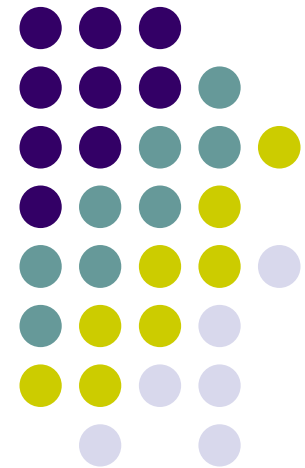


Le vol des « plus lourds que l'air »

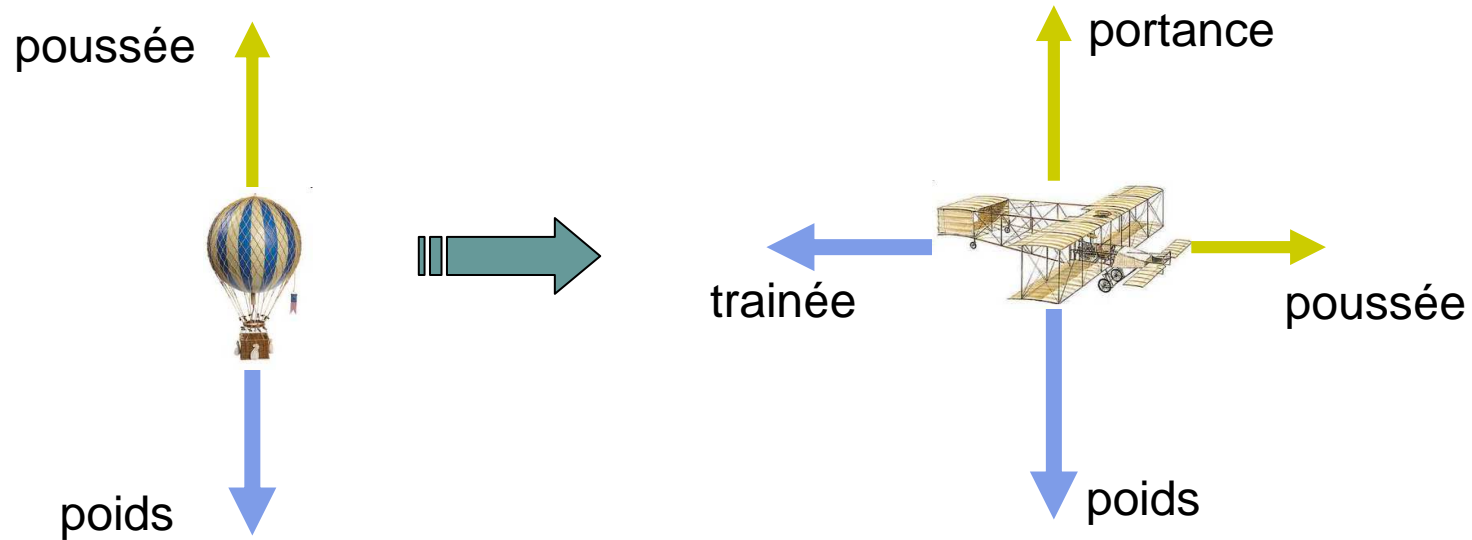
L'homme volant
Société, Culture et Techniques
Lycée Roosevelt de Reims
1. Portance et Traînée



Les éléments de l'équation du vol



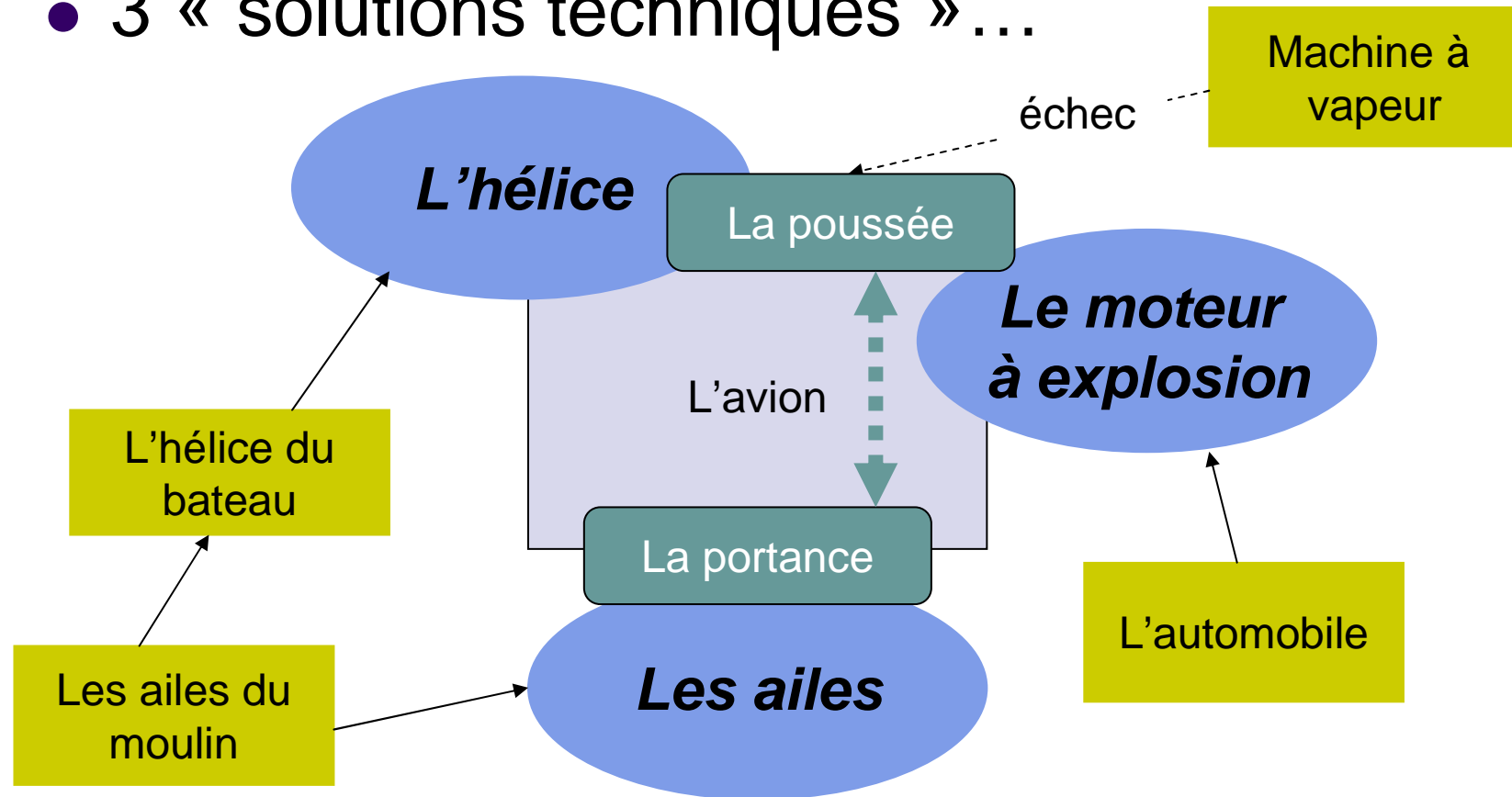
- Une complexification de l'approche



Les conditions du vol du « plus lourd que l'air »



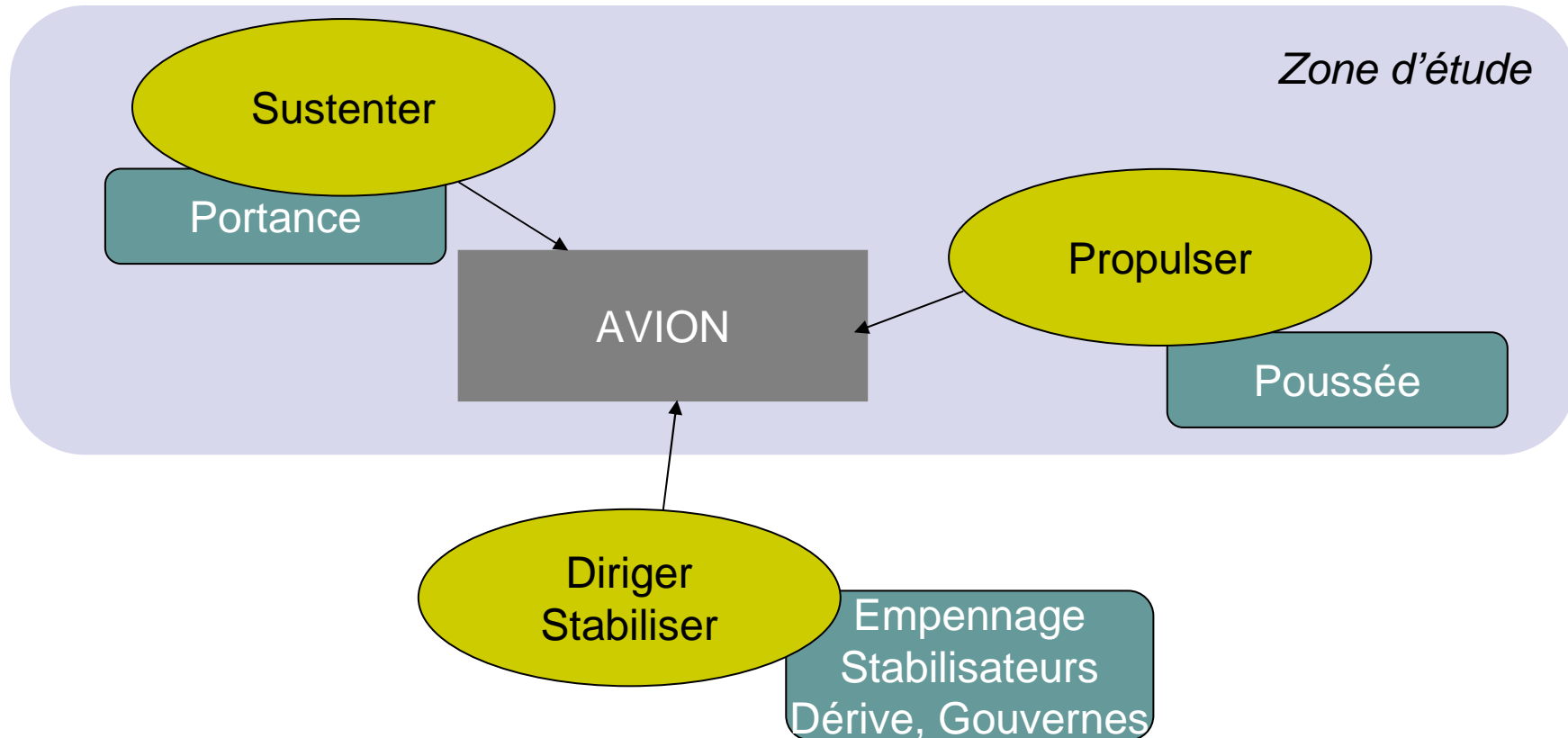
- 3 « solutions techniques » ...



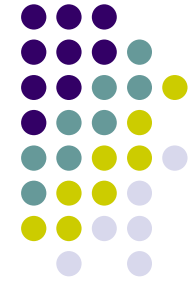
Les 3 problèmes à résoudre



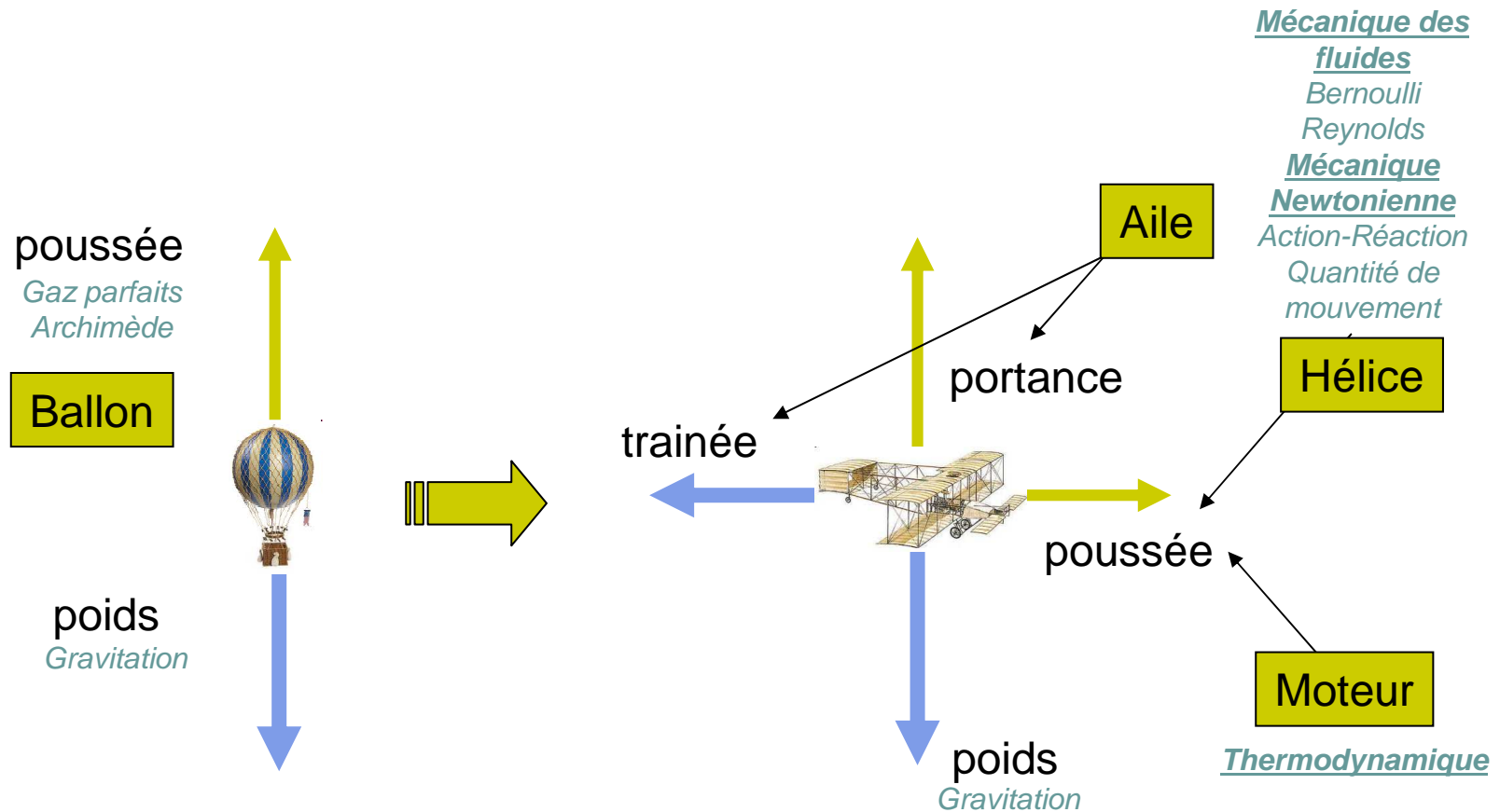
- Qui nécessitent de comprendre (sciences), d'imaginer et mettre en œuvre des solutions (techniques)



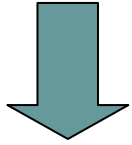
Les principes physiques mis en jeu



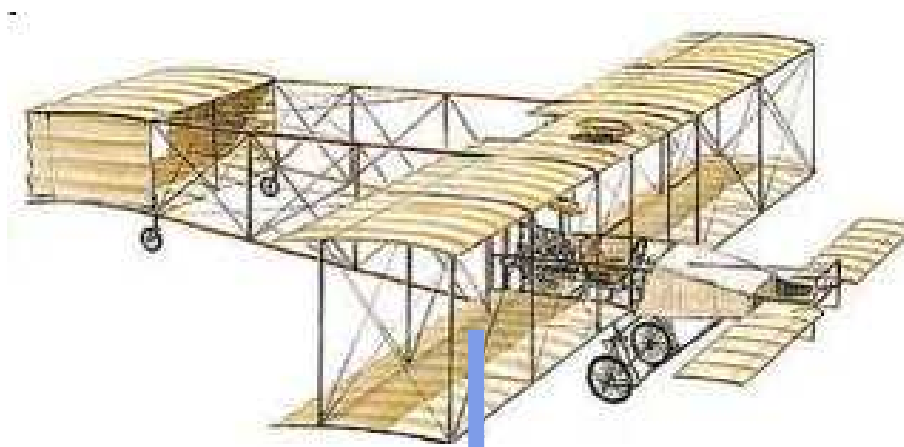
- Une complexité beaucoup plus grande



Le poids



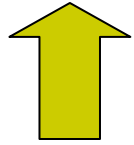
Le poids



$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

avec $\|\vec{g}\| = 9,81 \text{ m/s}^2$

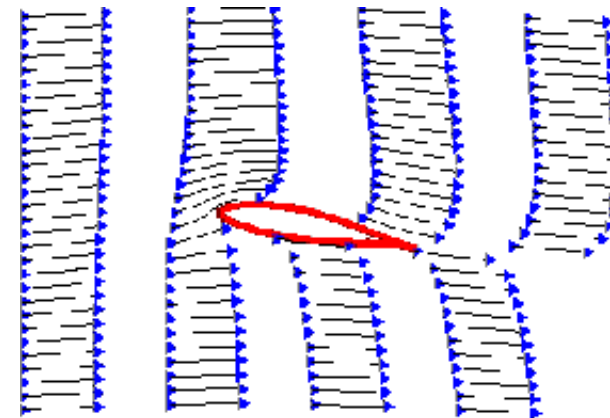
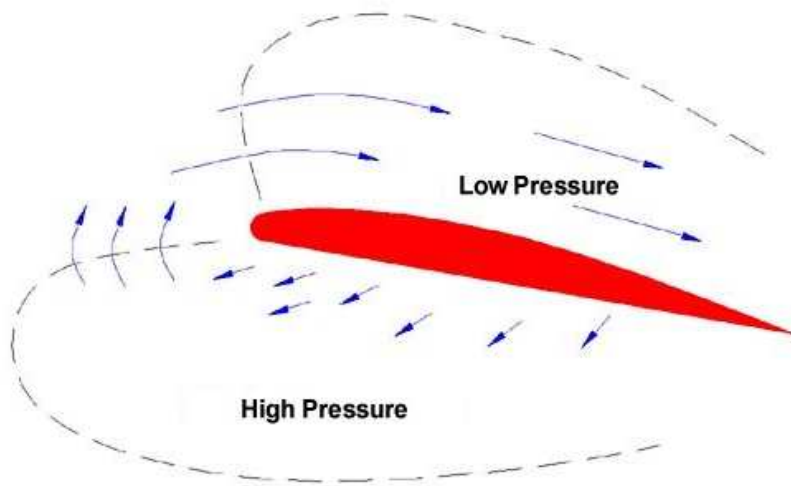
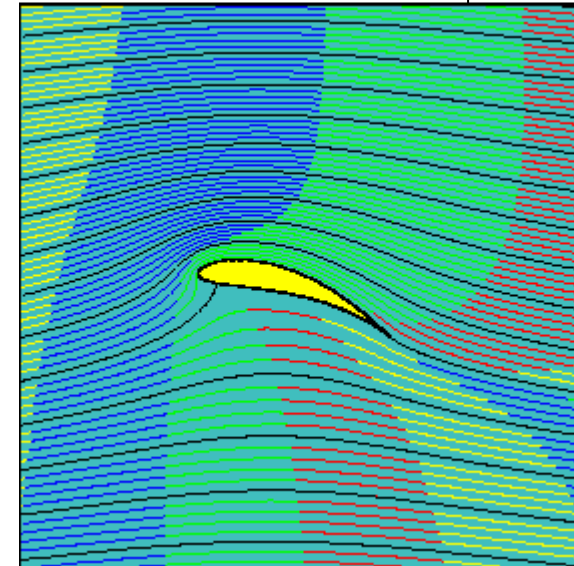
La portance



L'air et l'aile : « mouvement »



Portance dynamique (par opposition à la portance aérostatique d'Archimède des ballons et dirigeables) : il faut ***éjecter*** en permanence un ***débit massique*** de fluide vers le bas (éjection d'une certaine quantité de mouvement), en ***échange*** de quoi, d'après une loi de Newton, on récupère une ***force vers le haut***.



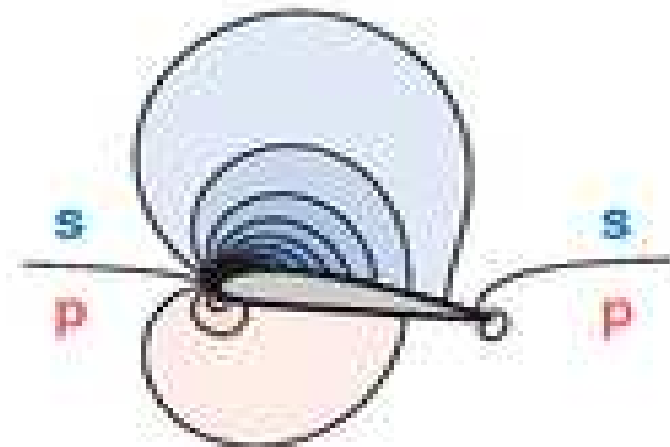
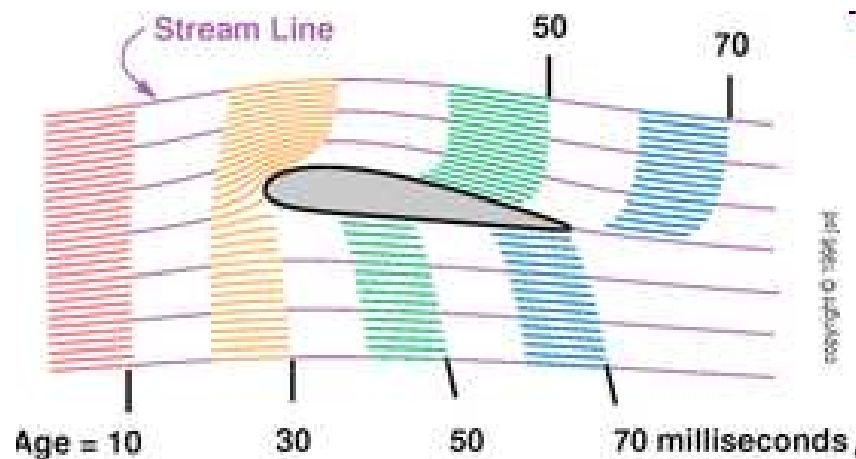
La portance



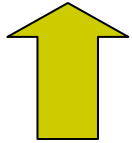
Vitesse, Pression



- L'air est freiné sur le profil inférieur (intrados), la vitesse baisse et la pression augmente (« Théorème de Bernoulli » : $p \propto V^2$).
- L'angle d'incidence provoque une chute de pression au dessus de l'aile (extrados), l'air est attiré par le profil supérieur, et la vitesse augmente (« Théorème de Bernoulli » : $p \propto V^2$).
- L'air tend par ailleurs à suivre le profil convexe de l'extrados du fait de sa viscosité, ce qui contribue à dévier le flux vers le bas (« Effet Coanda »).



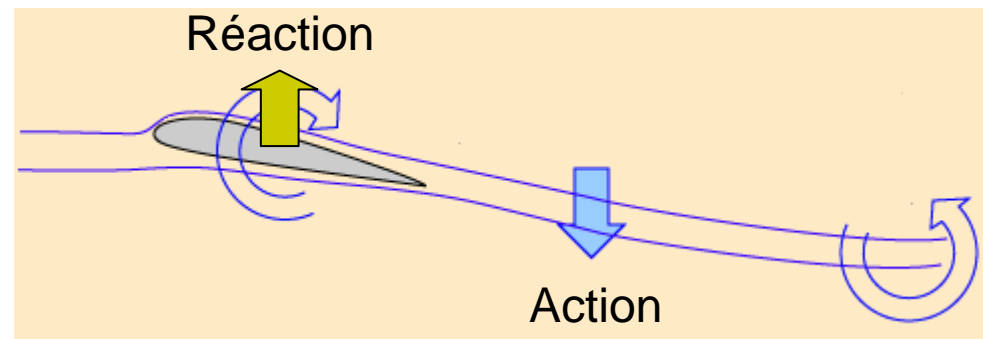
La portance



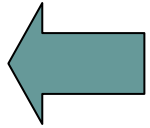
Quantité de mouvement



- L'aile « prend » de l'air en avant de l'avion et défléchit cet air en le rejetant vers l'arrière et vers le bas. L'air est « dévié » vers le bas, l'action de l'aile sur l'air implique celle de l'air sur l'aile
 - 1^o loi de Newton « Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque **force** n'agisse sur lui, et ne le contraigne à changer d'état. »
 - 3^o loi de Newton « Tout corps A exerçant une force sur un corps B subit une **force** d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé, exercée par le corps B »



La traînée



La traînée (composantes)



- la **traînée parasite** :
 - une traînée de **frottement** (*résistance à l'écoulement* tangentiel en couche limite, échauffement)
 - une traînée de **forme** (*air à déplacer* « à l'avant », dépression « à l'arrière »)
 - une traînée **d'interférence** (*rencontre d'écoulements* de directions et/ou de vitesses différentes)
- la **traînée induite** par la portance
 - L'air en surpression aux extrémités des ailes tend à s'écouler de l'intrados vers l'extrados en contournant les bouts d'ailes et en créant deux tourbillons appelés *tourbillons « marginaux »* (vortex)
 - L'air tend par ailleurs à glisser vers l'extérieur sur l'extrados (la pression étant plus faible à l'extérieur en bout d'aile), vers l'intérieur sur l'intrados (la pression étant plus forte à l'extérieur en bout d'aile) : l'entrecroisement au bord de fuite crée des *tourbillons « élémentaires »*
- la **traînée de compressibilité** (*ondes de choc*)