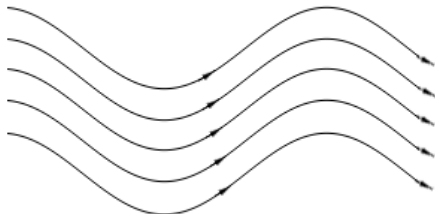
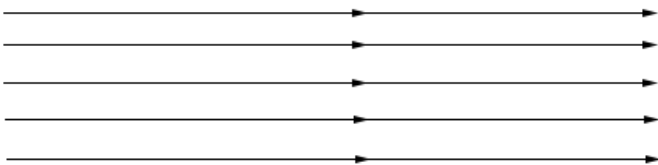


Grâce à : C'est l'effet porteur dû aux actions combinées des pressions et dépressions que l'air exerce sur un corps.

1. Écoulements de l'air et Pression

1.1. Les différents écoulements de l'air :

L'écoulement de cet air est tantôt laminaire, tantôt turbulent.
il est laminaire quand les couches successives d'air glissent les unes sur les autres sans échanges, donc sans... turbulences. Par opposition, l'air est turbulent quand les couches du fluide échangent des particules.



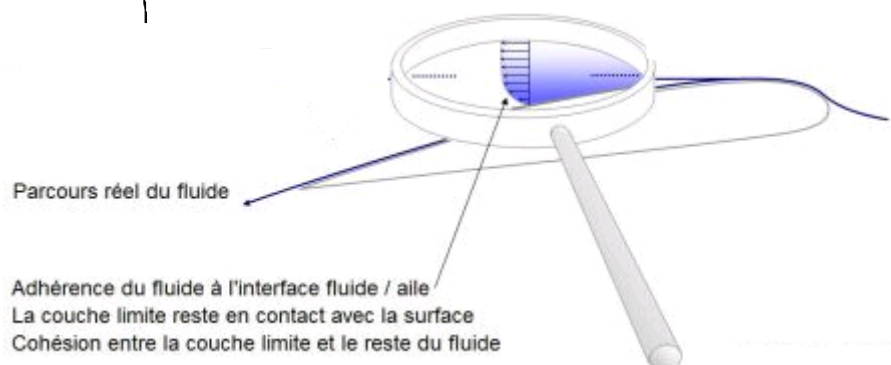
1.2. Notion de couche limite :



Comme les assiettes, les couches de gaz glissent les unes sur les autres avec un frottement.

La couche limite :
Couche d'air où la vitesse est inférieure à 99% de la vitesse de l'air.

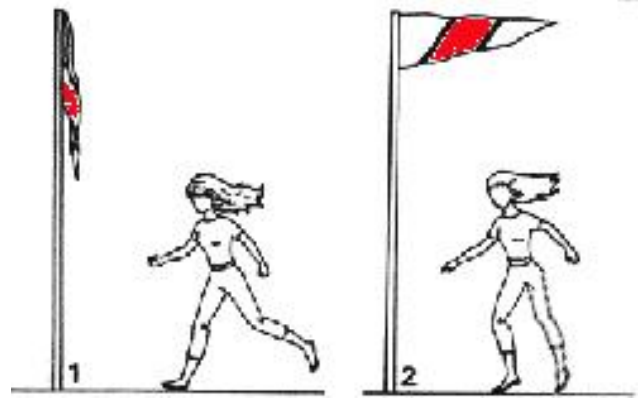
ordre de grandeur :
De quelques mm à plusieurs dizaines de cm.



1.3. Vent relatif

Lorsque l'on court, on ressent sur le visage un courant d'air même si c'est le calme le plus plat.

Lorsqu'un avion vole l'écoulement de l'air autour de l'avion
.....



1.4. Force et pression



Une force répartie F exerce perpendiculairement à une surface plane S une pression exprimée par la relation :

$$P =$$

Avec : F en ; S en ; p en.....

Corps immobile : Pression statique

On appelle "pression statique notée PS", la pression exercée par l'air immobile sur toute la surface d'un corps au repos.

La force résultante vaut : $F =$

Corps en mouvement : Pression dynamique

On appelle pression dynamique PD, l'énergie acquise par l'air grâce à sa vitesse, ou pression due à la vitesse du vent relatif appliqué sur une surface perpendiculaire aux filets d'air.

La valeur de cette pression peut être déterminée par le loi de Bernoulli : $PD = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2$

Où V = Vitesse du vent relatif

et $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ au niveau de la mer à 20°C la masse volumique de l'air

(Remarque : L'air étant compressible, sa masse volumique est proportionnelle à la pression exercée et inversement proportionnelle à la température.)

La force résultant de la pression dynamique sur une surface perpendiculaire « S » vaut :

Résultante aérodynamique = $PD \times S =$

Pression totale :

On appelle pression totale « PT », ou pression d'impact « PI », la somme des pressions statique et dynamique

$$PS + PD = PT \text{ est constante}$$

2. Résistance de l'air sur différents profils :

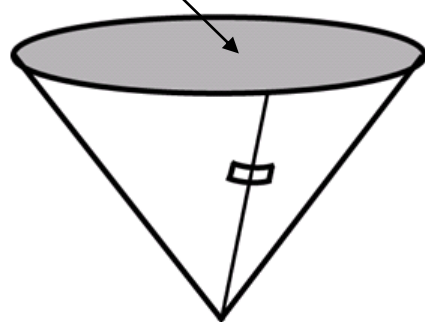
2.1. Influence de la surface :

Découper dans du papier deux disques de rayon 8 cm, on a ainsi fabriqué deux cônes.

Le cône le plus étroit est celui qui correspond à l'angle au centre le plus grand, mais les deux cônes ont exactement la même masse.

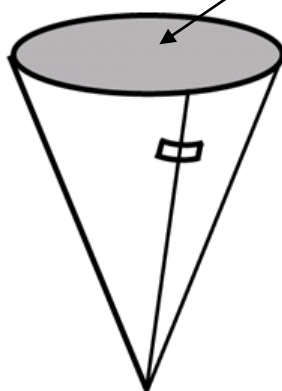
Lâcher les deux cônes simultanément d'une hauteur d'environ 2 m, le sommet dirigé vers le bas.

Maître-couple plus



cônes

Maître-couple plus



ruban
adhésif

Observation : <http://phymain.unisciel.fr/la-soufflerie/>

Conclusion :

La résistance de l'air ou résultante aérodynamique est proportionnelle à la

2.2. Mise en évidence d'une zone de dépression :

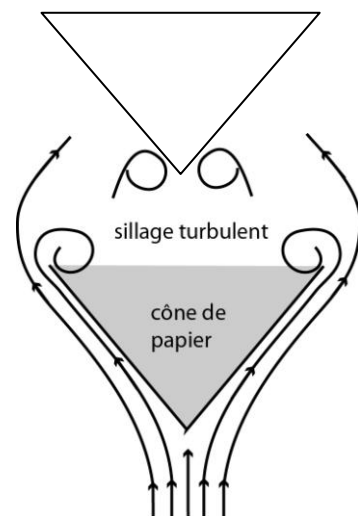
Lâcher deux cônes identiques l'un au dessus de l'autre.

Observation :

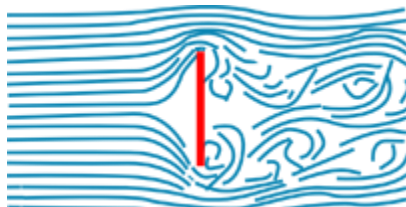
<http://phymain.unisciel.fr/chute-de-deux-cones/>

Conclusion :

Derrière un obstacle, la pression est plus on parle de dépression.



2.3. Influence de la forme :



En mettant un disque plat perpendiculaire au flux d'air d'une soufflerie, nous constatons que l'écoulement de l'air peine à contourner l'obstacle avec un **effet tourbillonnaire**

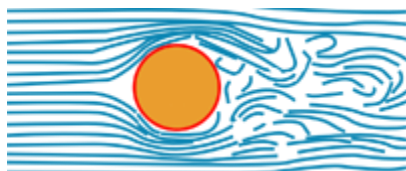
Il se forme une surpression à l'avant et une dépression à l'arrière

la résistance est 100 %



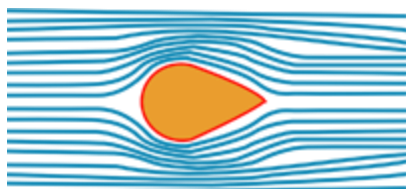
En ajoutant une demi-sphère à l'avant du disque nous constatons que l'air contourne mieux l'objet, la surpression diminue mais il subsiste toujours une dépression et une zone tourbillonnaire à l'arrière.

Résistance 75 %



Si on complète cette demi-sphère pour former une sphère complète, l'écoulement est amélioré, le zone tourbillonnaire arrière est réduite, mais pas complètement résorbée.

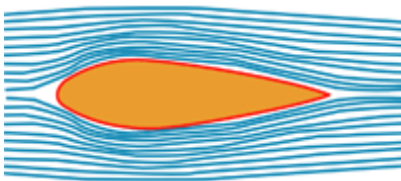
Résistance 50 %



En étirant la partie arrière de la sphère, on constate que les filets d'air se rejoignent à l'arrière sans créer de tourbillons.

écoulement tourbillonnaire faible =

Résistance 15 %



Un corps fuselé "pointu" à l'arrière (bord de fuite), crée une circulation.

Résistance 5 %

3. Les actions de l'air sur l'aile

3.1. Résultante aérodynamique

Expérience N° 1 :

Tenez le petit côté d'une demi feuille de papier, soufflez dessous.

Observation :

.....

Maintenant, soufflez au dessus.

Observation :

.....

Expérience N° 2 :

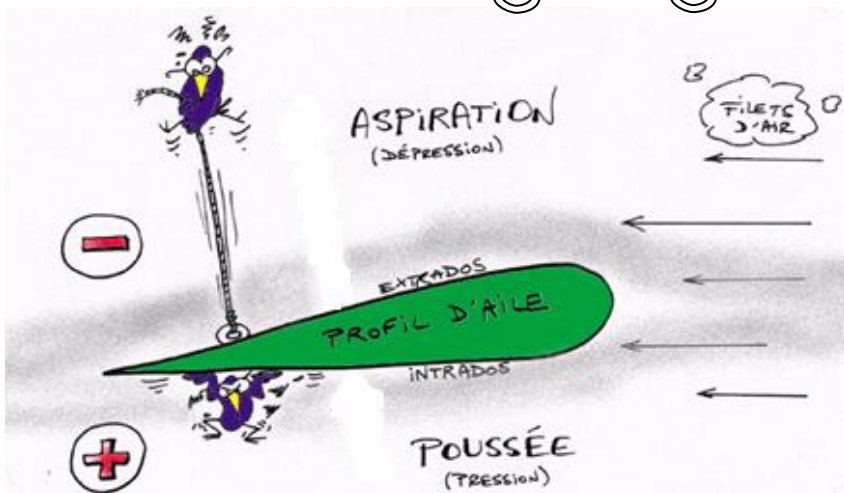
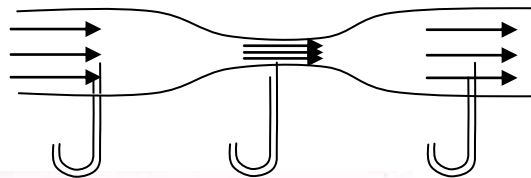
Tenez les ½ feuilles écartées devant vous puis soufflez entre les deux.

Observation :

.....

Interprétation : L'effet Venturi

La pression dynamique dépend de la vitesse, donc plus la vitesse augmente, plus la pression dynamique,
et plus la pression statique



Lorsque l'aéronef se déplace, l'air s'accumule sous les ailes et provoque une pression qui va pousser les ailes vers le haut.

Par ailleurs, un "manque d'air" (dépression) va se produire sur le dessus des ailes. Cette dépression va aspirer l'aile vers le haut.

La force ainsi générée par l'écoulement de l'air autour du profil d'aile s'appelle la **résultante aérodynamique**.

La résultante aérodynamique pousse l'aile vers le haut et vers l'arrière en même temps.

On peut donc la décomposer en 2 forces :

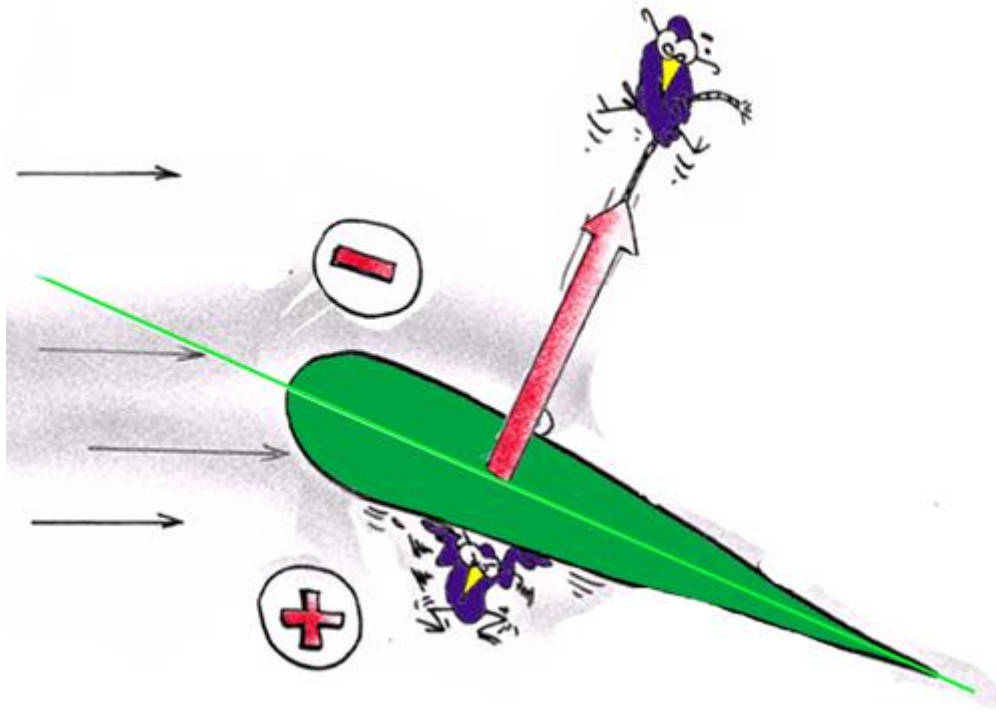
la **portance**,
qui "porte" l'avion vers le haut

la **traînée**,
qui s'oppose au déplacement de l'avion

$$\text{portance} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_z$$

$$\text{traînée} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_x$$

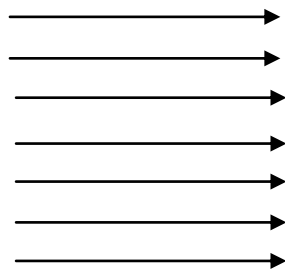
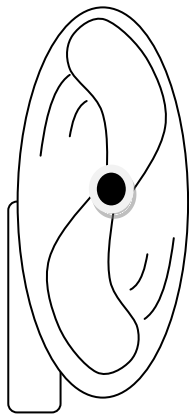
où ρ est la **masse volumique de l'air**, S une **surface**, V la **vitesse** de l'aéronef,
 C_z et C_x des coefficients caractéristiques du profil.



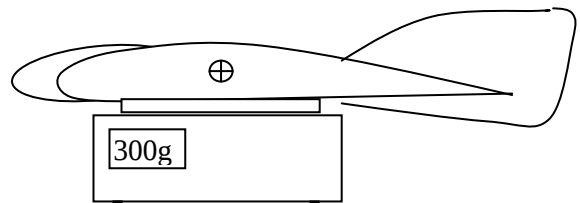
Remarque : Le point d'application de la portance globale s'appelle le centre de poussée (CP).
Lors des différentes phases de vol il se déplace sur l'aile en fonction de la vitesse et de l'incidence.

4.1. Etude de la portance :

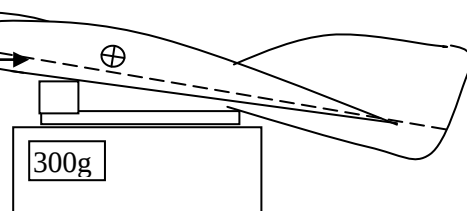
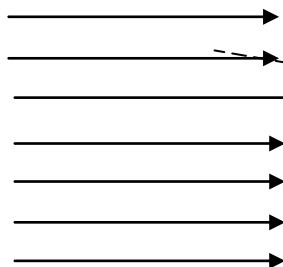
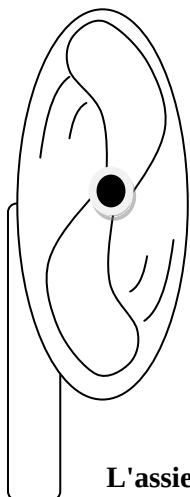
Ventilateur



Aile volante



La portance dépend de la vitesse :
La portance dépend de la surface alaire :
La portance dépend de l'angle d'incidence : angle formé entre la corde et la direction du vent relatif



Attention !! Il ne faut pas confondre angle d'incidence avec:

L'assiette: angle que fait le plan de la voilure (PV) avec l'horizon (H).
Le calage de l'aile: angle que fait le plan de la voilure (PV) avec le fuselage (PF).

4.2. LA TRAÎNÉE : force parallèle et opposée à l'écoulement

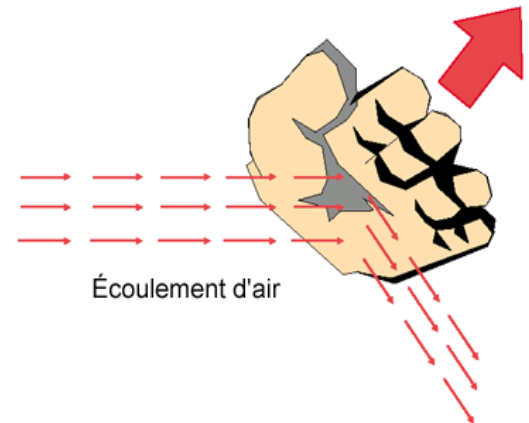
En voiture, je passe le bras par la fenêtre et je place ma main à l'horizontale dans le filet d'air, dans le *vent relatif* : ma main est tirée vers l'arrière, je suis obligé de coincer le coude ou d'exercer un effort pour la maintenir . Elle subit une résistance au passage de l'air qu'on appelle la **traînée**.

1°/ Si je vais plus vite, je sens que la **traînée** augmente beaucoup .

2°/ Si je place ma main à la verticale, la traînée augmente. **La traînée est proportionnelle à la surface exposée au vent.**

3°/ Si je fais mon expérience en bateau, en laissant ma main dans l'eau, pour une même vitesse la traînée sera beaucoup plus importante.

4°/ Enfin, si je ferme mon poing, la traînée est moins importante que main à l'horizontale, alors que le maître-couple est plus important et les autres facteurs constants. Je viens de *profiler* ma main, c'est-à-dire de lui donner une forme plus adaptée à la pénétration dans l'air.



4. Qu'est ce qui fait avancer le planeur ?

Pour l'avion, c'est l'hélice qui tire l'appareil. Le planeur, lui, prend de la vitesse parce qu'il descend. Mais il ne tombe pas comme une pierre, grâce à ses ailes qui le portent il glisse dans l'air, on dit ... qu'il plane.

