



---

L'hydrofoil

---

---

# Sommaire

---

- ❖ Description et principes
- ❖ Vérification du modèle théorique
- ❖ Les limites à son utilisation

I

II

III

*Description et principes.*

# Présentation



Ligne de flottaison

Niveau de la mer







---

# L'hydrofoil aujourd'hui

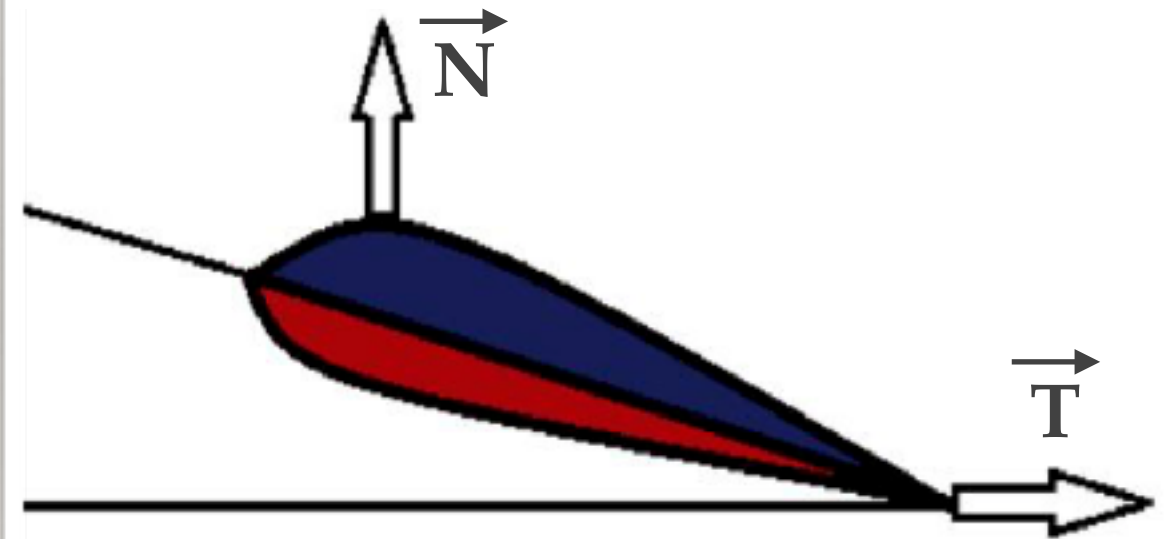
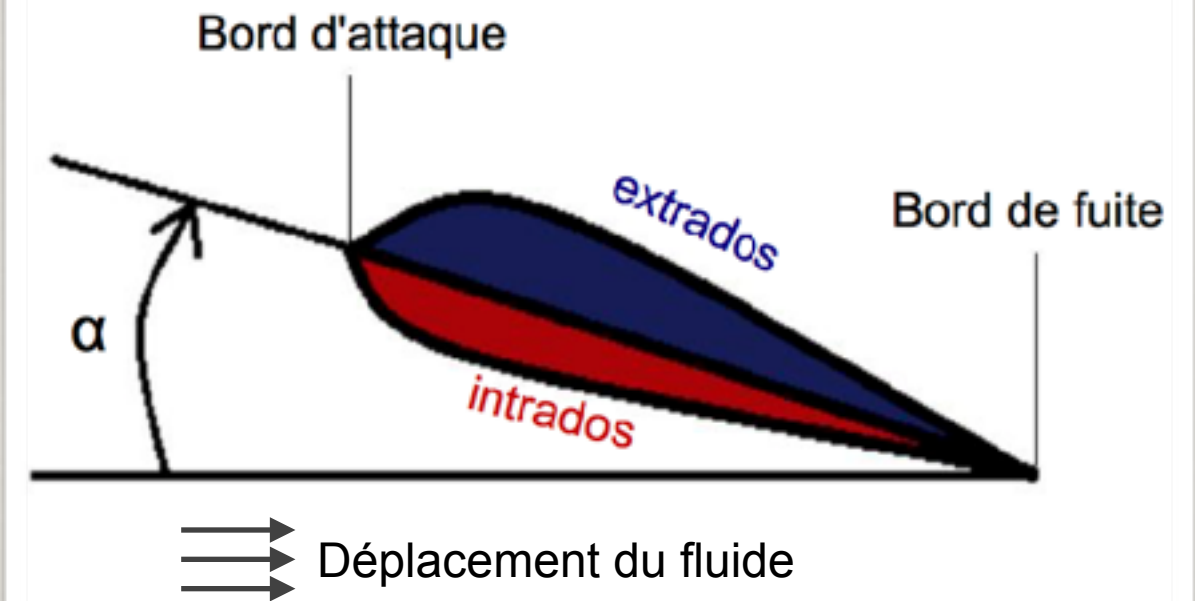
---



# Trainée et Portance

$$\vec{N} = C_y \frac{\mu \cdot V^2}{2} S \cdot \vec{U}_y$$

$$\vec{T} = C_x \frac{\mu \cdot V^2}{2} S \cdot \vec{U}_x$$

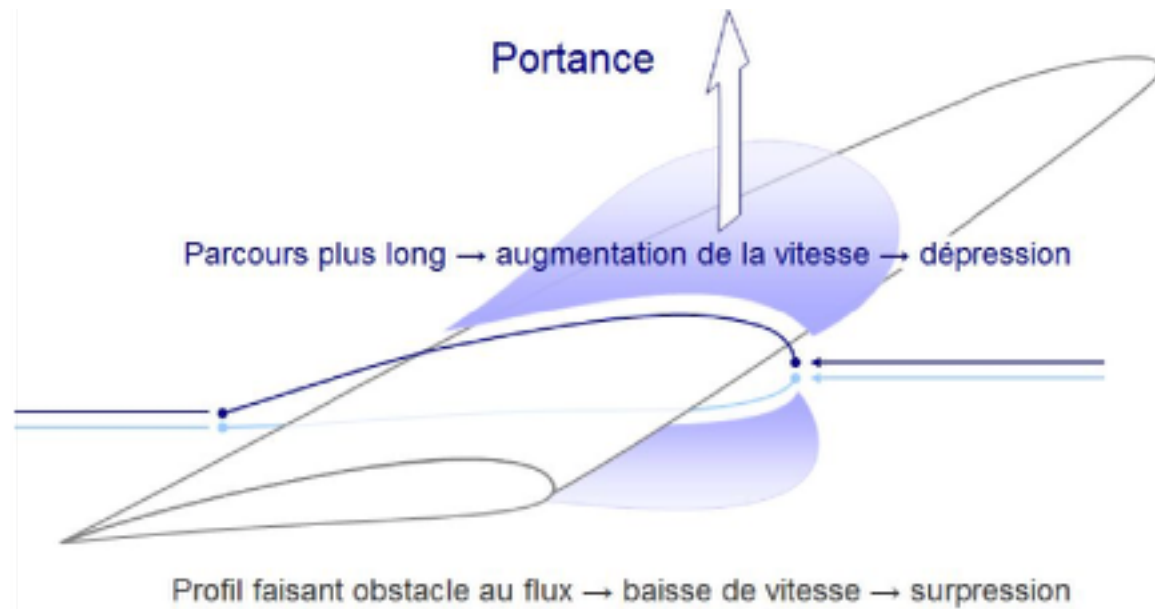


N la force de Portance

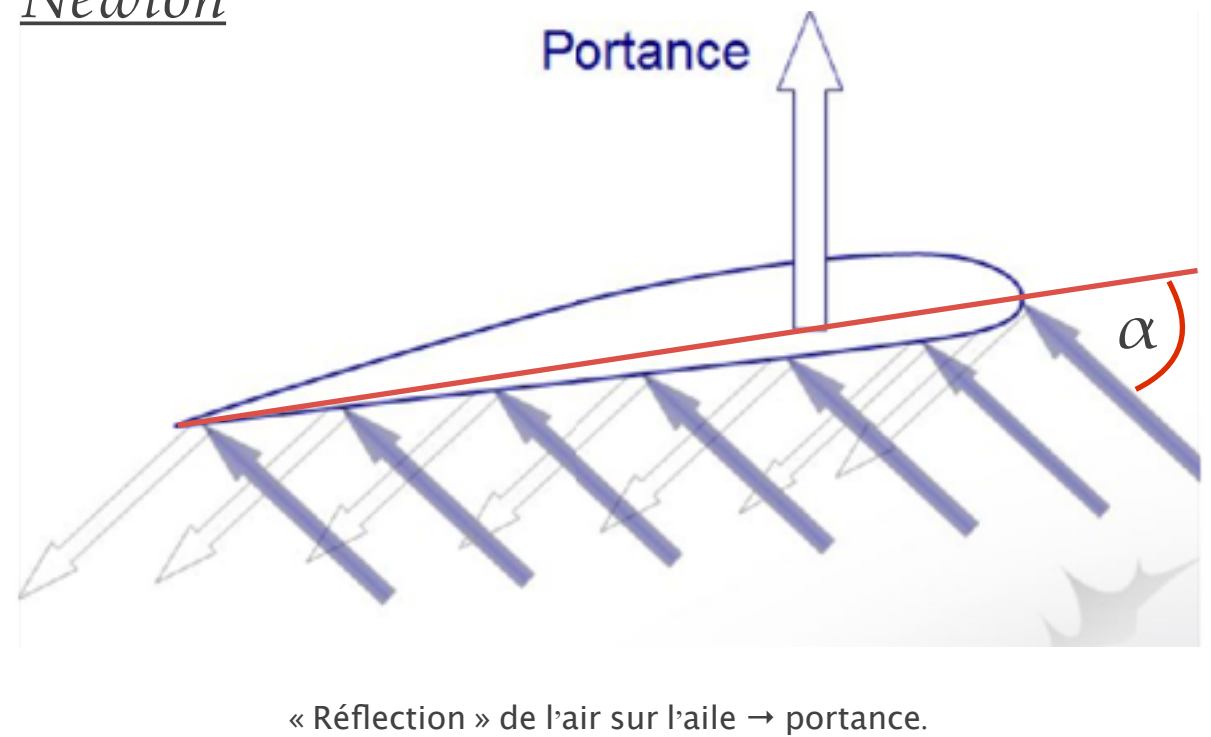
T la force de Trainée

# Théorème de Bernoulli & Troisième loi de Newton

## Bernoulli



## Newton





# Forme et nombre de Reynolds



Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{\mu \cdot U \cdot L}{\eta}$$

Dans l'eau, on obtient

$$Re = 53\,000$$

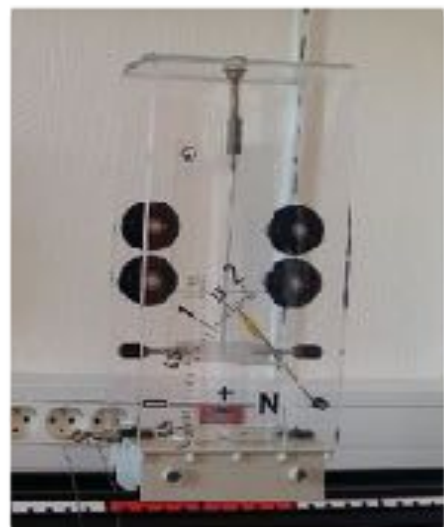
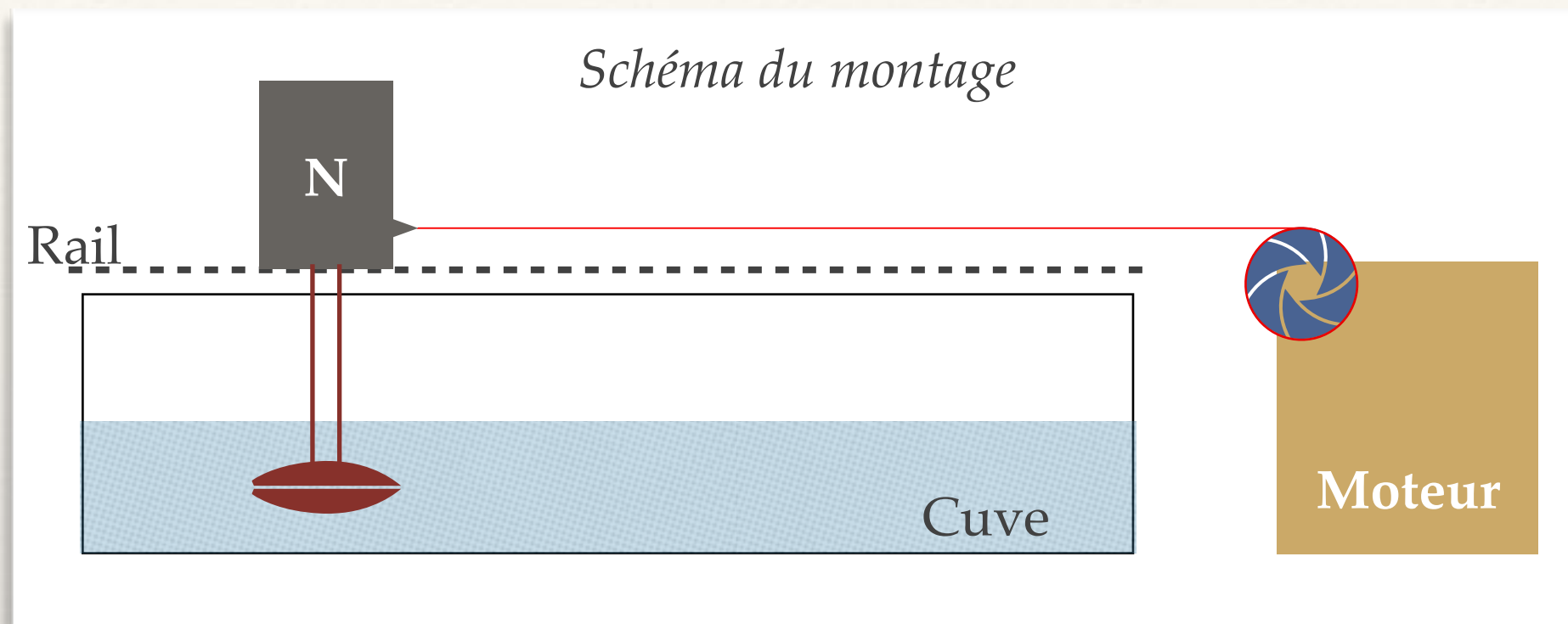
I

II

III

*Vérification du modèle théorique.*

# L'expérience N°1



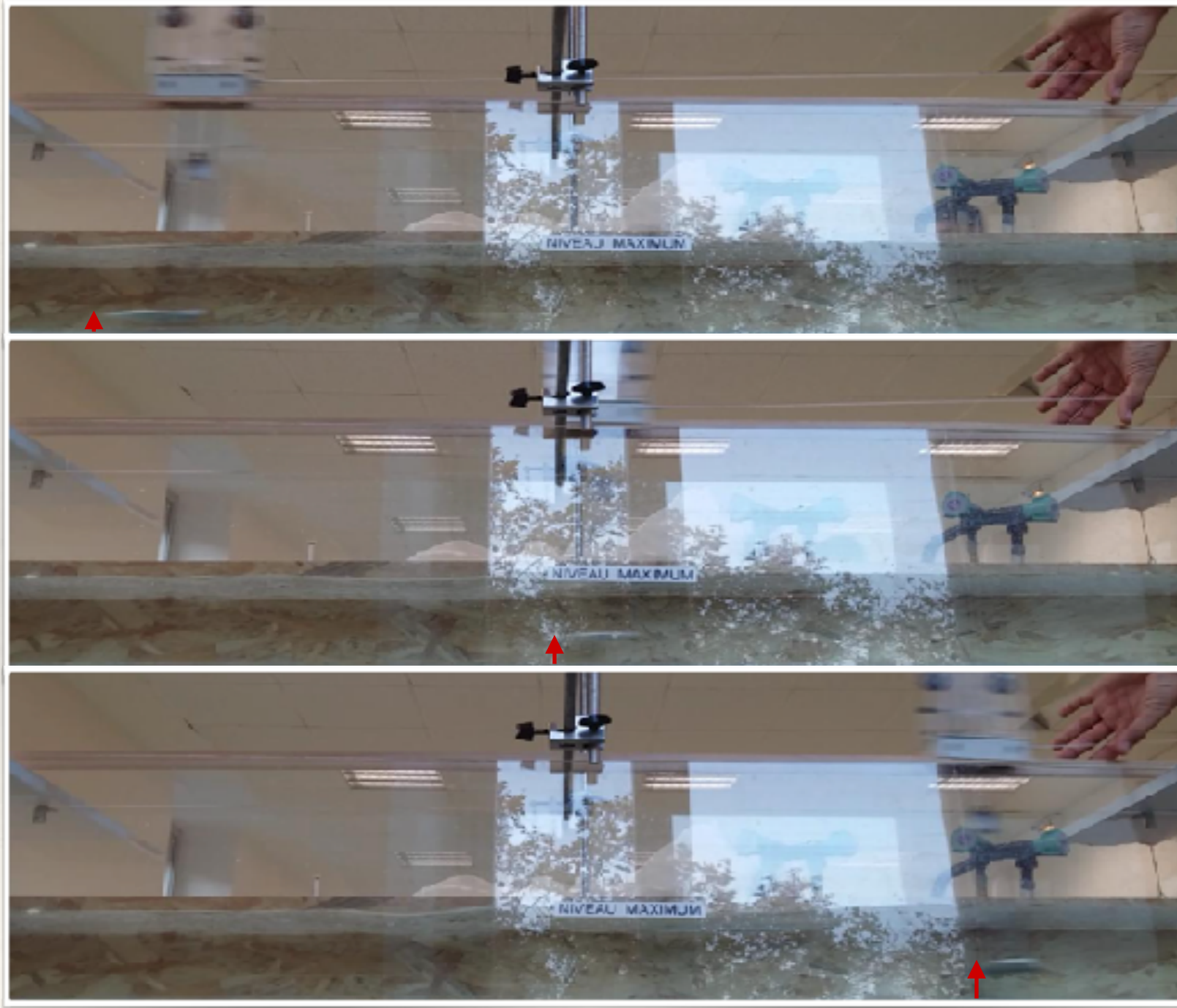
*Newton-mètre*



Aire = 116,32 cm<sup>2</sup>  
Longueur ≈ 6,1 cm



# L'expérience N°1



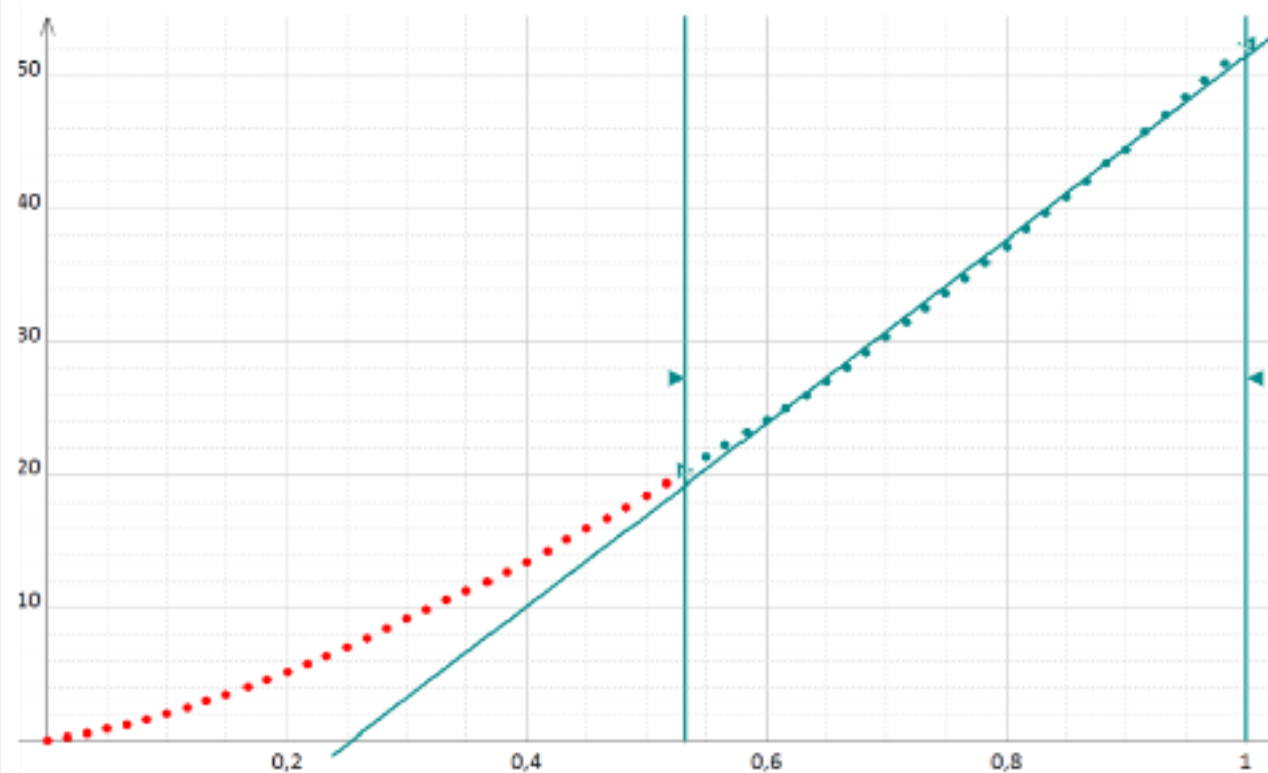
I

II

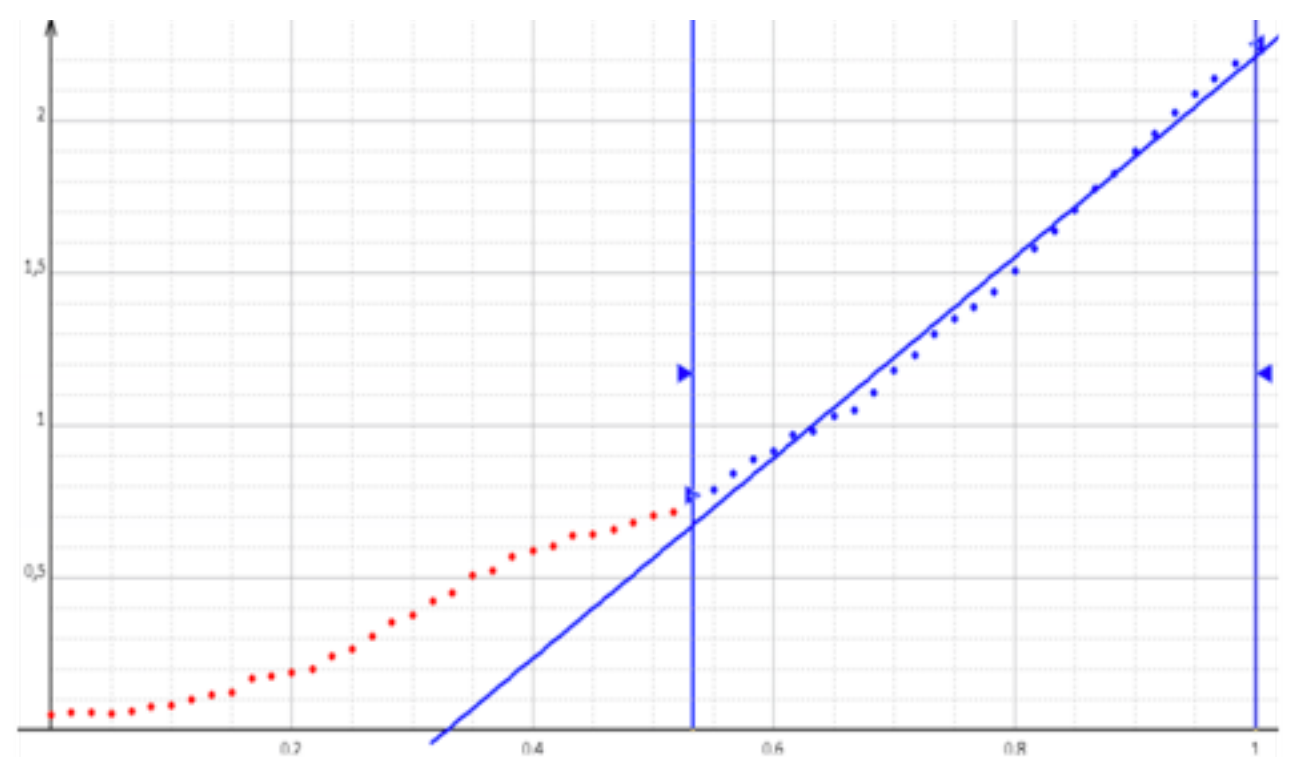
III

*Vérification du modèle théorique.*

# Résultats



Abcisse d'un point fixe du foil  
au cours du temps



Ordonnée d'un point fixe du foil  
au cours du temps

# Exploitation

Valeur affichée au Newton-mètre :  $F = 1,5 \text{ N}$

Approximation de  $x = f(t)$  par une fonction affine sur Regressi :

On obtient :  $x(t) = 0,69.t + \text{Cte}$

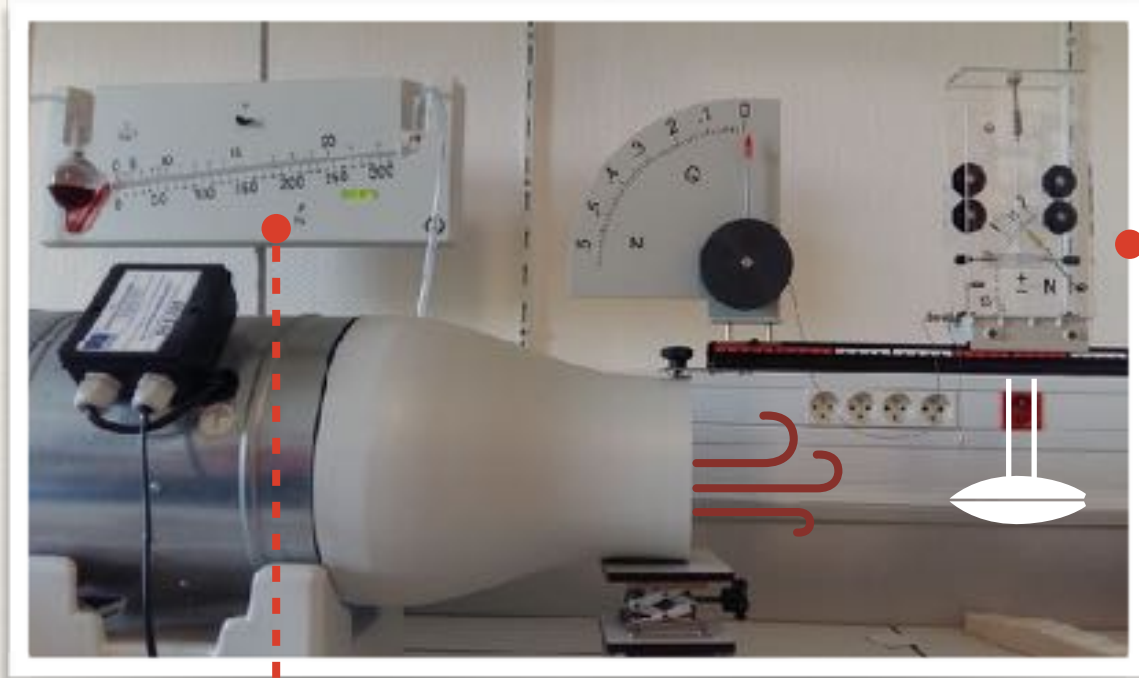
D'où :  $V = \frac{\partial x}{\partial t} = 0,69 \text{ m.s}^{-1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 0,69 \text{ m.s}^{-1} \\ \mathcal{N} = 1,5 \text{ N} \\ \mu = 1000 \text{ kg.m}^{-3} \end{array} \right. \Rightarrow C_y = \frac{2\mathcal{N}}{\mu.V^2.S} = \frac{2 \times 1,5}{1000 \times 0,69^2 \times 1,1632.10^{-2}}$$

$$\Rightarrow C_y = 0,42$$



# L'expérience N°2



*Système de soufflerie*



*Tube de Pitot*



*Newton-mètres*

Vitesse	$F_x$	$F_y$	$C_x$	$C_y$
6	0,06	0,10	<del>0,29</del>	<del>0,48</del>
8	0,07	0,15	0,19	0,40
10,7	0,08	0,21	0,12	0,32
12,5	0,13	0,32	0,14	0,35
14	0,15	0,41	0,13	0,36
15	0,18	0,50	0,14	0,38
16,5	0,20	0,60	0,13	0,38
Moyenne :			0,14	0,36

# Comparaison et incertitudes

⇒ Incertitude sur la valeur de  $C_y$  dans l'eau :

$$\frac{\Delta_1 C_y}{C_y} = \sqrt{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\Delta S}{S}\right)^2 + \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,01}{0,69}\right)^2 + \left(\frac{0,001}{1,16 \cdot 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{1,5}\right)^2} = 0,11$$

⇒ Ecart type à 95% de la valeur de  $C_y$  dans l'air :

$$\sigma(C_y) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (C_y - 0,36)^2} = 0,057$$

Et ainsi :  $\Delta_2 C_y = \frac{\sigma(C_y)}{\sqrt{N}} = 0,032$

Et :  $\Delta_2 C_x = 0,026$

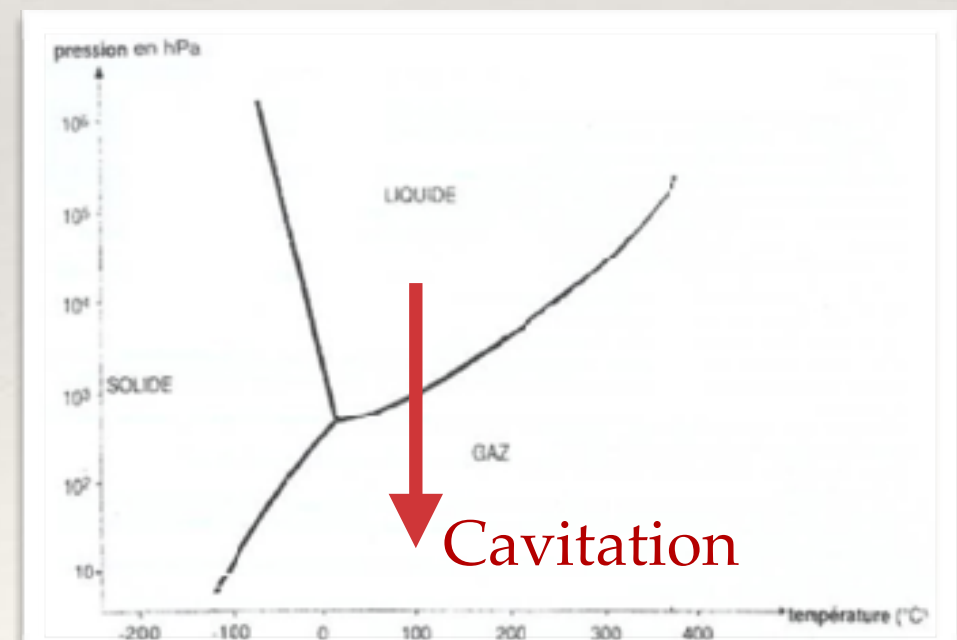
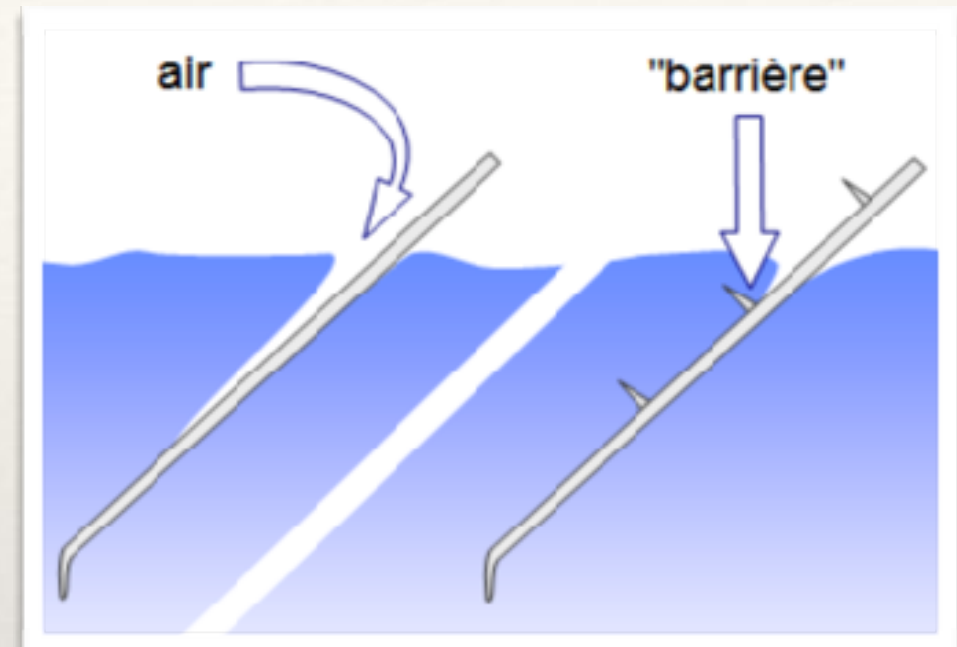
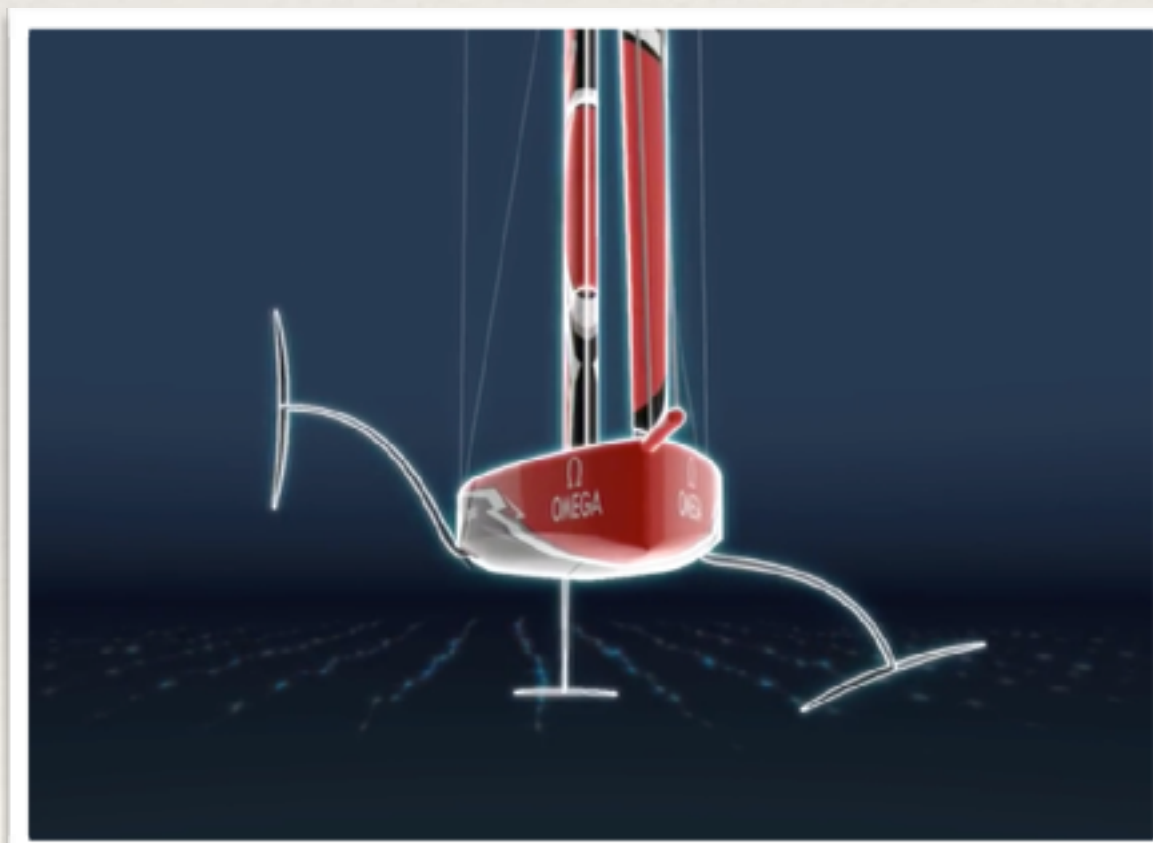
⇒ Résultats :

	Expérience. 1	Expérience. 2
$C_y$	$0,42 \pm 0,04$	$0,36 \pm 0,03$
$C_x$	Ø	$0,14 \pm 0,03$

# Des limites à son utilisation

❖ Ventilation & Cavitation :

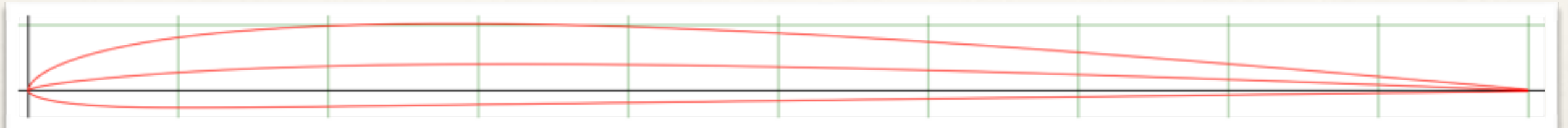
❖ Instabilité :



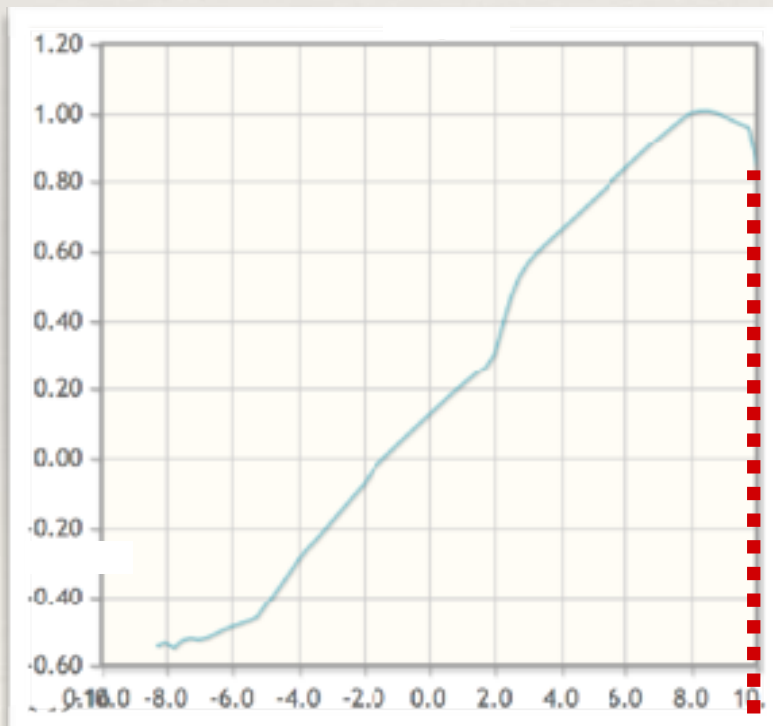


# L'angle d'incidence

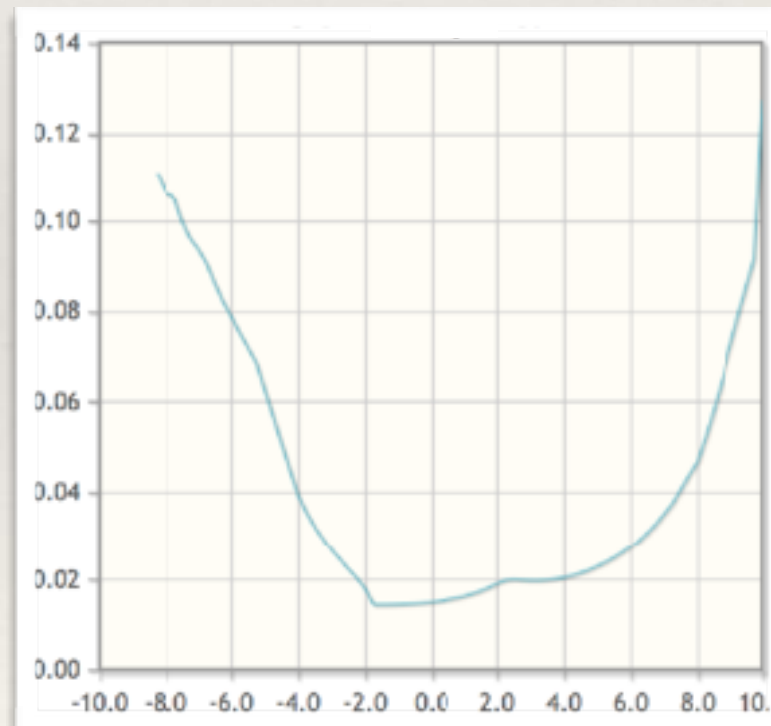
*Foil au bas quasi plat, représentation avec AirFoilTool.*



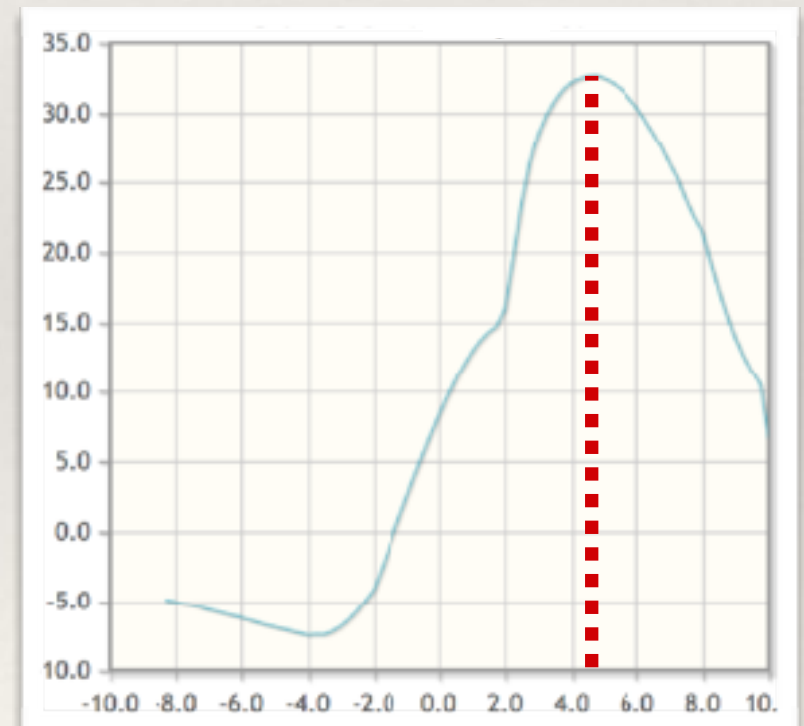
$C_y / \alpha$  angle d'incidence



$C_x / \alpha$  angle d'incidence



$C_y/C_x$  /  $\alpha$  angle d'incidence



Décrochage de l'aile

# L'hydroptère : un bateau à risque





I

II

III

---

# Conclusion

---

