

Cela produit un effort de sustentation appréciable, sans mécanisme d'action verticale de la surface, mais sous le seul effet de la vitesse de translation horizontale. L'aviation est née de cette remarque!

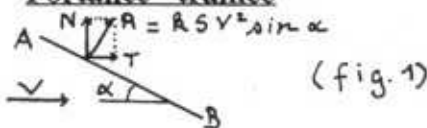
La manière dont k dépend de l'incidence a donné lieu à une longue discussion entre les partisans d'une proportionalité de k au carré du sinus de l'angle d'incidence et les partisans d'une proportionalité au sinus de cet angle. Ce sont les seconds, à la suite d'Euler (1707-1783) qui ont raison sur les premiers qui, suivant Newton (1642-1727), s'inspirent d'un schéma inexact qui ne trouve sa justification qu'aux très grandes vitesses du domaine hypersonique.

L'explication satisfaisante du mode d'action de l'air sur une plaque en mouvement sous une faible incidence en milieu incompressible, comme l'air aux vitesses modérées (inférieures à 40 m/s) a été donnée par Joukovski (1847-1921). Elle révèle l'organisation des vitesses autour de la plaque selon un modèle qui échappe à l'intuition immédiate, et résulte de l'étude analytique de l'écoulement des fluides parfaits sans frottement, déjà initiée par d'Alembert (1717-1783) et largement développée par la suite grâce aux travaux de Cauchy (1789-1857).

Ce sont néanmoins des lois plus empiriques qui, jusqu'aux années 1930, ont guidé la construction aéronautique. Paul Painlevé (1863-1933), théoricien français de l'Aérodynamique, et ministre de la guerre en 1917 ne mentionnait pas encore la théorie de Joukowski dans son cours de l'Ecole Polytechnique de 1924-1925. Les lois précises de l'Aérodynamique étaient néanmoins soigneusement établies par les travaux d'ingénieurs comme Eiffel (1832-1923), le colonel Renard (1847-1905), sans compter la contribution de tous ceux qui comme Lilienthal (1848-1896) payaient de leur vie l'exploration de ce nouveau domaine à la fois scientifique et sportif!

On ne saurait clore cette courte et incomplète anthologie de l'Aérodynamique sans citer, pour rejoindre notre époque contemporaine, le nom de Ludwig Prandtl (1875-1953) à qui l'on doit le concept fondamental de la couche limite. Il permet de corriger le comportement des fluides parfaits pour traiter le cas des fluides réels qui possèdent une viscosité, en tenant compte des effets du frottement limité à un étroit domaine à proximité immédiate des obstacles.

Portance - traînée



Première approximation (fig. 1)

Le schéma d'une plaque inclinée dans le vent suggère une résultante des efforts normale à cette plaque, décomposable en une composante verticale, la portance une composante horizontale, la traînée.

Correctif (fig. 2)

Il est plus exact de considérer la plaque comme la limite d'un profil cylindrique dont l'épaisseur tend vers zéro sauf à la pointe avant, que l'écoulement contourne à grande vitesse, provoquant un petit décollement qui épaissit localement le profil en

enfermant une petite masse fluide dans un tourbillon local attaché au profil.

La théorie montre qu'il s'établit une force normale à la vitesse du vent qui aborde un obstacle plan. Il n'y aurait donc dans ce cas qu'une force de portance.

En fait, sur la plaque, il existe bien une traînée qui résulte de deux facteurs:

-tout d'abord, une traînée dite induite qui vient du fait que la plaque est nécessairement d'envergure limitée, ce qui produit une inclinaison locale de la vitesse du vent inclinant à son tour l'effort qui reste normal à cette vitesse.

-ensuite une traînée de frottement dirigée suivant la vitesse et proportionnelle au carré de celle-ci.

On écrira donc

$$\begin{aligned} \text{portance } F_z &= 1/2 C_z \rho S V^2 \\ \text{traînée } F_x &= 1/2 C_x \rho S V^2 \end{aligned}$$

C_z est voisin de
 C_x "

$$2 \pi \alpha / (1 + 2/\lambda) \text{ avec } C_z^2 / \pi \lambda + C_{x0}$$

α angle d'incidence
 λ allongement de l'aile ($\frac{\text{envergure}}{\text{corde}}$)
 C_{x0} dû au frottement