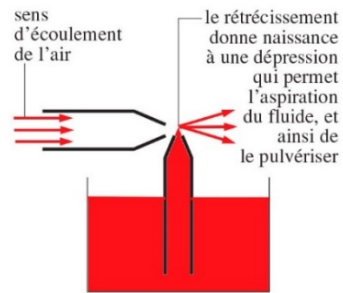
III-2) Effet Venturi



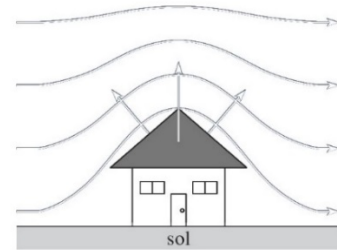
Effet de sol pour un véhicule de compétition : $P_A > P_B$.



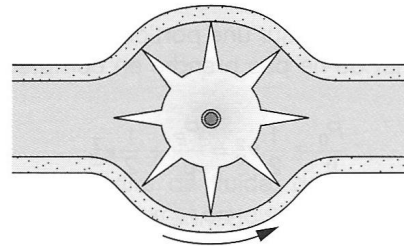
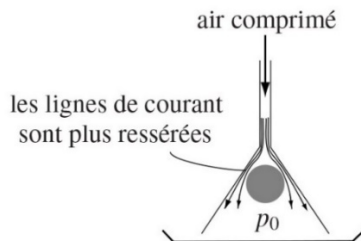
Principe de la trompe à eau.



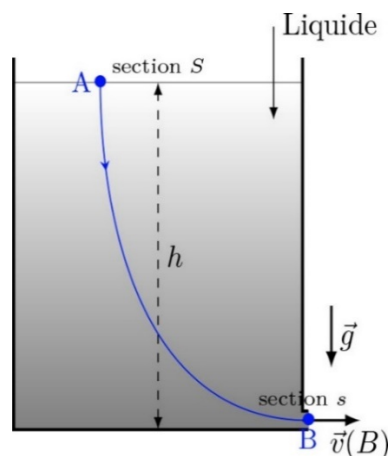
Principe de fonctionnement d'un vaporisateur ou d'un pistolet à peinture.



Les lignes de courant au voisinage d'un toit sont plus « serrées ». La pression sur le toit est plus faible que la pression à l'intérieur de la maison.



III-3) Formule de Torricelli



III-4) Tube de Pitot

