

## Chapitre III : Moteurs à Réaction ( Propulseurs)

### III.1 : Définition.

Un moteur à réaction est un moteur destiné à la propulsion d'un véhicule et reposant sur la projection d'un gaz à grande vitesse vers l'arrière c'est *l'action*. Une force de *réaction*, *la poussée*, se manifeste alors en sens inverse de l'éjection des gaz. Cette poussée est d'autant plus puissante que la vitesse et la masse des gaz éjectés sont plus grandes.

Le principe de base a été formulé par Isaac Newton selon la loi de *l'action et de la réaction*.

« *Toute action s'accompagne par une réaction égale en module et a pour direction le sens opposé de l'action* »

### III.2 : Différents types de propulseurs.

Les propulseurs se classent en deux catégories.

#### III.2.1 : Propulseurs fournissant directement une force.

C'est le cas des :

- Turboréacteurs
- Statoréacteurs
- Fusées

La caractéristique principale est la *poussée* : qui s'exprime en NEWTON (N)

#### III.2.2 : Moteurs fournissant l'énergie à un organe propulsif ( l'hélice).

C'est le cas des :

- Motopropulseurs.
- Turbopropulseurs.

La caractéristique principale est la *puissance* : qui s'exprime en watt, en kwatt ou en Cv.

**NB** : On peut aussi classer les propulseurs en 3 catégories:

### 1 : Moteurs Aérobie

Les moteurs *aérobie* utilisent l'oxygène de l'air comme comburant ou oxydant dans une réaction chimique. Ils ne peuvent être utilisés que dans l'atmosphère terrestre. Dans cette catégorie on trouve :

- Les statoréacteurs
- Les pulsoréacteurs
- Les turboréacteurs

### 2- Moteurs Anaérobies

Les moteurs *anaérobies* emportent le comburant et le carburant de la réaction chimique. Cela leur permet ainsi de pouvoir fonctionner en dehors de toute atmosphère. Dans cette catégorie figurent :

- Les propulseurs à carburant solide : les propulseurs à poudre, utilisés dans les boosters de certaines fusées.
- Les propulseurs à carburant liquide : les moteurs-fusées, utilisés, comme leur nom l'indique, dans les fusées, mais aussi dans les missiles, les lanceurs spatiaux, ainsi que dans les satellites et certaines des sondes spatiales.

### 3- Moteurs non chimiques

D'autres moteurs utilisent une réaction non chimique pour la production de la poussée. Leur puissance reste souvent modeste, mais, grâce à une faible consommation, ils procurent une accélération constante de très longue durée (permettant ainsi d'atteindre de grandes vitesses après une longue accélération). Ils sont utilisés pour la propulsion de sondes ou de véhicules interplanétaires.

- Les moteurs ioniques
- Les moteurs photoniques
- Les moteurs à plasma
- Les moteurs atomiques

## III.3 : Les turboréacteurs.

### III.3.1 : Histoire

L'idée du turboréacteur est née, en 1928 (**Frank Whittle**). Breveté en 1930. Tournant au banc d'essai le 12 avril 1937. Parallèlement, un ingénieur allemand, **Hans Joachim PABST VON OHAIN**, inventait le premier turboréacteur allemand. Son premier réacteur le HES 1, comparable à celui de l'anglais Whittle, avait tourné au banc en septembre 1937. Le 27 août 1939, une version améliorée, le HES 3B permettait le décollage du premier avion à

turboréacteur du monde : le Heinkel He-178 expérimental.

### III.3.2 : Classification des turboréacteurs.

Ce type de propulseurs qualifiés de direct développe une force dirigée vers l'avant dite poussée.

Ils sont généralement rassemblés sous l'appellation générale de **Groupe Turbo Réacteur (GTR)**. On les classe suivant leur apparition.

#### III.3.2.1 : Turboréacteurs simple flux, sec, mono corps:

Un Turbo est dit simple flux si un seul flux le traverse d'amont en aval.

Un Turbo est sec s'il n'est pas équipé de la post combustion.

Un Turbo est mono corps si son compresseur est unique par opposition au double ou triple corps où l'ensemble compresseur est séparé en deux ou trois mobiles.

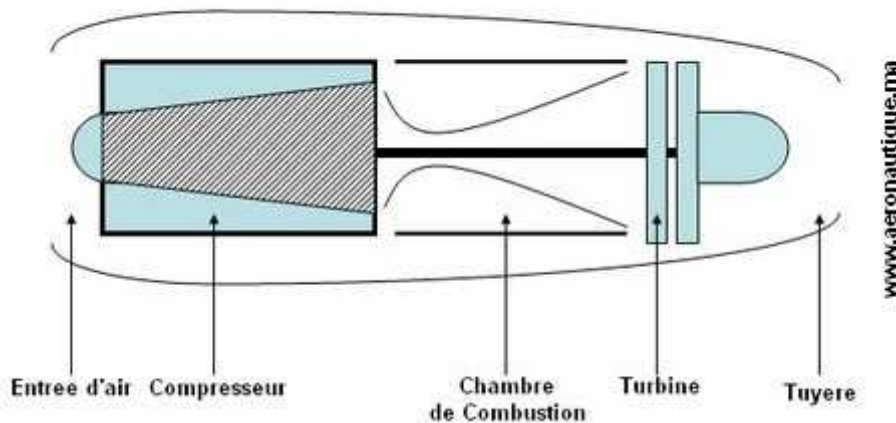


Figure n° 7 : Schéma d'un turboréacteur simple flux, sec\_mono corps

Exemple: Avon RA29 de Rolls Royce.

C'est le moteur équipant les premières Caravelles. L'ensemble compresseur turbine est lié mécaniquement et tourne à la même vitesse, c'est l'attelage compresseur turbine. Il développe une poussée de 52090 Newton à 8100 tr/min au décollage en condition standard.

III.3.2.2 : Turboréacteurs simple flux, sec, double corps:

*L'ensemble turbine HP, compresseur HP constitue l'attelage haute pression. L'ensemble turbine BP, compresseur BP constitue l'attelage basse pression. Les deux attelages ont leur arbre de liaison concentrique et tournent à des vitesses de rotation différentes.*

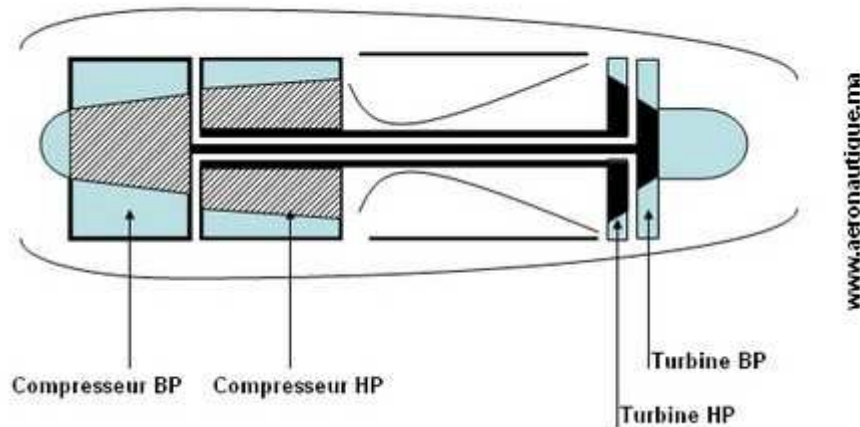


Figure n° 8 : Schéma d'un turboréacteur simple flux, sec, double corps

*Exemple: JT4A11 de PRATT&WHITNEY Equipant les premiers Boeing 707, il développait une poussée au décollage de 74752 Newtons.*

III.3.2.3 : Turboréacteur simple flux, mono corps, avec PC:

*Cette conception est utilisée surtout sur les moteurs militaires, elle permet d'obtenir des poussées élevées au détriment du potentiel des mobiles tournants.*

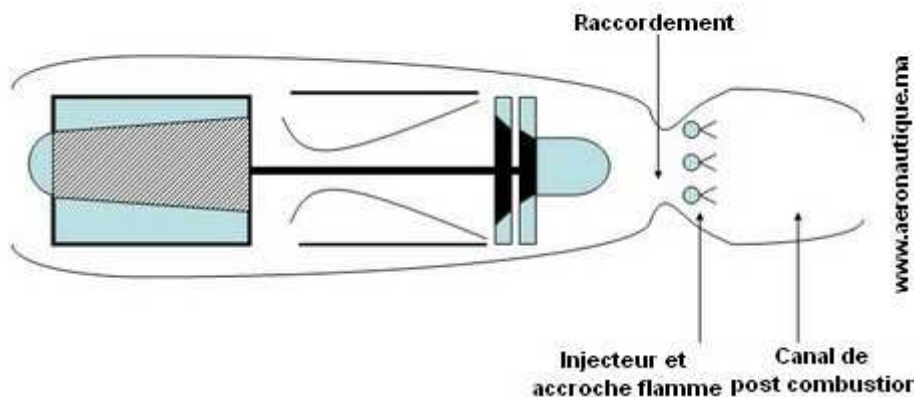


Figure n° 9 : Schéma d'un turboréacteur simple flux, mono corps, avec PC:

Exemple: ATAR 9D Equipant les avions *MIRAGE*, d'une poussée de 58860 Newtons à 8400 tr/min avec la post combustion.

Il existe aussi des moteurs simple flux double corps à PC tel que le moteur équipant le supersonique *CONCORDE OLYMPUS 593* avec une poussée de 18,6 tonnes.

III.3.2.4 : Turboréacteur double flux (turbofan) , double corps, sec:

Le réacteur à turbo fan est une version améliorée du turboréacteur. Seule une partie de l'air qui pénètre dans le moteur est comprimée et ensuite détournée vers une enveloppe extérieure. Cet air est ensuite mélangé avec les gaz très chauds sortant de la turbine, avant d'atteindre la tuyère. Un turbo fan a une plus grande poussée pour le décollage et l'ascension, et une efficacité accrue!; la dérivation refroidit le moteur et diminue son niveau sonore.

- Soufflante avant:

Ce moteur est dénommé ainsi car deux flux le traversent, un **flux chaud** ou interne et un **flux froid** ou externe. Le fan ou soufflante fait partie intégrale du compresseur basse pression et est entraîné par les turbines basse pression. Certains constructeurs appellent les moteurs double flux : turbo fan.

Exemple : *CF6-50 General Electric*

Equipant les avions *AIRBUS*, *Dc10* et certains *B747*. Ce moteur développe une poussée de l'ordre de 23 tonnes force (225600 Newton) au régime de décollage en condition standard.

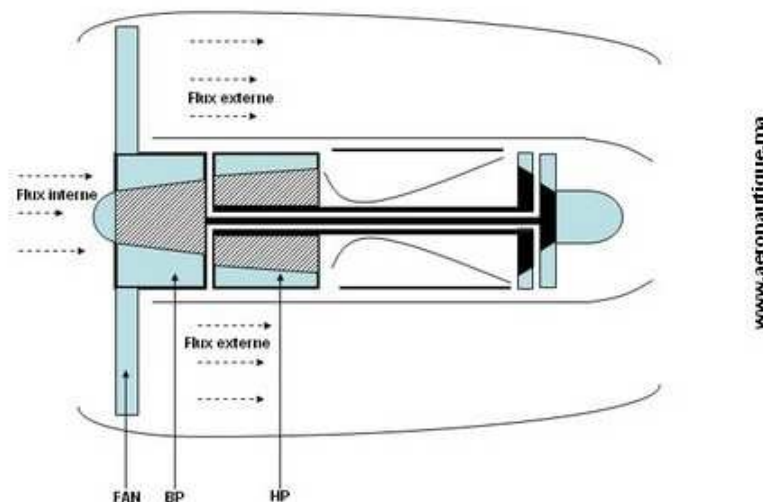


Figure n°10 : Schéma d'un turboréacteur double flux (turbofan) , double corps, sec  
Soufflante avant :

- Soufflante arrière:

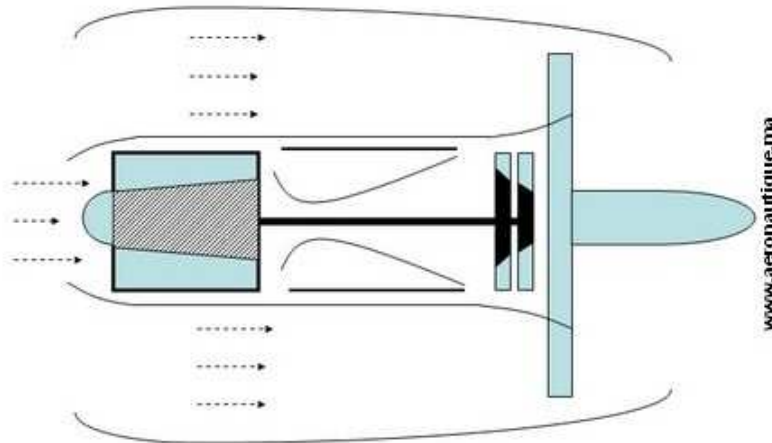


Figure n°11 : Schéma d'un turboréacteur double flux (turbofan) , double corps, sec, Soufflante arrière:

III.4 : Motopropulseurs.

C'est un système de propulsion indirecte par soufflage d'air. Il est dit indirect car l'air utilisé par le soufflage est actionné par un élément extérieur **l'Hélice**. Cette dernière est entraînée par un moteur à combustion interne basée sur un cycle d'Otto (moteurs à piston).

III.5 : Turbopropulseurs.

Le turbopropulseur est un réacteur dont la turbine entraîne une hélice. Le turbopropulseur est généralement double-corps, c'est-à-dire qu'il dispose de deux turbines en sortie qui font tourner deux arbres concentriques. La première turbine est reliée au compresseur, la seconde à l'hélice.. Son rendement est supérieur à celui du turboréacteur, mais son utilisation est limitée par la baisse de rendement de l'hélice au delà de Mach 0.7 et au delà de 8000 mètres d'altitude. C'est le mode de propulsion optimal pour les avions de transport commerciaux sur des distances courtes (une heure de vol, 400 km), quand la durée de vol à haute altitude est trop courte pour qu'un avion à réaction fasse la différence.

Le premier turbopropulseur en service commercial a été le Protheus de Bristol, développé en 1945, et qui équipait le Bristol Britannia. Les États-Unis n'ont disposé d'un turbopropulseur fiable qu'à partir de 1956, le T56 d'Allison qui équipe encore les avions cargo militaires Lockheed C-130 Hercules.

Le rendement de propulsion peut dépasser 80% à Mach 0,4. Le rendement de l'hélice décroissant rapidement avec l'altitude, le domaine d'exploitation des

*turbopropulseurs couvre les avions peu rapides tels que les avions de transport régionaux, les missions militaires telles que la patrouille maritime et les avions cargos militaires devant utiliser des pistes courtes.*

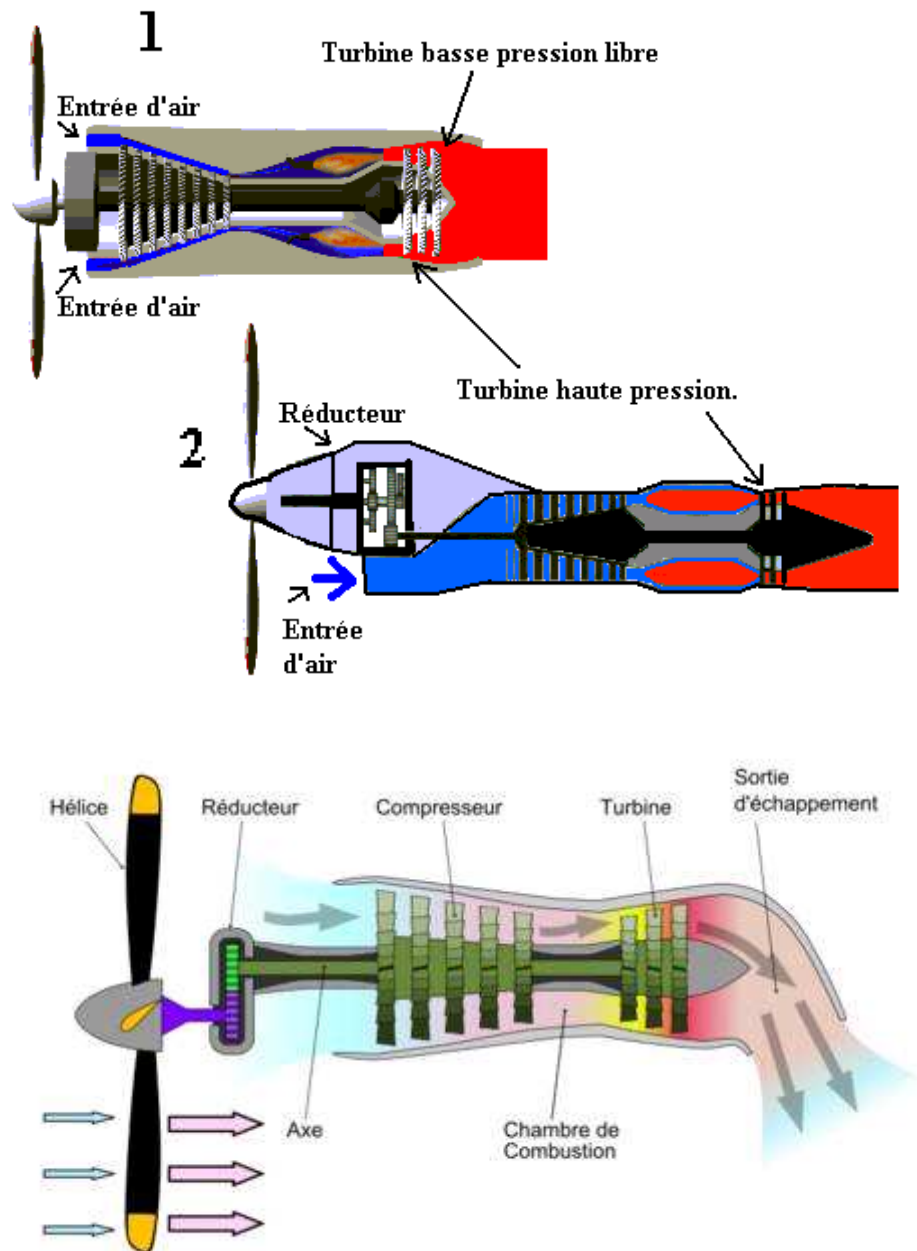


Figure n° 12 : Schéma d'un turbopropulseur

**Fin du chapitre**