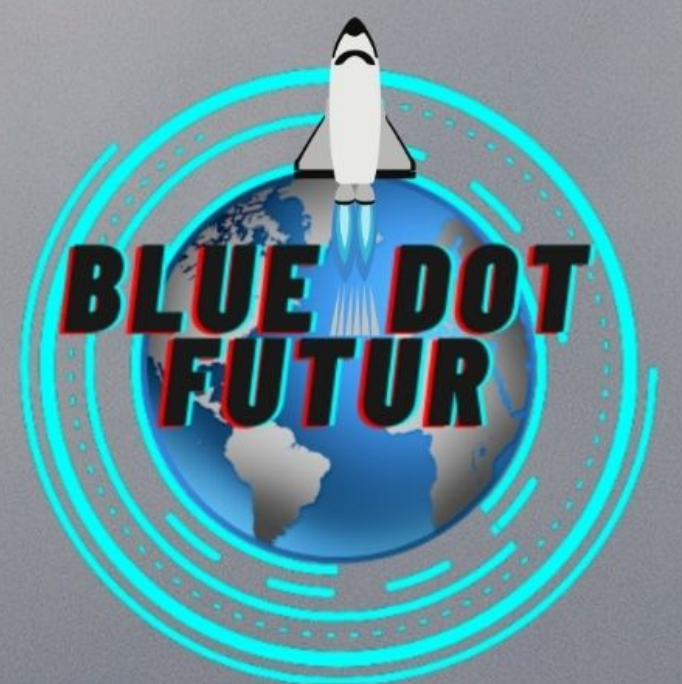


À LA DÉCOUVERTE DES

# AVIONS



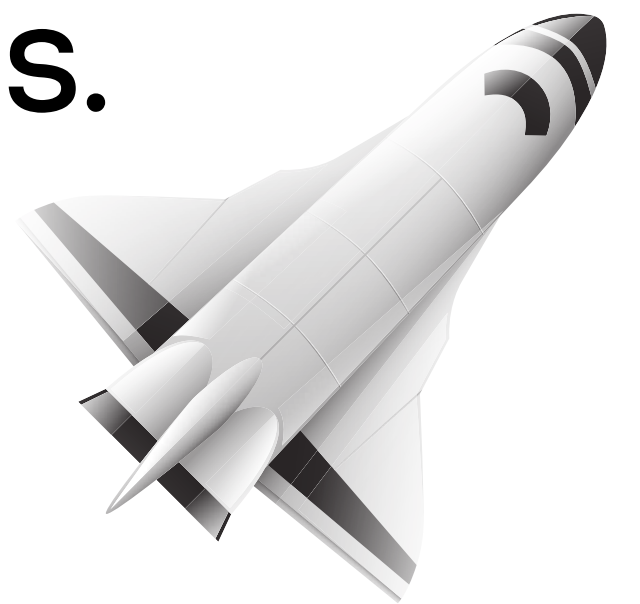
**PRÉPAREZ-VOUS  
AU DÉCOLLAGE !**





# CETTE INVENTION ALLAIT CHANGER LE MONDE

L'avion a le pouvoir d'améliorer les déplacements des gens. Il facilite aussi le commerce et permet la recherche scientifique. Il a permis, entre autres, de développer les navettes spatiales.



Comment est-ce possible de faire voler des objets si lourds et si immenses?

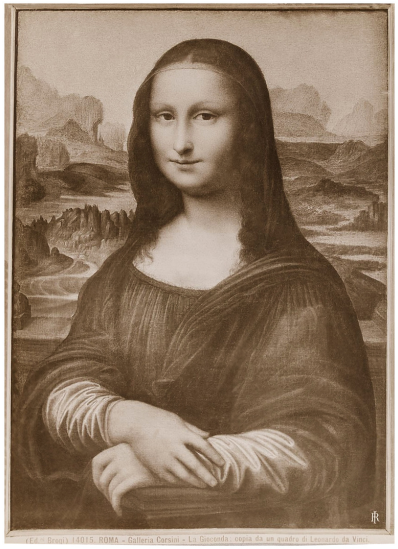


Comment parviennent-ils à se maintenir dans les airs ?

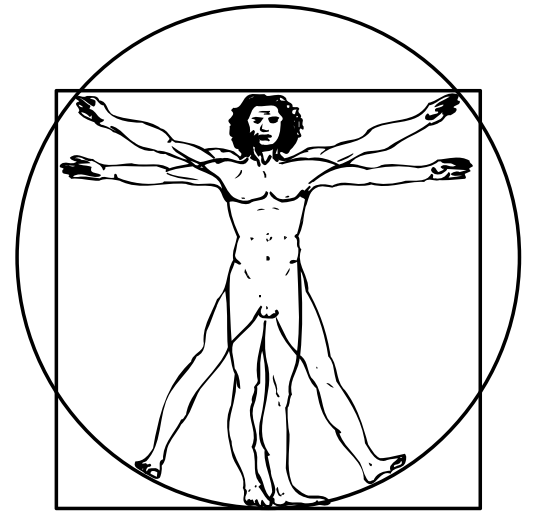




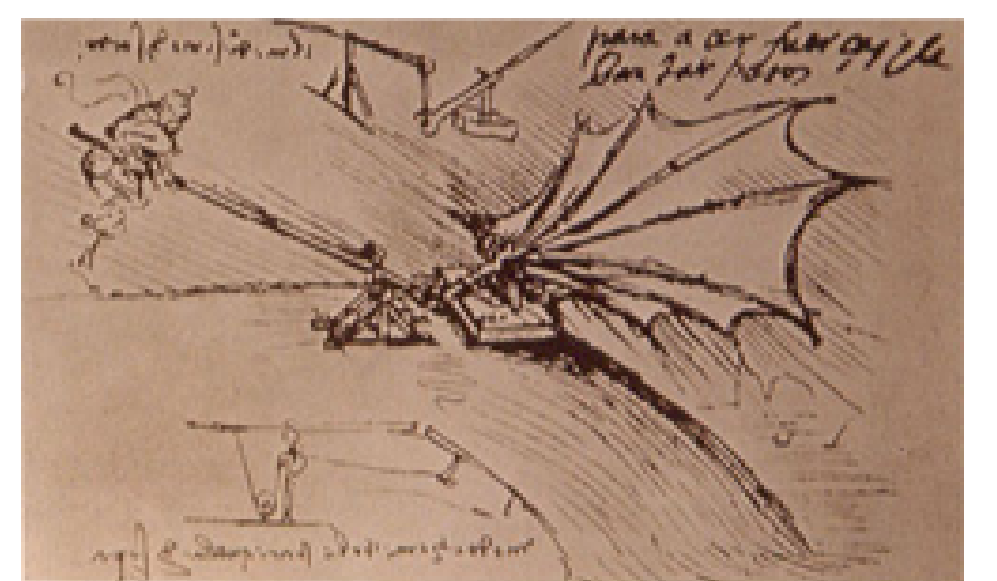
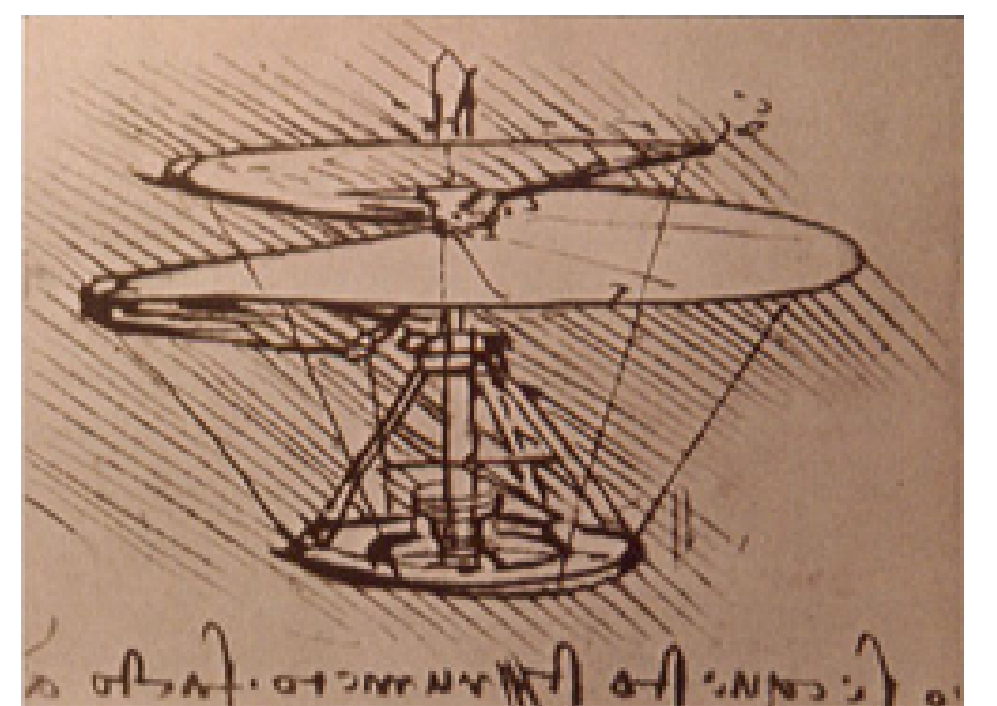
# LÉONARD DE VINCI



## Un peu d'histoire:



Vers 1500, Léonard de Vinci effectue les premières études connues sur le vol des oiseaux et il recherche une imitation mécanique. Il conçoit et il dessine des machines volantes, proches de l'avion, de l'hélicoptère et du parachute. Mais il comptait sur l'énergie musculaire pour faire tourner le rotor, ce qui n'aurait jamais suffi. Il semble qu'il n'ait fait aucune tentative pour les réaliser.



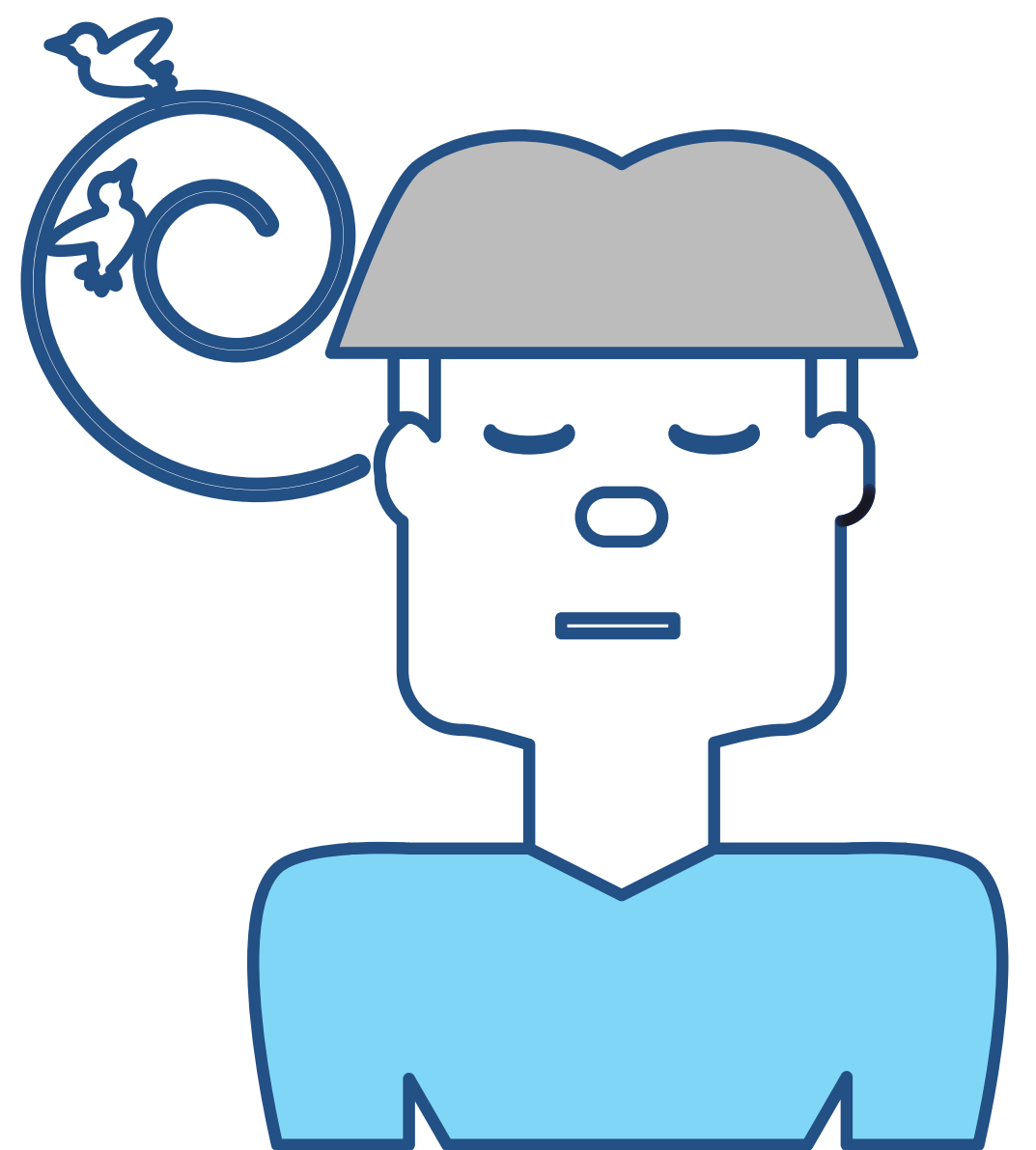


# DESCARTES

Au XVII<sup>e</sup> siècle, le philosophe Descartes ne croit pas trop que l'homme puisse voler par ses propres moyens. Il pense que l'homme n'est pas assez fort et ne dispose pas de moyens assez puissants pour s'élever dans les airs.



De nombreux téméraires vont quand même tenter leur chance...





# DEUX DIRECTIONS

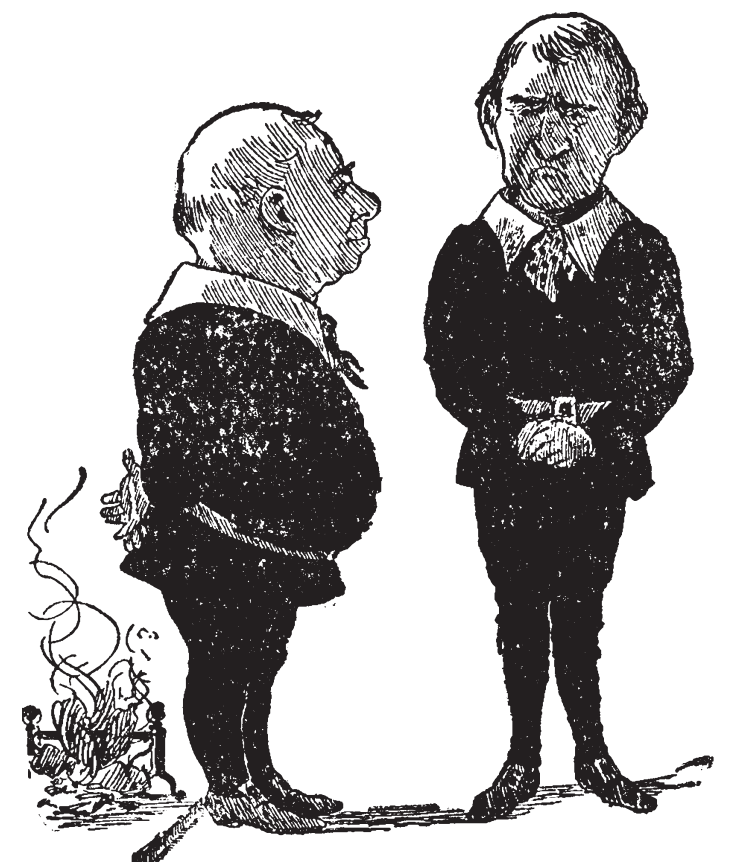
Les chercheurs du XVIIIe siècle s'orientent dans **deux directions** qui vont progressivement se combattre.



**Les partisans des plus légers que l'air** qui sentent bien que leur rêve de s'élever dans les airs est réalisable...



**Les partisans des plus lourds que l'air** qui veulent voler comme les oiseaux, mais qui ne trouveront pas de sitôt le moteur qu'il leur faudrait pour mener à bien leurs projets.





# LALANDE ET LES FRÈRES MONTGOLFIER

En **1782**, Lalande et quelques savants de l'époque démontrent qu'il est impossible qu'un homme puisse s'élever dans les airs et s'y maintenir.



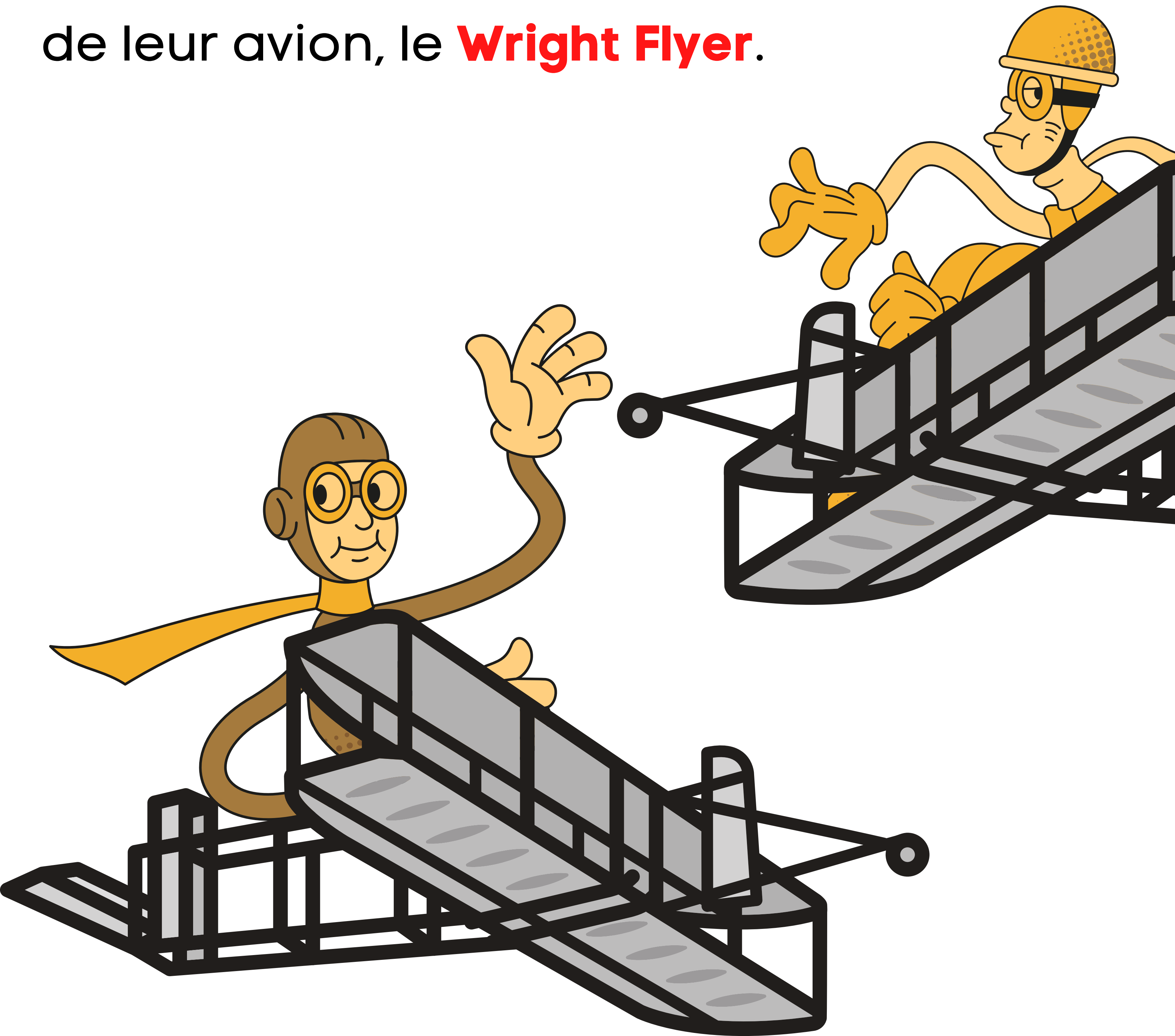
Mais l'année suivante, le 19 septembre **1783**, les frères Montgolfier feront la démonstration du contraire.





# LES FRÈRES WRIGHT

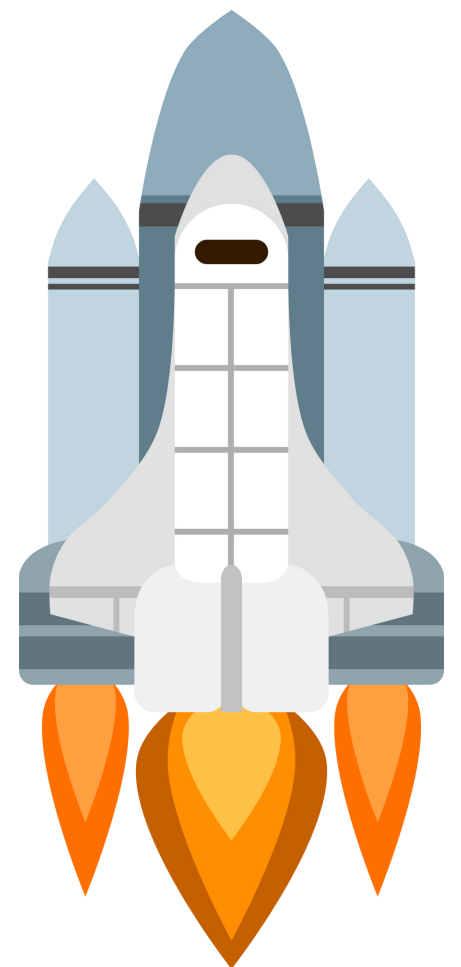
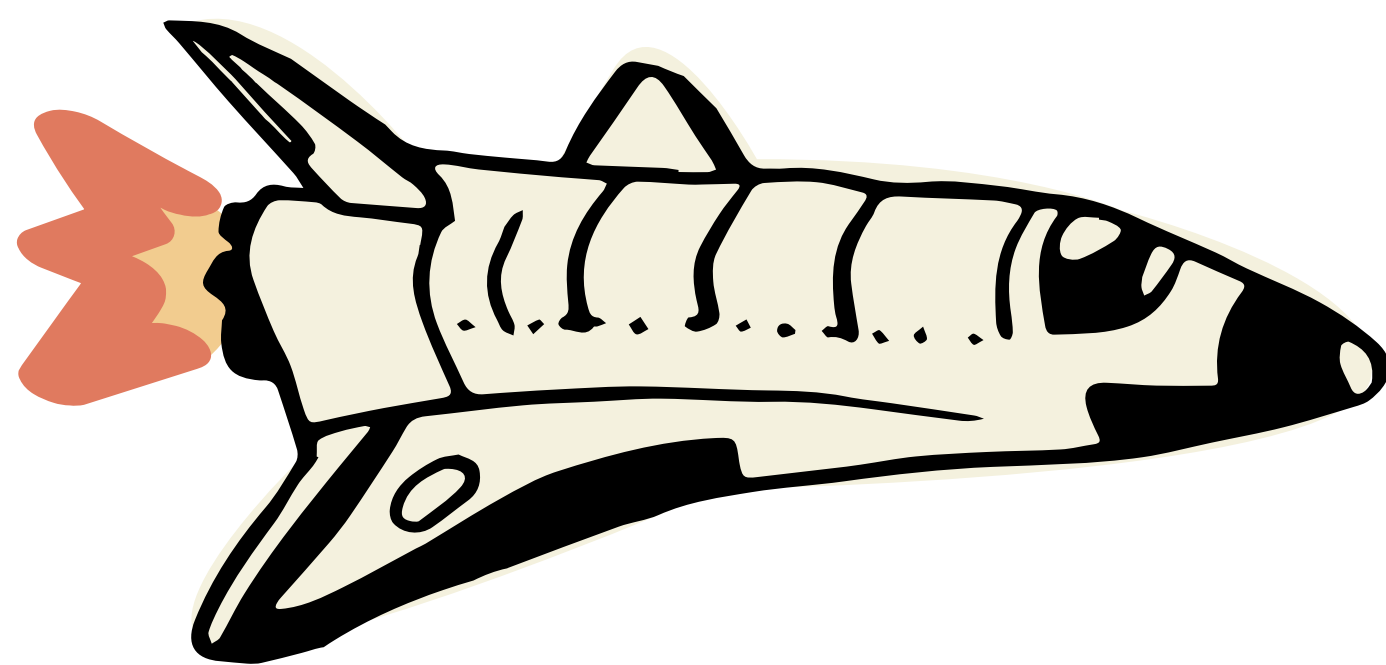
L'être humain a longtemps voulu voler comme un oiseau. Ce n'est qu'en **1903** que les **frères Wright**, deux Américains, réussissent le premier vol contrôlé à bord de leur avion, le **Wright Flyer**.





# CHANGER LE MONDE

Cette invention allait changer le monde. L'avion a le pouvoir d'améliorer les déplacements des gens. Il facilite aussi le commerce et permet la recherche scientifique. Il a permis, entre autres, de développer les **navettes spatiales**.



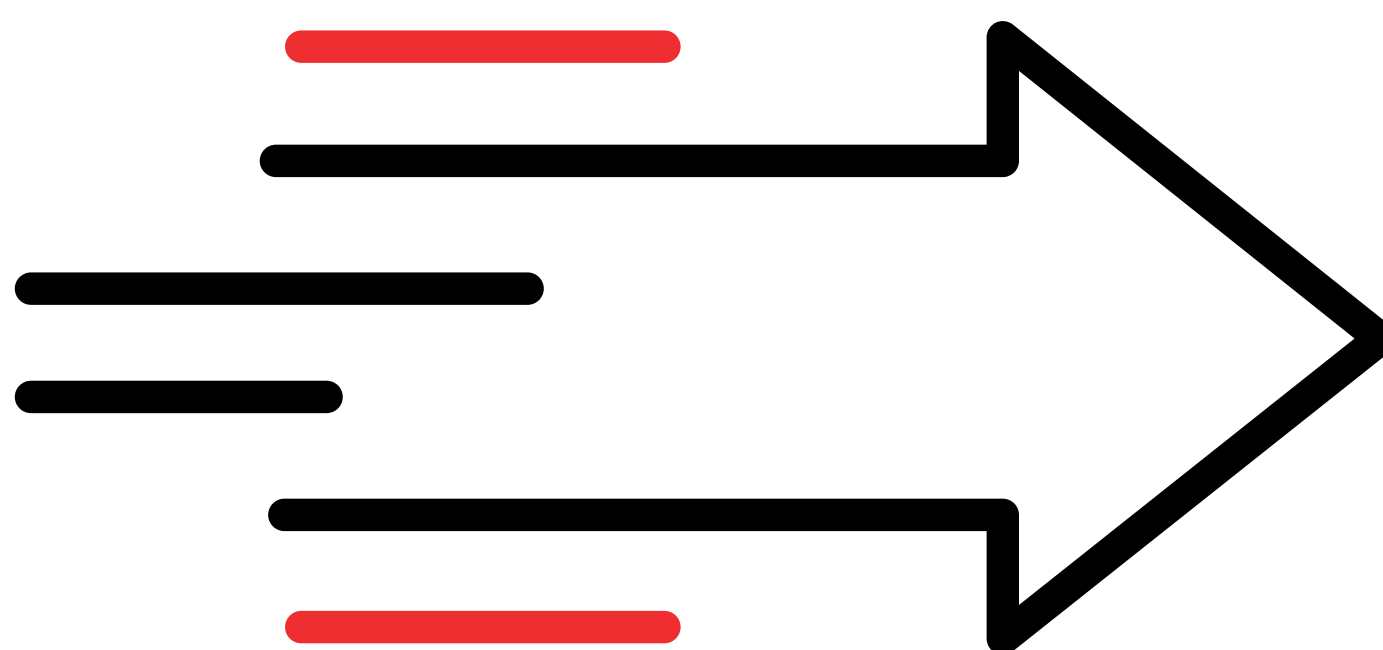
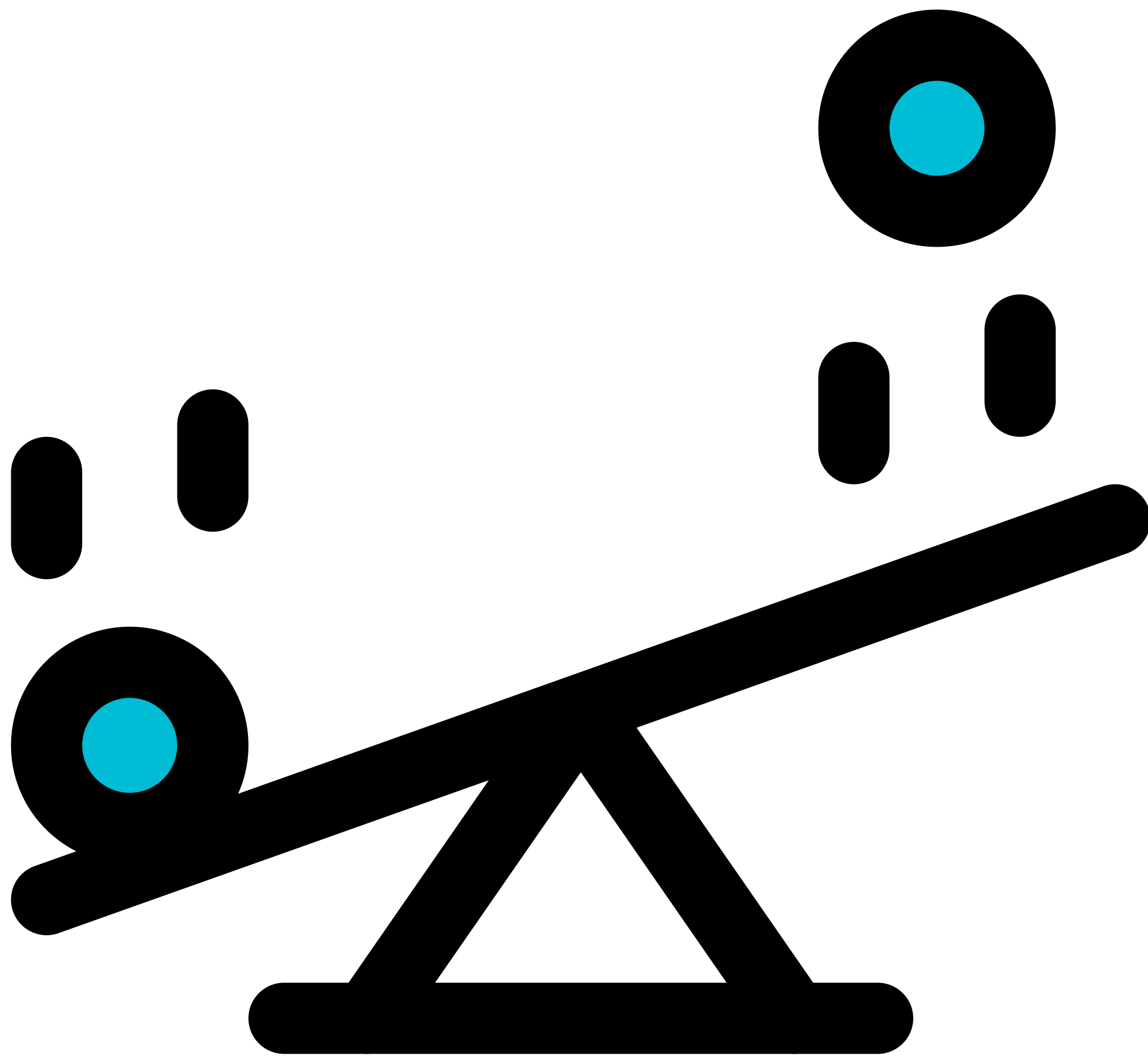
Comment est-ce possible de faire voler des objets si lourds et si immenses? Comment parviennent-ils à se maintenir dans les airs?





# LES FORCES QUI AGISSENT SUR UN AVION EN VOL

Une force est une action exercée sur un objet. Elle est invisible, mais il est possible d'en voir les effets. Un de ses effets est de provoquer le mouvement d'un objet.





# QUATRE FORCES

Lorsqu'un avion vole, quatre forces s'exercent en même temps. La somme de ces forces détermine le déplacement de l'appareil. C'est ce qui lui permet de monter, de descendre ou de se maintenir dans les airs.



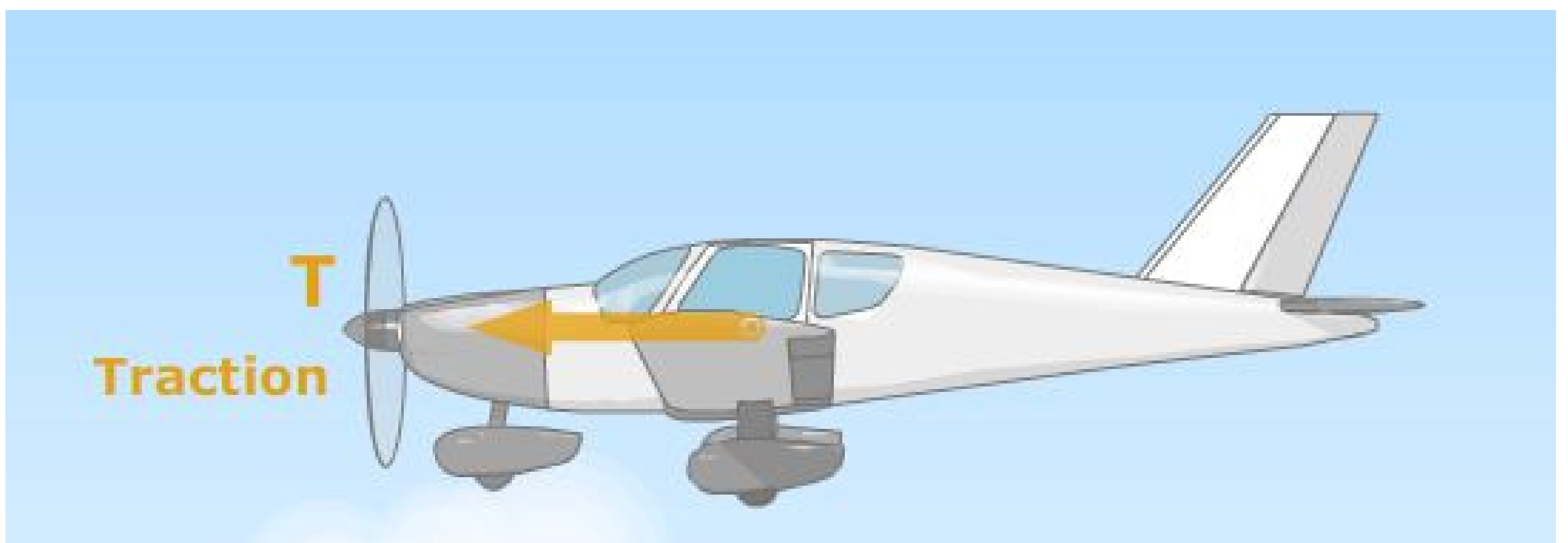
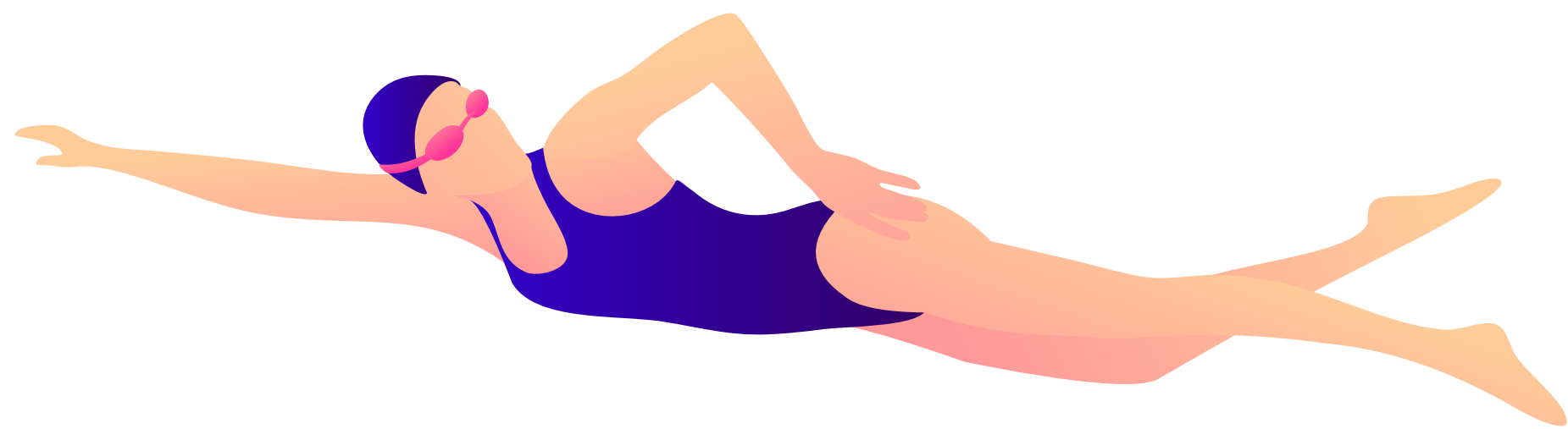
Les quatre forces qui maintiennent un avion en vol sont **la portance**, **le poids**, **la traction** et **la trainée**.





# 1- LA TRACTION

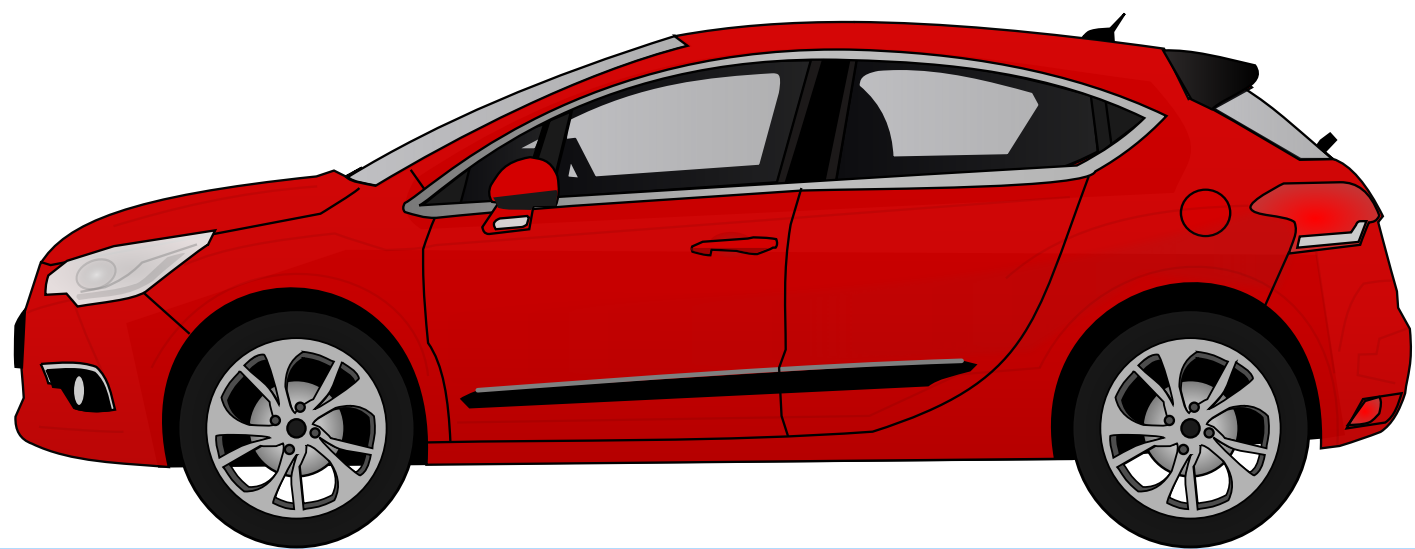
**La traction** permet à l'avion d'avancer grâce au mouvement des hélices ou à l'action des moteurs. Cette force est l'équivalent de tes jambes lorsque tu nages.





# 2- LA TRAÎNÉE

**La traînée** est causée par la résistance de l'air au mouvement de l'avion. Quand tu sors le bras par la vitre d'une voiture en mouvement, la traînée est cette force qui pousse ta main vers l'arrière.

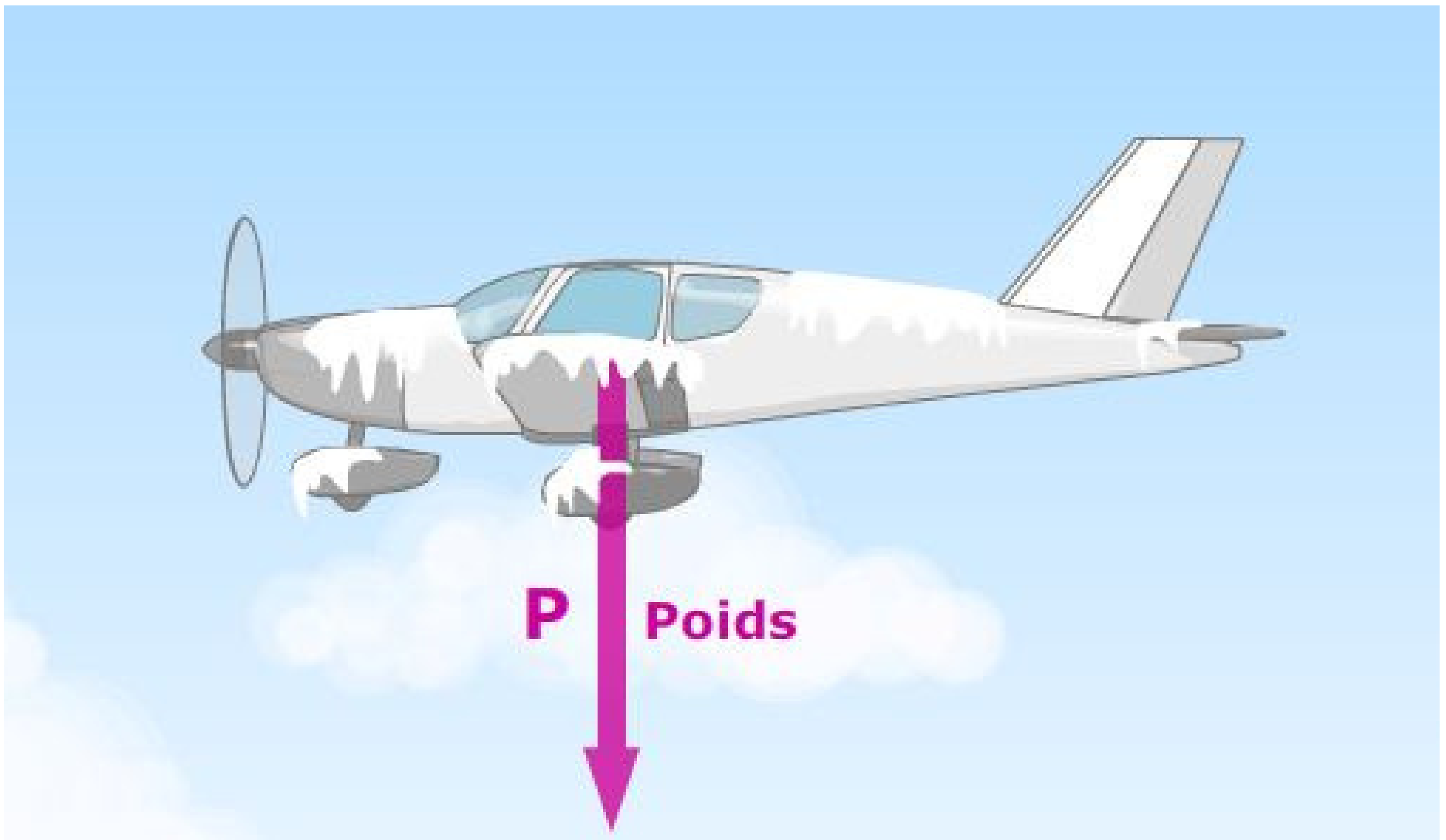




# 3- LE POIDS

**Le poids** attire l'appareil vers le bas.

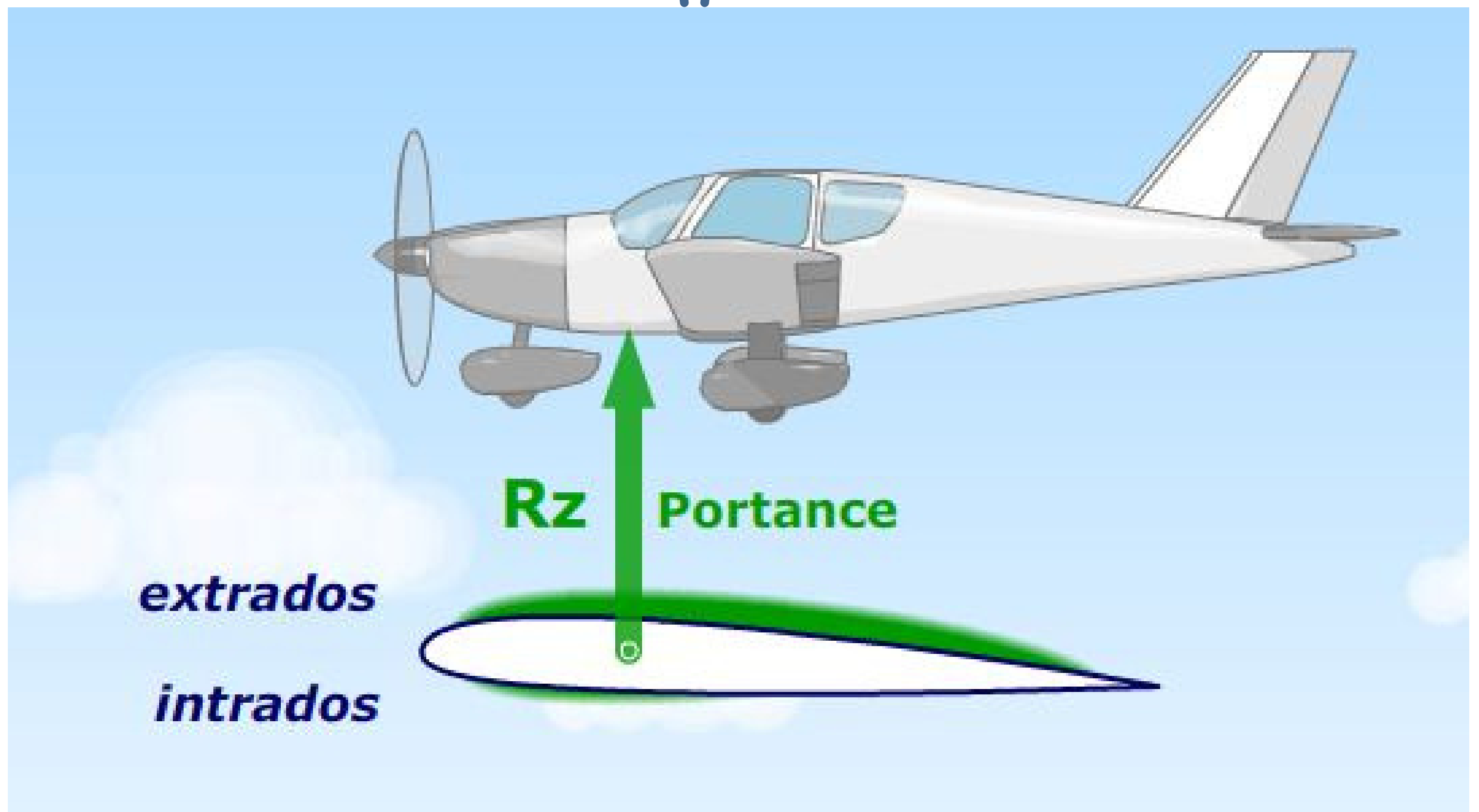
Lorsque tu sautes dans les airs, c'est ton poids qui te ramène au sol. C'est l'effet de la gravité.





# 4- LA PORTANCE

**La portance** pousse l'appareil vers le haut.  
Elle a le même effet que l'hélium dans un ballon gonflable.





# LA PORTANCE

La force qui nous intéresse le plus c'est la portance.

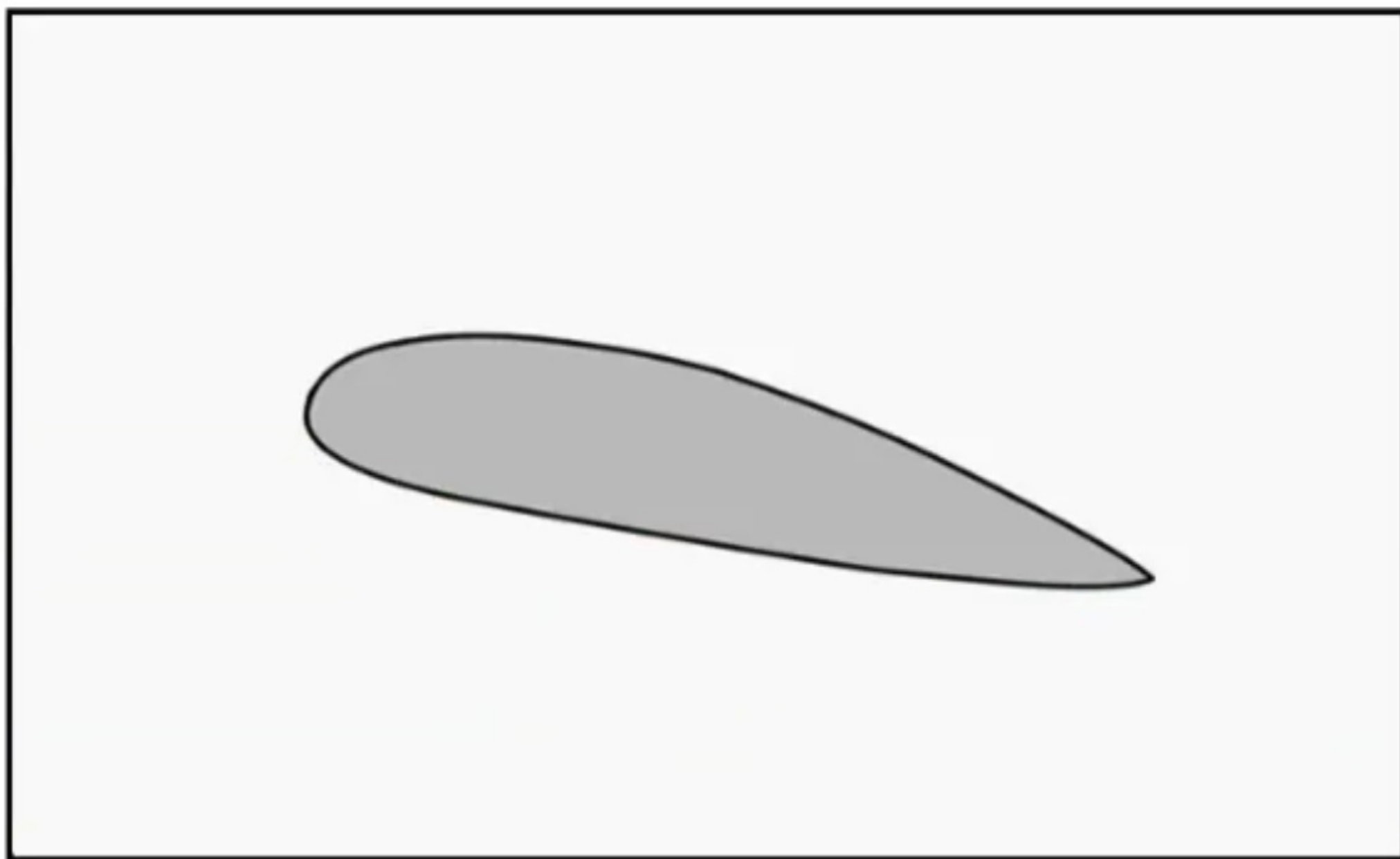


C'est la force qui permet de faire décoller un avion et le maintenir dans le ciel.



# LE SECRET DU VOL DES AVIONS

Le secret du vol des avions réside dans la forme de leurs ailes. D'abord, elles sont bombées sur le dessus et plutôt plates en dessous.

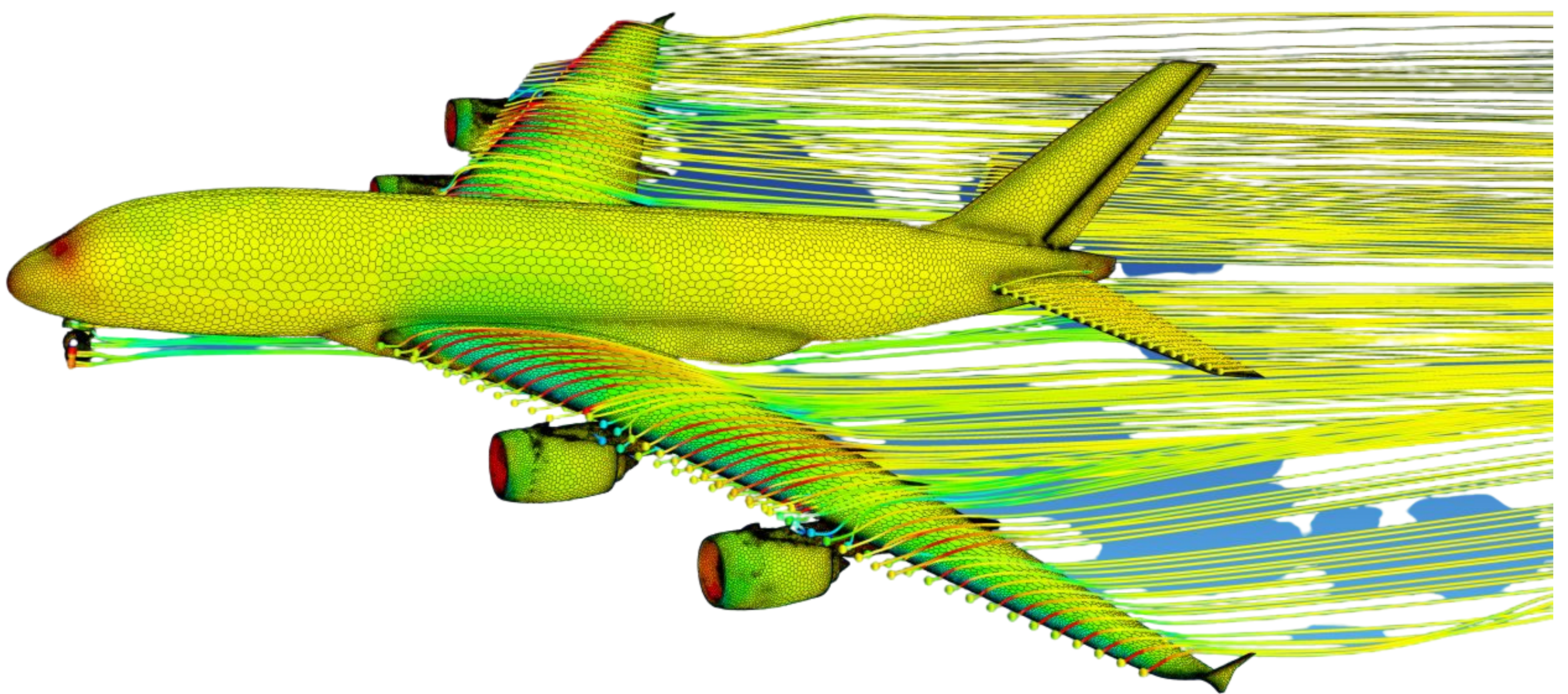


L'extrados est la face supérieure d'une aile tandis que l'intrados est la face inférieure. Le bord d'attaque représente le devant de l'aile et le bord de fuite le derrière.



# LE SECRET DU VOL DES AVIONS

La portance est liée à l'effet du vent sur l'aile. Lorsque l'avion se met en mouvement il va créer un vent allant dans la direction opposée et c'est la réaction du vent sur l'aile qui permet le vol.

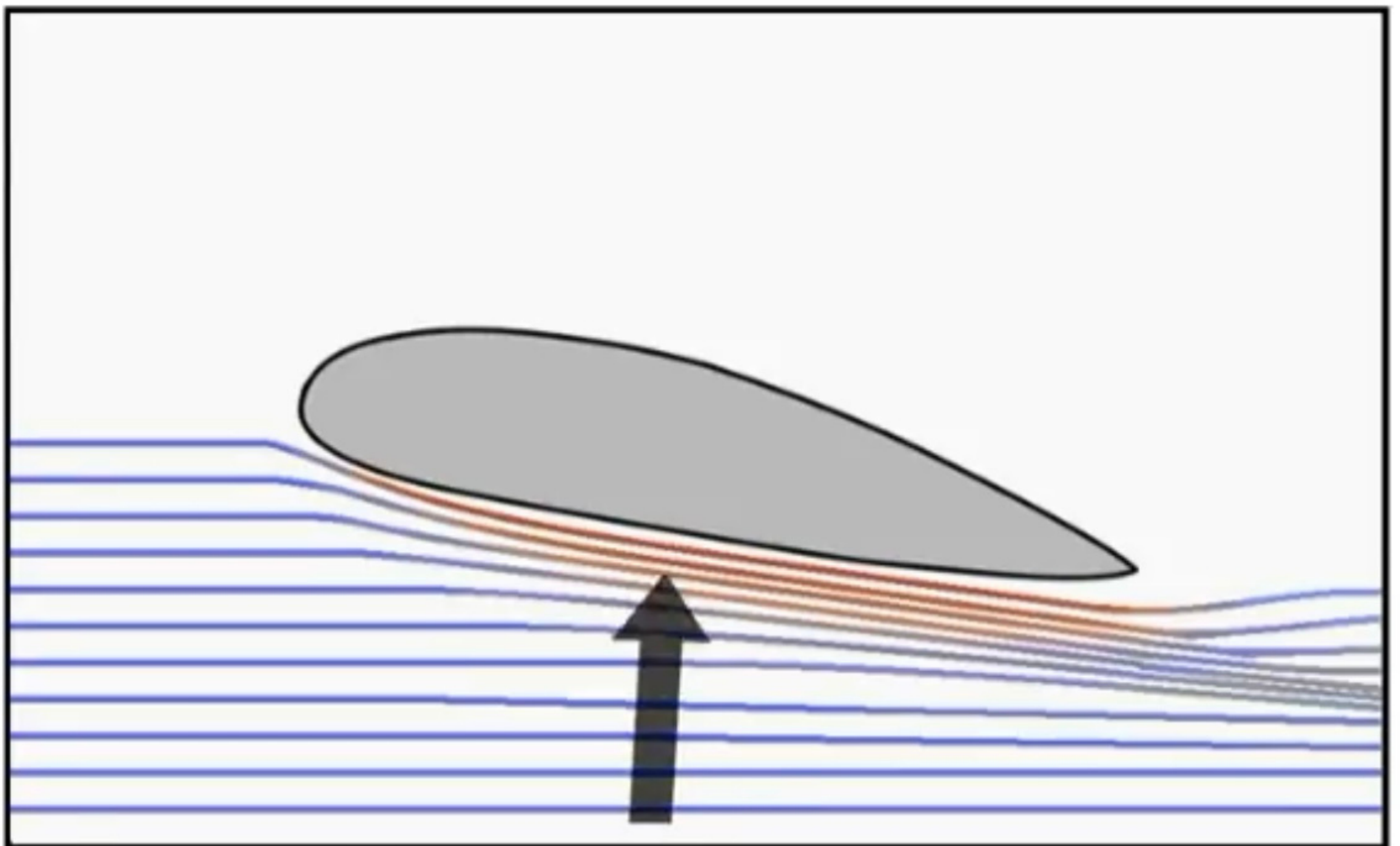
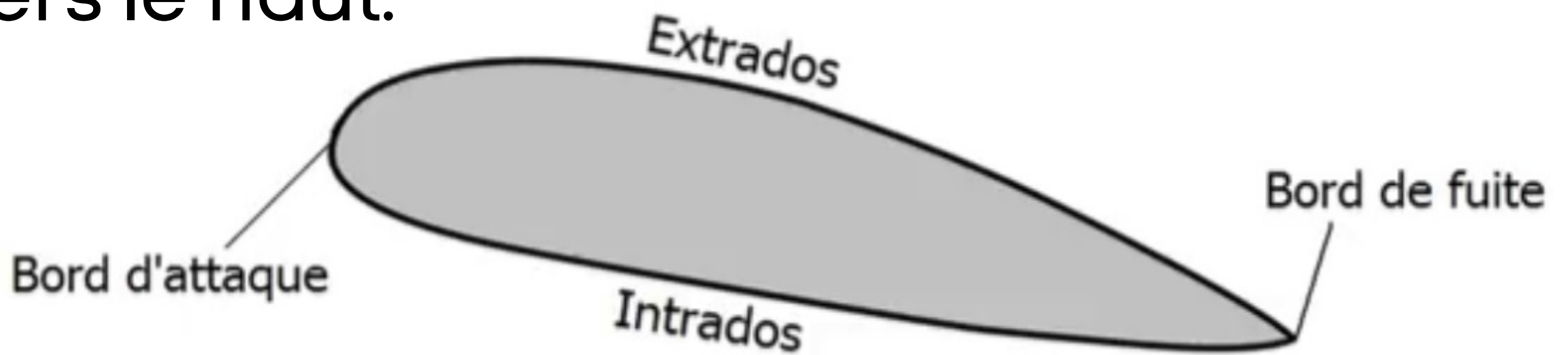


Il y a **deux phénomènes** qui entraîne cette réaction.

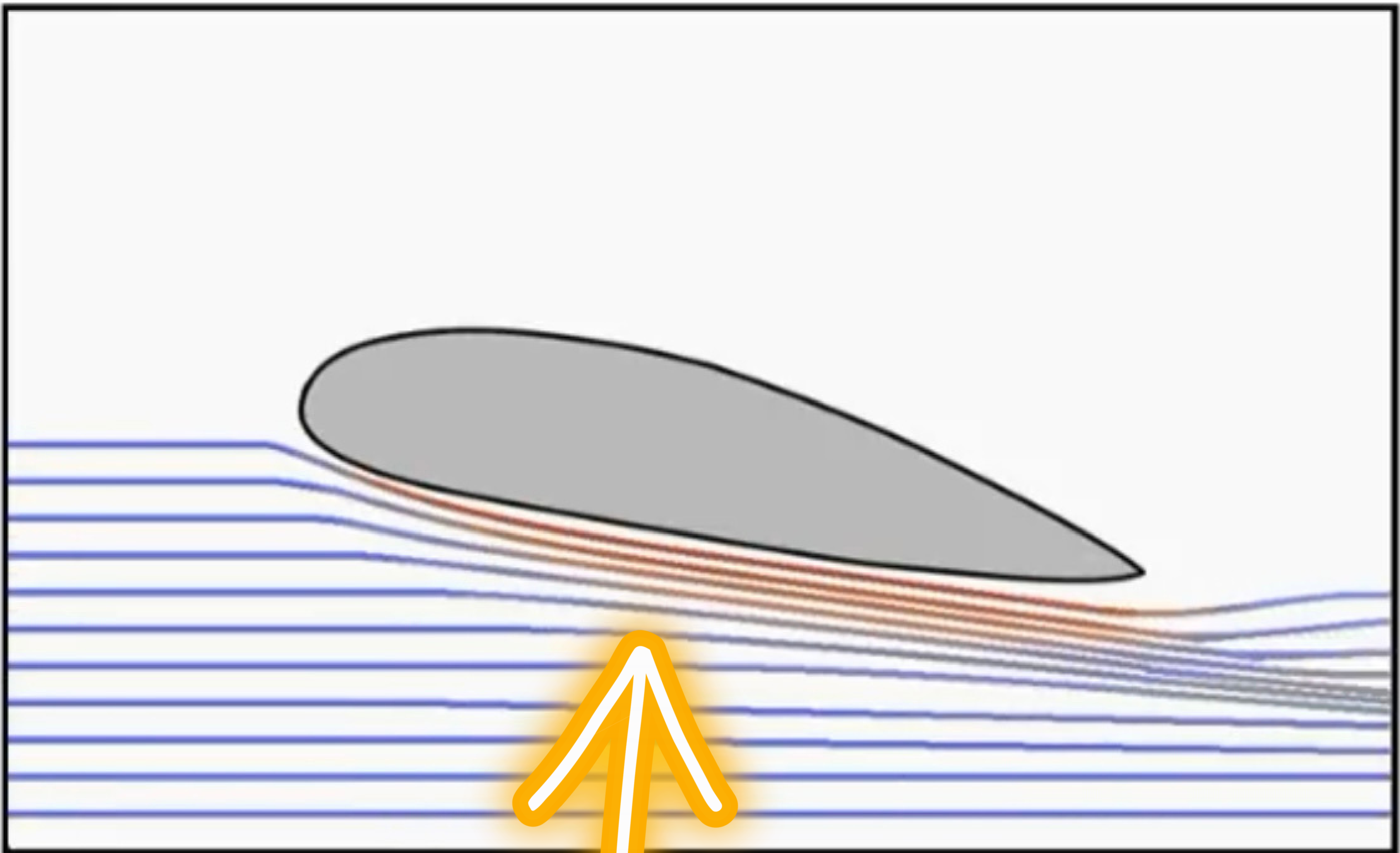
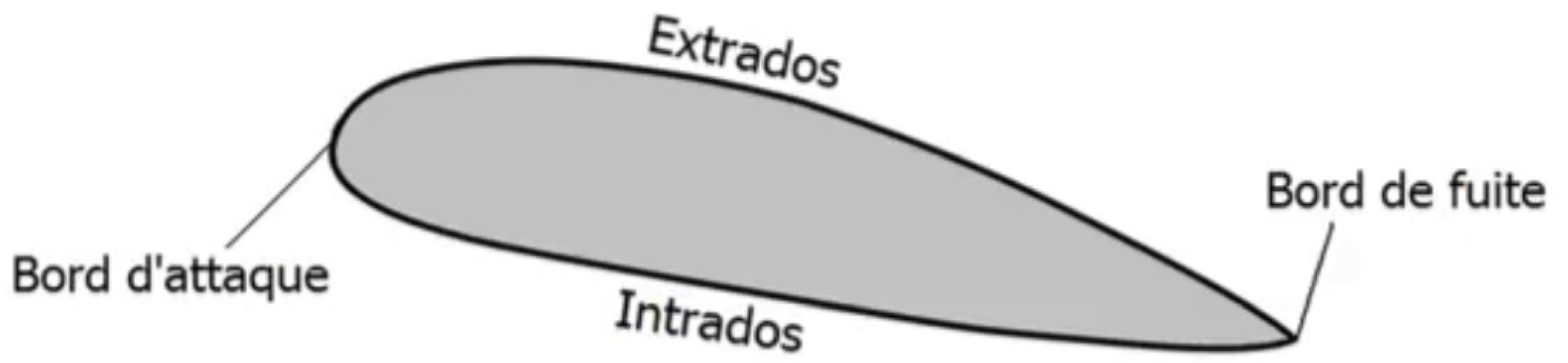


# SURPRESSION SOUS L'AILE

Lorsque le vent passe sous l'intrados, l'espace se rétrécit ce qui fait augmenter la pression de l'air à cet endroit. Cette surpression appliquée sous l'aile la pousse vers le haut.



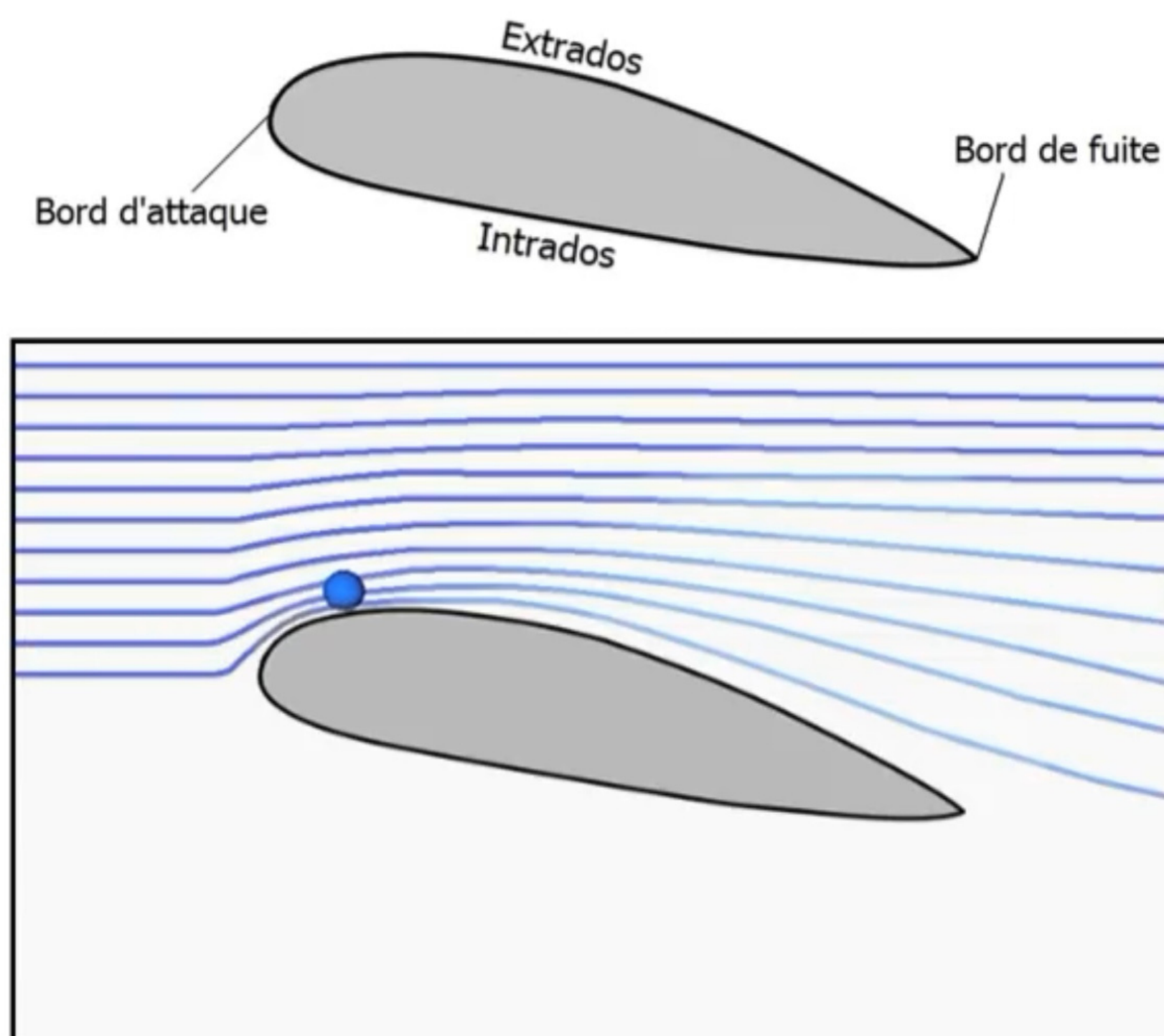




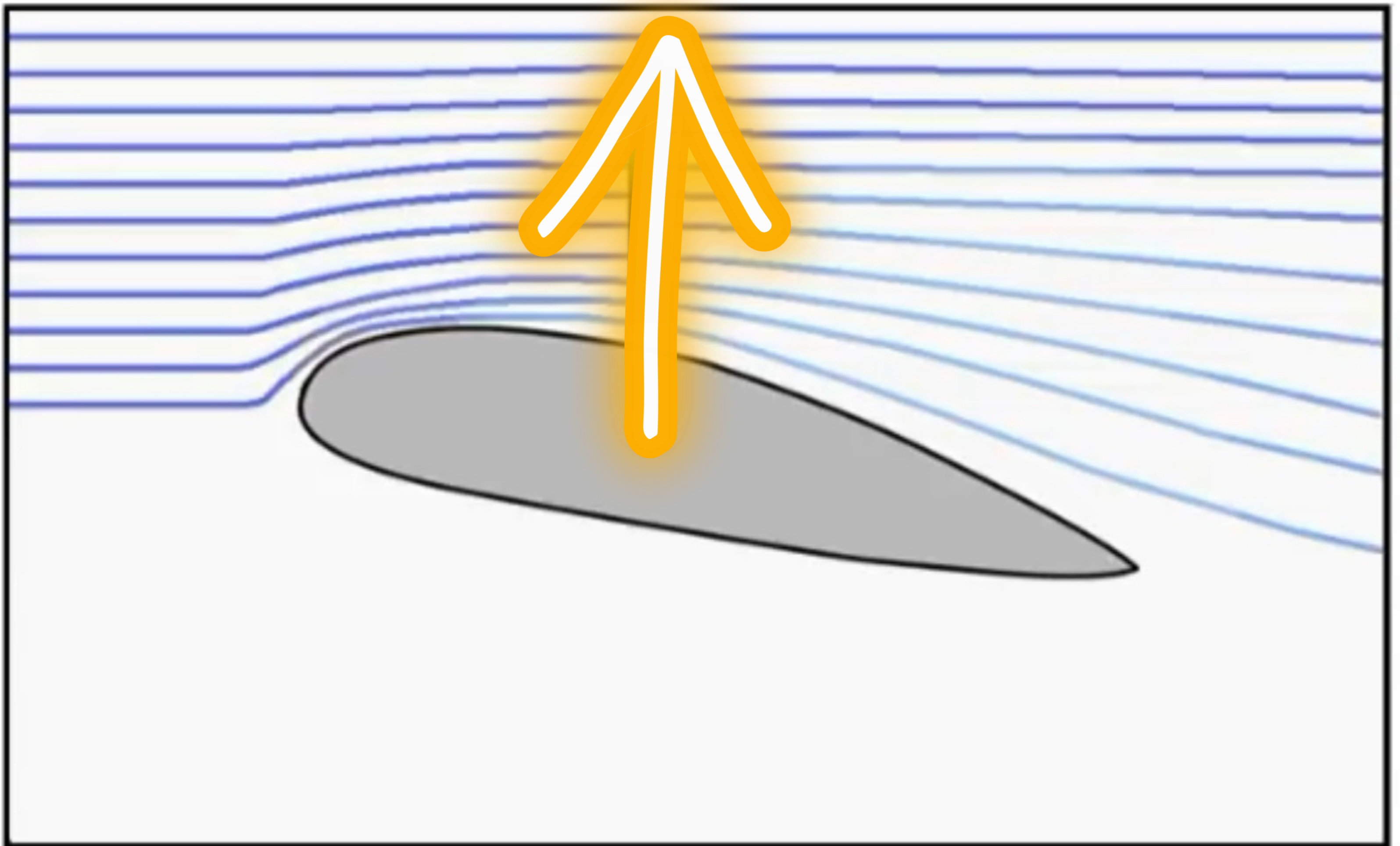
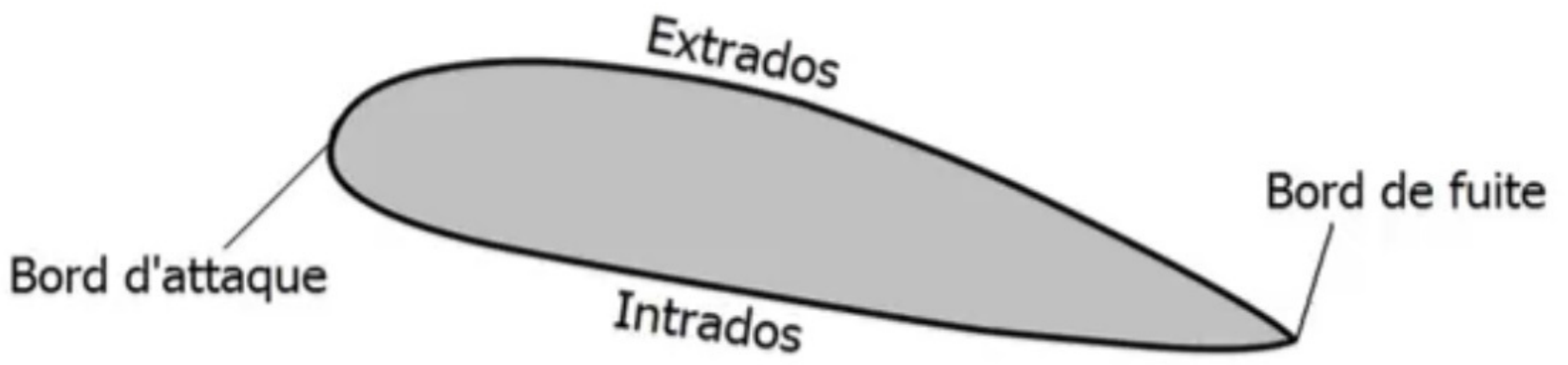


# DÉPRESSION SUR L'AILE

Mais le principal phénomène qui génère la portance c'est la dépression qui se forme au dessus de l'extrados et qui tire l'avion vers le haut. Cette dépression est liée au fait que l'espace après le bord d'attaque s'élargit. L'air à l'avant de l'aile est comprimé puis en passant au-dessus de l'extrados il va occuper l'espace à sa disposition. La pression va donc diminuer car les molécules vont s'éloigner les unes des autres.



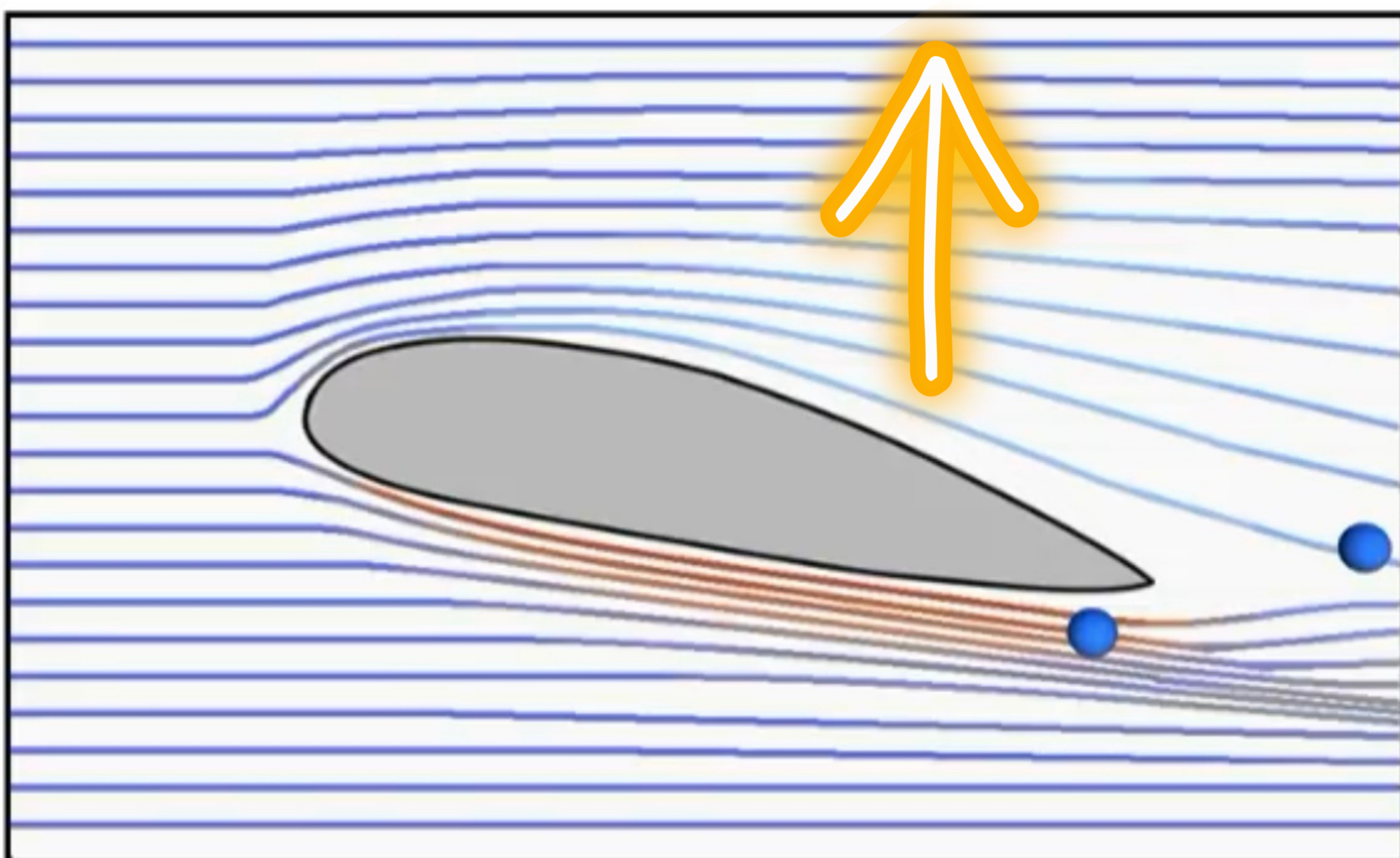
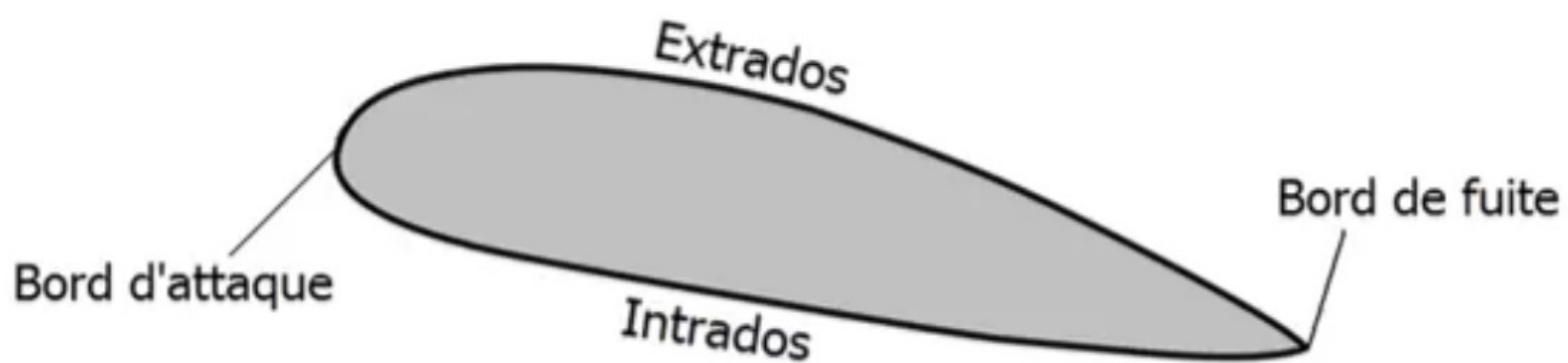




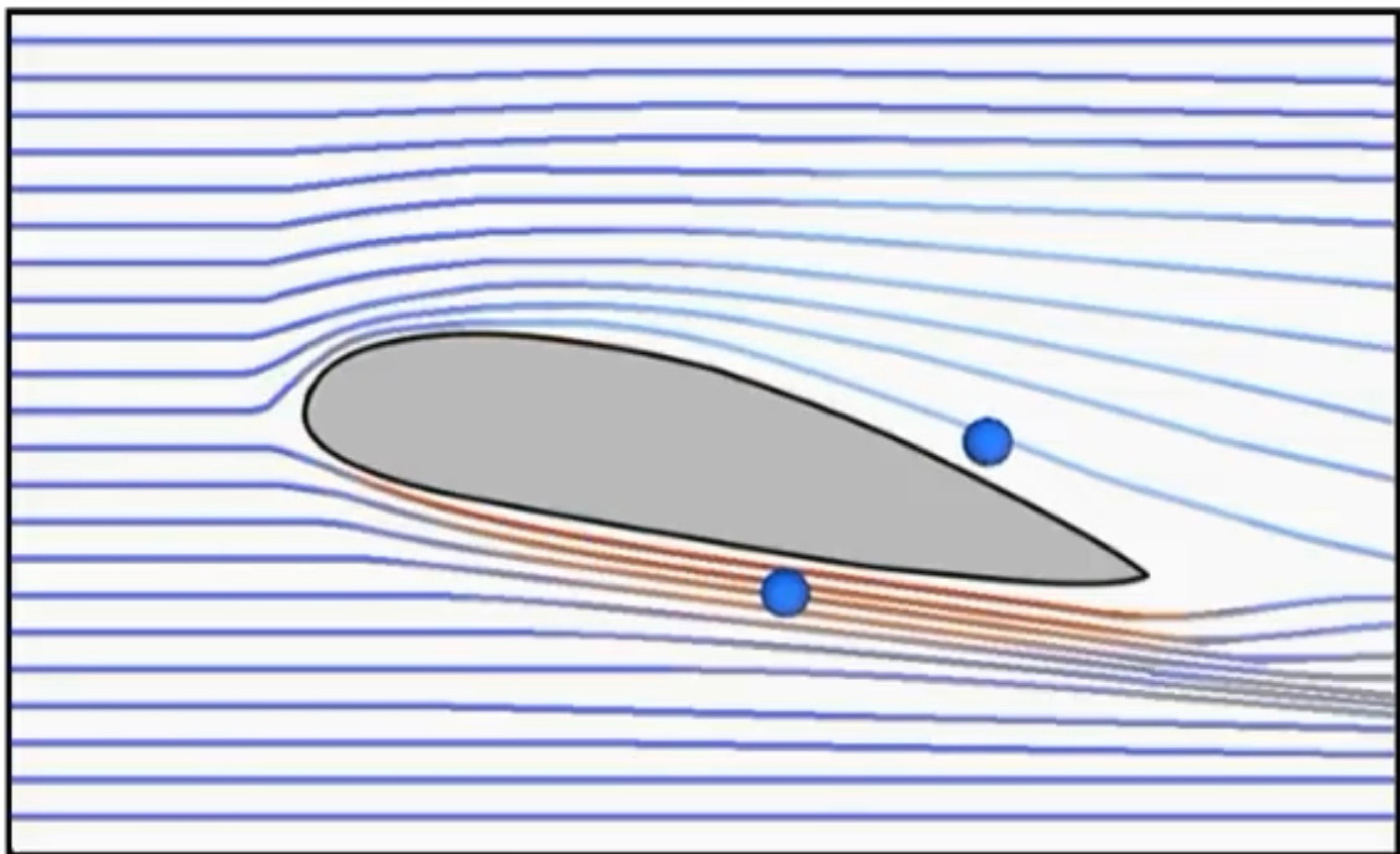
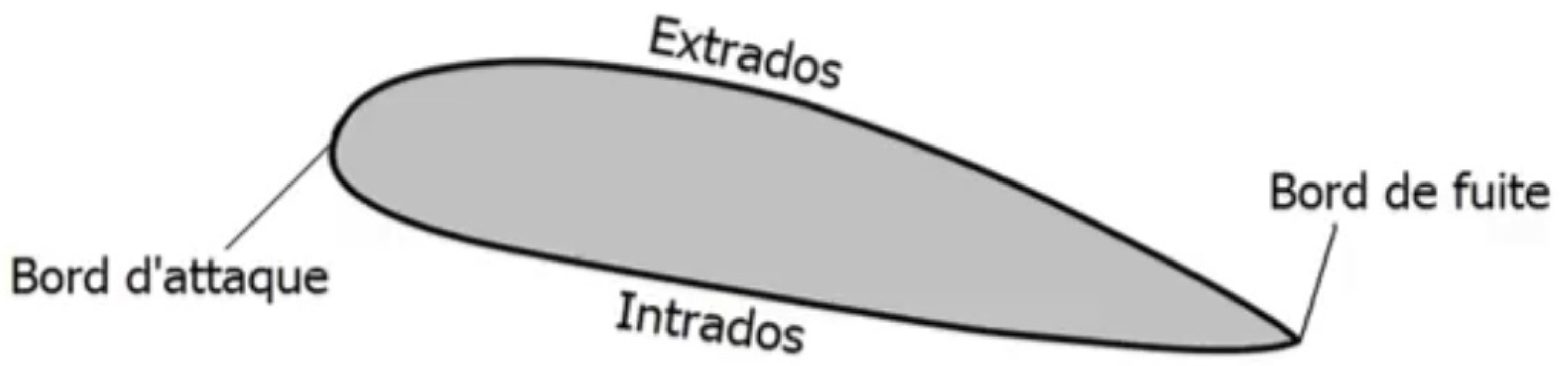


# LE SECRET DU VOL DES AVIONS

De plus, le passage de l'air à l'avant de l'aile étant plus petit qu'à l'arrière, il se produit un effet de venturi qui va accélérer l'air au dessus de l'extrados et cette accélération forme alors une dépression qui va tirer vers le haut pour combler ce vide.





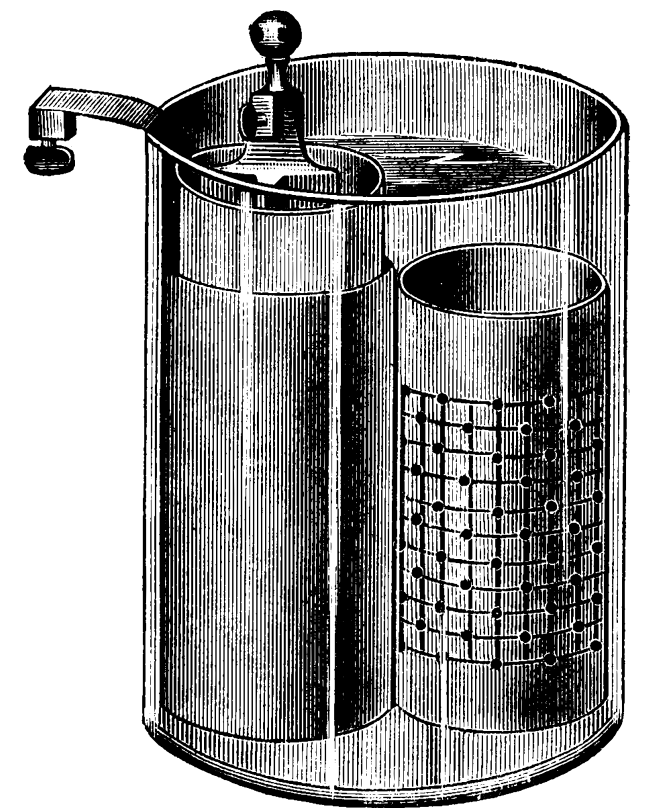




# DANIEL BERNOULLI

## (1700-1782)

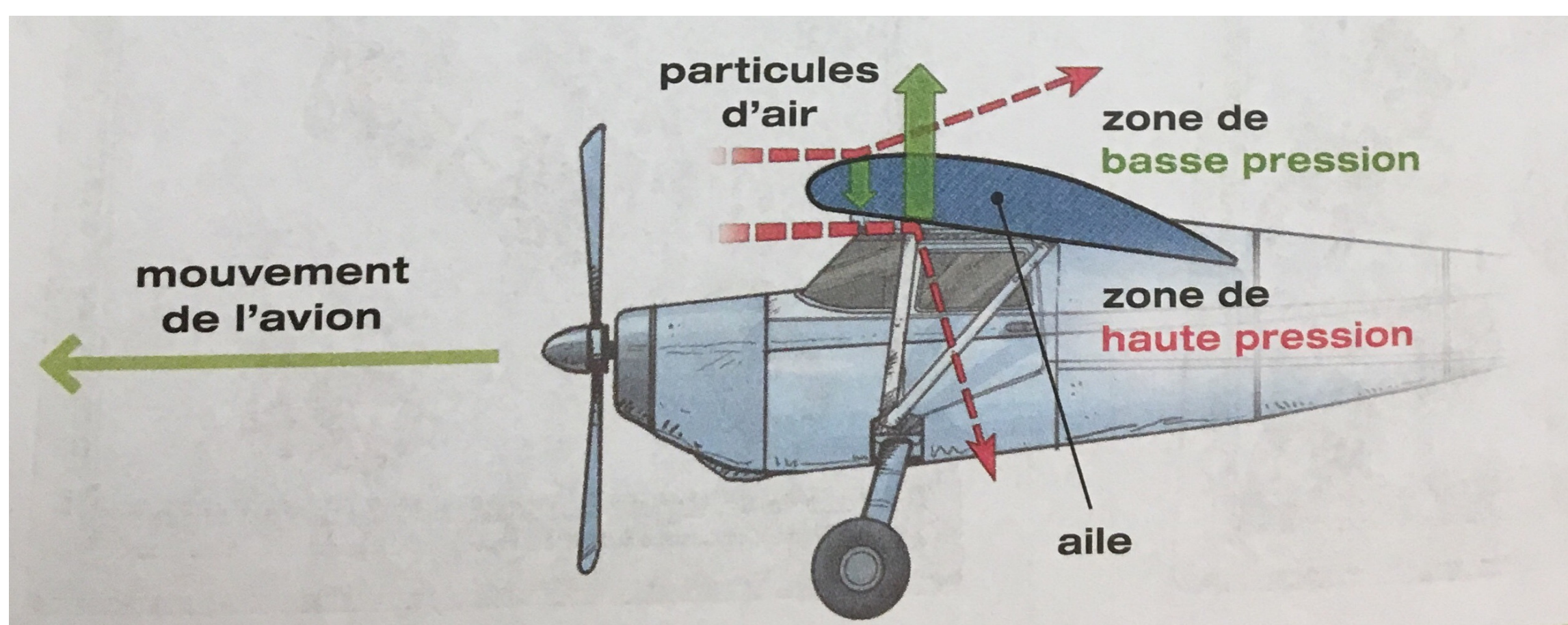
En 1738, un physicien suisse du nom de **Daniel Bernoulli** a découvert que lorsque de l'air accélère, sa pression diminue. C'est ce qu'on appelle maintenant **le principe de Bernoulli**.





# MAIS CE N'EST PAS TOUT !

Ce phénomène à lui seul ne peut pas expliquer le vol d'un avion. L'aile de l'avion n'est pas parfaitement horizontale. Elle pointe légèrement vers le haut.



Lors d'une balade en voiture, sors ta main par une fenêtre ouverte et tiens-la bien à l'horizontale. Elle reste sur place, en fendant le vent. Mais incline-la juste un peu vers le haut, et ton bras est tout de suite soulevé vers le haut. Ta main, comme l'aile d'un avion, pousse l'air vers le bas, et par réaction, elle se pousse elle-même vers le haut. Ce phénomène est associé à la troisième loi de Newton.



# ISAAC NEWTON

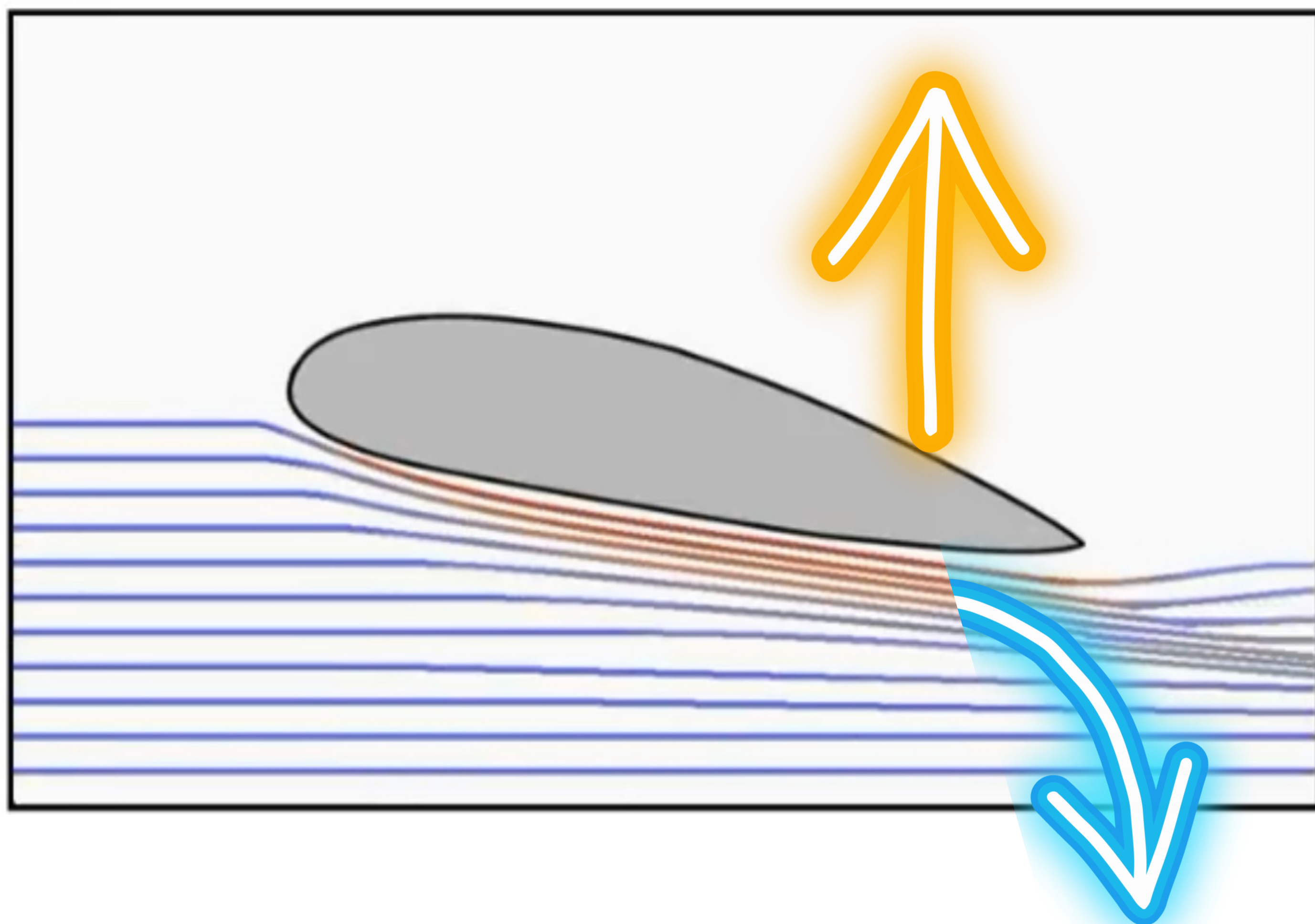
## (1643-1727)

Les lois du mouvement de Newton régissent les forces qui engendrent une action et donc un mouvement. Les trois lois établies par Newton vont toutes jouer un rôle quand vous commencerez à rouler sur la piste.





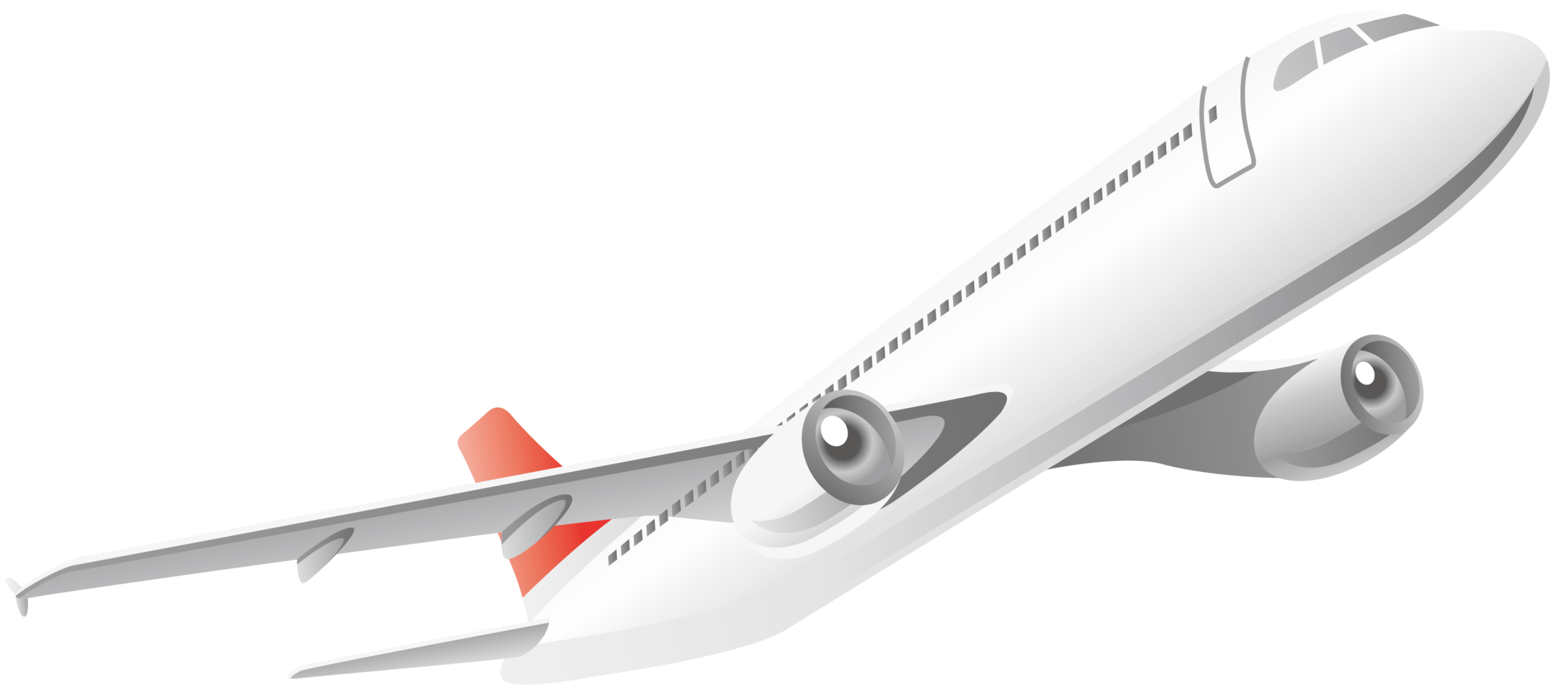
Mais c'est la troisième loi de Newton qui a le plus d'influence. Elle stipule que **pour chaque action il existe une réaction opposée de force égale**. De façon à générer de la portance, l'aile doit faire quelque chose à l'air. Ce que fait l'aile sur l'air est l'action tandis que la portance est la réaction.





# LA PORTANCE

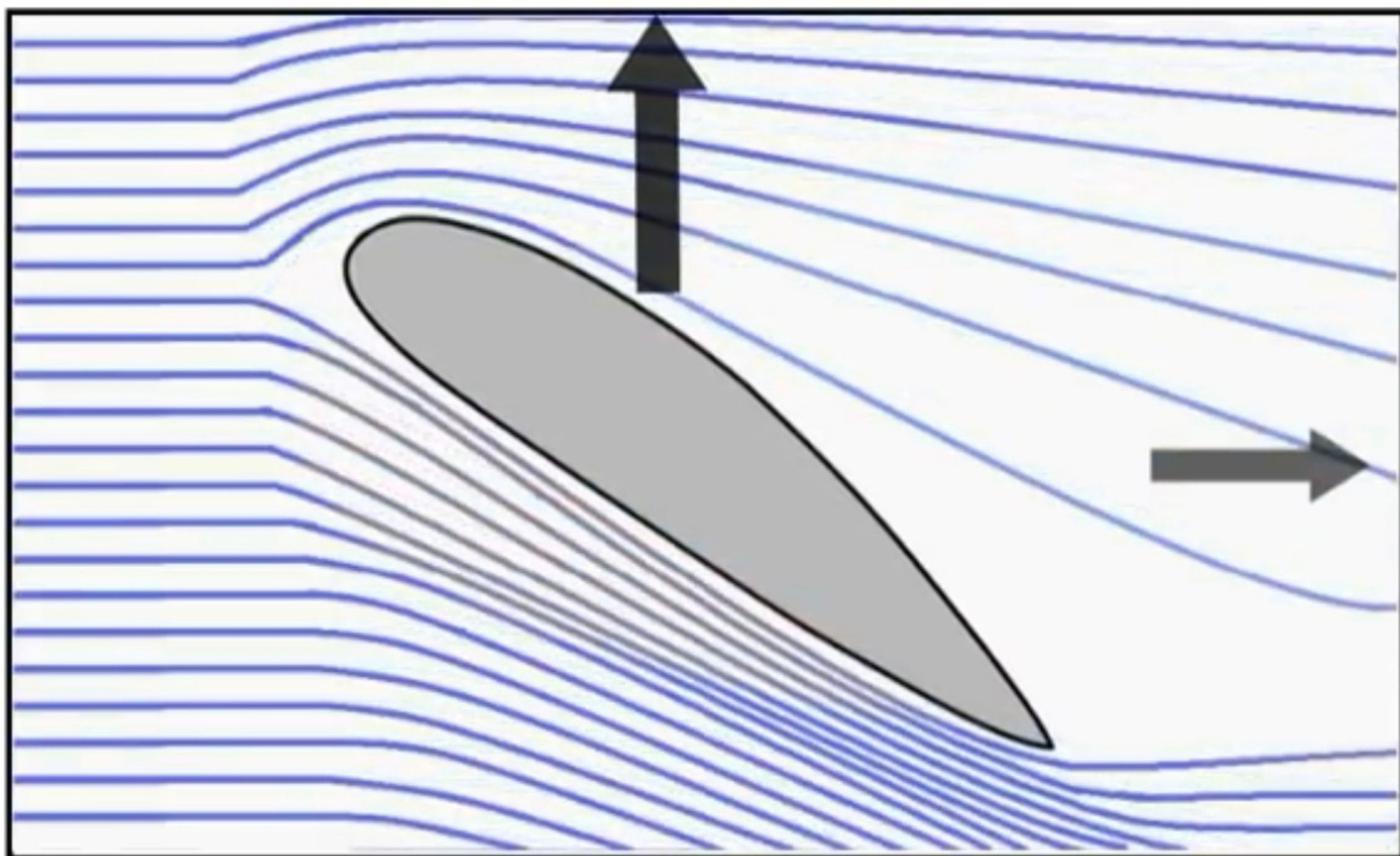
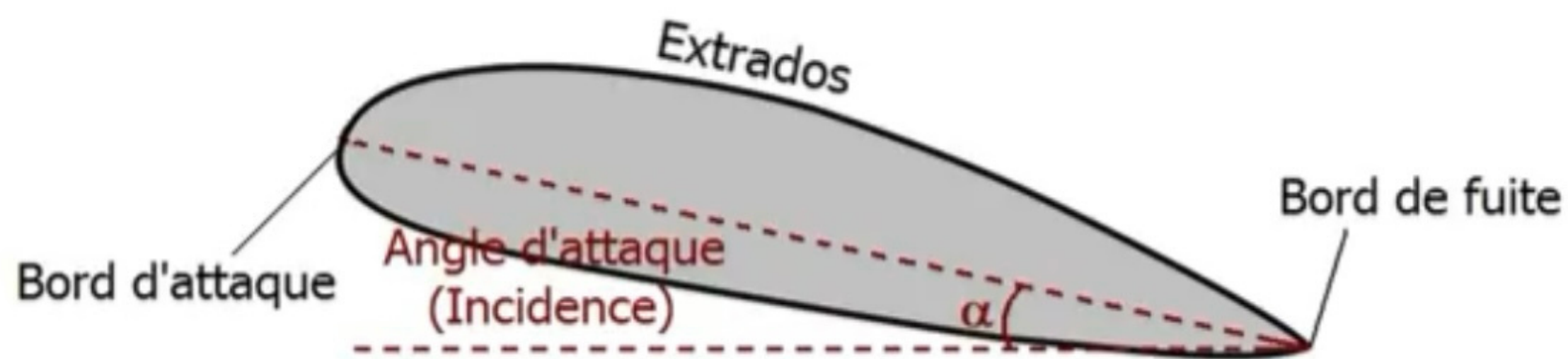
Ces deux effets combinés génèrent ce qu'on appelle **la portance**. Mais cette portance ne peut apparaître que si l'avion avance, et plus il est lourd plus il doit avancer vite. C'est pourquoi les gros avions commerciaux ont besoin de plusieurs moteurs très puissants.





# ANGLE D'ATTAQUE

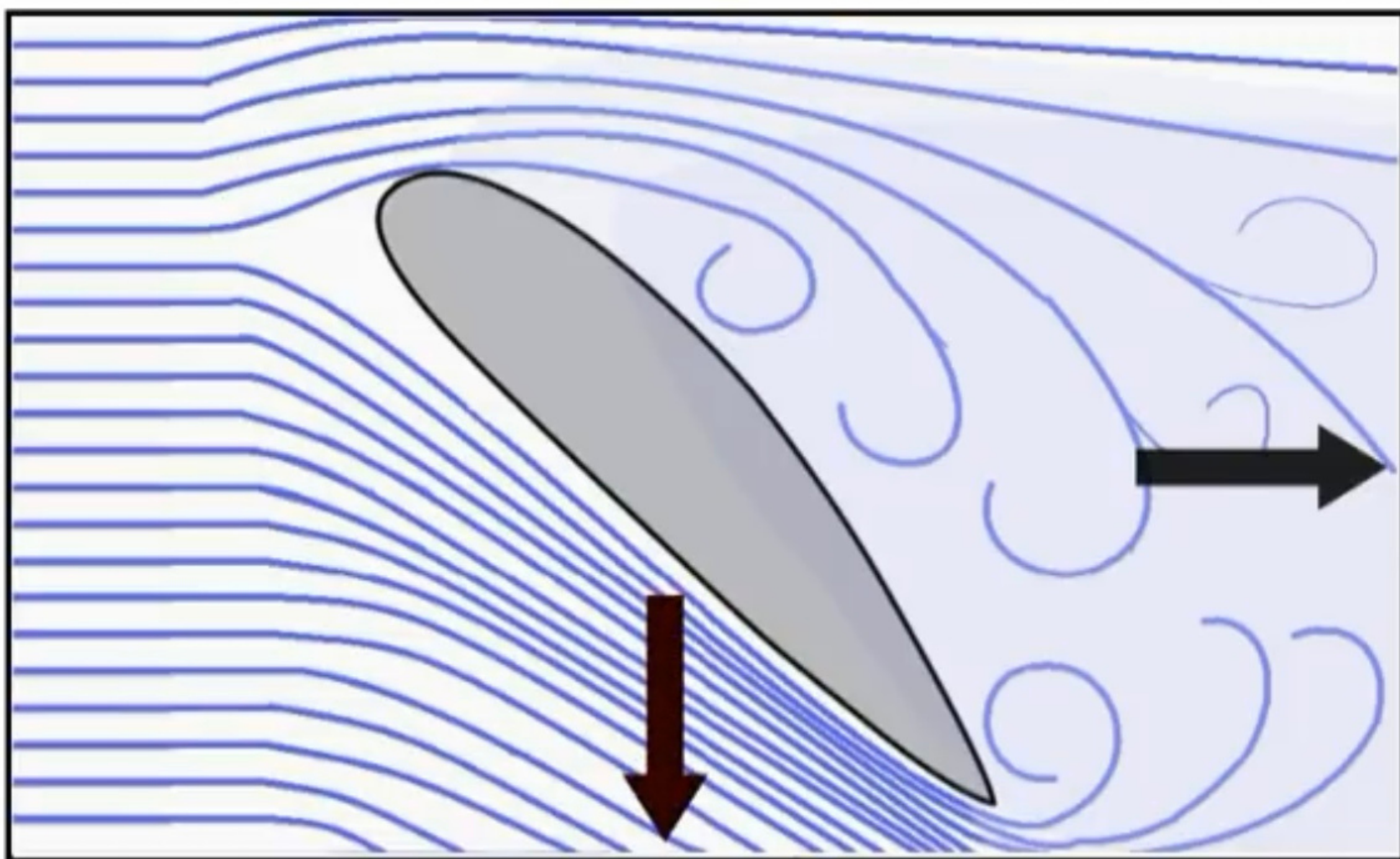
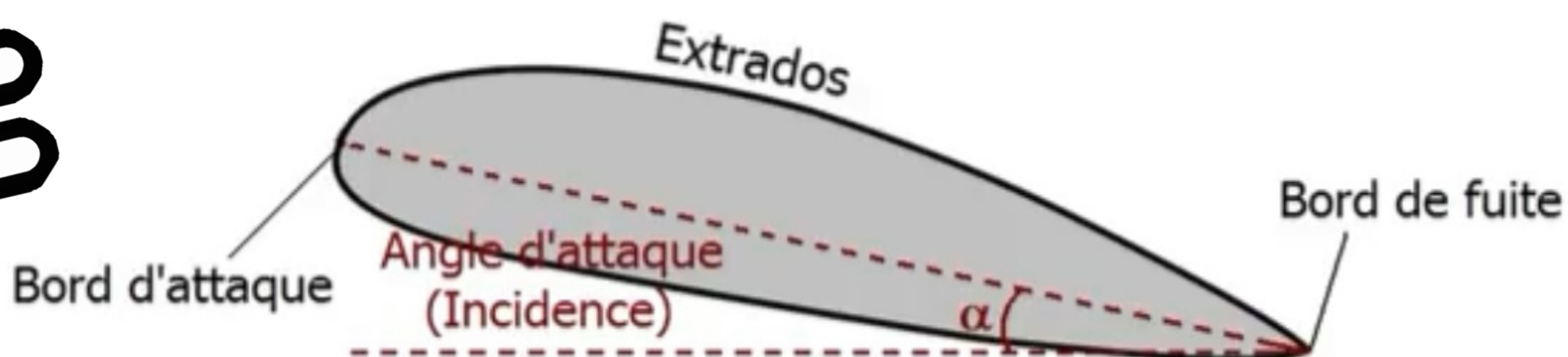
Nous pouvons augmenter la portance en augmentant l'angle que fait l'aile par rapport au vent. Cet angle s'appelle « angle d'attaque » ou d'incidence. Plus nous augmentons l'angle d'attaque et plus la portance augmente mais également la traînée à cause des frottements de l'air sur l'aile.





# LE DÉCROCHAGE

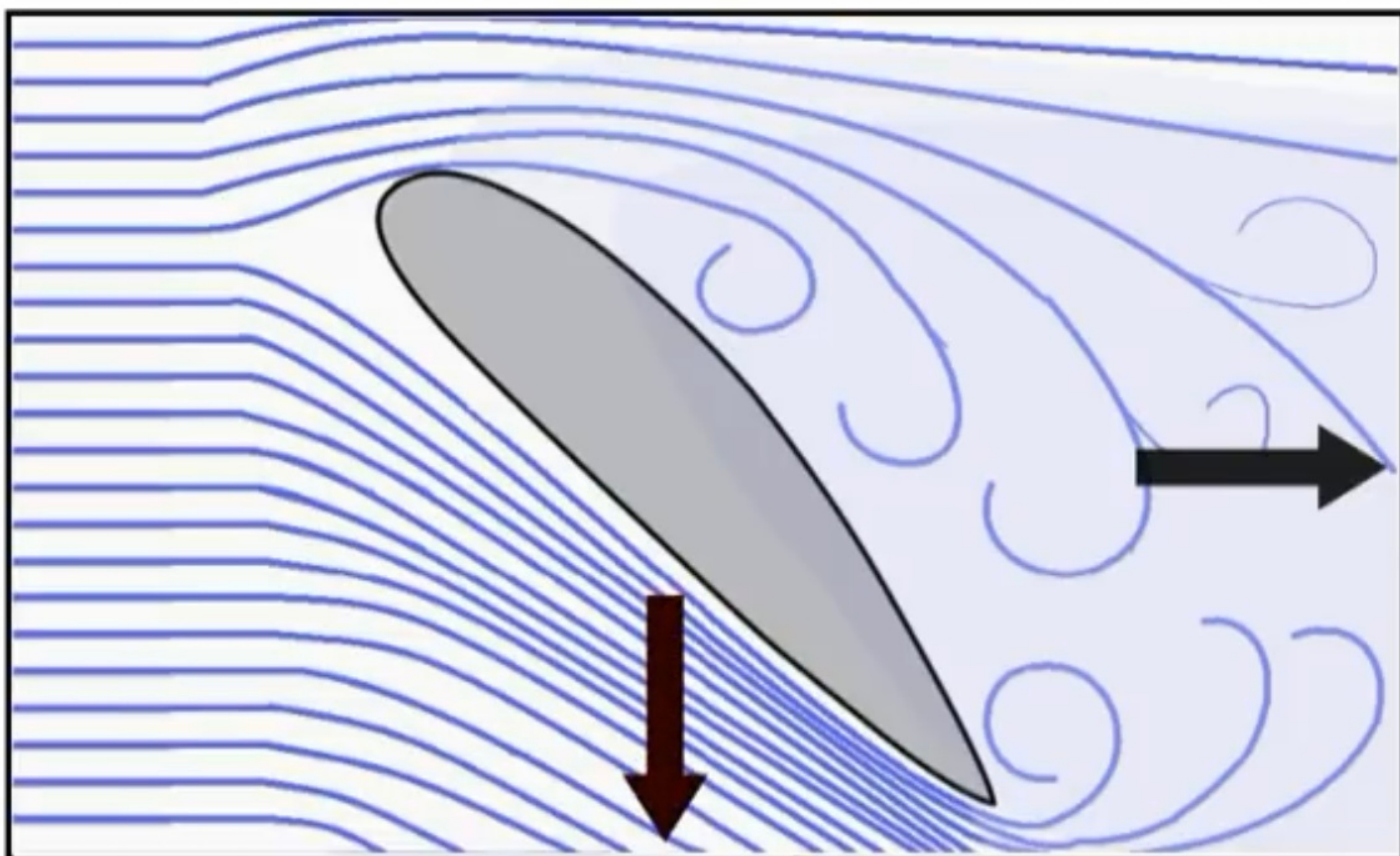
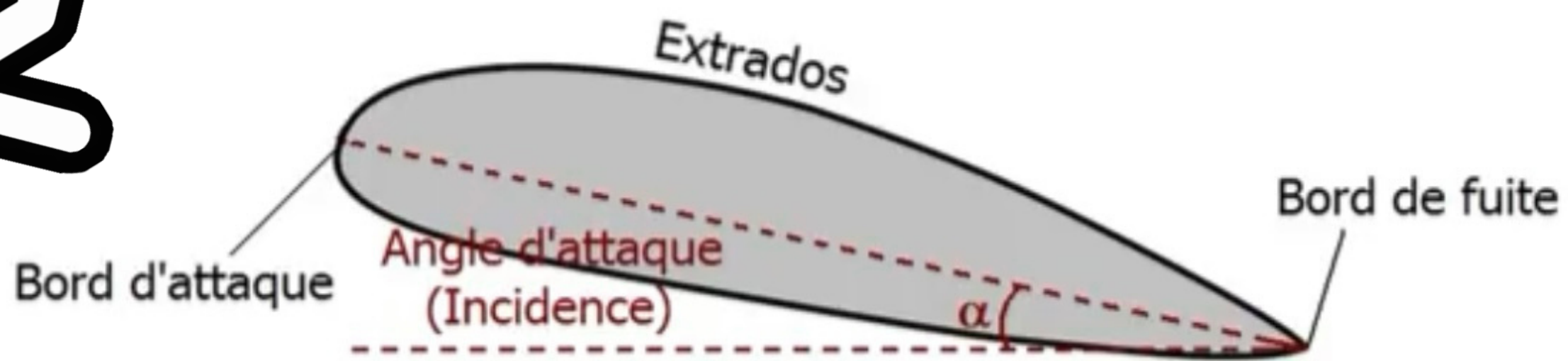
Si nous dépassons une certaine incidence, le flux d'air sur l'extrados ne sera plus régulier et l'écoulement du vent deviendra turbulent engendrant des vibrations de l'avion ainsi qu'une perte de la portance. C'est à ce moment que l'avion décrochera.







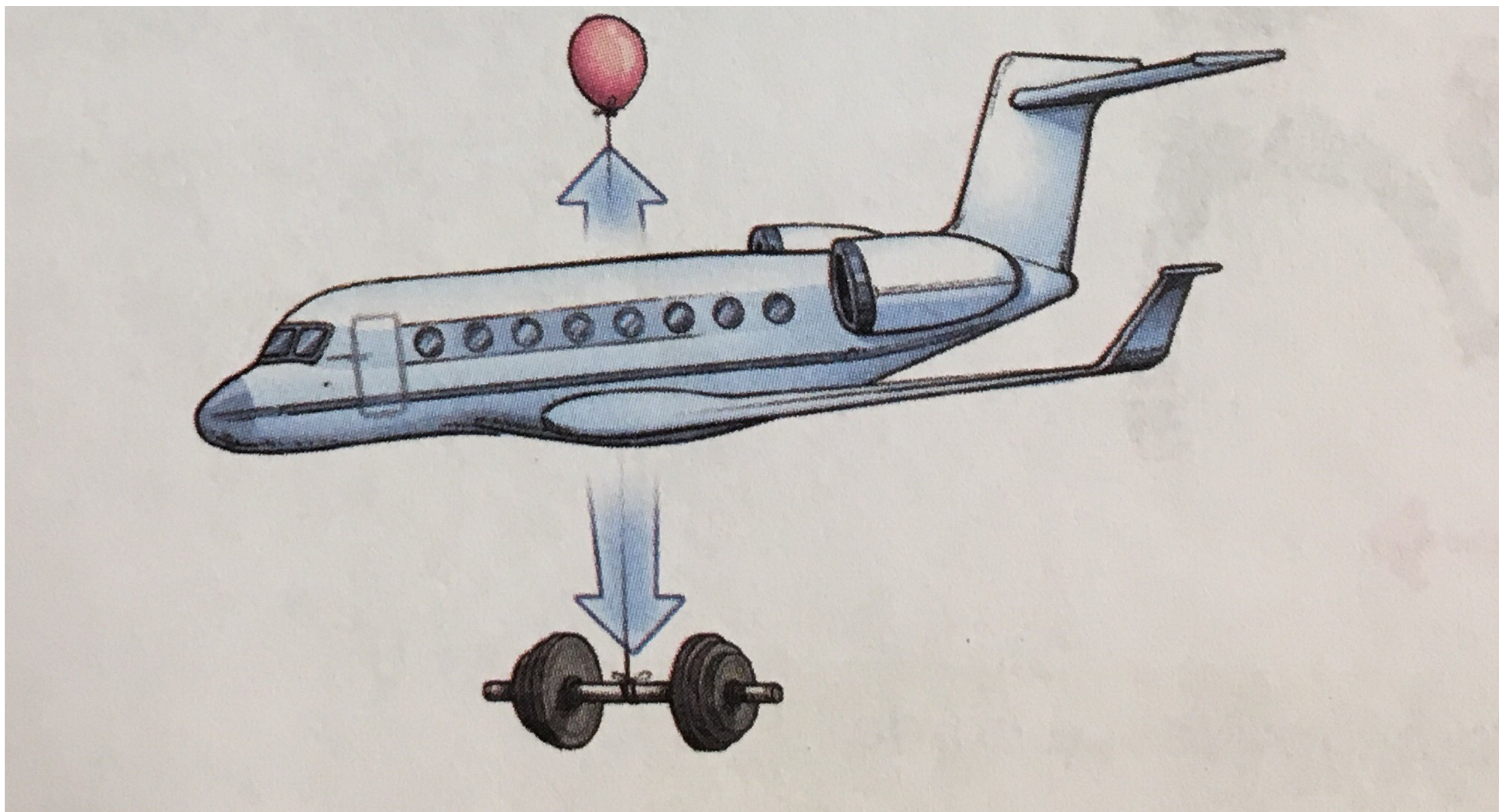
N'est pas peur ! L'avion ne tombera pas comme une roche. Le nez s'abaissera et les pilotes pourront retrouver la portance afin que le vol se poursuivre. De plus, les nouveaux avions sont équipés afin de ne pas se rendre dans cette configuration.





# QU'EST-CE QUI FAIT MONTER ET DESCENDRE L'AVION ?

Si la portance est inférieure au poids de l'avion, celui-ci aura tendance à descendre (ou restera au sol).



Par contre, si la portance est supérieure au poids de l'avion, celui-ci aura tendance à s'élever.



# QU'EST-CE QUE LA PRESSION ?

L'air est composé de particules qui bougent continuellement. Comme des autos tamponneuses, ces particules entrent en collision avec la surface des objets. La pression est la force appliquée par ces collisions.





# HAUTE PRESSION

Il y a une **haute pression** quand un milieu contient beaucoup de particules. Par exemple, lorsqu'une bouteille de boisson gazeuse est scellée, ses parois sont très dures, car la pression à l'intérieur est élevée. La bouteille contient beaucoup de particules de gaz sous pression.





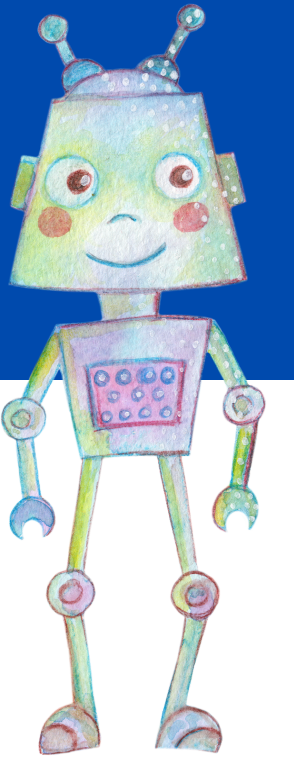
# BASSE PRESSION

Il y a une **basse pression** quand un milieu contient peu de particules. Par exemple, lorsqu'on débouche une bouteille de boisson gazeuse, une partie des particules de gaz s'échappe de la bouteille. La bouteille contient alors moins de particules de gaz sous pression et ses parois deviennent plus flexibles.

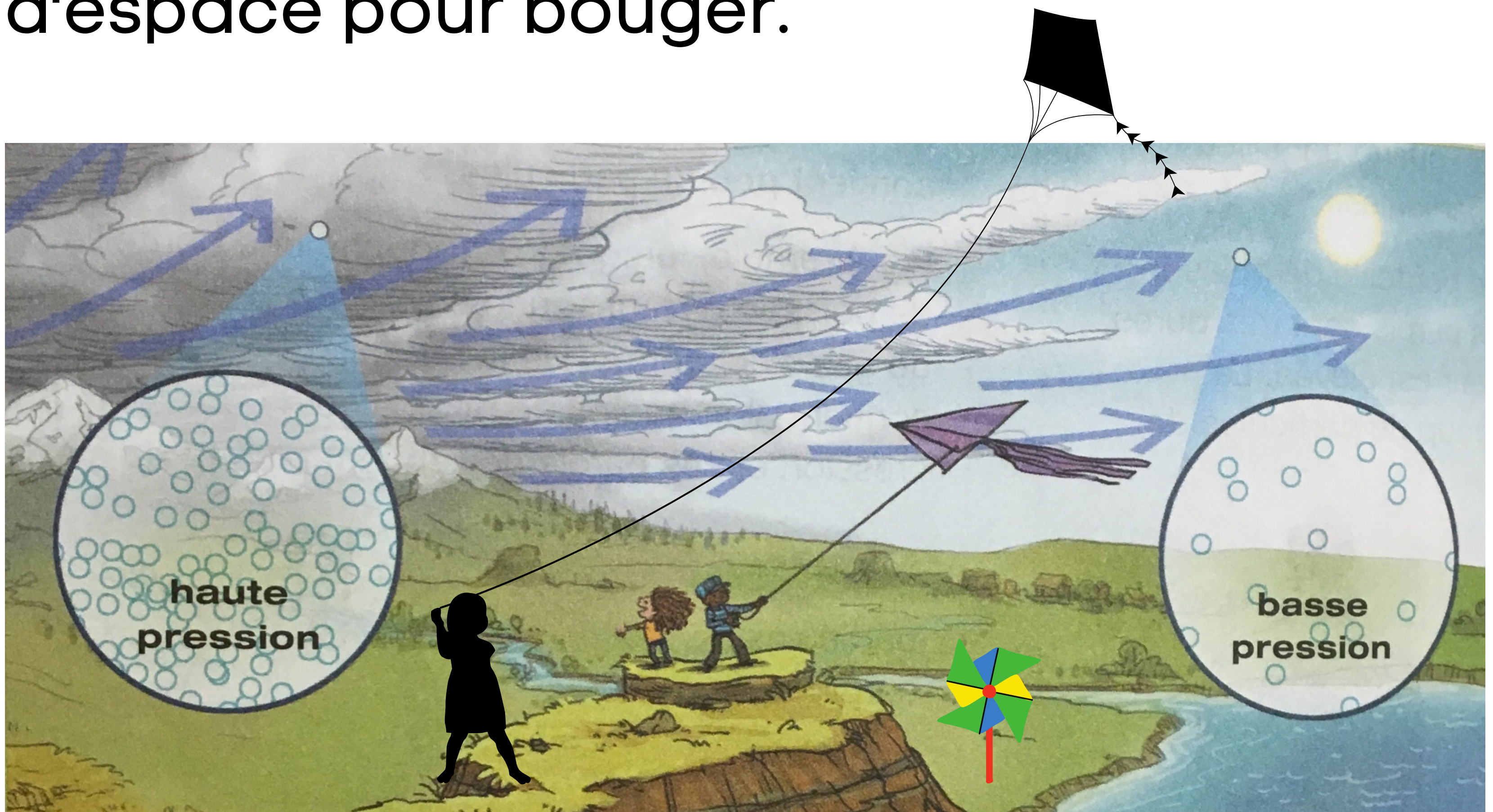




# L'ATMOSPHÈRE



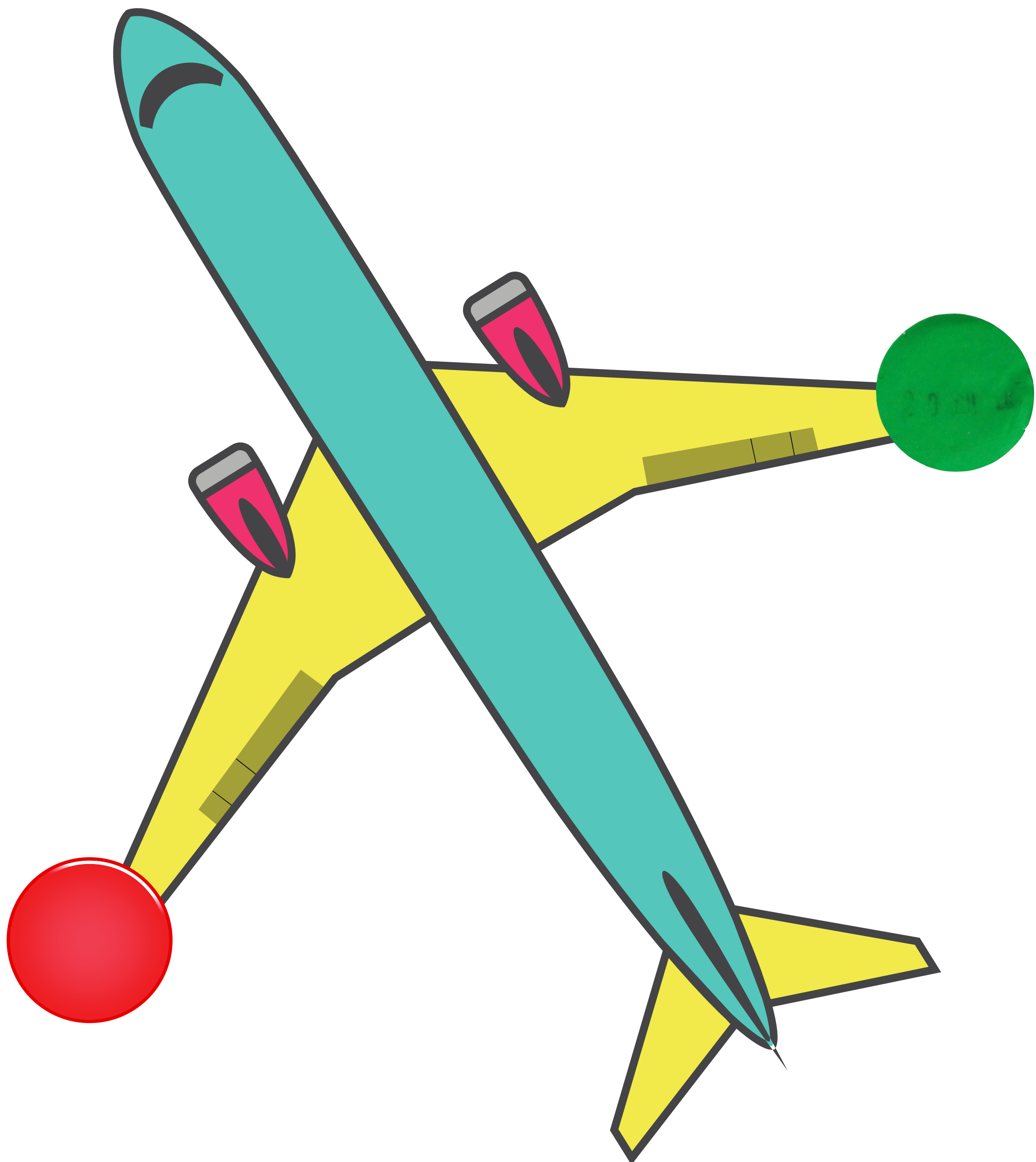
Dans l'atmosphère, les variations de température et le mouvement des masses d'air créent des zones de haute pression et de basse pression. Dans une zone de haute pression, les particules d'air sont **plus rapprochées** les unes des autres. Dans une zone de basse pression, les particules d'air sont plus **dispersées** et ont plus d'espace pour bouger.



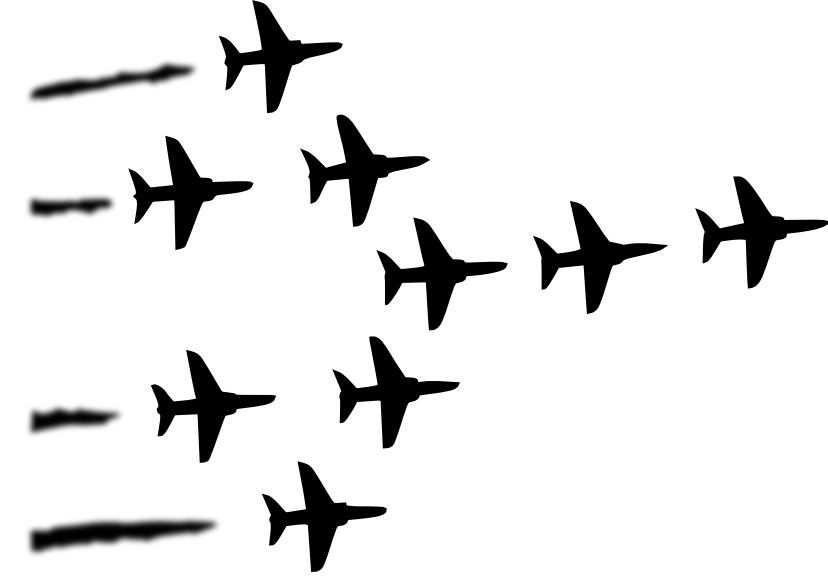


# LES COMPOSANTS

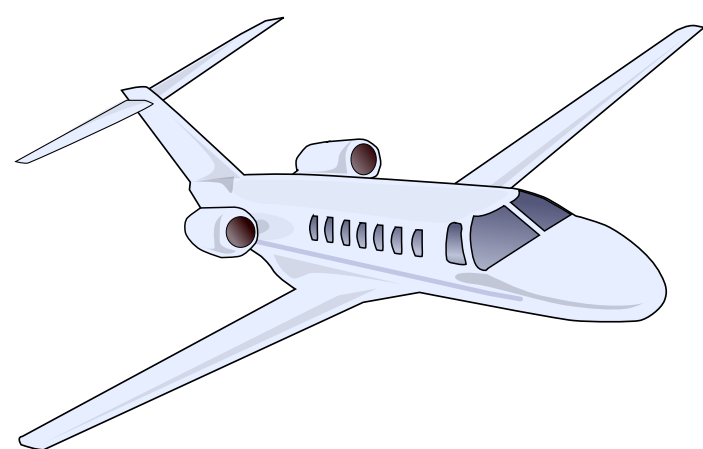
Feux de position: Le feu de position de l'aile gauche est toujours rouge et le feu de position de l'aile droite est toujours vert.





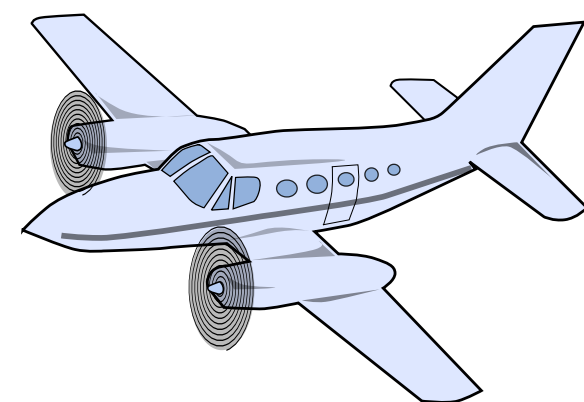


**Les ailerons** sont des gouvernes qui bougent dissymétriquement (l'un monte quand l'autre descend et inversement). Ils permettent un déplacement sur l'axe de roulis.



**La gouverne de direction** est une gouverne qui bouge de droite à gauche et permet un déplacement sur l'axe de lacet.

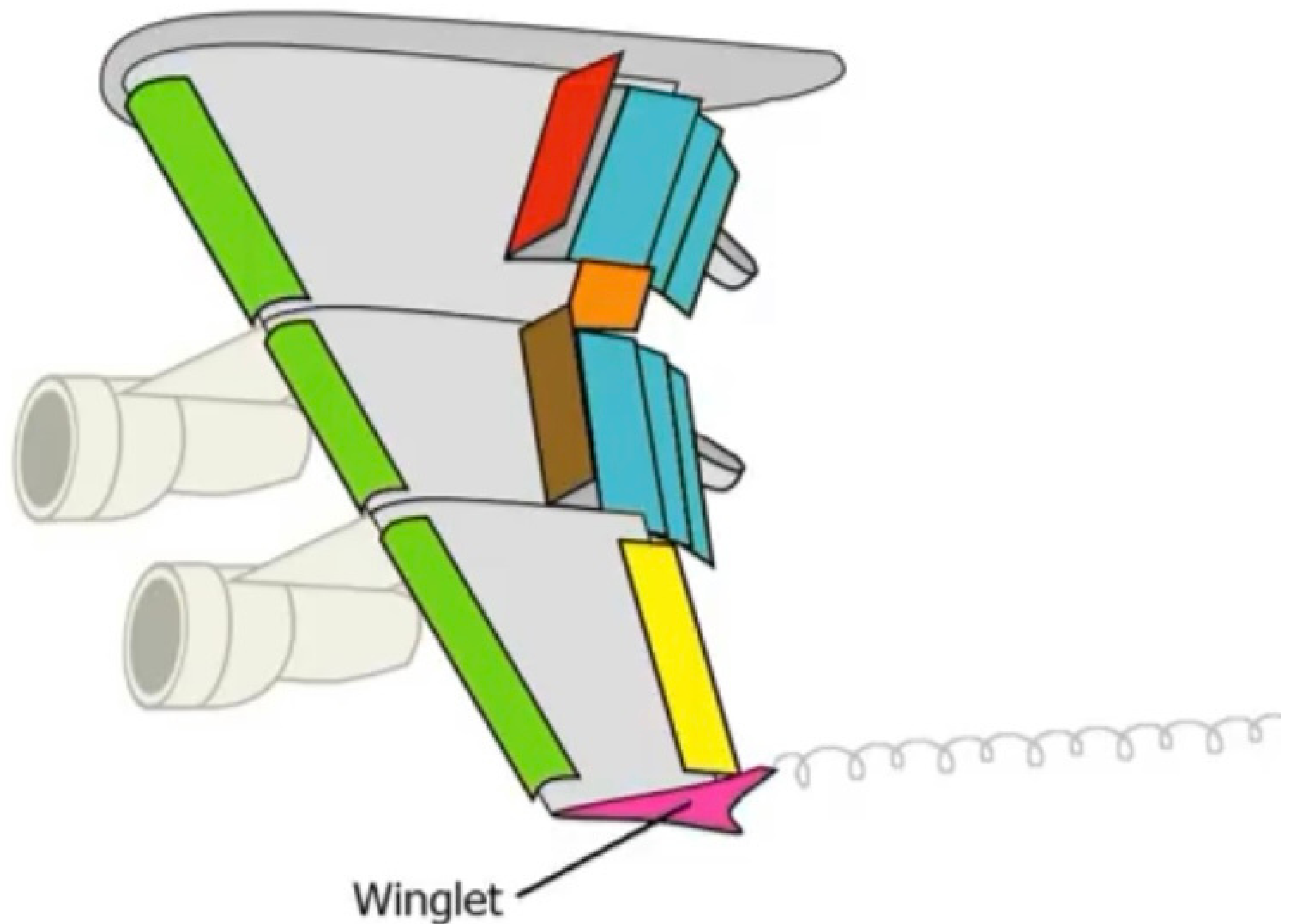
**La gouverne de profondeur** est une gouverne qui bouge de haut en bas et qui permet un déplacement sur l'axe de tangage.



**Les volets** servent à augmenter la surface de l'aile et sa courbure pour améliorer la portance.



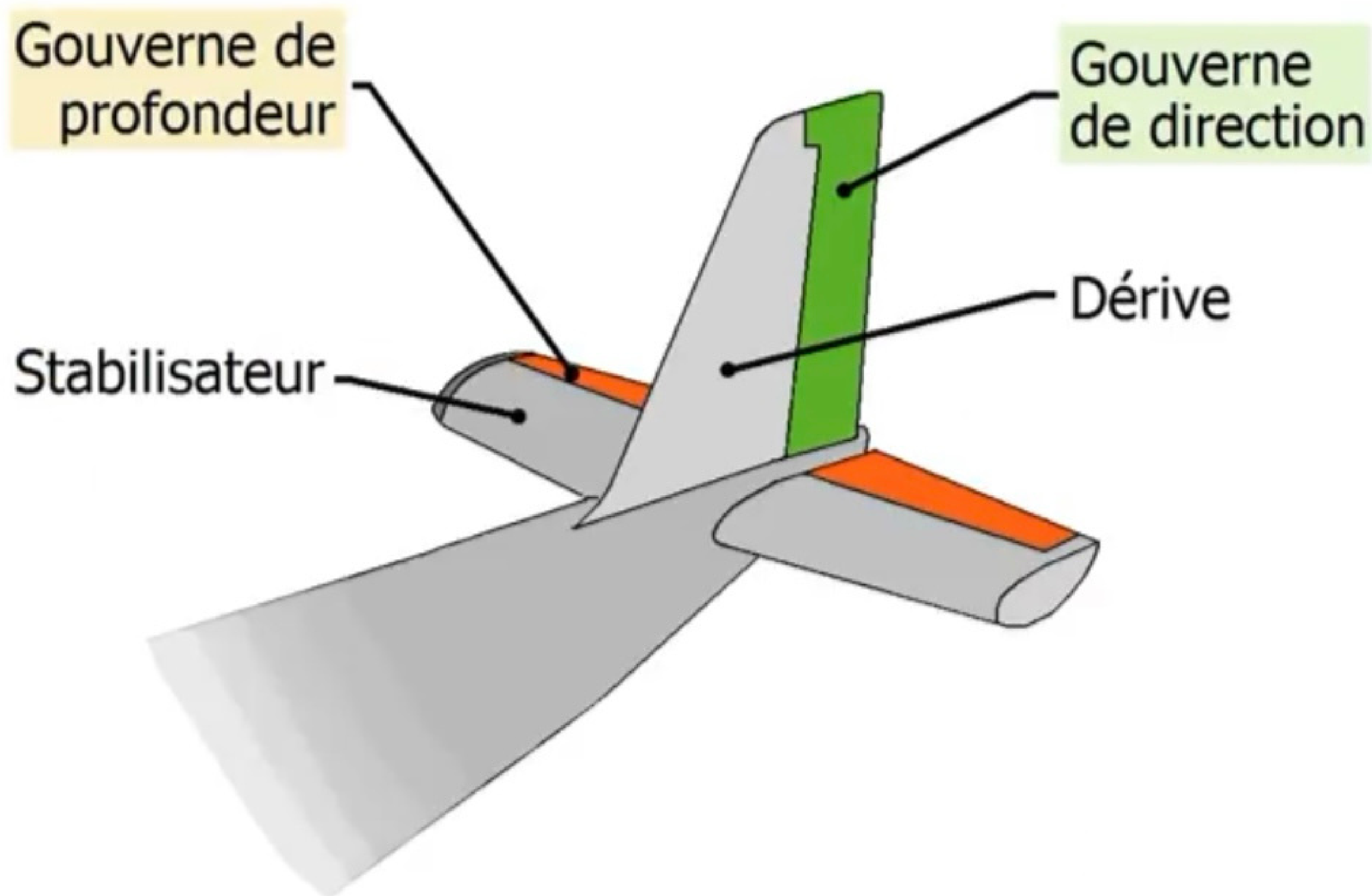
# Mécanique de l'aile



- Becs de bords d'attaque (hypersustentateurs)
- Volets Fowler (hypersustentateurs)
- Aileron basse vitesse (mouvement de roulis)
- Aileron haute vitesse (mouvement de roulis)
- Spoiler destructeur de portance (hyposustentateur)
- Aérofrein (hyposustentateur)
- Winglet



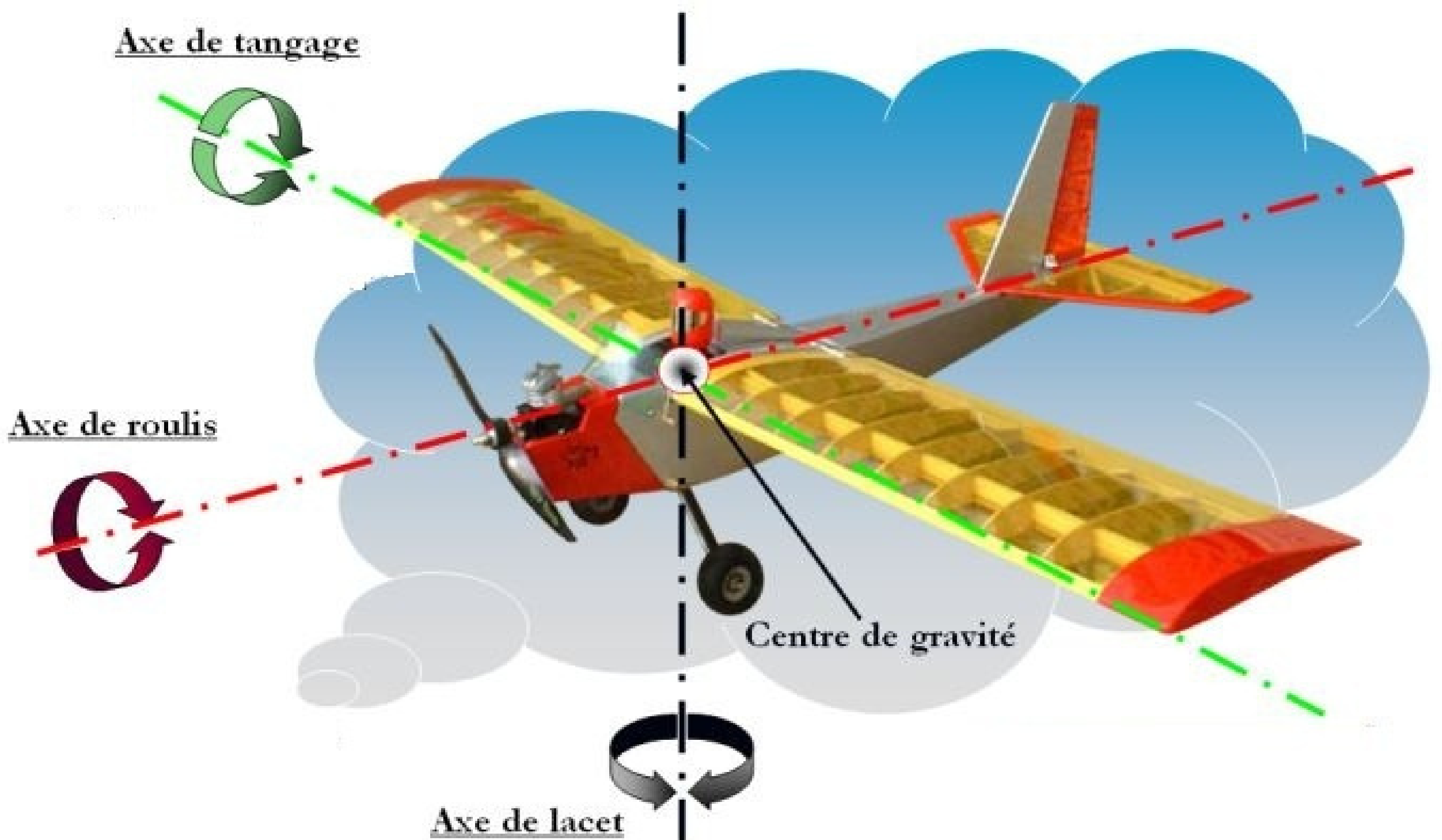
# L'empennage





# TROIS AXES

L'avion peut se mouvoir autour de trois axes appelés axe de **roulis**, axe de **tangage**, et axe de **lacet**.

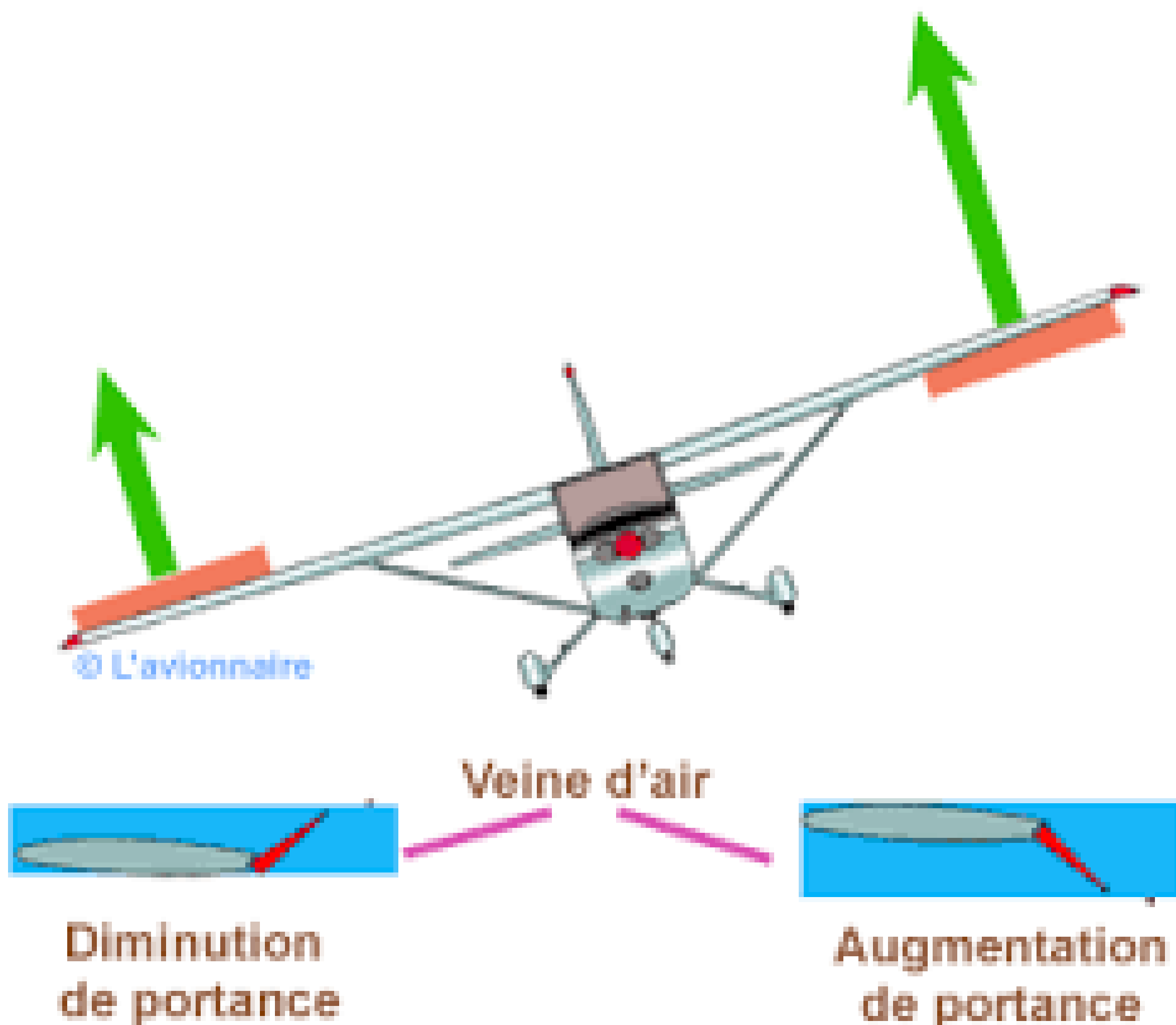




# LE ROULIS (LES AILERONS)

## Roulis (les ailerons)

Si le pilote souhaite que l'avion tourne sur la gauche, il va tourner le volant vers la gauche, ainsi il hausse l'aileron gauche et abaisse l'aileron droit. Pour effectuer un virage sur la droite, le pilote actionne le volant vers la droite, ainsi il hausse l'aileron droit et baisse l'aileron gauche.



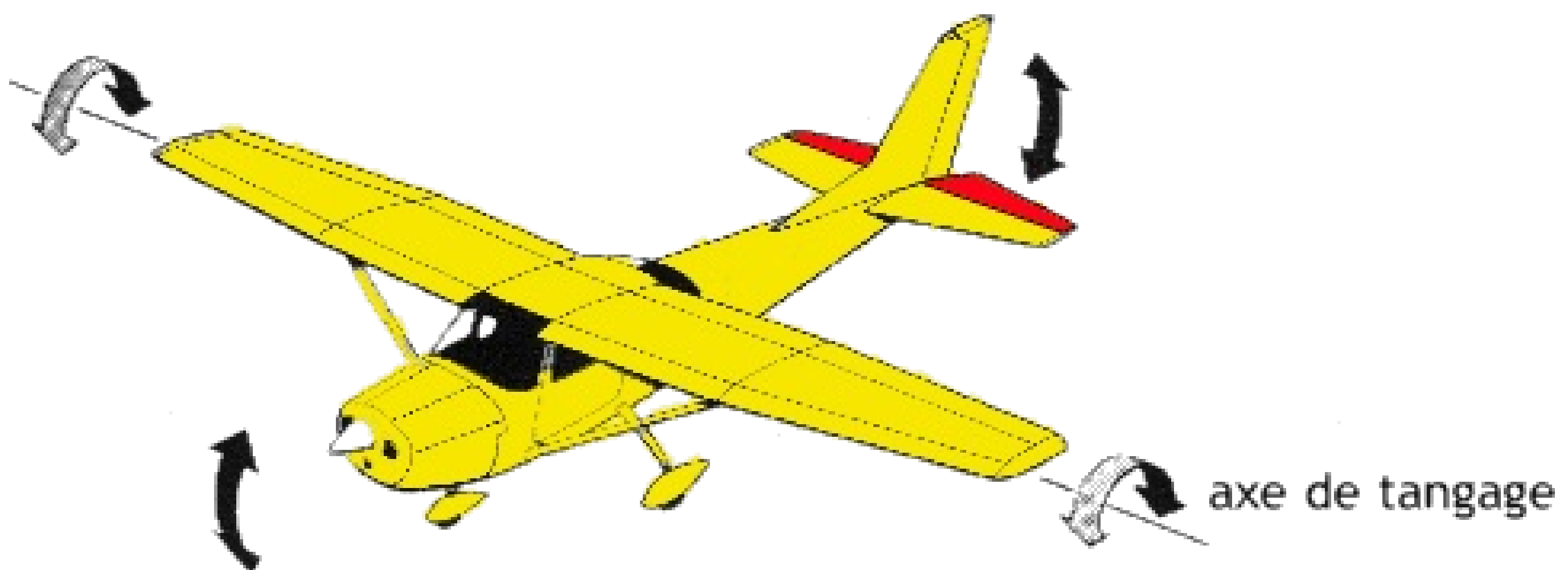


# LE TANGAGE

## (LA GOUVERNE DE PROFONDEUR)

### **Tangage (la gouverne de profondeur)**

Si le pilote décide de faire tanguer l'avion vers le haut, il tire le manche (ou le volant) vers lui ainsi la gouverne de profondeur se lève. Si le pilote incline le manche vers l'avant, la gouverne de direction s'abaisse.





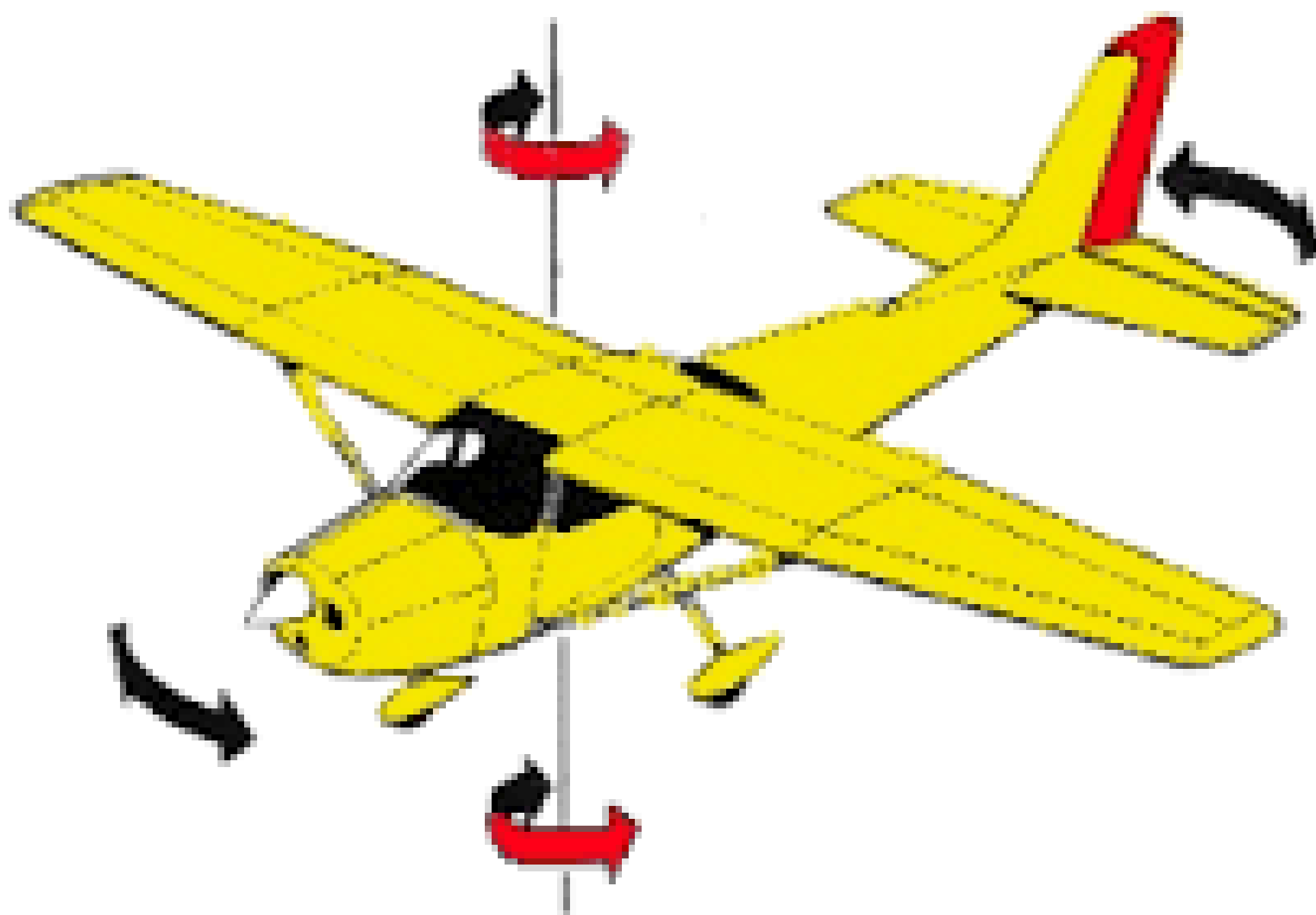
# LE LACET

## (LA GOUVERNE DE DIRECTION)

### **Lacet (la gouverne de direction)**

À l'aide du palonnier de gauche, le pilote oriente la gouverne de direction vers la gauche, l'avion pivote alors vers la gauche autour de l'axe de lacet. Si le pilote souhaite pivoter l'avion vers la droite, il actionne alors le palonnier droit et ainsi la gouverne est orientée à droite.

axe de lacet





# LES MOTEURS

## LE MOTEUR À PISTON

Un moteur est dit à quatre temps ( ou quatre cycles) parce que la transformation de l'énergie chimique du mélange carburé en énergie mécanique s'opère en deux allers-retours de piston. Son fonctionnement théorique se décompose comme suit :



Premier temps l'admission, deuxième temps, la compression, troisième temps, la mise à feu et quatrième temps l'échappement.

Admission



Compression



Explosion



Échappement



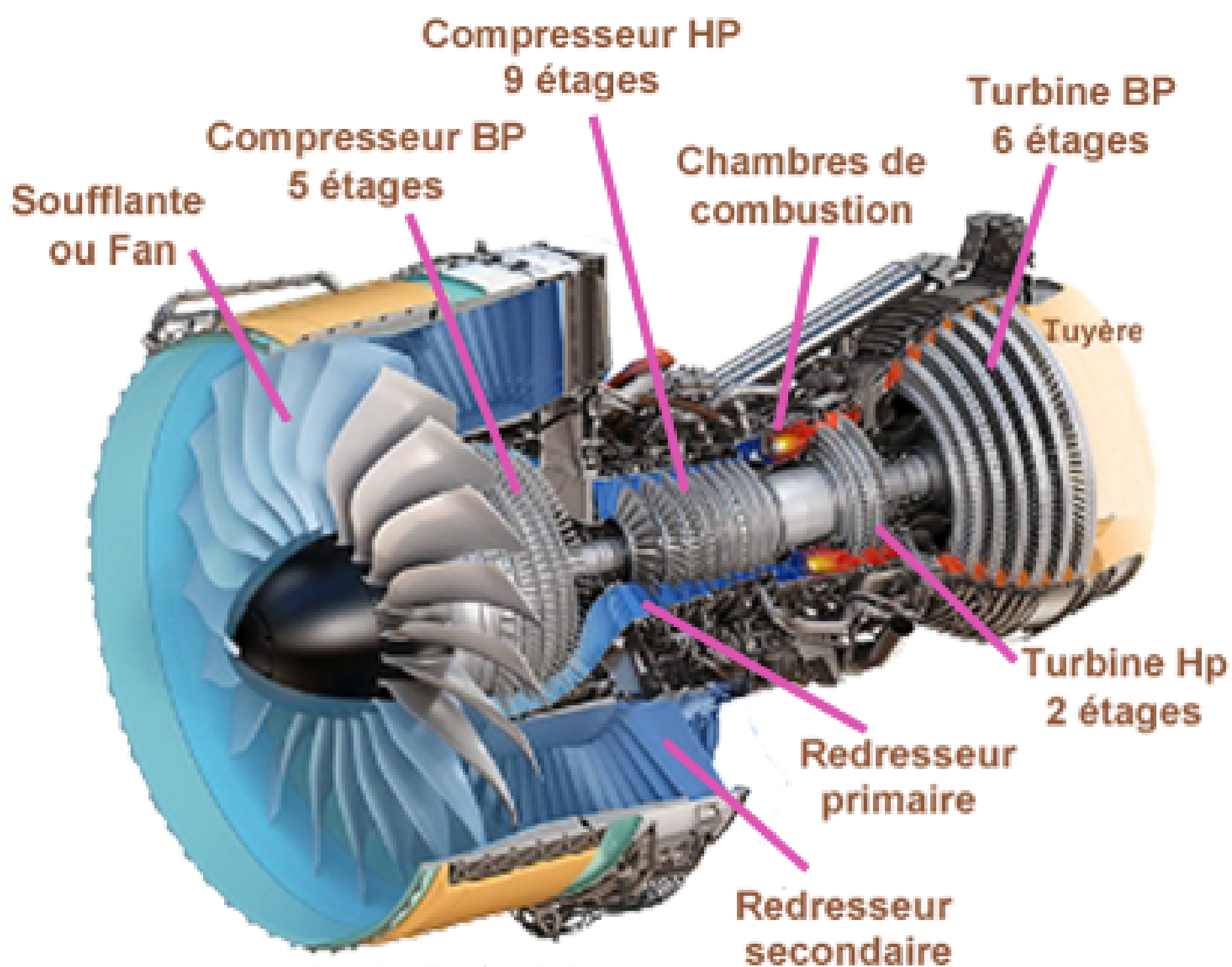


# LES MOTEURS

## LE MOTEUR À TURBINE

### Le moteur à turbines

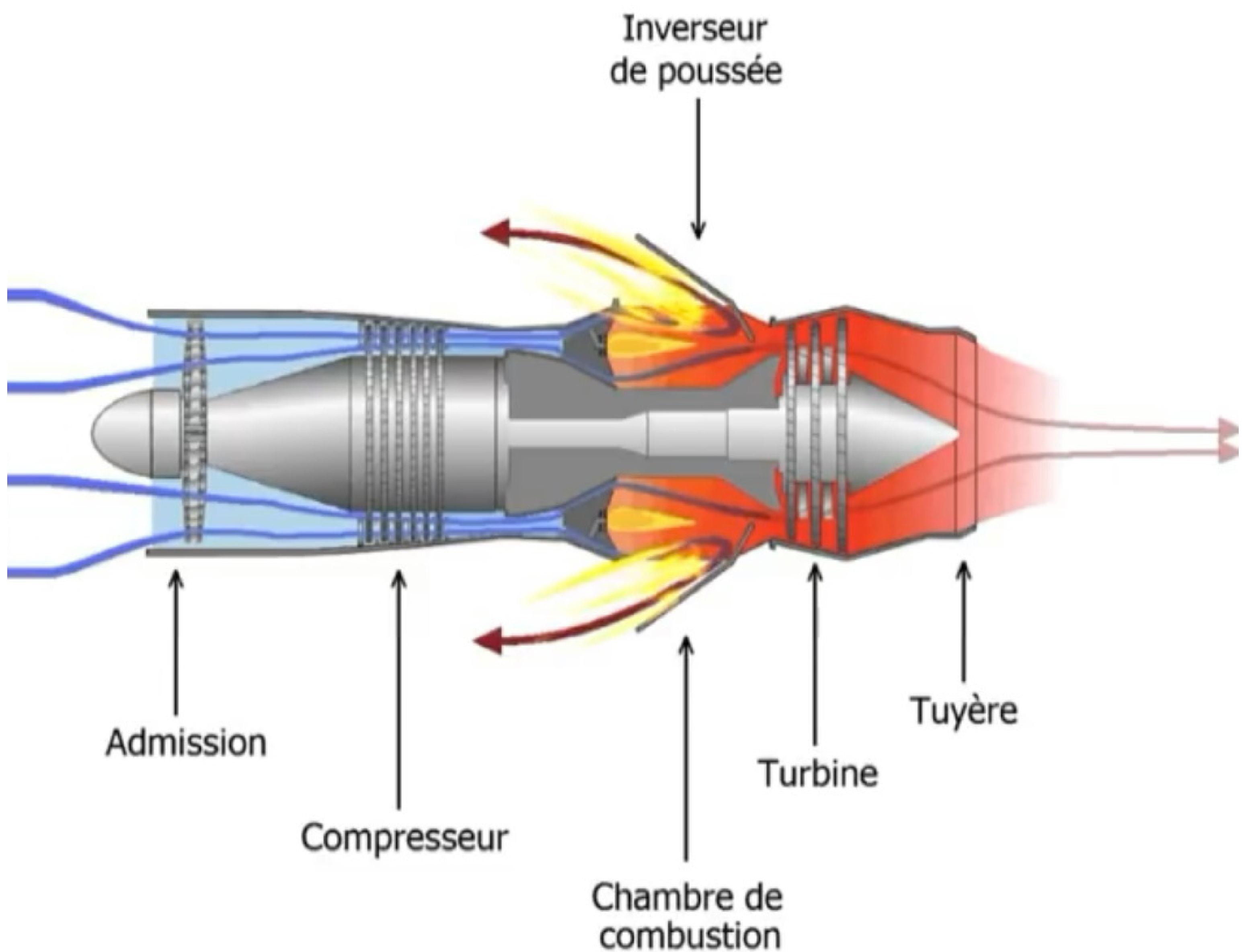
Une turbomachine est un terme générique désignant une machine fonctionnant sur le principe de la **récupération de l'énergie calorifique des gaz issue d'une combustion par le biais d'une turbine**, afin d'entraîner un compresseur et les accessoires nécessaires au bon fonctionnement de la machine pompes, régulateurs, etc.



Source : Engine Alliance



# Les turboréacteurs





# LES INSTRUMENTS

Il existe des instruments de vol de base, tels que **l'altimètre qui affiche l'altitude**, **l'anémomètre (la vitesse)** et **l'indicateur de direction magnétique, une sorte de boussole**. De plus, un horizon artificiel, un coordinateur de virage et un indicateur de vitesse verticale sont des instruments de vol présents dans la plupart des avions directement devant le pilote et le copilote.



# LE X-15 L'AVION SPATIAL

**Le X-15** mérite bien son titre d'avion spatial. A treize reprises, les pilotes du programme X-15 ont dépassé les 80 kilomètres d'altitude et par deux fois, l'engin a grimpé à plus de cent kilomètres au-dessus du sol, aujourd'hui la limite officielle de l'espace.



Le X-15 a exploré le vol hypersonique et le domaine spatial, expérimenté le contrôle d'un appareil dans l'espace et s'est frotté au problème de la rentrée dans l'atmosphère.



# LE SR-71 BLACKBIRD

**Le SR-71 Blackbird** est un avion supersonique américain employé au cours de la guerre froide pour des missions de surveillance et d'espionnage photographique. Cet avion au fuselage futuriste est également très présent dans l'imaginaire collectif à travers de nombreux films, séries télévisées et jeux vidéo qui ont emprunté son image.

