



OLYMPIADES  
DE PHYSIQUE FRANCE

2021/2022

**TUTO: Comment surfer sur le vent?**

Kawtar Mestari

Ines Rhoulami

Ghali Lahlou

Adam Khmassi

Ghali Bennani



Lycée Lyautey  
Casablanca



Bienvenue a bord !

Comment les avions  
surfent-ils sur le vent ?

# Sommaire

1. Introduction
2. Expérience du ballon de baudruche
3. Le théorème de Bernoulli
4. Le tube de Pitot
5. Expérience du sèche-cheveux
6. Conclusion

# Expérience du ballon de baudruche



Objectif : Visualiser le concept d'écoulement laminaire

## Protocole :

- Remplir un ballon de baudruche d'eau
- Former une case à partir de bandes de scotch résistant à l'eau.
- Trouer la case formée avec une aiguille



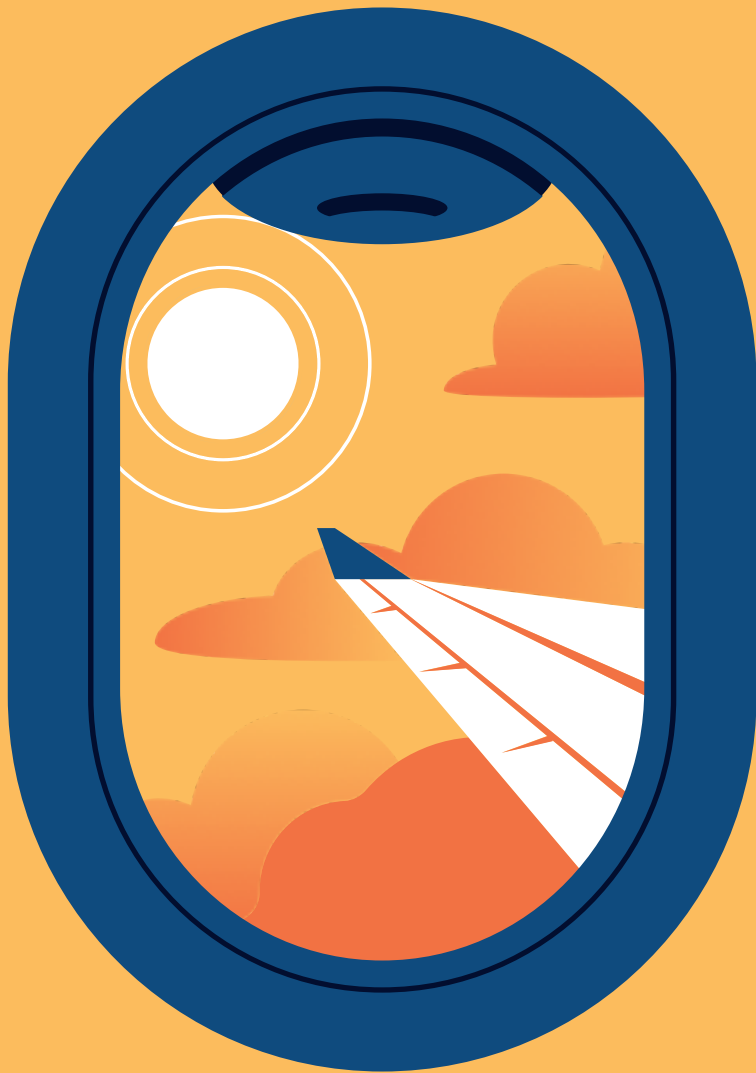
# Explication de l'expérience

$$Re = \frac{\rho \times D_h \times v}{\eta}$$

$Re > 3500$   
turbulent

$Re < 2000$   
laminaire





# Le théorème de Bernoulli

$$P_1 + \rho_{\text{fluide}} g z_1 + \frac{1}{2} \rho_{\text{fluide}} v_1^2 = P_2 + \rho_{\text{fluide}} g z_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$
$$\Leftrightarrow P + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante}$$

$P_1$  et  $P_2$  les pressions en pascal à deux endroits de l'écoulement (Pa)

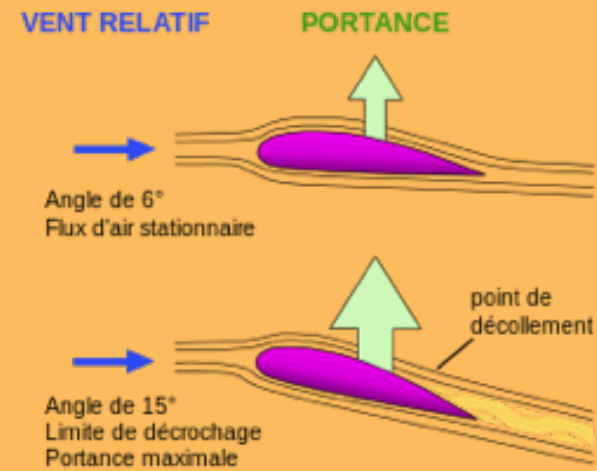
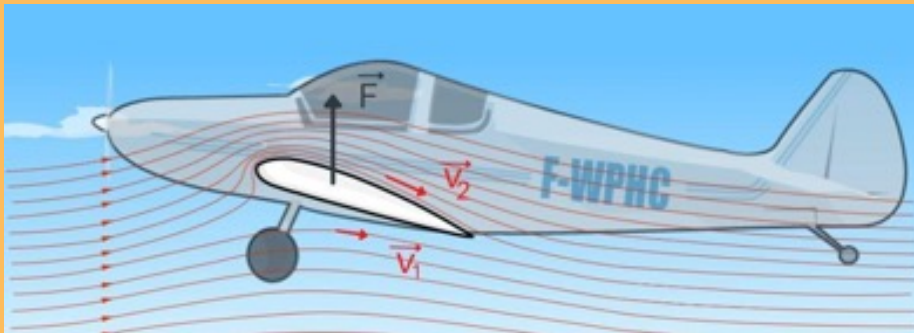
La masse volumique  $\rho_{\text{fluide}}$  en  $\text{kg.m}^{-3}$

$z_1$  et  $z_2$  les altitudes en mètre à deux endroits de l'écoulement (m)

$v_1$  et  $v_2$  les vitesses d'écoulement du fluide à ces deux points en  $\text{m.s}^{-1}$

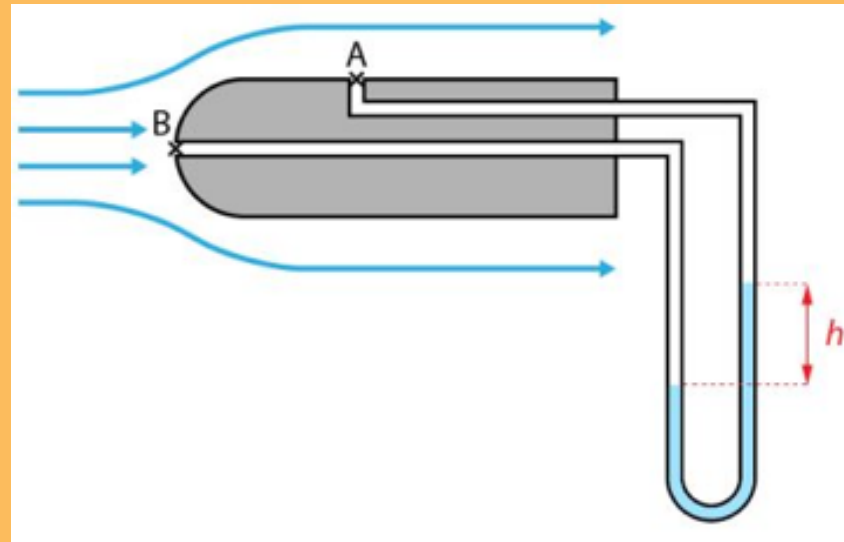
$g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$  l'intensité de la pesanteur terrestre

## Application du théorème: cas de l'avion



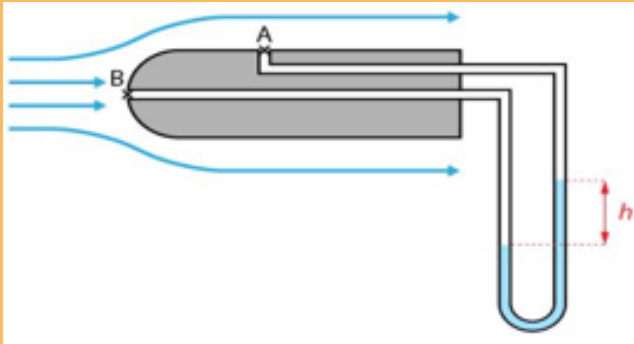
# Autre application : mesure de la vitesse

Le Tube de Pitot





# Analyse de l'expérience



$$\begin{aligned}
 P_A + \rho_{air}gz_A + \frac{1}{2}\rho_{air}v_A^2 &= P_B + \rho_{air}gz_B + \frac{1}{2}\rho_{air}v_B^2 \\
 \rho_{air}gz_A = \rho_{air}gz_B &\Rightarrow P_A + \frac{1}{2}\rho_{air}v_A^2 = P_B + \frac{1}{2}\rho_{air}v_B^2 \\
 v_B = 0 \text{ m.s}^{-1} &\Rightarrow P_A + \frac{1}{2}\rho_{air}v_A^2 = P_B \\
 P_B = P_A + \rho_{eau}gh &\Rightarrow P_A + \frac{1}{2}\rho_{air}v_A^2 = P_A + \rho_{eau}gh \\
 \frac{1}{2}\rho_{air}v_A^2 &= \rho_{eau}gh \\
 v_A &= \sqrt{\frac{2\rho_{eau}gh}{\rho_{air}}} \\
 v_A &= \sqrt{\frac{2 \cdot 997 \cdot 9.81 \cdot 1.1 \cdot 10^{-1}}{1.22}} \\
 v_A &= 42 \text{ m.s}^{-1}
 \end{aligned}$$

# Expérience du sèche-cheveux



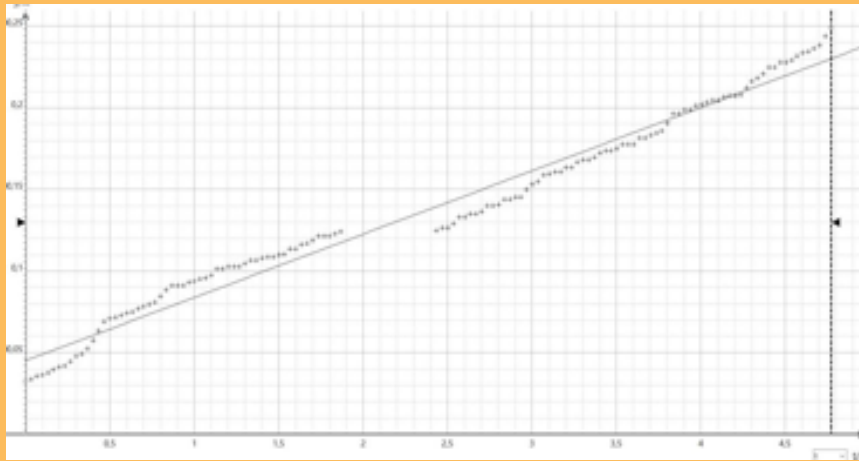
Objectif : Reproduire le vol d'une aile d'avion

## Protocole :

- Plier une feuille de papier en forme de profil d'aile, la trouser par deux pailles
- Faire passer deux fils dans les pailles, les tendre verticalement
- Activer un sèche-cheveux face à la feuille pour la faire décoller



# Modélisation de l'expérience



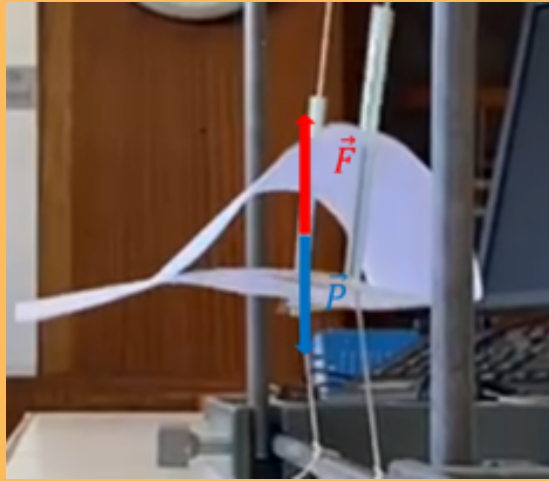
Graphique représentant  $y = f(t)$

$$y(t) = kt$$

$$v_y(t) = y'(t) = k$$

$$a_y(t) = v_y'(t) = 0$$

# Analyse de l'expérience



$$\vec{P} + \vec{F} = m \times \vec{a}$$

$$\text{Or } \vec{a} = \vec{0}$$

$$\text{Donc : } \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = -\vec{P}$$

$$\Rightarrow F = P$$



# MERCI



CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#), and infographics & images by [Freepik](#)