

Les termes techniques et spécifiques propres à l'aviation utilisés ci-dessous sont définis sur le schéma "Noms"

Bonjour, je suis Louis Coupeau, élève de terminale et passionné d'aéronautique. J'ai donc décidé d'aborder ce sujet dans mon grand oral en répondant à la question suivante: "existe-t-il une aile d'avion idéale?" En cela j'entends une aile d'avion efficace pour tous les avions. On va plus exactement s'intéresser au profil d'aile, c'est-à-dire une découpe verticale d'une aile d'avion.

On s'intéressera au fonctionnement basique d'une aile puis on abordera différents cas typiques de profils d'aile d'avion. Mais avant toute chose, étudions les forces qui s'appliquent sur un avion.

Il y en a quatre principales: le poids, l'action de la gravité sur l'avion, et la portance qui s'y oppose et permet à l'avion de voler. On a ensuite l'accélération due à la poussée des moteurs ainsi que la traînée qui s'y oppose et ralentit l'avion. On notera que la portance et la traînée sont proportionnelles, les constructeurs d'avions doivent donc trouver un bon compromis entre portance et traînée selon leurs objectifs.

Passons maintenant au fonctionnement d'une aile. Une aile permet à un avion de voler principalement grâce à un phénomène: une différence de pression entre l'extrados et l'intrados. En effet, lorsqu'un avion vole, l'air vient s'écraser sur l'intrados, cela crée une surpression qui pousse l'aile vers le haut, mais cette force est bien plus petite comparée à celle créée par la dépression sur l'extrados: en effet, lorsqu'un avion vole, l'air est accéléré sur le bord d'attaque du côté de l'extrados par effet venturi, et on sait grâce à la relation de Bernoulli que l'accélération d'un fluide entraîne une dépression. L'aile est donc plus tirée que poussée vers le haut. On peut aussi parler de l'effet Coandă, que l'on peut visualiser très simplement à la maison: dans votre cuisine, ouvrez le robinet, prenez une cuillère et mettez le dos de celle-ci en contact avec l'eau. Vous remarquerez que le flux d'eau épouse la forme de la cuillère et est dévié. C'est exactement la même chose pour un avion: le flux d'air passant par l'extrados est dévié vers le bas, l'aile pousse l'air vers le bas et par principe d'action réaction elle est poussée vers le haut.

Ce phénomène se modélise grâce à une formule que l'on peut (au moins en partie) trouver grâce à un exemple simple: lorsque vous êtes en voiture et que vous sortez la main par la fenêtre, si vous êtes à l'arrêt vous remarquez qu'il ne se passe rien, mais si vous prenez de la vitesse votre main sera tirée vers le haut. Ainsi la vitesse influe sur la portance. Ensuite, vous pouvez aisément imaginer que si votre main était plus grande, elle serait plus tirée vers le haut car vous brasseriez plus d'air, ainsi la surface de l'aile influe sur la portance. De même avec l'angle d'attaque de votre main: si vous l'inclinez plus elle sera plus tirée vers le haut, mais à partir d'un certain angle votre main sera plus tirée vers l'arrière que vers le haut. On visualise bien le compromis entre portance et traînée ici. Et enfin, si vous changez la forme que vous faites avec votre main ou que vous écartez les doigts, vous ressentirez là aussi une différence.

On a donc la formule suivante, trouvable grâce à la relation de Bernoulli (appât) : $\frac{1}{2} \rho \cdot s \cdot v^2 \cdot C_z$ avec ρ la masse volumique de l'air, s la surface de l'aile, v^2 la vitesse au carré et C_z le coefficient de portance modifiable selon l'angle ou la forme de l'aile, C_z est une sorte de fonction propre à chaque aile.

Passons maintenant à quelques profils d'ailes typiques: tout d'abord, l'avion de voltige qui a la particularité d'être totalement symétrique sur l'axe de la corde. Cela supprime l'effet Coandă mais permet à l'avion d'être plus instable et donc plus maniable. De plus, cela lui permet de voler sur le dos plus aisément. Vient ensuite l'avion de chasse qui a lui aussi un profil d'aile presque voire totalement symétrique pour être agile mais qui est plus allongé et acéré pour résister aux contraintes posées par les grandes vitesses. Et enfin l'avion de commerce qui quant à lui a un profil d'aile beaucoup plus bombé et totalement asymétrique car nécessitant moins de maniabilité et devant porter plus de poids à des vitesses plus basses.

On voit donc que chaque avion a des besoins particuliers: atteindre une certaine vitesse, être plus ou moins maniable, porter une certaine charge... Ainsi chaque aile d'avion doit répondre à des besoins. On sait que C_z est propre à chaque aile d'avion, ainsi sa seule présence dans la formule de portance permet de répondre à la question posée: si on a des besoins particuliers, alors on doit modifier C_z et ainsi modifier l'aile. Il n'existe donc pas de profil d'aile idéal pour tous les avions. Mais il en existe un pour chaque avion donné avec des caractéristiques propres et certains objectifs.