

Comment les avions peuvent-ils voler ?

écrit par Professeur Tetenlair | 2 février 2022



**POURQUOI LES AVIONS VOLENT-ILS ? C'EST VRAI, ÇA, DES
MASSES DE PLUSIEURS CENTAINES DE TONNES VOLENT
COMME DES MOINEAUX !!**

Si je laisse un grain de semence tomber, il va s'écraser au sol. Si je le lance, il va effectuer une rapide courbe, et finir de la même façon, s'écraser au sol.



Le ballon d'une équipe de foot frappé par le goal d'une équipe va parcourir une courbe et retomber.

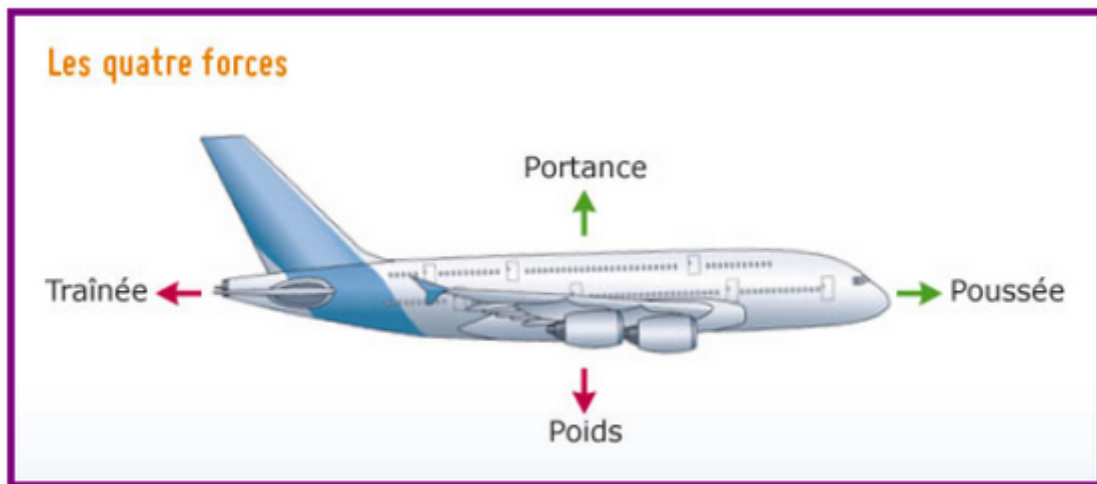
Alors, pourquoi un A380 bien rempli peut aller jusqu'à 560 tonnes à son décollage, et voler tranquillement dans les airs ?

Comme tu t'en doutes bien, il s'agit là de l'application de différents phénomènes physiques établis par la nature elle-même. Et comme tu t'en doutes aussi, ami passionné de Sciences, lesdits phénomènes physiques sont bien compliqués.

Alors, on va faire ça complètement, mais très simplement. Le but est d'en comprendre le principe pas au-delà.

Voici les quatre principaux phénomènes qui font que tu pourras te rendre à New York en évitant de traverser l'Atlantique à la nage :

LA TRAÎNÉE - **LA POUSSÉE** - **LE POIDS** - **LA PORTANCE**



LA POUSSEE :

La poussée est la force produite par les réacteurs, c'est ce qui donne à l'avion un mouvement horizontal en accélération au sol, en ascension, et en vol.



LA TRAÎNÉE

Appelée aussi la résistance à l'air. Une fois en vol l'avion doit « fendre » l'air de l'atmosphère. Cette résistance atmosphérique de l'air qui a tendance à ralentir l'avion

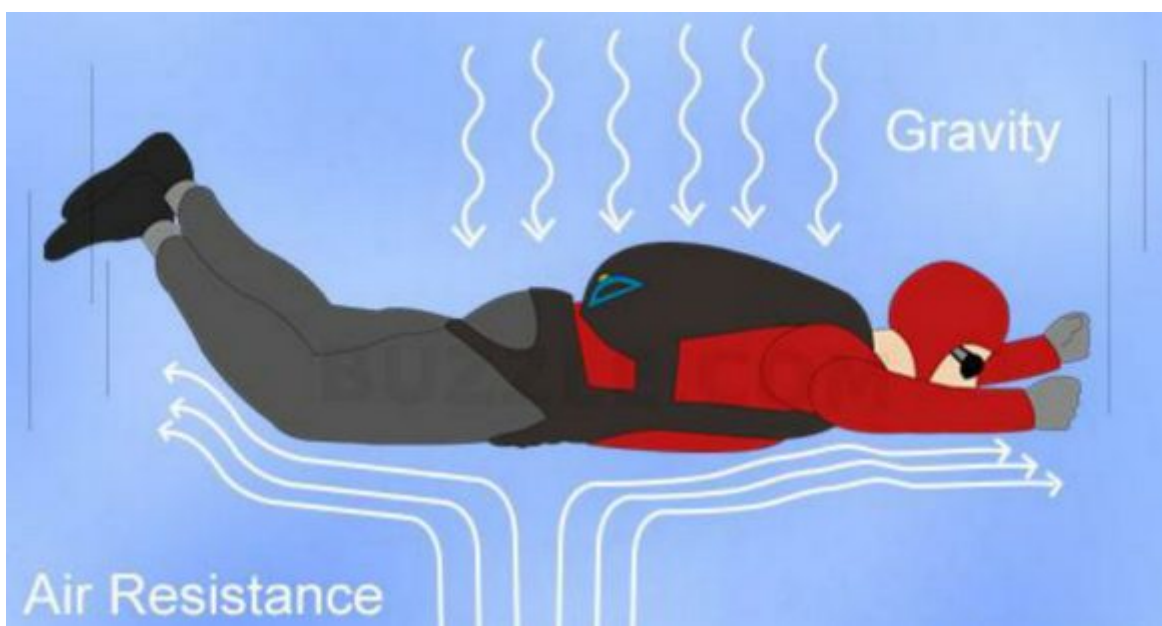
s'appelle la Traînée. C'est la force due au frottement de l'air dans la direction opposée à la vitesse de l'avion.

Elle se divise en 2 parties :

- la traînée induite, générée au niveau des surfaces portantes, par exemple l'aile par la portance elle-même (voir plus bas) qui induit une traînée



- les traînées parasites dues aux formes de l'avion, et d'autres éléments comme le train d'atterrissage, par exemple, qui génère une forte traînée





LE POIDS

C'est évidemment la force qui attire l'avion vers le bas par la gravité

LA PORTANCE

Je t'ai gardé le phénomène physique le plus important pour la fin, la Portance, car c'est ce qui permet à l'avion de se maintenir en l'air et de te permettre d'aller manger tes hamburgers américains

> Une surpression sous l'aile

Pour qu'un avion puisse voler, il faut que ses ailes soient légèrement inclinées vers le haut, ce qui permet de dévier l'air en direction du bas, poussant ainsi l'avion « dans le ciel ».

Pour comprendre le phénomène, place ta main à l'extérieur de ta voiture qui roule. Tu constateras qu'en l'inclinant (levant) le bout de tes doigts vers le haut, ta main est automatiquement poussée vers le haut, car l'air part vers le bas.

Ainsi, le pilote de l'avion peut prendre davantage d'altitude en penchant l'avion et en ouvrant les volets situés sous les ailes.

> Principe de Bernoulli

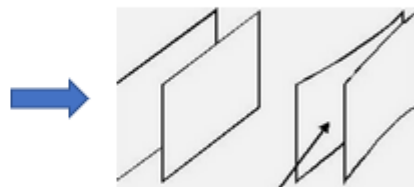
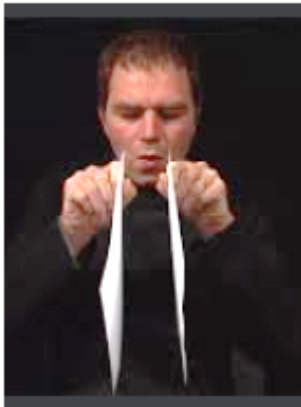
Daniel BERNOULLI



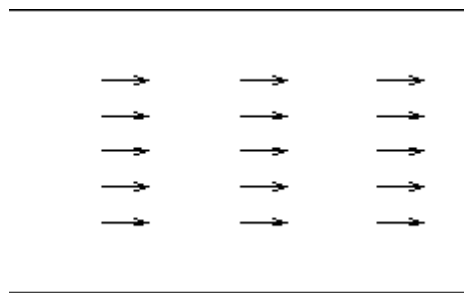
Il dit que si la vitesse de l'air augmente la pression diminue. Prend deux feuilles de papier, une dans chaque main et mets les verticalement l'une et l'autre de chaque côté de ta bouche, en tenant les feuilles de papier sur le bord supérieur. Souffle entre les deux feuilles. Elles vont se rapprocher au point de se toucher. En soufflant, tu as augmenté la vitesse de l'air entre les deux feuilles, cela a

provoqué une dépression, et les deux feuilles de papier se sont rapproché.

Ce n'est pas moi sur la photo !



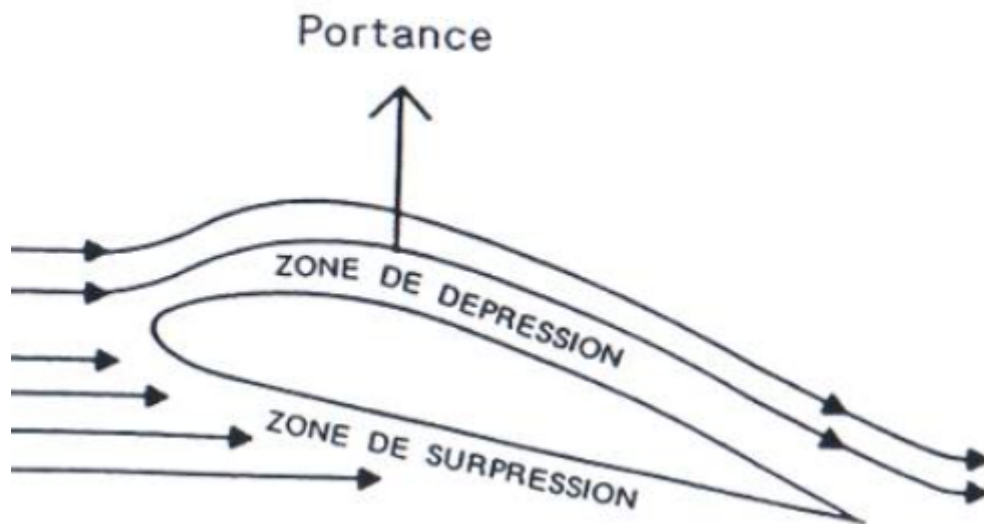
Dans l'animation ci-dessous, les feuilles sont tenues à l'horizontale, et quand les flèches se déplacent vers la droite, cela correspond à quand tu souffles. Et l'on voit très bien les deux feuilles horizontales se rapprocher.



Quelques explications supplémentaire par une toute petite vidéo de 51 secondes :

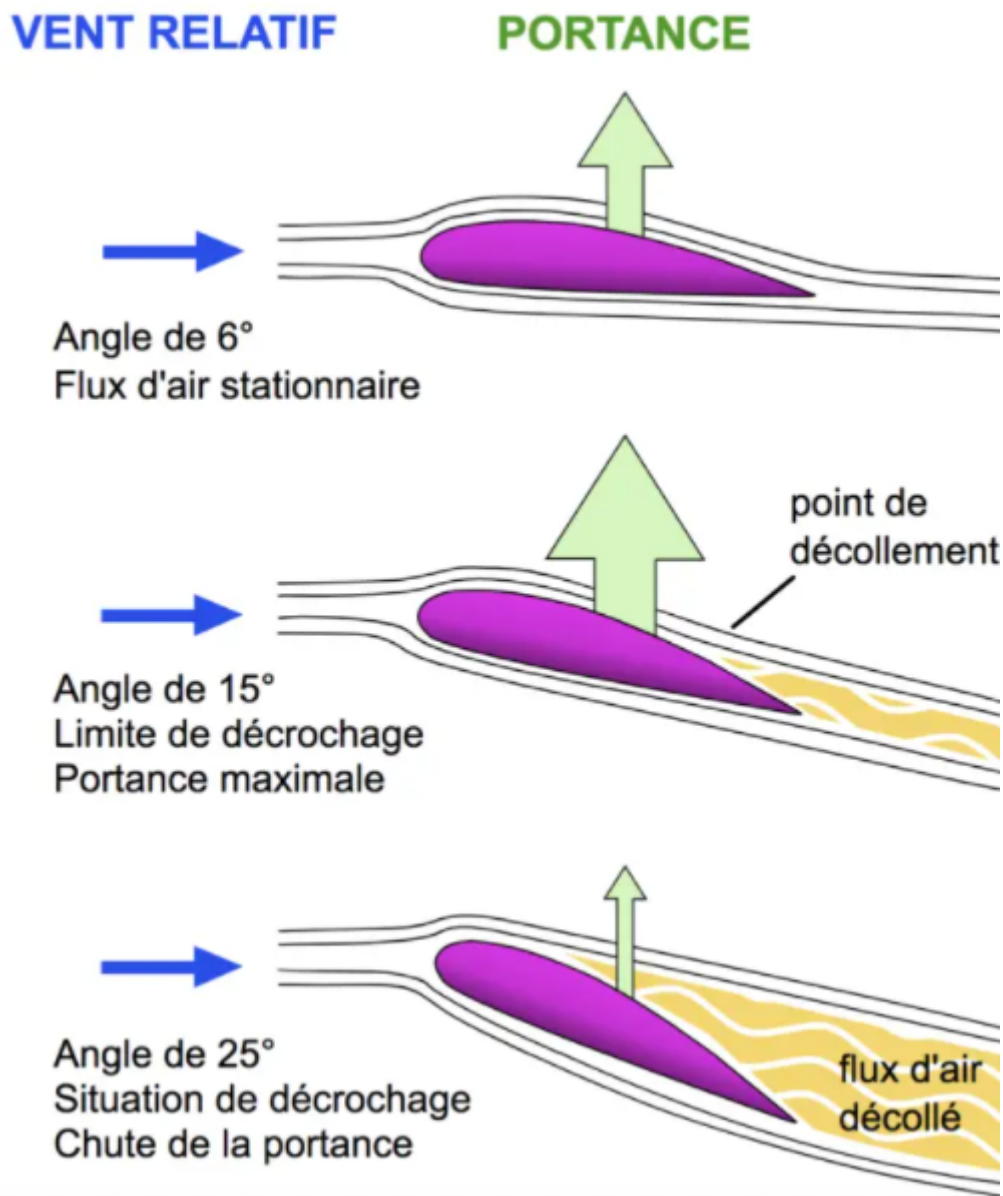
<https://resistancerepublicaine.com/wp-content/uploads/2022/01/theoreme-de-bernoulli-coupe.mp4>

Donc une aile génère de la portance parce que l'air se déplace plus vite sur le dessus créant ainsi une zone de basse pression et donc de la portance.



Mais, en fait, pourquoi l'air se déplace plus vite sur le dessus de l'aile par rapport au-dessous ?

Les ailes des avions arborent une forme bombée pour permettre à l'air de circuler plus vite au-dessus de l'aile. En effet, l'air emprunte un chemin plus long, prenant ainsi suffisamment de vitesse. Cela provoque une dépression qui s'oppose au poids de l'avion. La pression atmosphérique pousse alors l'avion vers le haut, les ailes étant portées par l'air freiné sous elles. Le pilote modifie cet effet à son bon vouloir en inclinant les ailes au moment du décollage et de l'atterrissage.



> L'effet Coanda

Pour qu'un engin aussi imposant qu'un avion puisse se porter vers le haut, l'aile de l'appareil dévie beaucoup d'air vers le bas. C'est le principe de l'effet Coanda. Pour comprendre comment l'aile peut réussir à détourner une aussi grande quantité d'air, fais la petite expérience suivante : tiens horizontalement un verre d'eau sous un robinet de sorte qu'un fin filet d'eau s'écoule le long du verre. L'eau ne coule plus vers le bas mais s'enroule autour du verre du fait de la viscosité du fluide en mouvement. Ainsi, l'air suit simplement

la surface de l'aile, comme le fait l'eau sur le verre.

> Les lois de Newton

Sir Isaac Newton



En réalité, les phénomènes ci-dessus décrits n'expliquent pas tout. Si on se concentre uniquement sur la forme de l'aile, cela empêche la compréhension d'importants phénomènes tels que le vol inversé, la puissance, l'effet de sol et la dépendance de la portance avec l'angle d'incidence de l'aile.

Et c'est là que les lois de Newton, et oui, toujours lui, intervient pour expliquer plus en détail, plus scientifiquement ces phénomènes de portance.

Alors, comment une aile génère-t-elle de la portance ? Interviennent les première, deuxième, et troisième loi de Newton.

La première loi de Newton stipule qu'un corps au repos reste au repos, et qu'un corps en mouvement continue en suivant un mouvement rectiligne à moins qu'il soit soumis à l'application d'une force extérieure. Cela signifie que si l'on observe une déviation dans le flux de l'air, ou que si l'air à l'origine au repos est accéléré en mouvement, une force y a donc été imprimée.

La troisième loi de Newton stipule que pour chaque action il existe une réaction opposée de force égale. Par exemple, un objet qui repose sur une table exerce une force sur cette table (son poids) et la table applique une force égale et opposée sur l'objet qu'elle soutient. De façon à générer de la

portance, l'aile doit faire quelque chose à l'air. Ce que fait l'aile sur l'air est l'action tandis que la portance est la réaction.

La deuxième loi de Newton intervient dans ces phénomènes, mais par souci de clarté nous ne l'élaborerons pas ici.

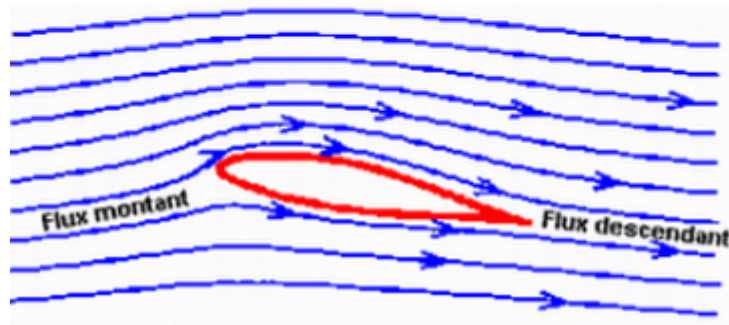
Comparons deux figures pour montrer les flux d'air (lignes de courants) autour d'une aile. Sur la figure ci-dessous, l'air arrive en ligne droite sur l'aile, la contourne, et continue en ligne droite derrière l'aile. L'air quitte l'aile dans le même état qu'il était à l'avant de l'aile. Il n'y a donc pas d'action nette sur l'air donc il ne peut y avoir de portance.

Illustration commune du flux d'air autour d'une aile. Cette aile ne porte pas (très peu).



L'autre figure ci-dessous montre les lignes de flux comme elle devraient être dessinées. L'air passe au-dessus de l'aile et est dévié vers le bas. La déviation de l'air est l'action. La réaction est la portance de l'aile.

Véritable flux d'air autour d'une aile générant de la portance, montrant le flux montant et le flux descendant.



Selon les lois de Newton, l'aile doit modifier quelque chose dans l'air pour obtenir de la portance. Des modifications du moment de l'air résulteront des forces sur l'aile. Pour générer de la portance, l'aile doit dévier de l'air vers le bas, une grande quantité d'air.

La portance d'une aile est égale à la modification du moment de l'air qu'elle dévie vers le bas. Le moment est le produit de la masse par la vitesse. La portance d'une aile est donc proportionnelle à la quantité d'air dévié vers le bas multiplié par la vitesse verticale de cet air.

Donc, on peut résumer en disant que de la première loi de Newton, nous savons, que pour que le fluide s'enroule, il doit y avoir une force qui agit dessus. De la troisième loi de Newton, nous savons que le fluide doit exercer une force égale et opposée sur l'objet qui cause la déviation du fluide. Voilà !

Mais, au fait, pourquoi un fluide devrait-il suivre une surface courbe ? La réponse est la viscosité : la résistance à l'avancement qui donne à l'air une sorte d'adhérence. Souviens-toi de l'expérience du verre sous l'eau. La viscosité de l'air est très faible mais est suffisante pour que les molécules d'air se collent à la surface.

Voilà, on en a terminé avec les avions qui volent. Mais, dans le même esprit, si tu te demandes pourquoi les nuages qui pèsent des dizaines, des centaines, de tonnes ne nous tombent-ils pas également sur la tête, je te renvoie à l'article de ton serviteur intitulé « *Pourquoi les nuages ne tombent-ils pas ?* » sur RR (bien évidemment) du 30 décembre 2020 auquel tu peux accéder en [cliquant ici](#).

Bye bye !

Professeur Têtenlair