



Aero et MécaVol pour les nuls

En finir avec les Faux-Semblants :

Suite à la présentation la fois dernière du principe de Bernouilli, et avant d'exposer simplement son application à la portance d'une aile, je vous propose auparavant de tordre le cou une bonne fois pour toutes à certains faux-semblants qui traînent ici et là (notamment sur la « toile ») pour expliquer « physiquement » le phénomène de portance.

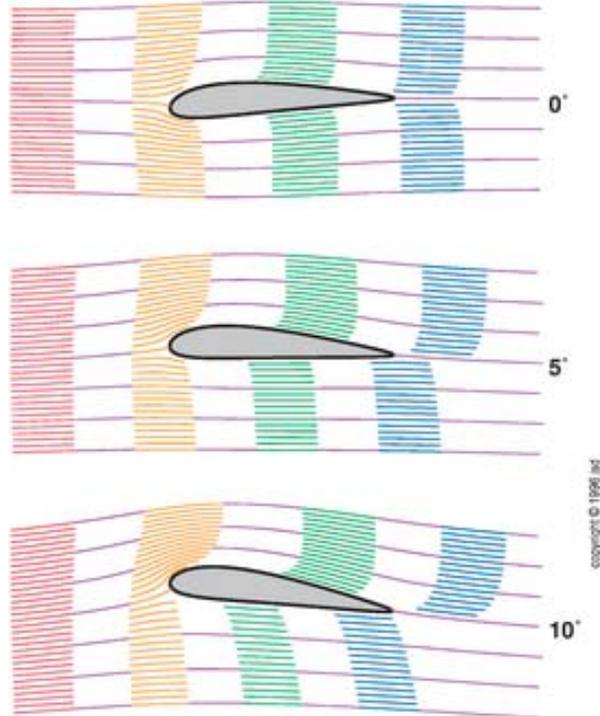
Le but, louable, de ces explications est de tenter d'apporter la compréhension à l'aide de notions et d'expériences très simplifiées, afin que chacun appréhende les phénomènes de base et se construise une opinion sur la physique du vol de l'aile.

Malheureusement, pour être démonstratives et simples, ces expériences et explications n'en sont pas moins pour la plupart erronées, et ne donnent tout au plus parfois qu'une vision partielle de la réalité.

Une des explications les plus communément admises et exposées, s'appuyant à tort sur le principe de Bernouilli, est que l'aile porte parce que :

1. le temps de transit entre bord d'attaque et bord de fuite est le même pour une molécule d'air passant par l'extrados ou par l'intrados (assertion tombée d'on ne sait où ?),
2. la courbure plus grande de l'extrados, donc le trajet plus long, oblige les molécules d'air à aller plus vite à l'extrados,
3. puisqu'elles vont plus vite, la pression statique diminue (principe de Bernouilli, qui cautionne l'explication...) et crée une dépression à l'extrados, qui crée la portance, CQFD !

Cette explication de la portance est malheureusement totalement fausse, en tout premier lieu car le point 1 n'est jamais vérifié, sauf lorsque la portance est nulle ! L'image ci-dessous, tirée de l'excellent site internet « see how it flies » (<http://www.av8n.com/how> de John S. Denker), montre l'accélération des lignes de courant à l'extrados et la décélération à l'intrados, et l'erreur grossière du point 1 :



Forts de cette grossière erreur de démonstration, basée sur des prémisses fausses, certains vont jusqu'à jeter le bébé avec l'eau du bain, en décrétant que « puisque cette explication est fausse, c'est que Bernoulli a tort ! ». Et de crier haut et fort : « on vous a trompés, je m'en vais vous expliquer pourquoi »....

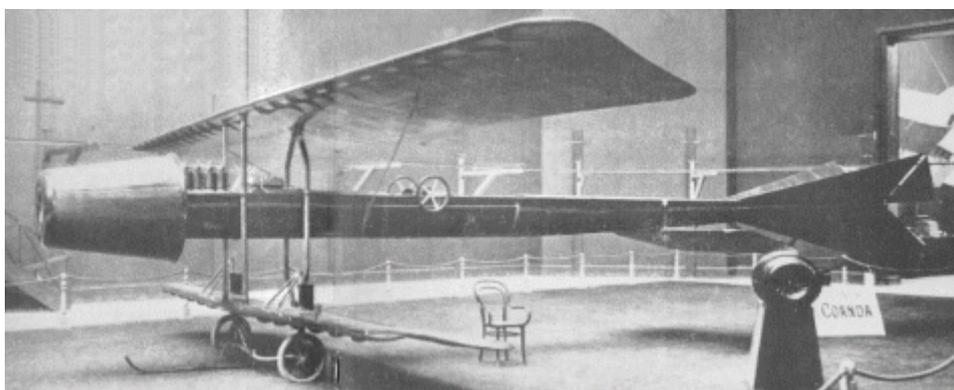
Soit dit en passant, la loi de Bernoulli n'est qu'une traduction de la loi de conservation de l'énergie, comme expliqué dans VL n° 330. Si la loi de conservation de l'énergie était fausse, je ne crois pas qu'il resterait grand chose debout dans notre bel univers...

Mais revenons aux autres explications « physiques » de la portance, puisque la loi de Bernoulli serait fausse.

Une première expérience, que tout un chacun a pu faire, est celle du morceau de papier légèrement courbé, tenu entre 2 doigts, et sur lequel on souffle. Que se passe-t-il ? Si l'on souffle assez fort, le papier s'élève. Cet effet, appelé effet Coanda, serait l'explication de la portance, et montrerait de plus la loi de Bernoulli (la vitesse du jet d'air impliquerait une diminution de pression et une attraction du papier vers le haut).



Qu'est-ce que l'effet Coanda ? Il vient de l'Ingénieur Roumain Henri Coanda (sorti de l'ENSICA), qui l'a découvert en expérimentant en 1910 un avion de sa conception muni d'un moto-réacteur (une turbine à réaction mue par un moteur à pistons). Lors des essais du moteur les flammes de la turbine auraient été déviées sur le fuselage au lieu d'être éloignées par des déflecteurs positionnés à cette attention. Du fait de la grande puissance du moteur (le premier moteur à réaction, en 1910 !), l'avion avait déjà décollé et commençait à prendre feu. Henri Coanda qui n'avait jusque là piloté que des planeurs a crashé l'avion qui disparut dans les flammes, tout en se sortant indemne de l'aventure. A la suite de cette expérience, il analysa ce qui lui était arrivé, et définit « l'effet Coanda » comme celui caractérisant le fait qu'un jet fluide a tendance à suivre une paroi, du fait de sa viscosité. Cet effet est en lui même très complexe, bien au delà du propos de cette rubrique, et repose entre autres sur la turbulence présente dans le jet.

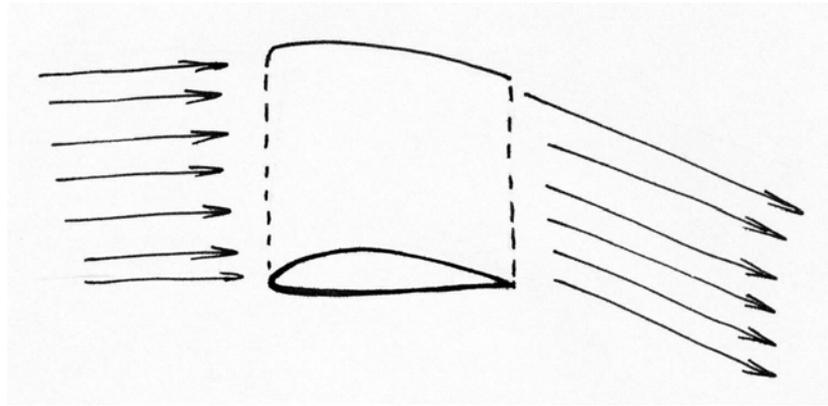


Le Coanda 1910, premier avion à réaction au monde !

Dans le cas de notre morceau de papier « soufflé », si l'on peut parler d'effet Coanda, l'expérience a cependant bien peu à voir avec la portance d'une aile, pour plusieurs raisons :

1. le jet à grande vitesse sortant des poumons n'est le siège d'aucune dépression. Il est à la pression atmosphérique. Le même jet soufflé au dessus d'une plaque plane ne la ferait pas bouger d'un poil !
2. ainsi, comment expliquer la portance générée par une plaque plane ?
3. enfin, le dernier problème réside dans l'ordre de grandeur des énergies mises en jeu : pour soulever légèrement le morceau de papier, soit une force de l'ordre du gramme, il faut un jet extrêmement véloce afin de faire naître l'effet Coanda. Un avion réalisé avec le même morceau de papier volerait beaucoup plus lentement, en créant la même force de portance. L'ordre de grandeur de l'effet Coanda n'a donc a priori rien à voir avec la portance d'une aile.

Une autre tentative d'explication « physique » de la portance est celle selon laquelle une aile ne serait rien moins qu'une écope permettant de dévier le flux d'air vers le bas, et permettant selon la 3^{ème} loi de Newton (*actio est reactio* ou bien action = réaction) d'égaliser la portance avec le flux d'air dévié :



Si le principe d'évaluation de la portance par le calcul du flux d'air dévié est licite, c'est encore le principe de base qui là aussi est erroné, ou incomplet :

1. comment déterminer la « dimension » de l'écope ? sa hauteur ?
2. est-elle la même à toutes les vitesses ?
3. comment caractériser un profil particulier par rapport à un autre ?

Toutes ces questions sont malheureusement sans réponses, car le problème de base est mal posé, ou plutôt posé « à côté de la plaque ». Il en est malheureusement de même pour toutes ces théories simplificatrices, dont la validité ne porte pas plus loin qu'un petit dessin ou une petite expérience de physique amusante.

Si vous le voulez bien, je reprendrai la prochaine fois l'application de la loi de Bernoulli pour expliquer l'origine des forces de portance d'une aile.

Enfin, voici quelques adresses internet sur le sujet, qui permettent, selon le point de vue où l'on se place, d'alimenter ou de calmer la polémique sur l'origine physique de la portance :

<http://www.allstar.fiu.edu/aero/airfly1vl3.htm>, "how airplanes fly"

http://www.jefraskin.com/forjef2/jefweb-compiled/published/coanda_effect.html, "why wings work"

http://www.diam.unige.it/~irro/lecture_e.html, Un superbe site italien

<http://www.monmouth.com/~jsd/fly/lift.htm>, « critique de how airplanes fly »

<http://www.av8n.com/how/htm>, « See how it flies » de John S. Denker

