

# AERODYNAMIQUE

**L'AIR, MILIEU DU SOL :****CARACTERISTIQUES DE L'AIR :**

Ces caractéristiques seront étudiées plus en détail en météorologie, les trois paramètres principaux définissant l'état de l'air ambiant sont :

- La masse volumique : notée  $\rho$  exprimée en  $\text{Kg/m}^3$
- La pression, notée  $P$ , exprimée en Pascal
- La température, notée  $T$ , exprimée en degré Kelvin ( $T \text{ en K} = T \text{ en } ^\circ\text{C} + 273$ )

**ECOULEMENT DE L'AIR :**

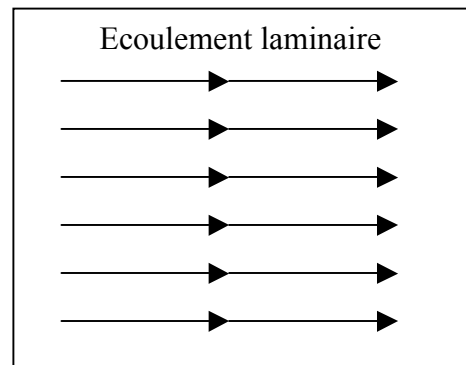
Etudié en soufflerie l'écoulement de l'air est matérialisé par de la fumée ou des brins de laine très fins. Une suite de particules d'air suivant la même trajectoire et visualisée par des fils de laines s'appelle « FILET D'AIR ».

« ECOULEMENT » est le terme générique définissant le déplacement de l'air.

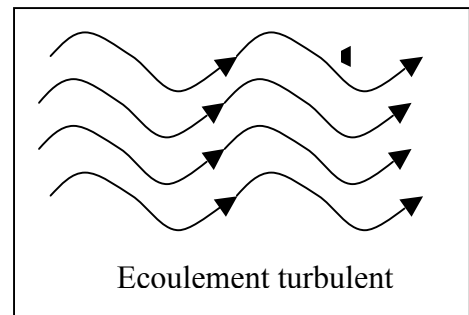
On distingue trois types d'écoulement :

**Écoulement laminaire :**

Les filets d'air suivent des trajectoires rectilignes et parallèles entre elles.

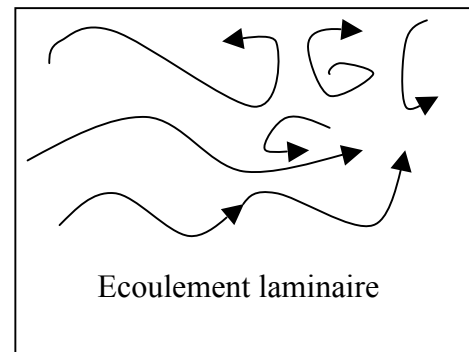
**Écoulement turbulent :**

Les filets d'air suivent des trajectoires quasiment parallèles entre elles, mais qui ne sont plus rectilignes, tout en se déplaçant globalement dans la même direction avec une même vitesse d'ensemble.

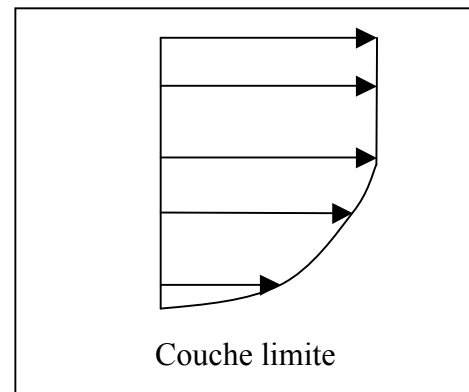


**Écoulement tourbillonnaire :**

L'ensemble de l'écoulement est très désordonné. Bien que globalement tout l'écoulement d'air se déplace dans la même direction, certaines particules peuvent remonter le courant et former ainsi des tourbillons.

**Couche limite :**

Au voisinage d'une surface solide, la vitesse de l'écoulement est ralentie au fur et à mesure que l'on s'en rapproche pour finalement s'annuler au contact de celle-ci. Ce phénomène est causé par la viscosité de l'air.

**LA RESISTANCE DE L'AIR :**

Prenons en main une plaque plane, en la tenant verticale, déplaçons-la horizontalement à une vitesse donnée dans de l'air calme : on ressent alors une certaine force qui tend à s'opposer au déplacement.

Cette force est **la résistance de l'air**.

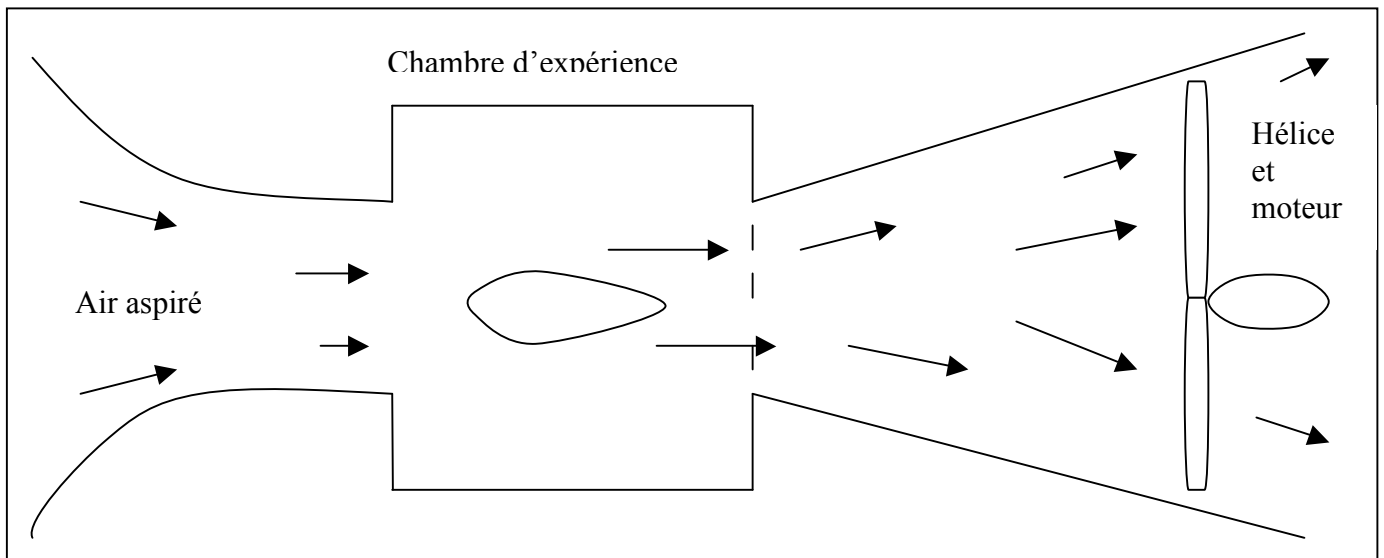
Placée dans la chambre d'expérience d'une soufflerie, on observe que l'écoulement de l'air est perturbé suivant le schéma ci-joint.

La pression exercée à l'avant de la plaque à laquelle s'ajoute la dépression tourbillonnaire à l'arrière forme **la résistance de l'air**.

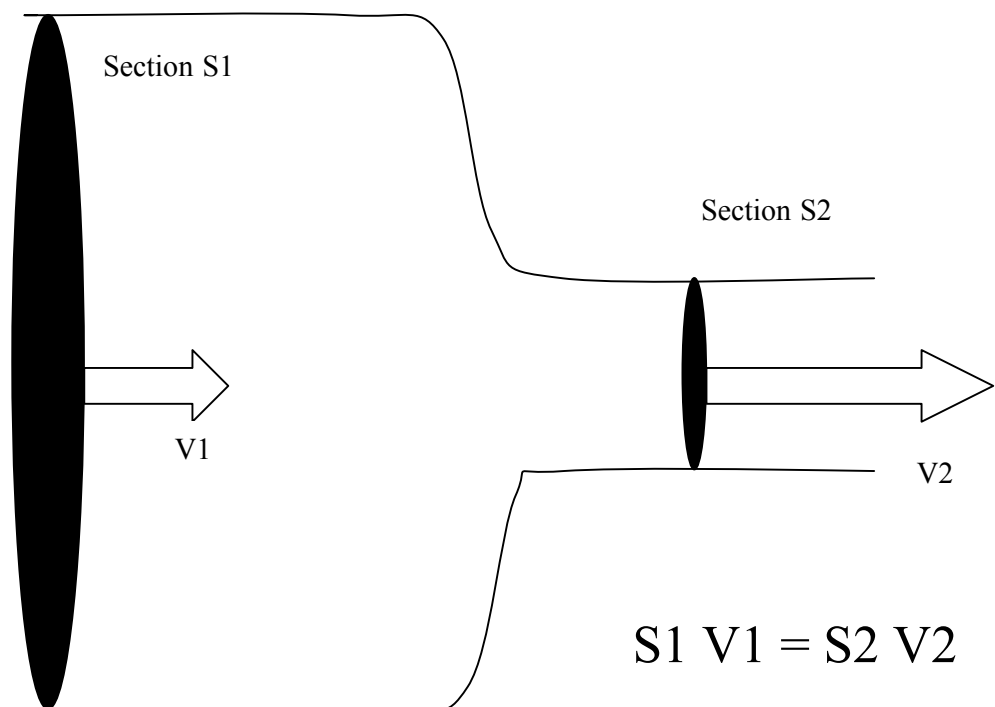
**SOUFFLERIE AERODYNAMIQUE OU SOUFFLERIE EIFFEL :**

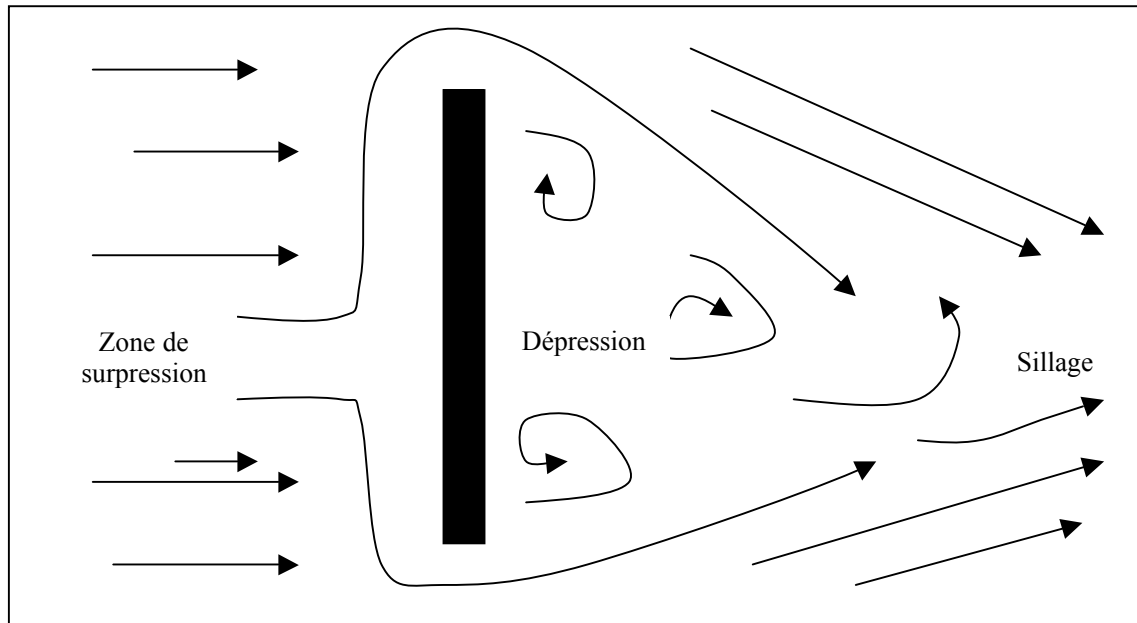
Une soufflerie est essentiellement composée de quatre éléments :

- **Le collecteur**, ou convergent,
- **La chambre d'expérience**,
- **Le diffuseur**, ou divergent,
- **Le ou les ventilateurs**.



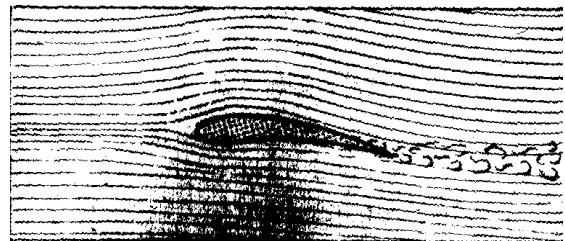
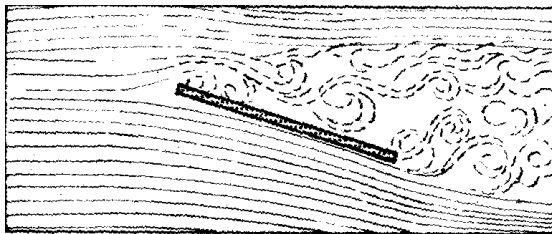
## RELATION SECTION VITESSE DANS UN FLUIDE EN MOUVEMENT





La résistance de l'air est proportionnelle à l'aire de la plaque plane,  
 La résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse de l'écoulement,  
 La résistance de l'air est proportionnelle à la masse volumique de l'air.

D'après les observations dans la soufflerie, on met en évidence une résultante aérodynamique à l'aide d'une balance aérodynamique.

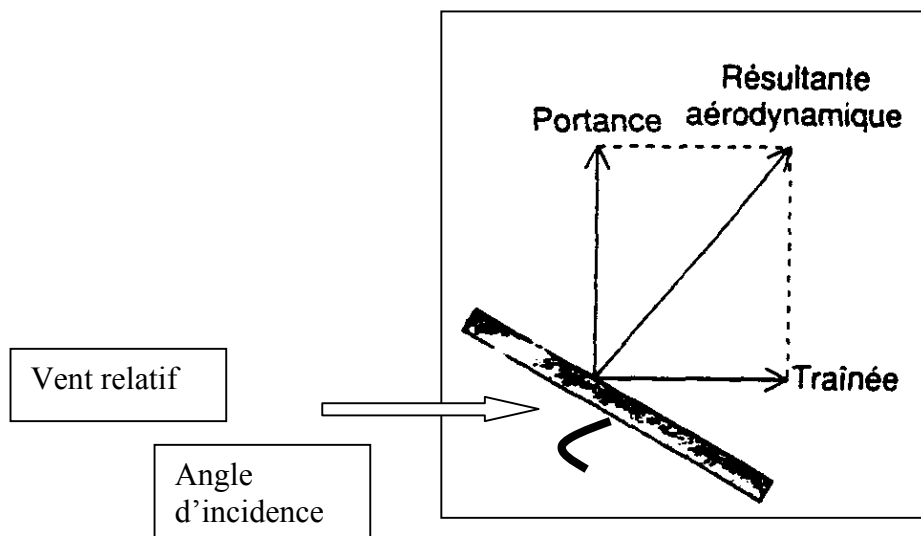
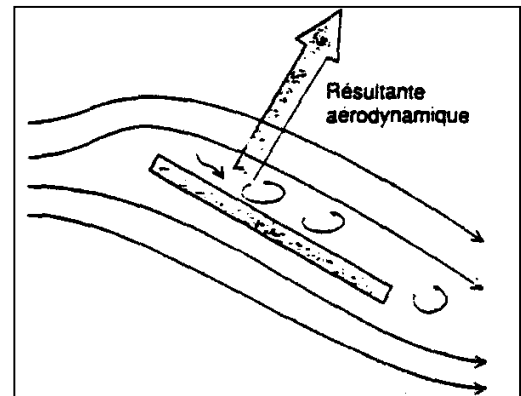


### **SURFACE PORTANTE :**

#### PLAQUE INCLINEE :

Une plaque placée perpendiculairement à l'écoulement (vent relatif) subit une force horizontale (aspiration) due au produit des différences de pressions par l'aire de la plaque.

Si on incline cette plaque, la force qui s'exerce n'est plus inclinée vers l'arrière : on l'appelle alors RESULTANTE AERODYNAMIQUE.



Celle-ci se décline en :

- Une projection sur le vent relatif qui constitue **la traînée**,
- Une projection perpendiculaire au vent relatif qui constitue **la portance**.

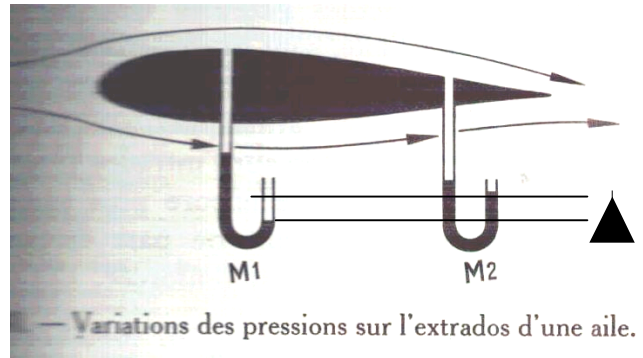
On va reprendre ce principe en détail dans le chapitre Profil d'aile, portance et traînée.

**LOI DE BERNOULLI**

La loi de Bernoulli est le résultat du principe de conservation de l'énergie.  
 Pression totale =  $P_0 + \frac{1}{2} \rho V^2$

**VENTURI**

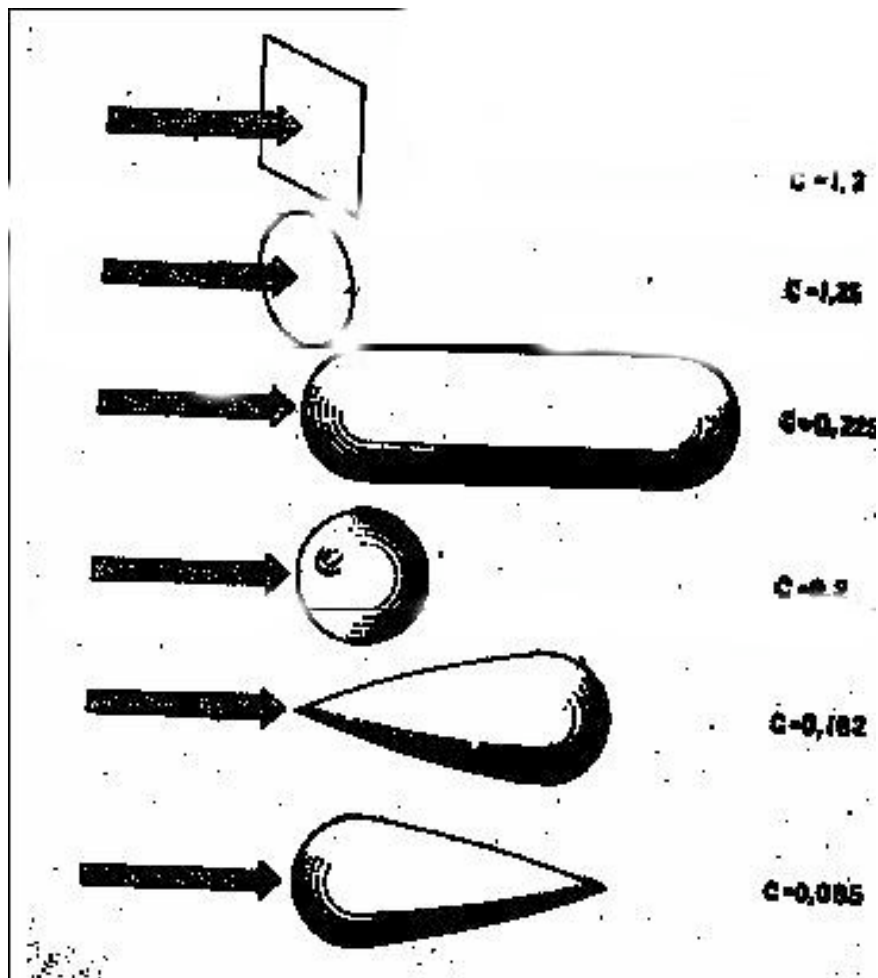
La relation de Bernoulli permet de conclure qu'au niveau de l'étranglement, la vitesse est maximale et la pression statique minimale.



**LA FORME DU CORPS**

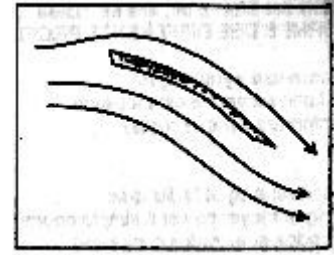
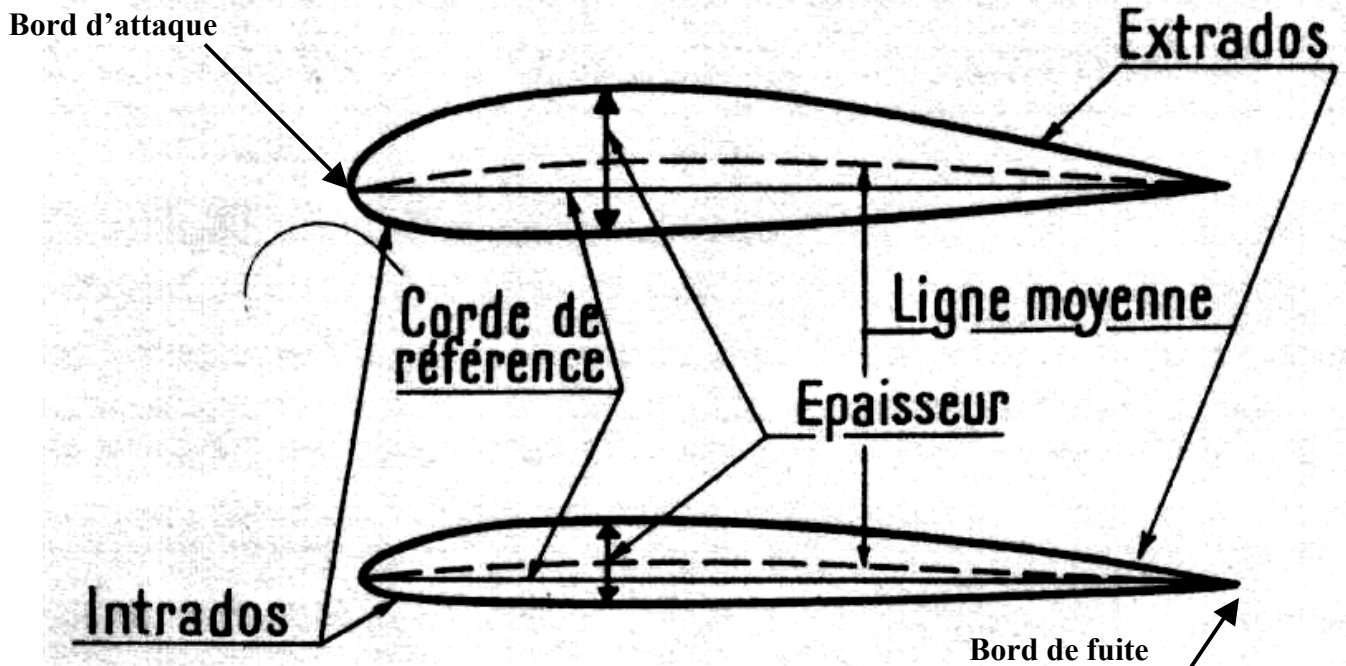
Les expériences relatives aux surfaces portantes permirent de se rendre compte de la supériorité des surfaces courbes en ce qui concerne la valeur de la résultante dynamique.

VARIATIONS DE C  
 Pour les corps de même maître couple mais de forme différentes.



**SURFACE COURBE INCLINEE :**

On s'est aperçu en soufflerie de façon empirique que la résultante aérodynamique est plus importante que pour une plaque plane identique : la portance augmente et la traînée est plus faible.

**DESCRIPTION D'UN PROFIL D'AILE :**

**Fig. 34. — Caractéristiques d'un profil d'aile.**

Bord d'attaque : point le plus en avant du profil.

Bord de fuite : point le plus en arrière du profil.

Extrados : partie supérieure du profil compris entre le bord d'attaque et le bord de fuite.

Intrados : partie inférieure du profil compris entre le bord d'attaque et le bord de fuite.

Corde : segment de droite joignant le bord d'attaque au bord de fuite, s'appelle aussi la profondeur du profil.

Ligne moyenne : ligne formée par tous les points équidistants de l'extrados et de l'intrados (s'appelle aussi l'ossature ou squelette).

Epaisseur : distance maximale entre l'extrados et l'intrados mesurée perpendiculairement à la corde.