

Module : Dynamique du vol.**Introduction.**

L'homme, n'a cessé de penser à imiter les oiseaux pour voler, les rêves de Leonardo da Vinci, et ceux d'Icare, O combien il y avait eu de ce qui ont payé de leurs vies pour réussir cet exploit, bon nombre de théoriciens comme Joukovski, mais la consécration n'a vu le jour qu'avec le vol des frères Wright, en 1903, pour information la durée de leurs vols ne dépasse guère les quelques secondes sur une ligne droite, pour une distance inférieure à l'envergure d'un Boeing 747. Voilà maintenant que le plus lourd que l'air prend son envol, nous ne rentrons pas dans le débat à qui revient le mérite le premier et dans quelle nation, l'essentiel est que l'aviation est née.

Dans ce module, on s'intéresse seulement aux forces aérodynamiques qui s'exercent sur l'aéronef, à la cinématique, à la physique de la cellule, pour rendre la matière accessible à l'étudiant on commence par les fondamentaux de la météorologie, les rappels de l'aérodynamique, les vols rectilignes, en virages, les glissades, et enfin étude des instruments et aides au vol.

Chapitre I. Rappel sur la météorologie.**1.1 Les différentes couches de l'atmosphère.**

L'atmosphère entoure le globe terrestre sur une épaisseur de 800km, mais cette couche est constituée d'un ensemble de sous-couches, la figure 1.1 donne une idée bien claire.

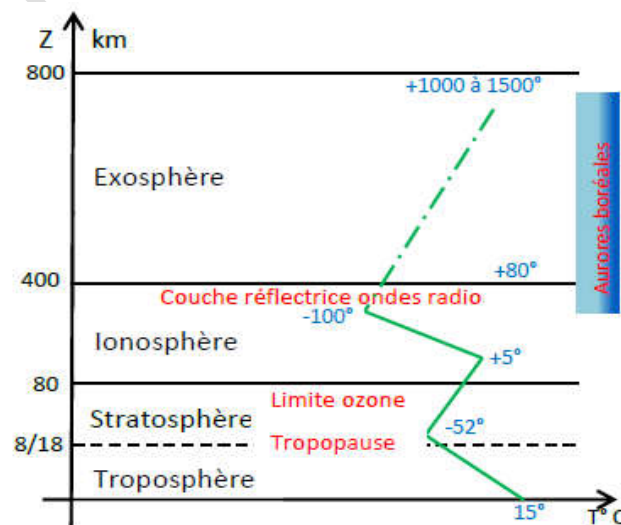


Figure 1.1 Schématisation des couches de l'atmosphère.

1 La troposphère.

Constitue la première de l'atmosphère. Elle est aplatie sur les petits axes de la terre, sous l'effet de la force centrifuge exercé par la terre sur l'air sous l'effet de l'accélération de Coriolis, et d'épaisseur croissante du pôle vers l'équateur. La limite de la troposphère est 8 km au niveau des pôles nord et sud, et de 15-18 km vers l'équateur, comme le montre la figure 1.2. Cette couche contient environ 80% de la masse d'air de l'atmosphère, et près de 99% de sa vapeur d'eau.

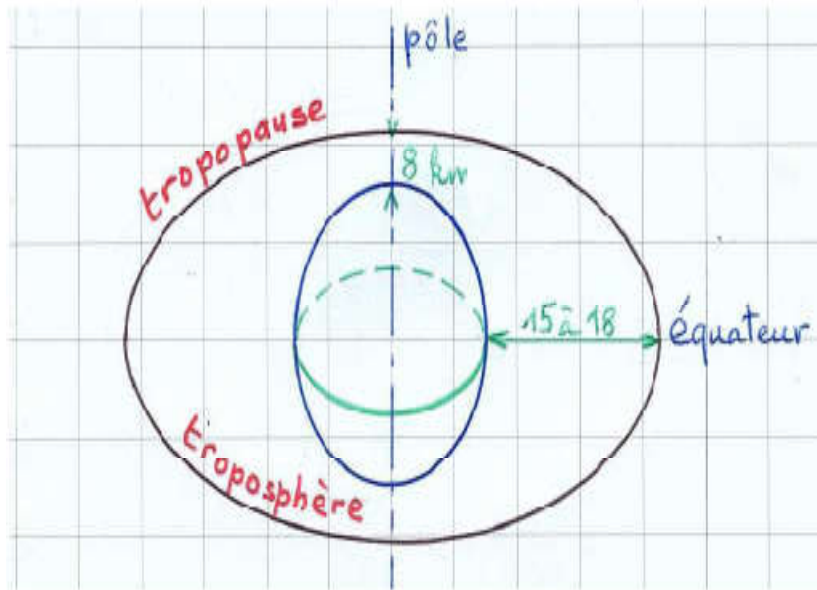


Figure 1.2 Schéma de la troposphère.

Pour ce qui est de la composition de l'air, il est constitué d'un ensemble de gaz et de la vapeur d'eau : 78% d'azote (N_2), 21% d'oxygène (O_2), et les gaz rares, du dioxyde de carbone (CO_2), et enfin de la vapeur d'eau (H_2O).

1.2. La pression atmosphérique.

Par définition l'air est pesant, sa masse volumique est de $1,293 \text{ kg/m}^3$ au niveau de la mer, d'autant qu'on prend de l'altitude l'air devient moins dense, ce poids constitue une force qui, appliquée à une unité de surface donne la pression atmosphérique. La norme de l'organisation internationale de l'aviation civile stipule que, une **atmosphère standard** est : au niveau de la mer dans les conditions standard à 15°C , la pression atmosphérique est de : $1.013,25 \text{ hPa}$ soit $1,01325 \text{ bar}$.

La pression à un niveau quelconque vaut le poids de la colonne d'air dominant ce lieu / unité de surface. La figure 1.3 donne une idée bien déterminée de cette situation.

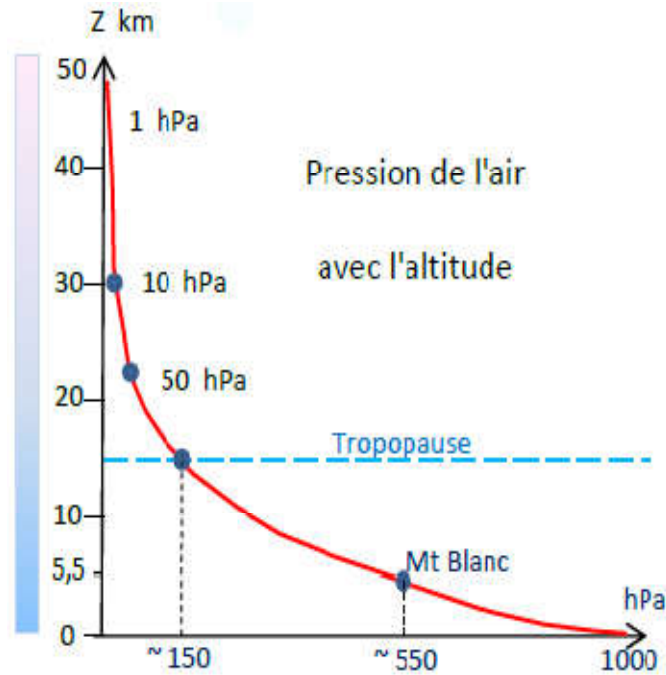


Figure 1.3 Répartition de la pression en fonction de l'altitude.

La pression diminue quand l'altitude augmente, sa diminution est exponentielle et décrite par une équation complexe. $P_H/P_0=e^{-HT}$, une telle équation est utilisée pour élaborer les tables de pression et température dans les standards de l'aviation civile, militaire, et l'Aerospace. D'après la courbe de la figure 1.3 on remarque que la pression se divise de moitié tout 5,5km, à 5500m la pression est de 500hPa → attention au manque d'oxygène : dit dans le monde de l'aviation l'hypoxie. Par contre dans la tropopause la pression prend la valeur de 150hPa, valeur très inférieure à 1013,25hPa valeur à prendre avec beaucoup de sérieux car on risque la mort sûre.

Et enfin, pour une altitude 100km la pression atmosphérique prend une valeur asymptotique de l'ordre mortel de 1hPa, c'est à peu près 100000 plus petite que le niveau de la mer.

N.B : arrivé à une altitude de 20000m, la pression reste pratiquement constante est très basse, de plus la température reste aussi nettement basse, le véritable danger ne vient pas seulement de la température, mais essentiellement du risque de la baisse de pression, en fait la physiologie et la médecine aéronautique stipule et avertissent les organismes au contact des hautes altitudes à comment se préserver, pour plus d'information, ce thème sera amplement traité ultérieurement.

1.3. Les caractéristiques de l'air.

L'air se spécifie par un ensemble de grandeurs d'état, à savoir : sa pression p , sa température T , son humidité H , avec les lois de la thermodynamique, et enfin sa viscosité.

L'humidité relative H_r : L'air se comporte comme une éponge pour la vapeur d'eau, et la concentration en eau est en fonction de la variation de la température T .

Dans l'atmosphère, l'eau est constamment présente, en réalité l'air sec n'existant pas :

$$H_r = \frac{\text{poids de la vapeur d'eau}}{\text{poids de la vapeur saturante}}$$

Si $H_r=100\%$, on a saturation, et tout supplément de vapeur conduit à une condensation en eau, on donne maintenant quelques représentations géographiques de l'humidité en fonction des régions :

- $T=35^\circ\text{C}$, $H_r=100\%$ d'après les tables on a 40g de vapeur d'eau par m^3 , région tropicale,
- $T=35^\circ\text{C}$, $H_r=4\text{ à }20\%$ au Sahara région centrale.

Le tableau ci après donne les proportions de vapeur d'eau en fonction de la température, g au m^3

T°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	30°	40
Q_{max}	2	3	4,5	6,5	9,5	13	17	30	50

La viscosité : L'air est un fluide et présente une viscosité qu'on définit par la résistance à l'écoulement sans turbulence, l'important est que la diminution de la viscosité est un phénomène dangereux qui peut mener au décrochage, sous l'effet de la disparition de la portance.

L'effet COANDA : sous l'effet de la viscosité une masse d'air dans son mouvement, est au contact d'un profil, les filaments d'air suivent la forme de ce profil, la masse d'air est déviée, de telle sorte qu'elle demeure adhérente à la surface du profil. Il faut mettre à l'esprit que cette adhérence est relative au : gradient de pression, de température, nature de l'état de surface.

1.4. Classification des aéronefs

On désigne par le terme aéronefs, tous les plus lourds que l'air apte à prendre l'air et de sustenté dans un espace aérien, cette définition englobe alors :

Engins aérospatiaux : fusée, vaisseau spatial, lanceurs d'engins, navette spatiale, sondes, satellites, aérostats, aérodynes.

Là, on doit marquer un temps de contemplation, l'objet de la dynamique du vol s'axe essentiellement est l'obtention de l'effet de sustentation (ne pas dire portance) par l'application des lois de aérodynamique aux aérodynes, à voilures : souples, fixes, et tournantes.

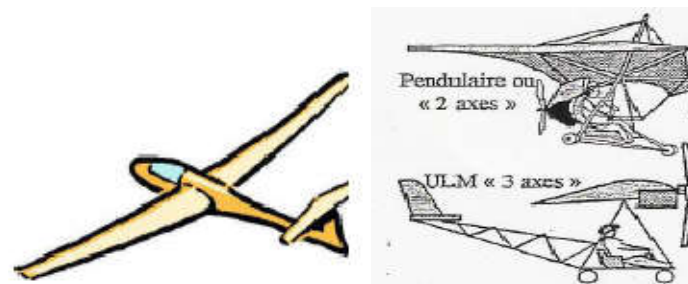


Figure 1.4 Planeur et ULM.



Figure 1.5 Deltaplane et drone.



Figure 1.6 Parachute hélicoptère.



Figure 1.7 parapente et serre volant.