

Pour en savoir plus sur le vol...

* Qu'est-ce que le vol ?

Le vol fait référence à l'ensemble des mouvements coordonnés faits par les animaux capables de se maintenir en l'air et de s'y mouvoir. Par extension, c'est aussi le fait, pour des engins conçus par l'être humain, de se soutenir et de se déplacer dans l'air.



* Qu'est-ce qui peut voler ?

Les oiseaux, les insectes ailés et certains mammifères comme la chauve-souris et le polatouche (écureuil volant) peuvent voler. Quant à l'être humain, c'est par son intelligence et sa détermination qu'il est arrivé à conquérir les airs en inventant différents objets volants comme le cerf-volant, la montgolfière, le parachute, l'avion, le planeur, l'hélicoptère et la fusée. Les plumes, les feuilles d'arbres, les samares, etc. sont emportées par le vent et se déplacent aussi dans l'air sur de grandes distances. Cependant, comme elles ne contrôlent pas leurs déplacements, on ne peut pas dire qu'elles volent réellement.



* Le plus vieux rêve de l'homme



Dédale et Icare,
Charles Landon,
1799

Qui n'a jamais rêvé de quitter l'emprise du sol pour atteindre cette liberté de déplacement propre aux oiseaux, aux insectes ailés et à quelques mammifères privilégiés ? Le mythe d'Icare témoigne de ce rêve éternel de l'homme : voler.

Dans la mythologie grecque, **Dédale** est un architecte, sculpteur et inventeur génial de la ville d'Athènes. Exilé en Crète, une île grecque, il est accueilli par le roi Minos qui lui demande de construire un labyrinthe géant pour y enfermer le Minotaure, un monstre mangeur d'hommes mi-homme, mi-taureau. Soupçonné d'avoir trahi le roi Minos, Dédale est à son tour enfermé dans le labyrinthe avec son fils **Icare**. Ils y fabriquent alors des ailes faites de plumes fixées à l'aide de cire et grâce auxquelles ils réussissent à s'échapper. Cependant, Icare, subjugué par le plaisir du vol, s'approche si près du Soleil que la cire fond, le précipitant dans la mer qui, depuis, porte son nom.

Les ancêtres de l'avion

* L'ancêtre de l'avion



En Asie, les cerfs-volants sont utilisés depuis plus de 2 000 ans lors de certaines fêtes et autres cérémonies religieuses. Autrefois, les Chinois se servaient même des cerfs-volants pour y placer des observateurs au-dessus des champs de bataille. Ce sont ces objets volants qui ont inspiré les pionniers de **l'aéronautique** dans leurs recherches pour développer les **planeurs** et les **avions** d'aujourd'hui.

* La différence entre un avion et un planeur

Muni d'ailes fixes et d'un moteur, l'avion est un appareil qui permet de se déplacer dans l'air. À la différence de l'avion, à qui il ressemble, le **planeur** a de très longues ailes et n'est pas propulsé par un moteur. Tracté par un avion motorisé ou un treuil situé au sol, il « largue les amarres » à une certaine altitude pour poursuivre son vol de façon autonome.



* Qu'est-ce que l'aéronautique ?

L'aéronautique est la science qui étudie la navigation aérienne, bref, le vol d'engins conçus par l'être humain. Un **ingénieur aéronautique** s'attarde plus particulièrement à la conception des avions et des planeurs.

* Le pionnier de l'aéronautique



L'ingénieur allemand **Otto Lilienthal** (1848-1896) a longuement observé le vol des oiseaux et des cerfs-volants pour développer ses

nombreux planeurs dont le modèle a inspiré les concepteurs des actuels deltaplanes. Selon lui, les hommes devaient d'abord maîtriser le vol plané pour pouvoir voler. Une énorme rafale de vent lui a coûté la vie lors de son 2 000^e vol, cinq ans après son premier vol.

* Les frères Wright

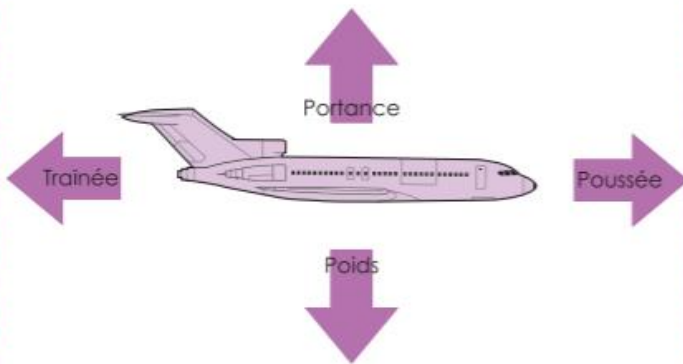


Inventeurs états-unis, les frères **Wilbur** (1867-1912) et **Orville** (1871-1948) **Wright** se sont également inspirés des cerfs-volants pour développer des planeurs fonctionnels. En décembre 1903, Orville Wright effectua, à Kitty Hawk, en Caroline-du-Nord aux États-Unis, le premier vol humain motorisé et contrôlé. L'avion fit un vol de 35 mètres qui dura 12 secondes.

Les forces en jeu

* Quatre forces en jeu

Lors du vol d'un avion, quatre forces entrent en jeu pour soutenir celui-ci dans l'air : le **poids**, la **poussée**, la **traînée** et la **portance**. Il faut noter qu'une force est ce qui agit sur un objet pour le mettre en mouvement, l'immobiliser ou changer sa direction. Pour comparer ces quatre forces à un phénomène commun, imaginons une ballade en voiture par une belle journée d'été. Fenêtre baissée, on sort la main à l'extérieur, à la verticale, paume vers l'avant de la voiture. Observons ce qui se passe alors...



* Une force vers le bas : le poids



Lorsque la voiture est à l'arrêt, nous sentons notre main tomber vers le sol. Cette force qui joue sur notre main s'appelle le **poids**. C'est la même force qui attire inexorablement vers le sol l'avion en panne de moteur... Attention de ne pas confondre la *masse* et le *poids*! La masse d'un objet, c'est la quantité de matière qui est contenue dans cet objet (atomes et molécules). Elle ne change jamais, qu'on soit sur la Terre ou dans l'espace, et son unité de mesure est le *kilogramme* (kg). Le *poids* d'un objet correspond, quant à lui, à la force d'attraction que la Terre exerce sur lui en fonction de sa masse. L'unité de mesure du poids est le *newton* (N). C'est cette force, le poids, qui fait en sorte qu'un objet, ou tout autre corps, lancé dans les airs retombe au sol si rien ne s'y oppose. Plus la masse de l'objet est importante et plus la force que la Terre va exercer sur lui pour le faire tomber au sol est grande.

* Une force vers l'avant : la poussée

La voiture qui se met à rouler, entraînant notre main vers l'avant de plus en plus vite, engendre une autre force : la **poussée**. Dans le cas des avions, cette force qui leur permet d'avancer est générée par un moteur ou un propulseur selon que l'on a affaire à un avion mû par une hélice ou par un réacteur. Dans le cas de l'avion à hélices, on parlera de force de traction par opposition à la force de propulsion propre aux avions à réaction. Le problème est que les gaz rejetés par les moteurs d'avions sont des **gaz à effet de serre** qui contribuent au réchauffement planétaire.



Les forces en jeu

* Une force vers l'arrière : la traînée



Même s'il ne vente pas ce jour-là, le déplacement de notre voiture crée ce qu'on appelle un vent relatif. Ce déplacement rapide de l'air a pour effet de projeter notre main vers l'arrière, tellement qu'on a parfois du mal à la ramener vers l'avant ! Cette force qui agit sur notre main a pour nom la **traînée** et a pour effet de ralentir l'avion en déplacement. La traînée est donc une force de résistance qui est due au frottement de l'air sur la surface de l'avion exposée au vent relatif. C'est cette force qui est exploitée lors de l'atterrissage et qui permet au pilote de contrôler les déplacements de l'avion en vol. En effet, comme un poisson se sert de l'eau pour nager, l'avion utilise l'air pour se déplacer en appuyant dessus grâce aux ailerons et au gouvernail.

* Pour mieux comprendre la portance

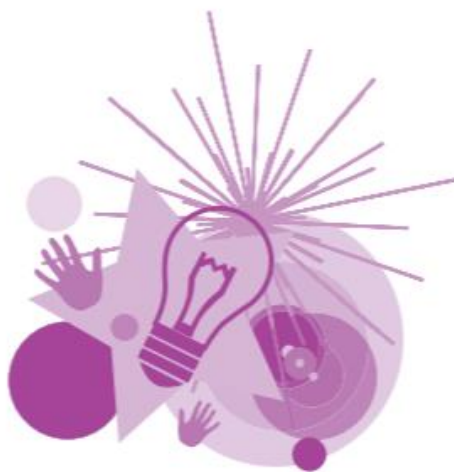
La portance s'explique par l'interrelation de phénomènes physiques complexes dont le principal est le **principe de Bernoulli** identifié par le physicien et mathématicien suisse **Daniel Bernoulli** (1700-1782). Selon le principe de Bernoulli, plus l'air circule rapidement, plus la pression diminue. Étant donné la forme d'une aile d'avion (courbée au-dessus et plane en dessous) et son inclinaison par rapport à l'horizontale, l'air circule plus vite au-dessus de l'aile qu'en dessous. Selon le principe de Bernoulli, il en résulte que la pression de l'air est moins importante sur le dessus de l'aile qu'en dessous. La pression d'air supérieure sous l'aile pousse donc celle-ci vers le haut.

* Une force vers le haut : la portance

Portance



Fatigués de résister à cette force de traînée, l'idée nous vient d'incliner notre main afin d'offrir moins de résistance au vent relatif. Que se passe-t-il alors ? Cette nouvelle position de notre main engendre une circulation particulière de l'air. Une force vers le haut est ainsi créée et soulève notre main vers le ciel. Cette force qui agit également sur les ailes d'un avion s'appelle la **portance**. Lorsque la portance est suffisamment forte pour vaincre le poids d'un avion, celui-ci s'élève et vole. La portance dépend de la vitesse, de la forme et de la taille de l'avion, mais aussi de l'angle que font ses ailes avec l'horizontale.



Les défis de l'aéronautique

* Une question de contrôle !

Un avion en altitude circulant dans une direction à vitesse constante subit l'interaction des quatre forces de la façon suivante :

- la portance (force vers le haut) = le poids (force vers le bas).
- la poussée (force vers l'avant) > la traînée (force vers l'arrière).

Mais le pilotage, c'est aussi accélérer, freiner, monter, descendre, virer à droite et à gauche. Pour y arriver, cet équilibre est brisé temporairement par la modification d'une des forces.

* Toujours plus vite !

Pour que l'avion puisse avancer, il faut que la poussée (force vers l'avant) soit plus importante que la traînée (force vers l'arrière). Pour que l'avion puisse accélérer, la poussée doit non seulement être supérieure à la traînée, mais aussi augmenter. Voici quelques idées développées par les ingénieurs en aéronautique pour concevoir des avions plus rapides :

- Réduire la traînée (force vers l'arrière) en modifiant la forme du fuselage (corps de l'avion) et des ailes pour les rendre le plus aérodynamique possible.
- Réduire la traînée en utilisant des matériaux lisses et sans aspérités.
- Augmenter la poussée (force vers l'avant) en créant des moteurs plus puissants dont les moteurs à réaction.



* Défier l'attraction terrestre !



Pour que l'avion puisse demeurer en l'air, la portance (force vers le haut) doit être égale au poids (force vers le bas). Pour qu'il s'élève, la portance doit être supérieure au poids. Le défi des ingénieurs en aéronautique est donc de défier l'attraction terrestre ! Voici des moyens utilisés pour y arriver :

- Réduire le poids (force vers le bas) en construisant des avions le plus léger possible.
- Augmenter la vitesse de l'avion. La poussée (force vers l'avant) étant plus importante, la portance le sera aussi.
- Favoriser l'effet Coanda et la loi de l'action réciproque de Newton en forçant la déviation vers le bas de l'air sur l'aile. Pour ce faire, on peut incliner légèrement les ailes afin de présenter le dessous selon un certain angle (1 à 12 °) et/ou utiliser des ailerons qui permettent de dévier le flux d'air à volonté.