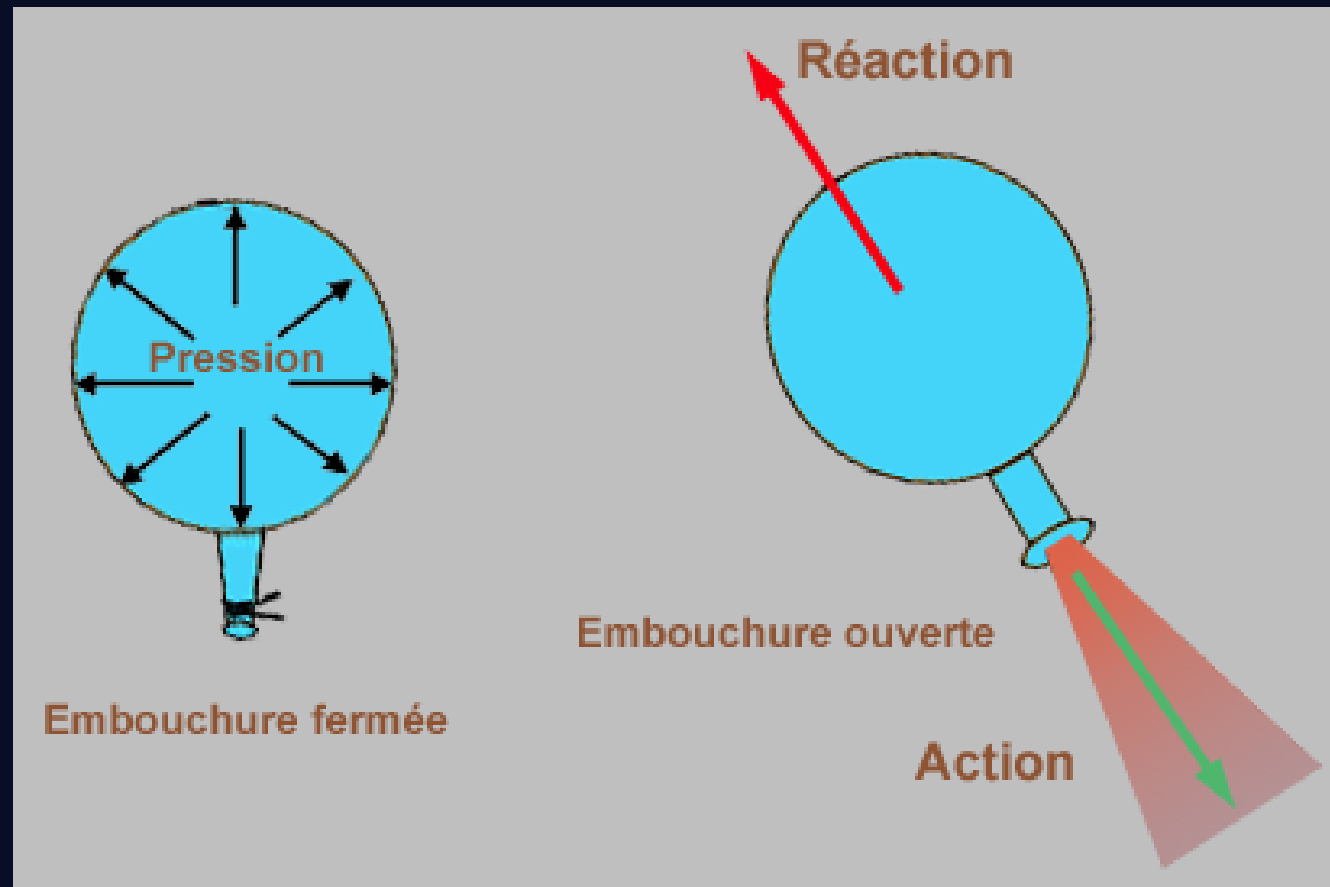


Turboréacteur

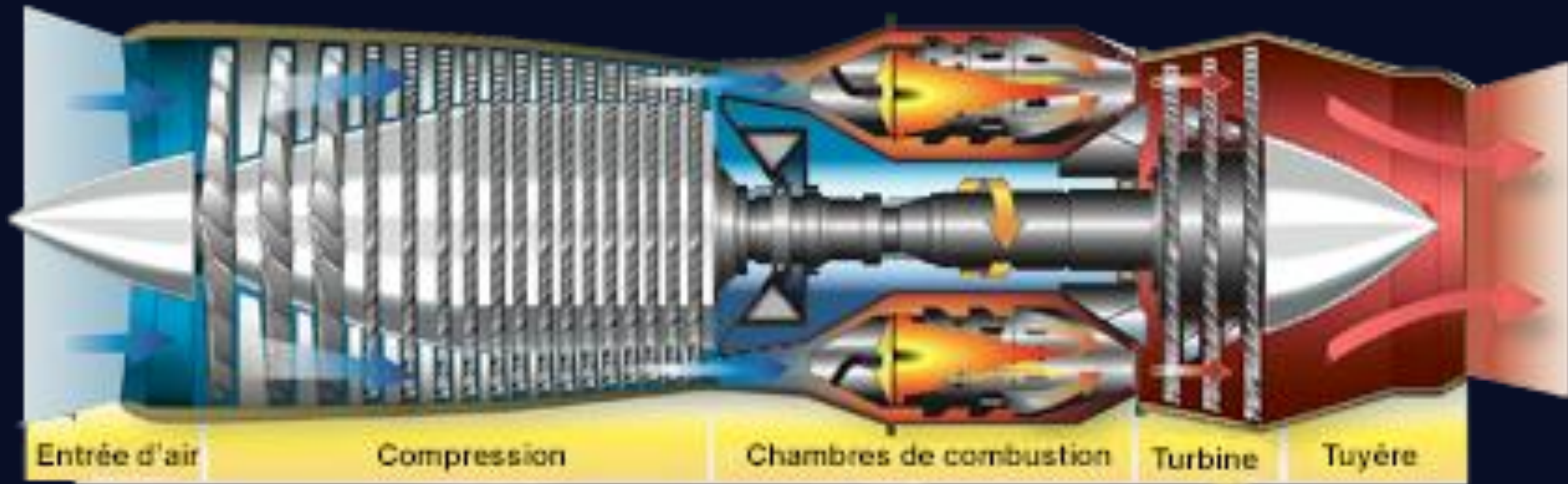


Turboréacteur

Un turboréacteur est un moteur à réaction utilisé principalement dans l'aéronautique. qui génère de la poussée en expulsant des gaz chauds à grande vitesse. Le principe de base du turboréacteur est la réaction d'une propulsion à jet d'air.



Principaux composants d'un turboréacteur



Le compresseur

Le compresseur est un ensemble de rotors et de stators qui entraînent l'air ambiant dans le moteur. Les rotors sont des roues munies d'aubes qui tournent à grande vitesse. Les stators sont des plaques munies d'aubes qui sont fixées à l'intérieur du moteur.

La compression de l'air augmente sa pression et sa température. Cela permet de stocker de l'énergie dans l'air, qui sera libérée lors de la combustion.

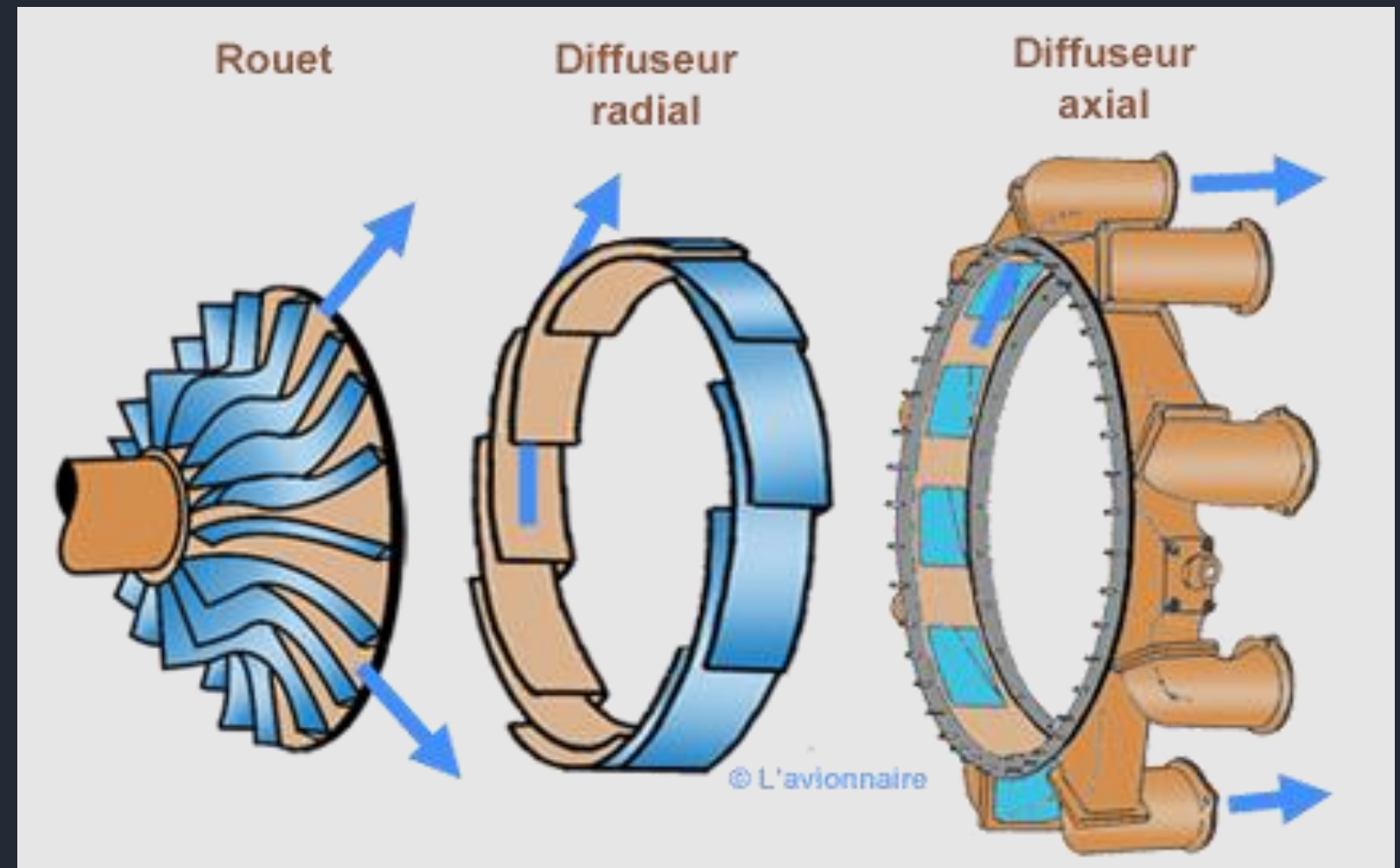
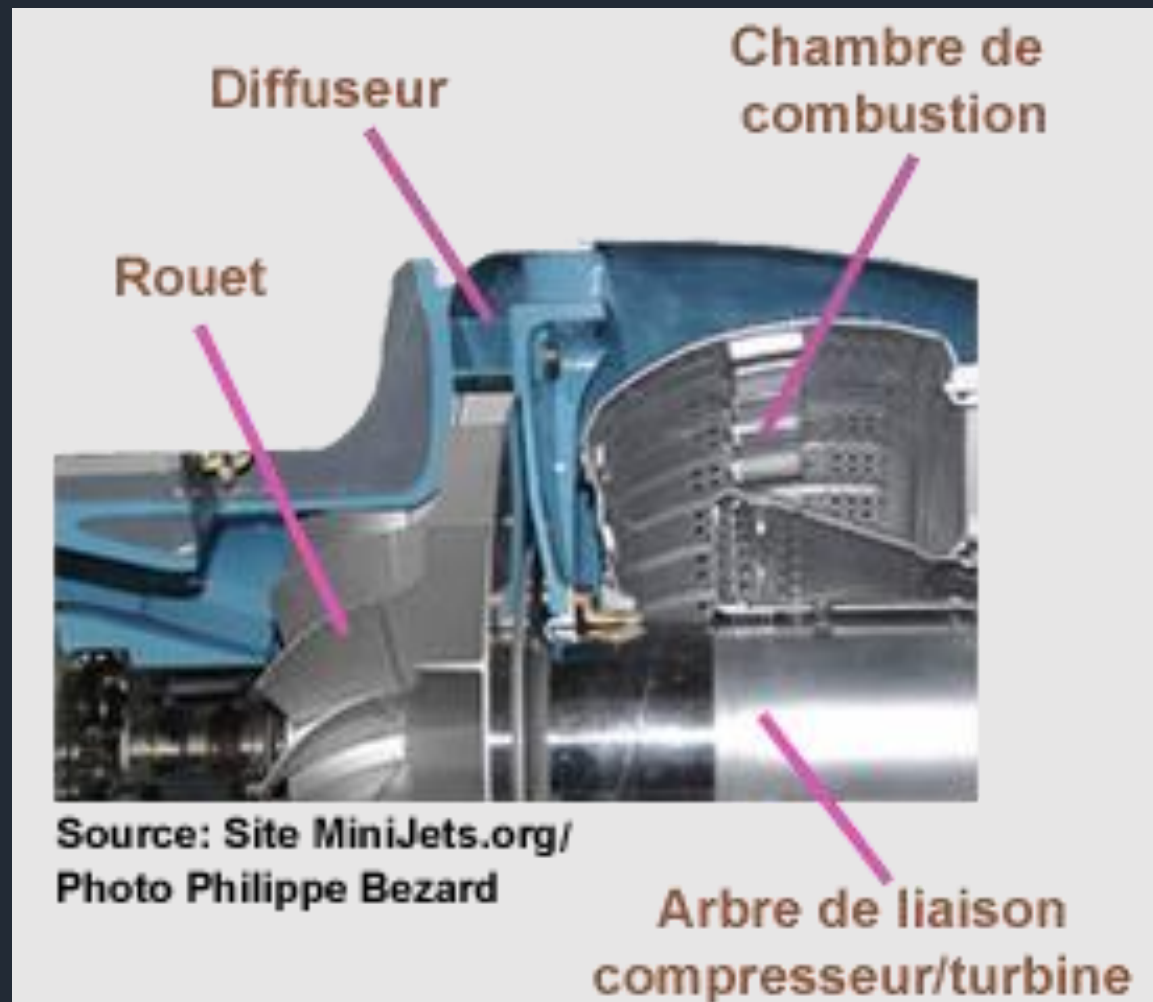
Il existe deux sortes principales de compresseurs :

Les compresseurs centrifuges

Les compresseurs axial

Les compresseurs centrifuges

Un compresseur centrifuge est composé d'un rouet (roue) à palettes radiales qui aspire l'air axialement et de deux diffuseurs. L'arbre du rouet tourne dans des roulements à billes ou à rouleaux et soit commun à l'arbre de la turbine, soit divisé en son centre et relié par un accouplement, qui est généralement conçu pour être facilement détachable.



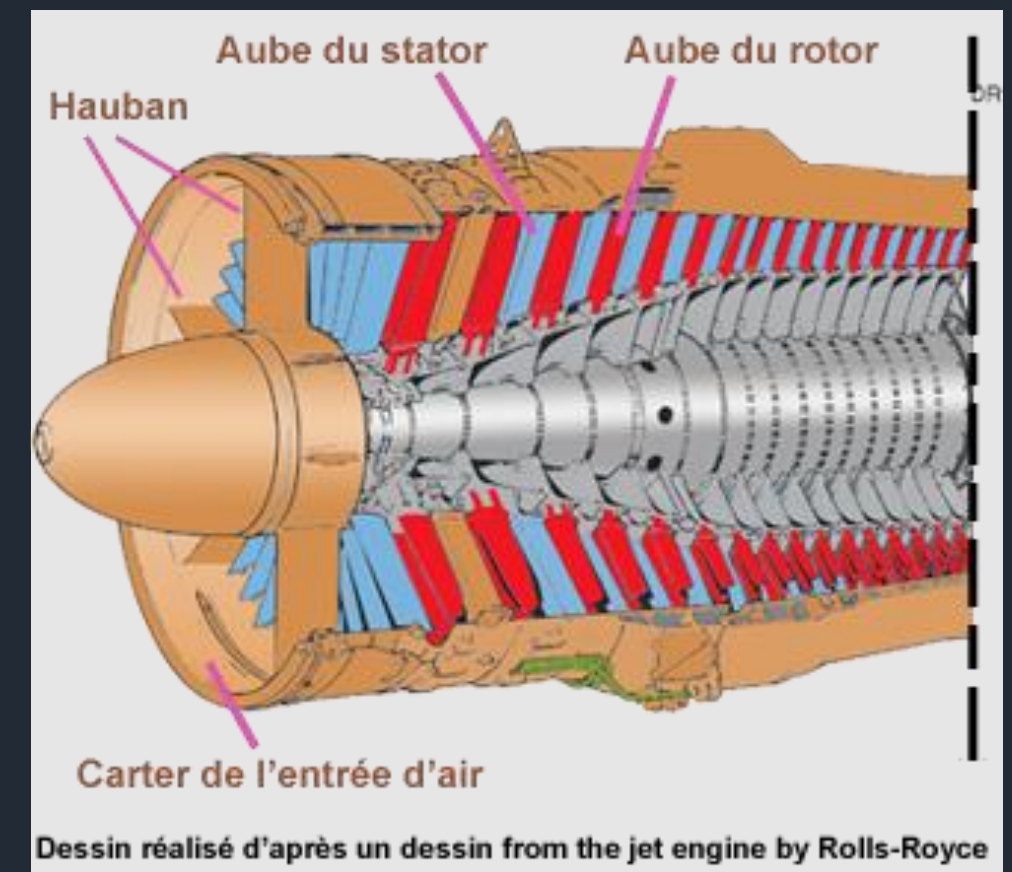
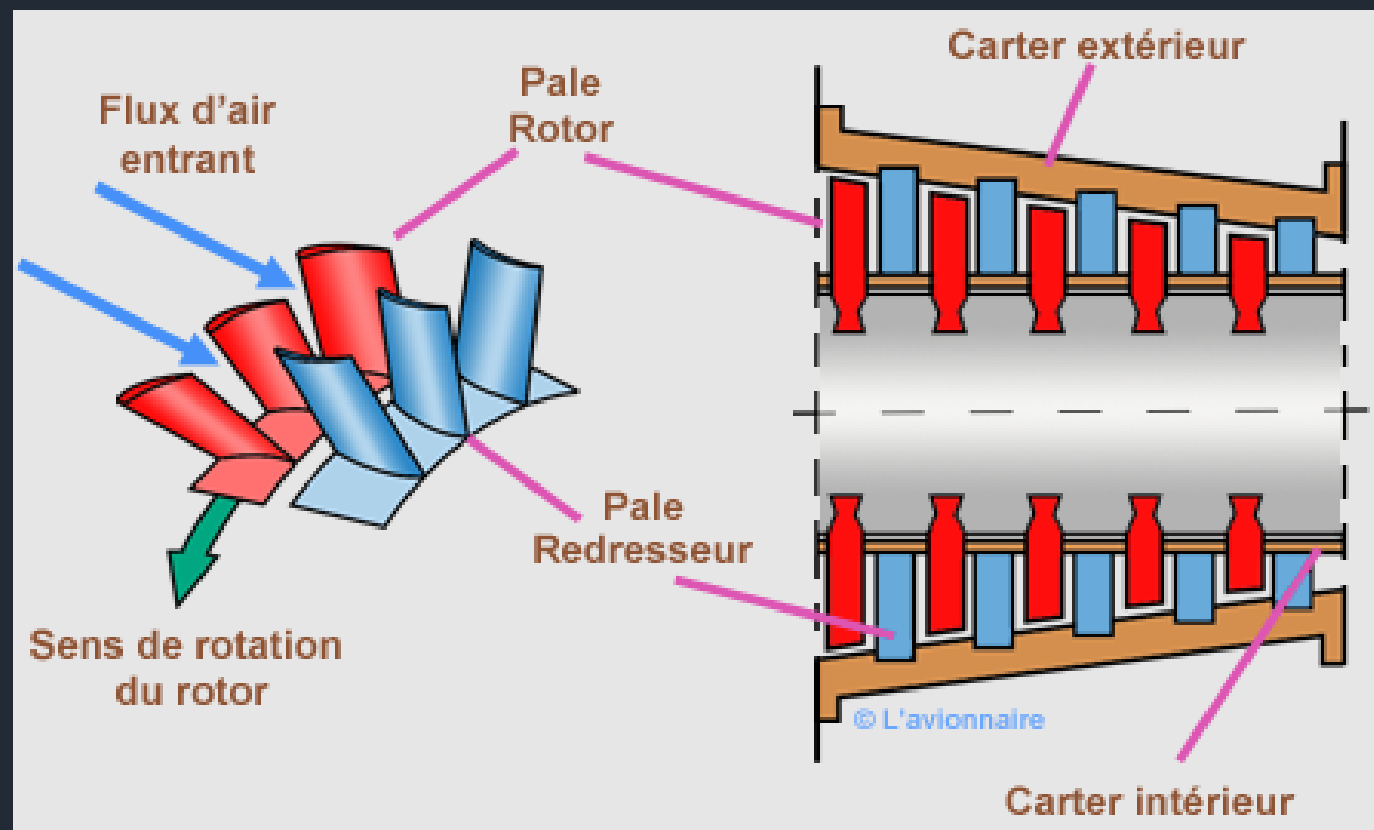
Les compresseurs axiaux

Un compresseur à flux axial est composé de deux éléments principaux :

- un rotor constitué d'un ensemble d'aubes de section aérodynamique. Cet ensemble est monté entre des paliers dans les carter ;
- un stator ou redresseur constitué d'un ensemble d'aubes fixes.

Un compresseur axial est généralement composé :

- d'un attelage basse pression (Rotor/Stator) ;
- d'un attelage haute pression (Rotor/Stator).



Principe de fonctionnement

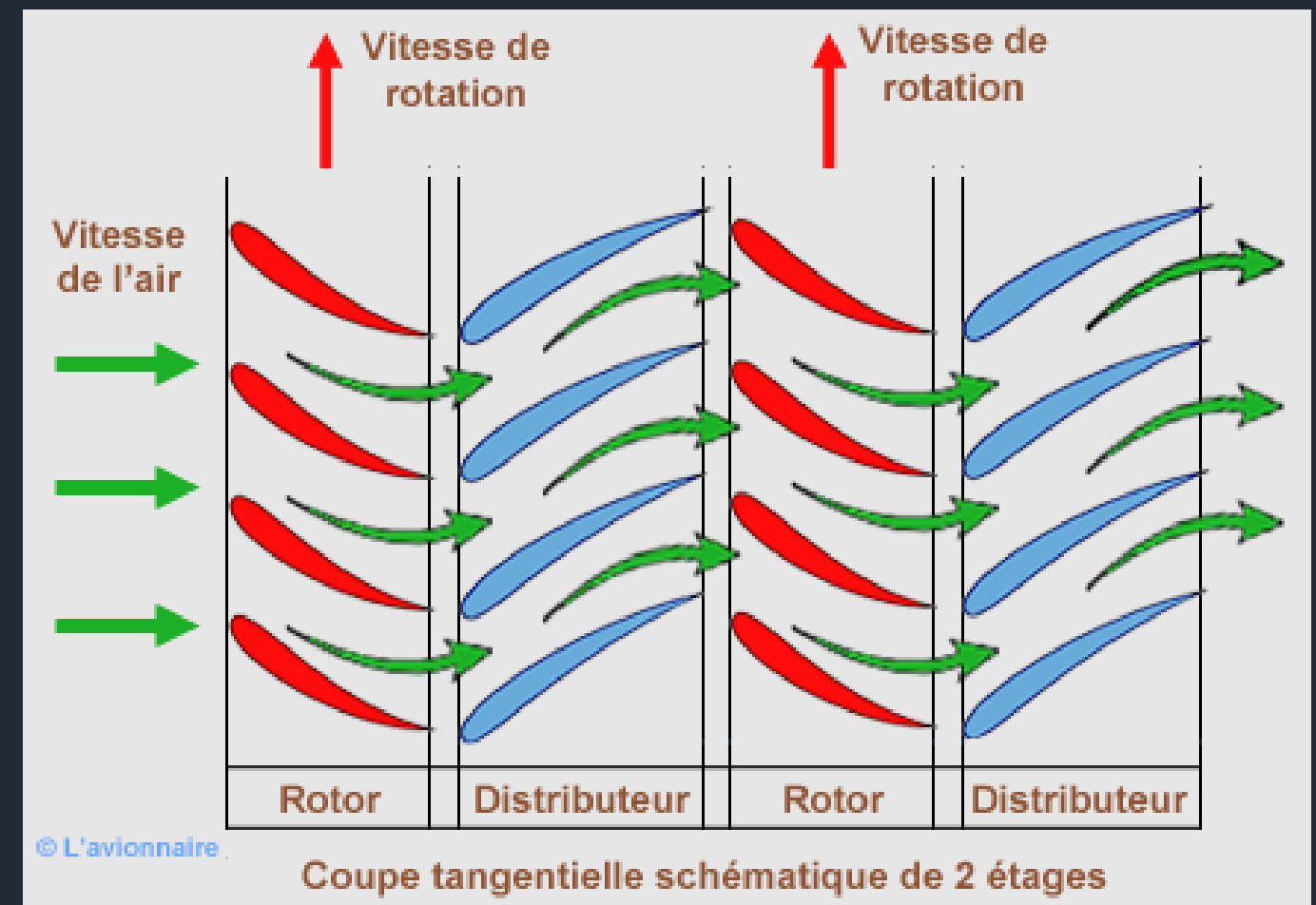
- le **rotor** aspire et accélère le flux d'air en le déviant par rapport à l'axe du moteur.
- le **redresseur ou stator** qui suit, redresse le flux dans l'axe et le ralentit en transformant une partie de sa vitesse en pression.
- le rotor suivant réaccélère le flux d'air en le déviant à nouveau de l'axe du moteur.
- le stator suivant va de nouveau redresser le flux le ralentir et transformer sa vitesse en pression.

Etc.etc.

L'augmentation du taux de compression pour un seul étage de compresseur axial d'un turboréacteur civil est de **1,15 à 1,16** en condition d'utilisation optimale. C'est pour cette raison qu'un compresseur complet possède de nombreux étages.

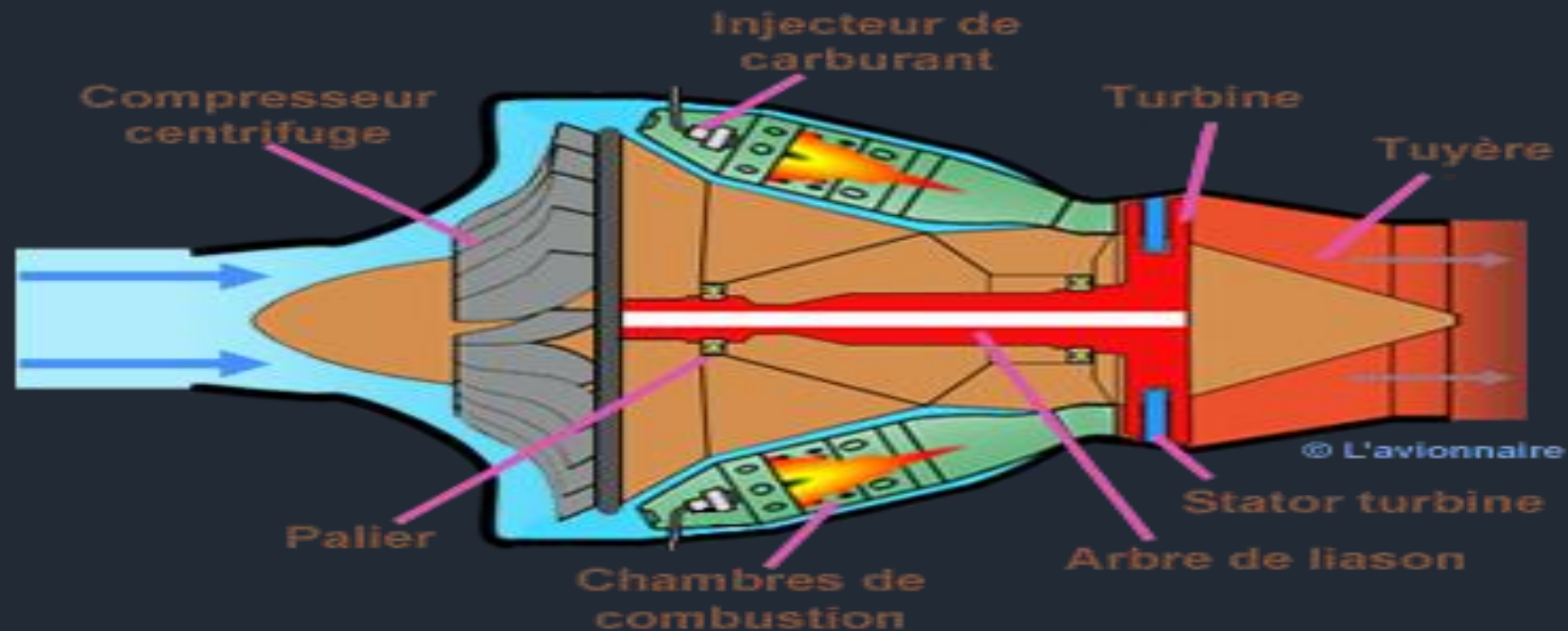
Les performances d'un étage de compresseur sont caractérisées par :

- son débit d'air **Q**
- son taux de compression ou rapport de pression **P/P**.
- son rendement **η** .



Les chambres de combustion

La chambre de combustion d'un turboréacteur est une composante essentielle d'un moteur d'avion à réaction. Elle joue un rôle crucial dans le processus de propulsion en brûlant le carburant avec l'oxygène de l'air pour générer une expansion de gaz à haute pression et haute température.



Principe de fonctionnement

Le fonctionnement de la chambre de combustion d'un turboréacteur peut être divisé en quatre étapes principales

L'alimentation



L'air comprimé par le compresseur est injecté dans la chambre de combustion.

Le mélange



Le carburant est injecté dans l'air comprimé et les deux éléments sont mélangés de manière uniforme.

La combustion

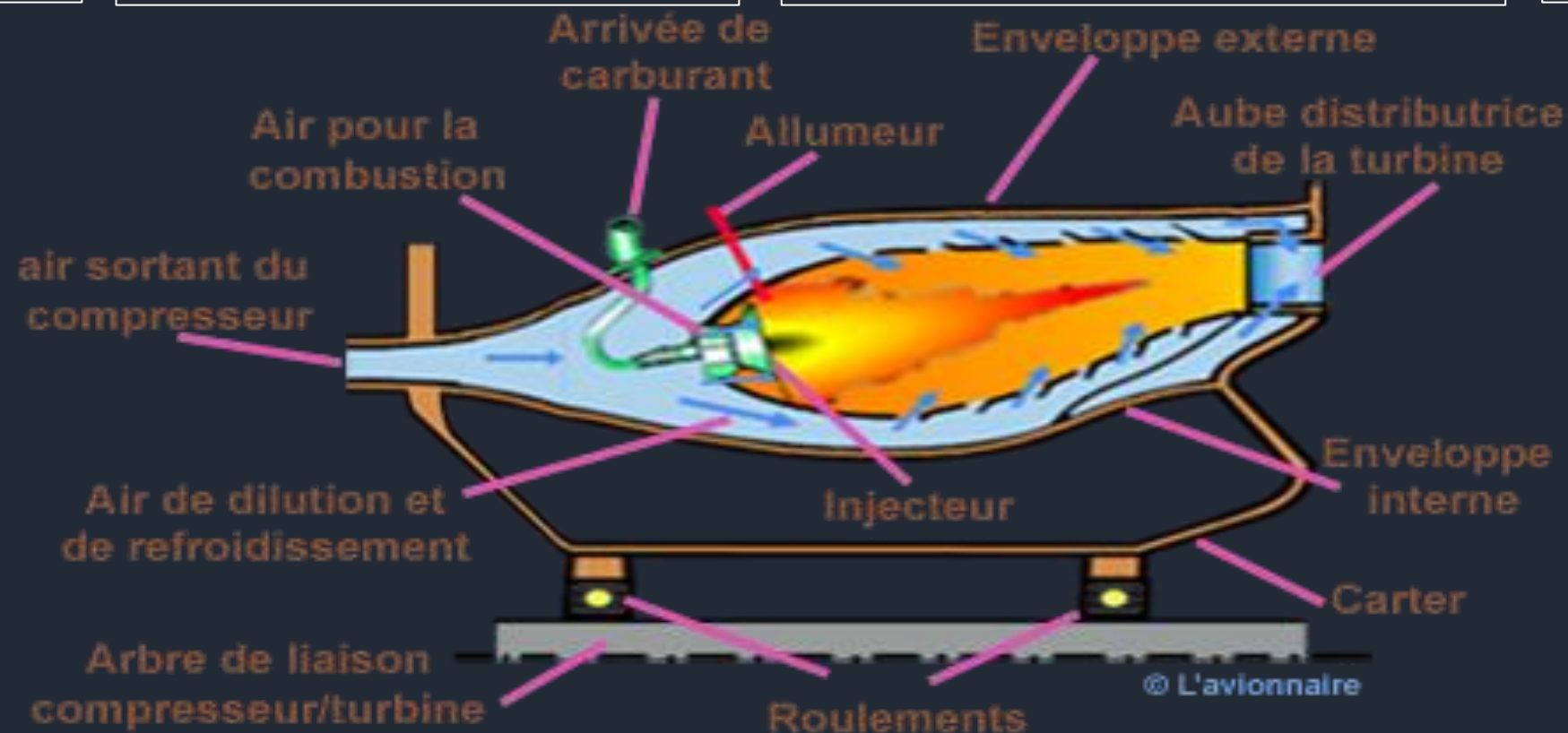


Le mélange air-carburant est enflammé et brûle. La combustion élève la température et la pression de l'air.

L'échappement

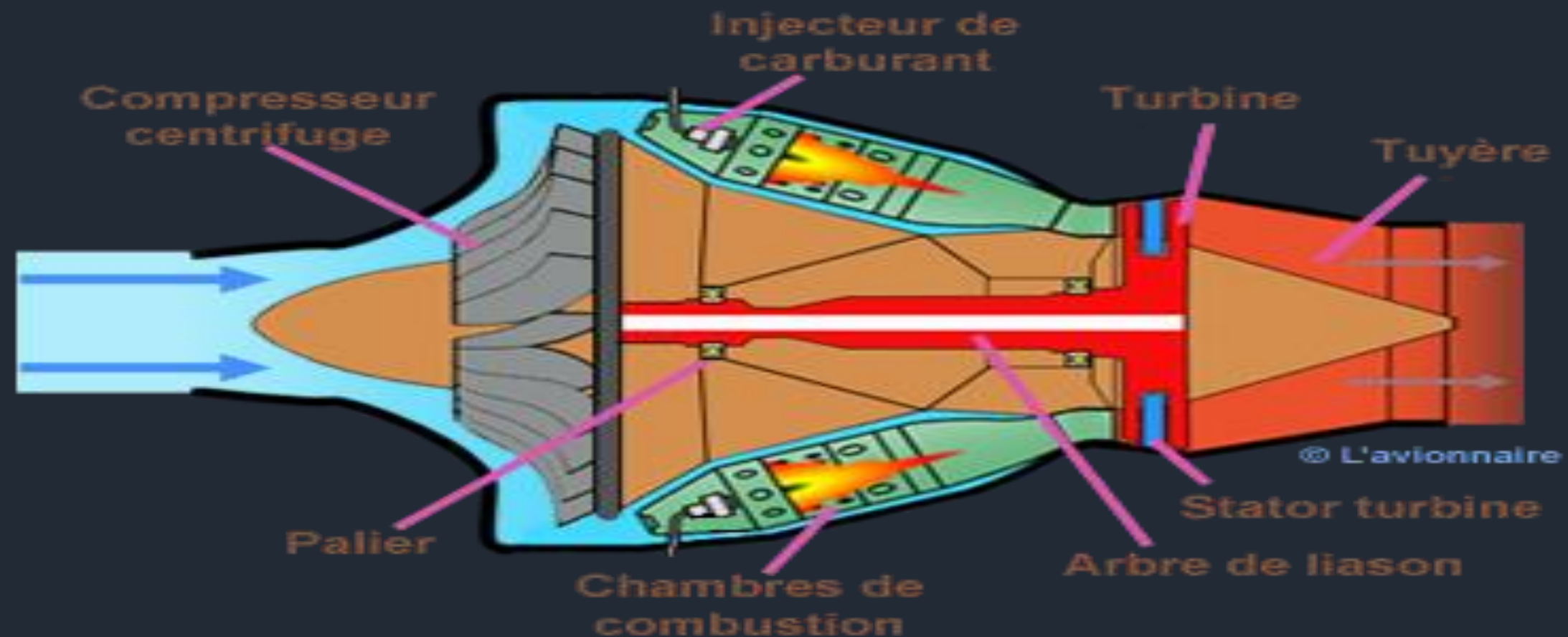


Les gaz chauds produits par la combustion sont expulsés de la chambre de combustion par la turbine.



La turbine

La turbine est la partie du moteur qui convertit l'énergie des gaz chauds produits par la combustion en énergie mécanique. Elle est généralement constituée d'un ensemble d'aubes qui tournent à grande vitesse. Les aubes sont conçues pour capturer l'énergie des gaz chauds et la convertir en mouvement.



Principe de fonctionnement

L'entrée



Les gaz chauds produits par la combustion sont injectés dans la turbine..

L'expansion



Les gaz chauds se dilatent lorsqu'ils traversent la turbine. Cette expansion entraîne une diminution de la pression et de la température des gaz.

La rotation

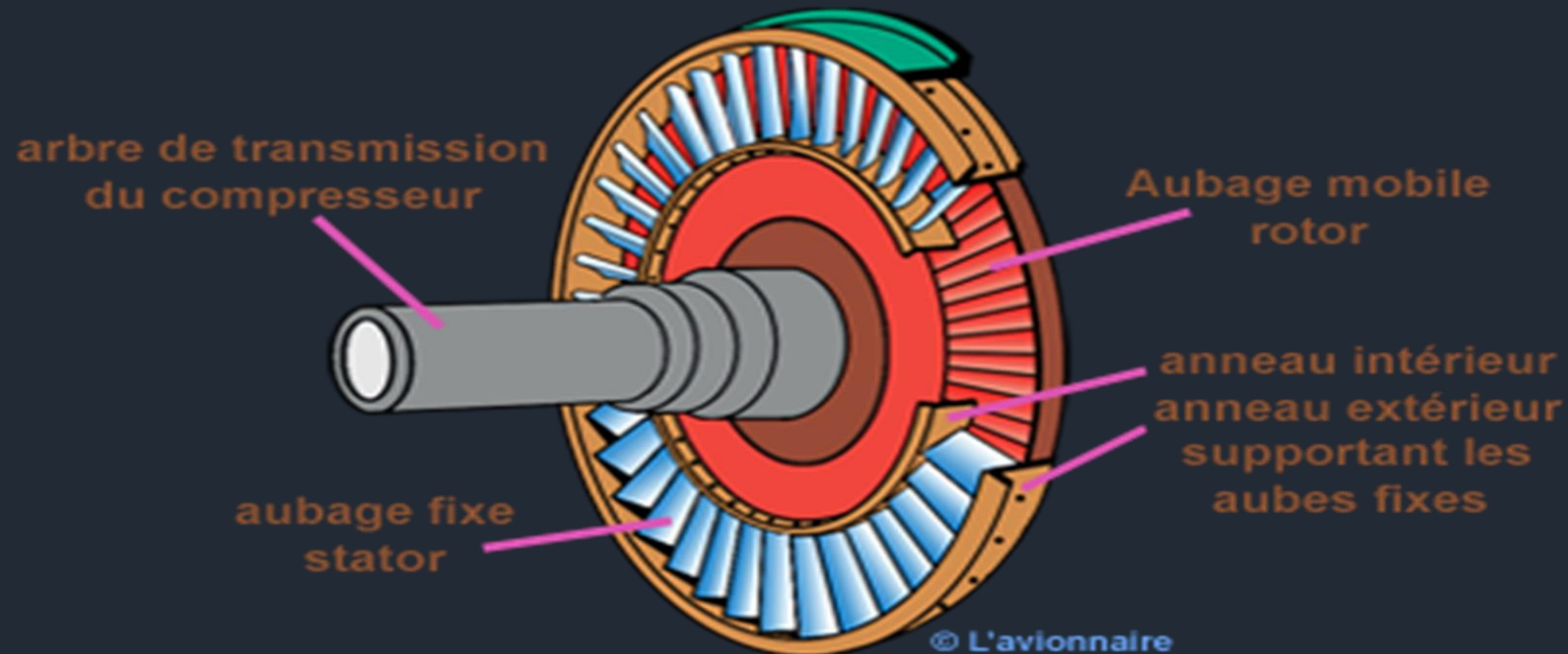


Les aubes de la turbine capturent l'énergie des gaz chauds en expansion et la convertissent en mouvement.

La sortie

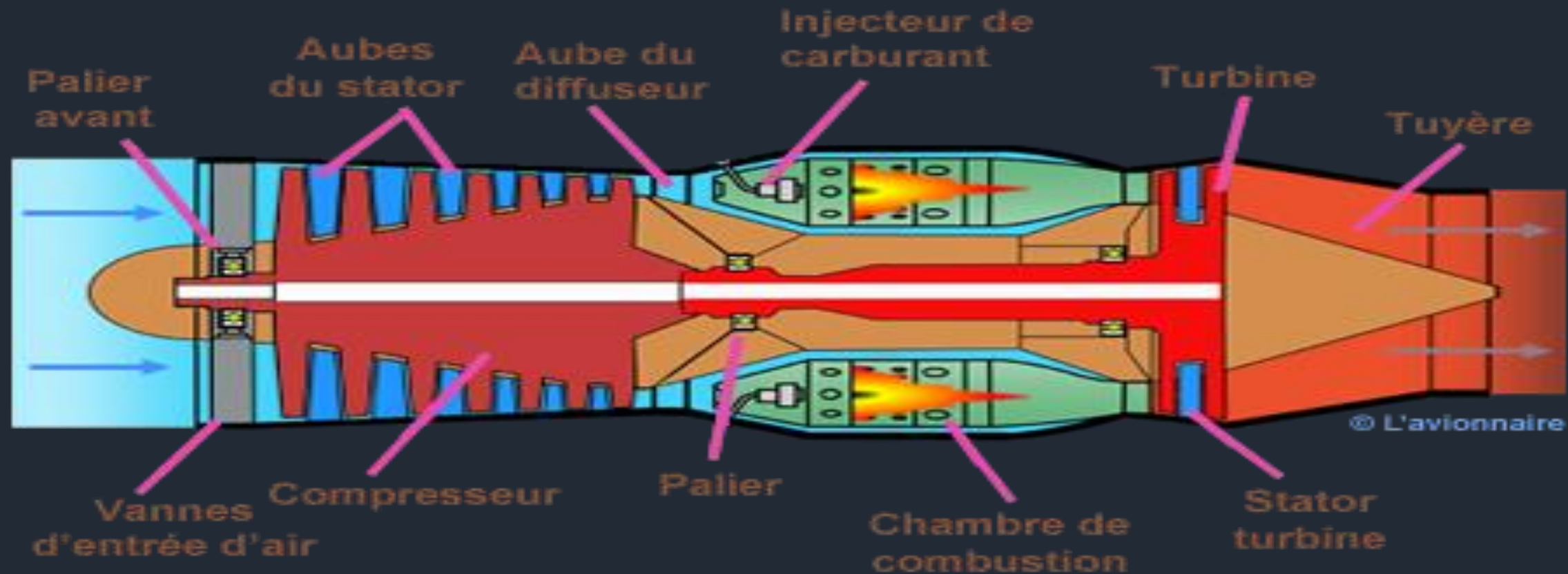


Les gaz chauds sont ensuite expulsés de la turbine.



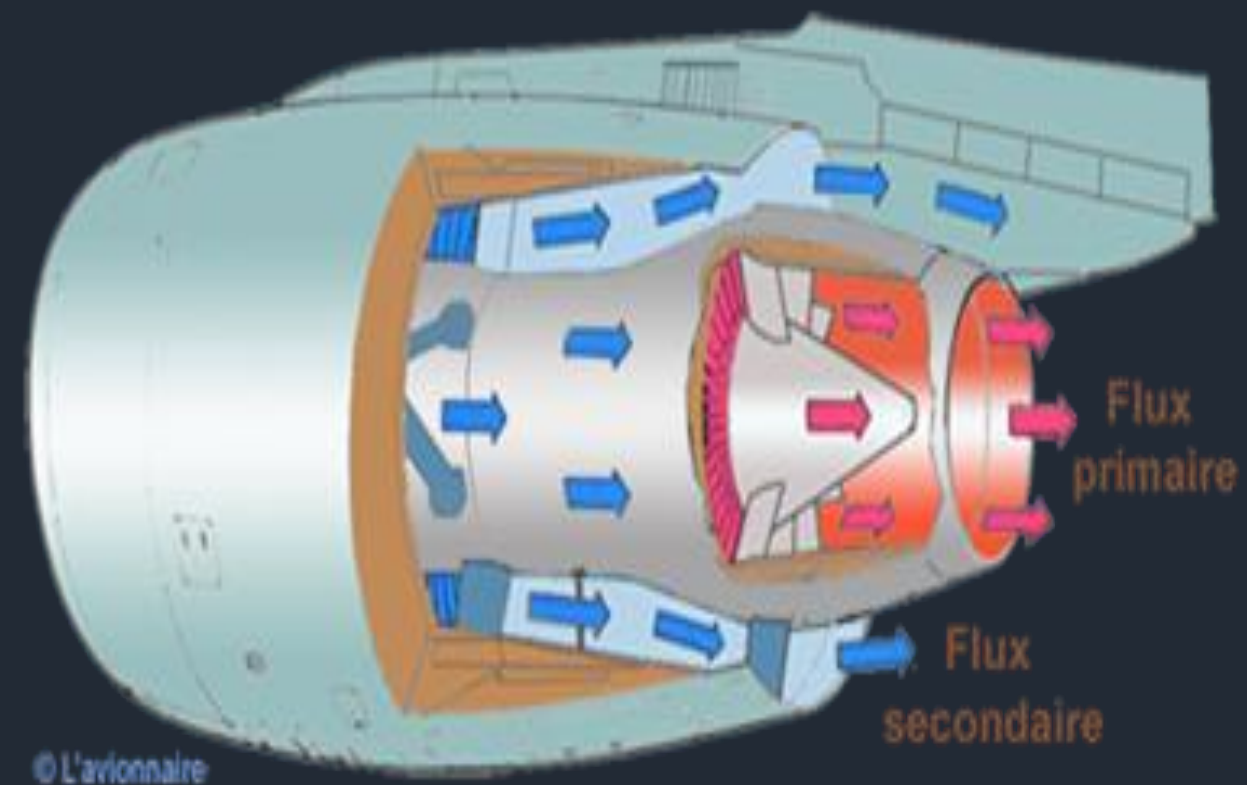
La tuyère

La tuyère est un tube à section variable qui se trouve à l'arrière du moteur et expulse les gaz brûlés à grande vitesse. Elle transforme l'énergie thermique des gaz en énergie cinétique, ce qui crée la poussée qui propulse l'avion.



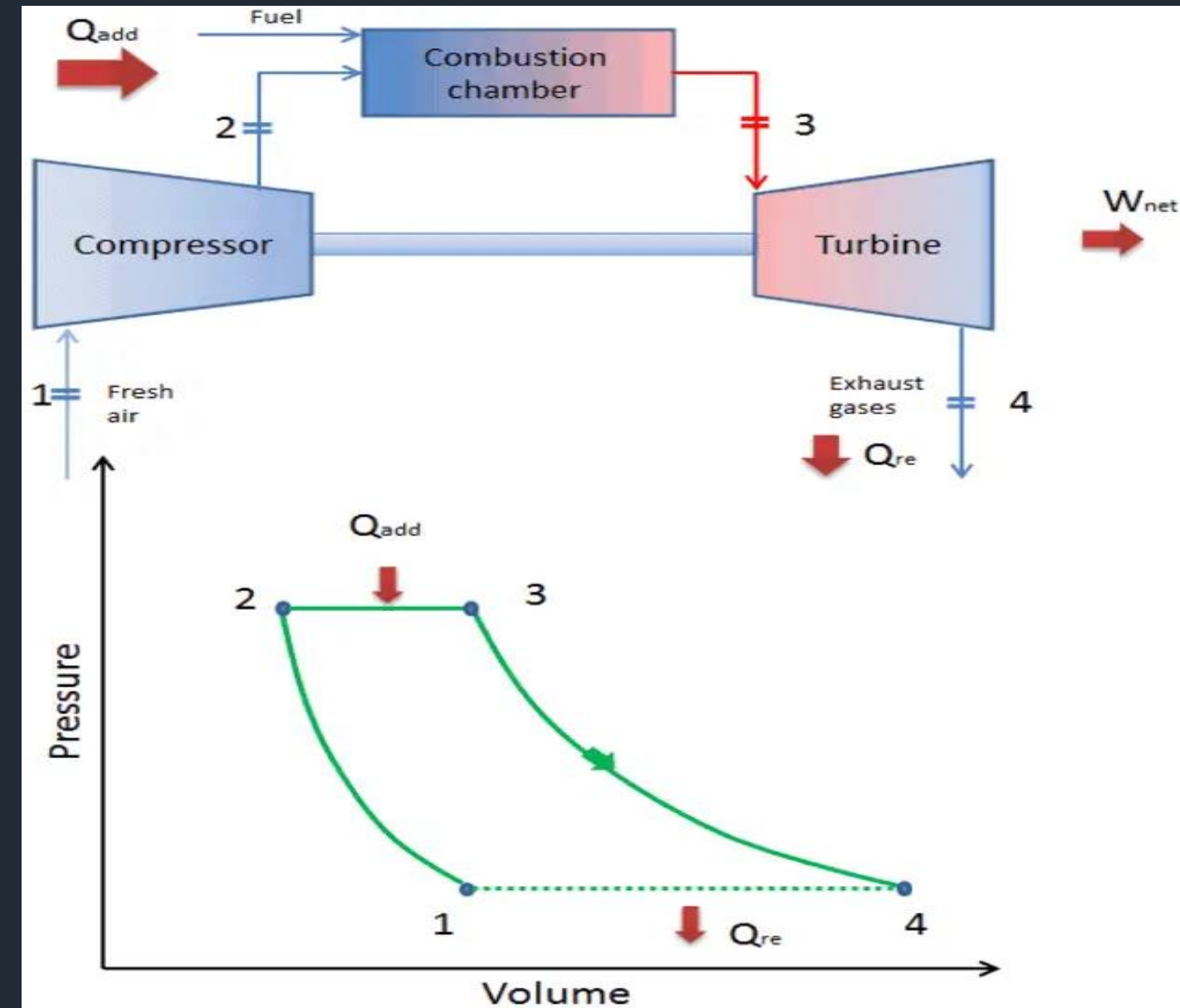
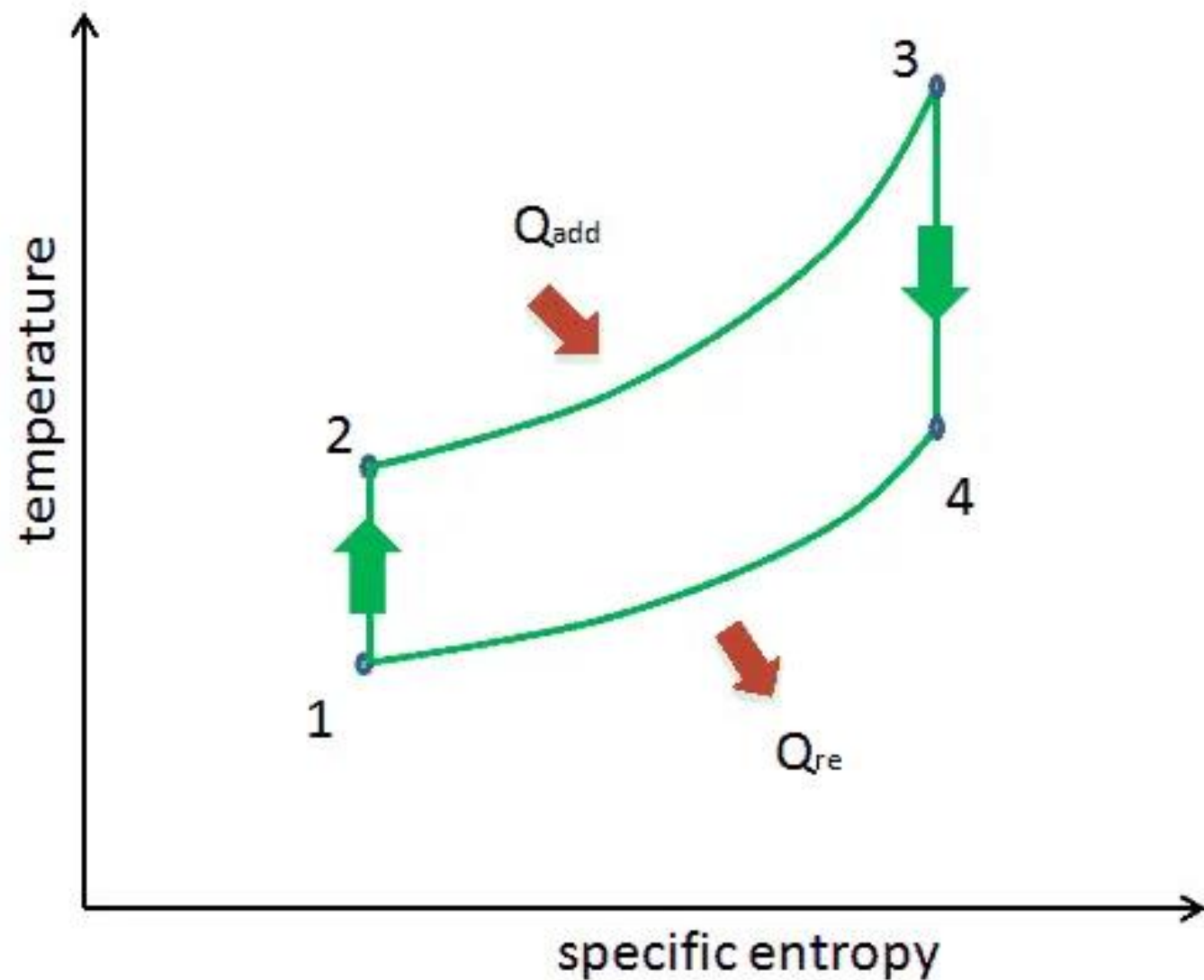
Principe de fonctionnement

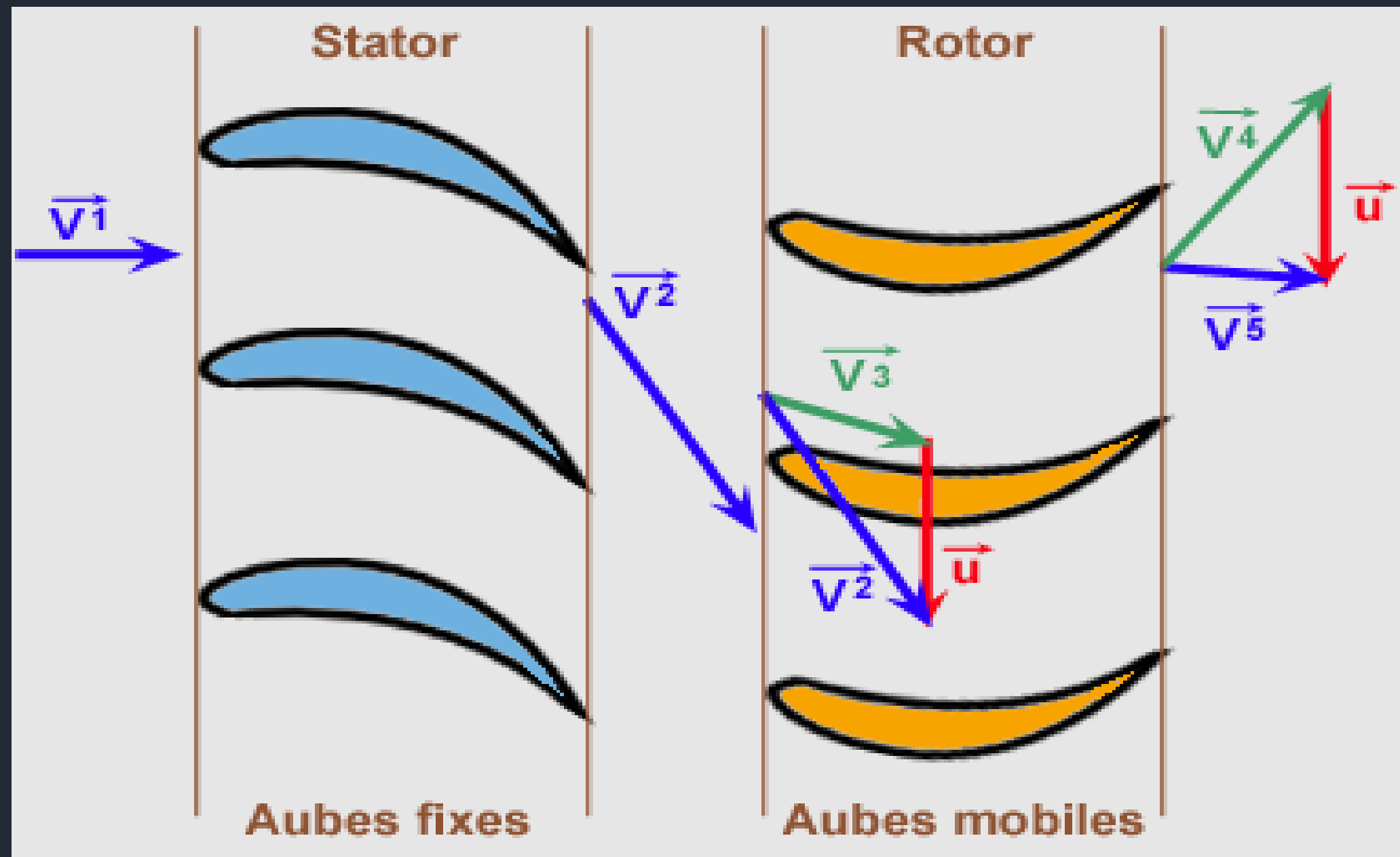
- Les gaz chauds produits par la combustion entrent dans la tuyère.
- La section transversale de la tuyère diminue progressivement, ce qui augmente la pression des gaz.
- Les gaz se détendent ensuite dans la section divergente de la tuyère, ce qui augmente leur vitesse.
- Les gaz chauds sont expulsés de la tuyère à une vitesse supersonique, ce qui crée une force de poussée.



Le cycle de Brayton

Le turboréacteur fonctionne selon le cycle de Brayton, également appelé cycle de combustion à air constant.



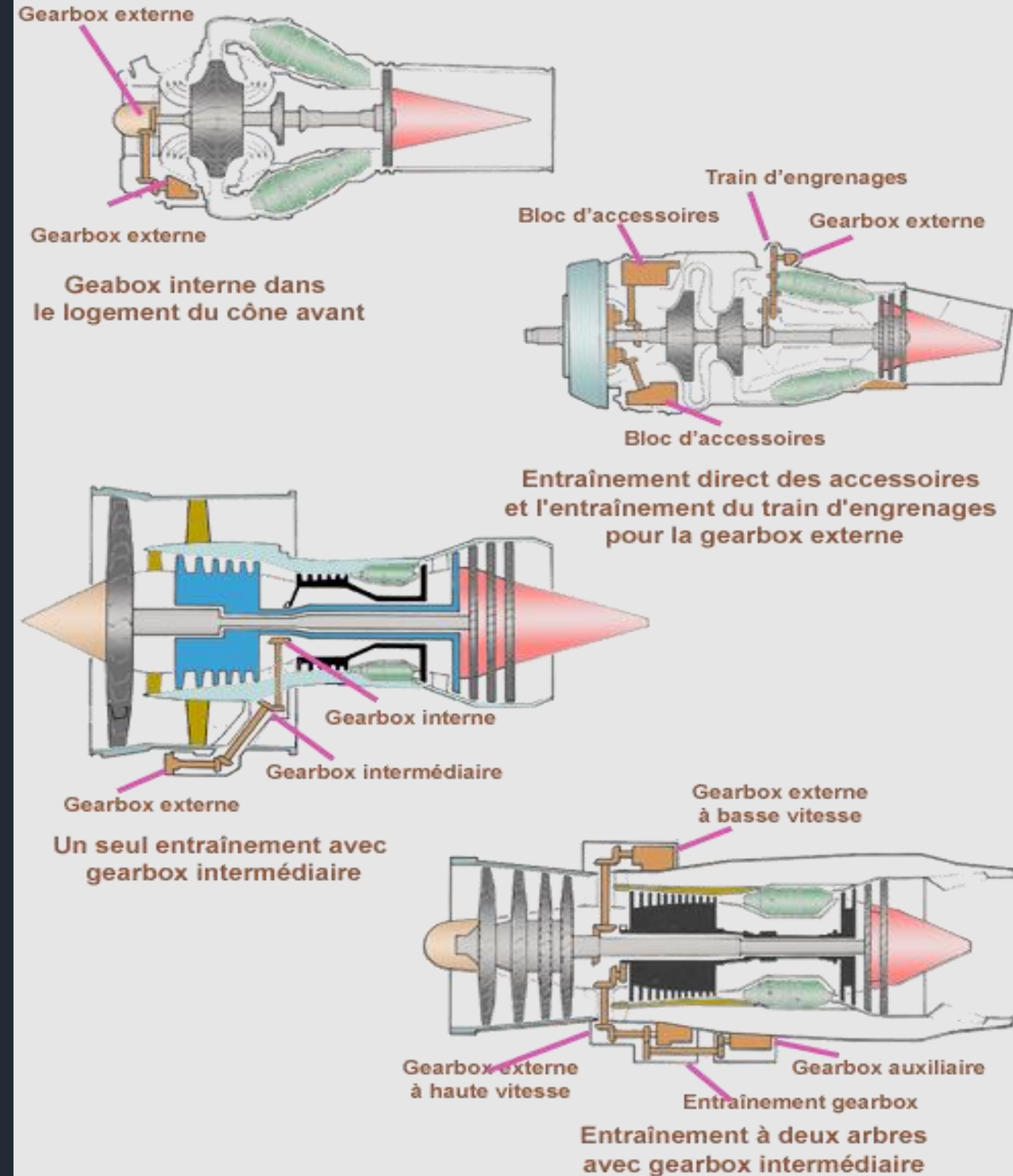


Les boîtiers d'accessoires

Un boîtier d'accessoires ou **AGB** accessory gearbox ou gear box (en anglais) comprend généralement un ou plusieurs trains d'engrenages qui sont entraînés en rotation par un prélèvement mécanique au moyen d'un renvoi d'angle sur l'arbre du compresseur et sur lesquels viennent se coupler les différents accessoires tels que :

- les générateurs électriques ;
- les pompes mécaniques pour l'hydraulique ;
- les pompes de carburant haute pression ;
- les pompes pour lubrification ;
- etc.

L'emplacement du ou des boîtiers d'accessoires internes au sein du noyau d'un moteur est dicté par les difficultés d'amener un arbre de transmission radialement vers l'extérieur et par l'espace disponible au sein du noyau du moteur.



La portance et la trainée sont deux forces opposées qui s'équilibrent pour maintenir l'objet en mouvement dans un fluide.

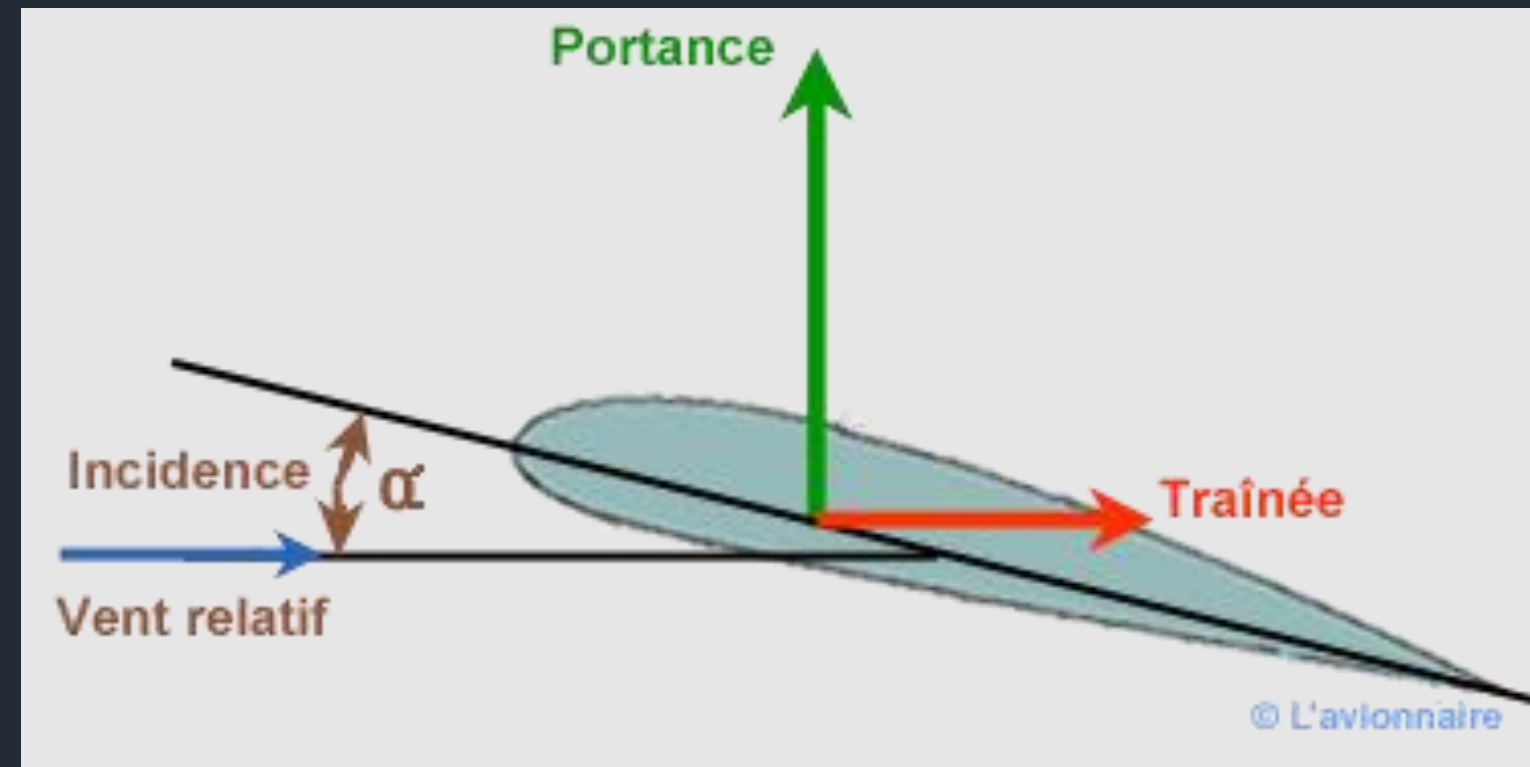
Le rapport entre la portance et la trainée est appelé coefficient de portance. Le coefficient de portance est un nombre sans dimension qui caractérise la capacité d'un objet à générer de la portance.

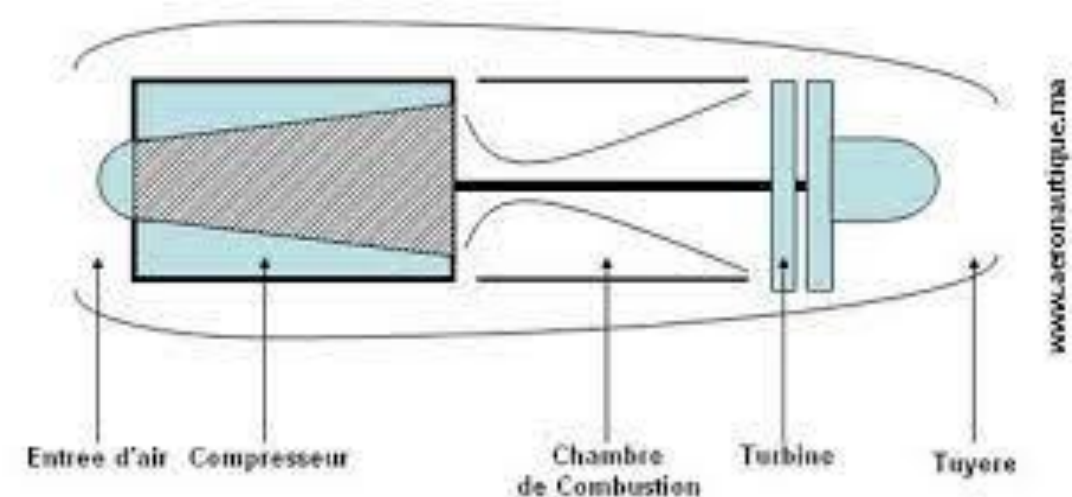
Un coefficient de portance plus élevé signifie que l'objet génèrera plus de portance pour une quantité donnée de trainée.

La portance et la trainée dépendent de plusieurs facteurs dont les plus importants sont les suivants :

- La vitesse du vent relatif **V**
- La masse volumique de l'air **ρ**
- La forme du profil
- L'incidence **α**
- La surface alaire **S**
- Les conditions de surface (rugosité)
- La compressibilité

La portance sera donnée par l'équation : **$R_z = (\rho * V^2 * S * C_z) / 2$**





Type

Composition

Avantages

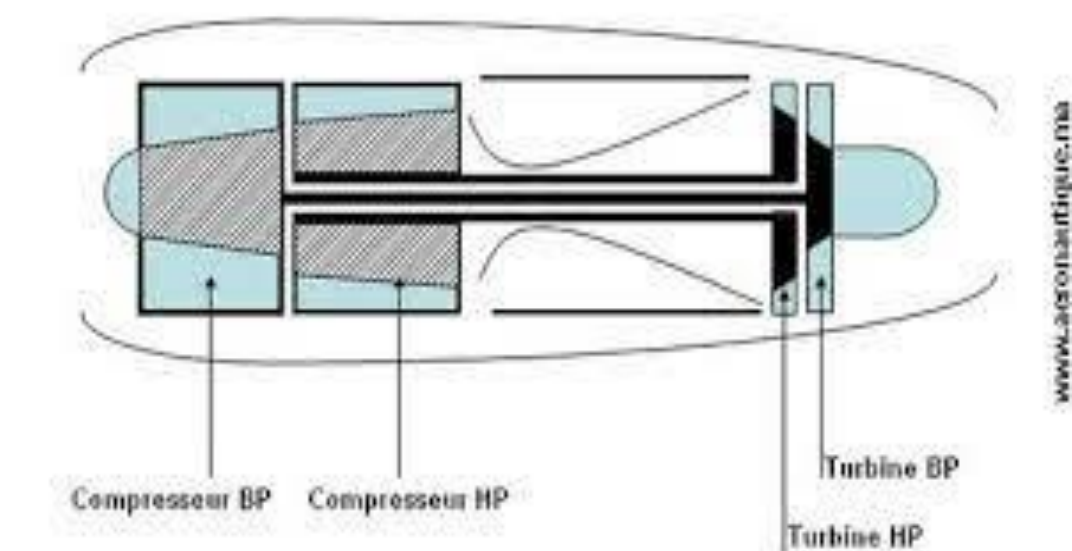
Inconvénients

Simple flux

Compresseur, combustion, turbine, tuyère

Simple, léger, efficace à haute vitesse

Moins efficace à basse vitesse, plus bruyant

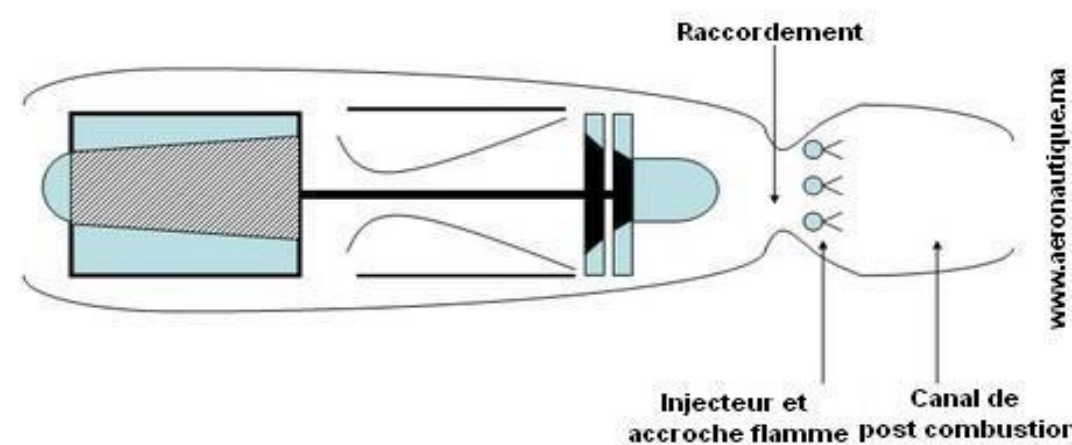


Double flux

Ventilateur, compresseur HP, combustion, turbine HP, turbine BP, tuyère

Plus efficace, moins bruyant, adaptable

Plus complexe, plus lourd, plus coûteux

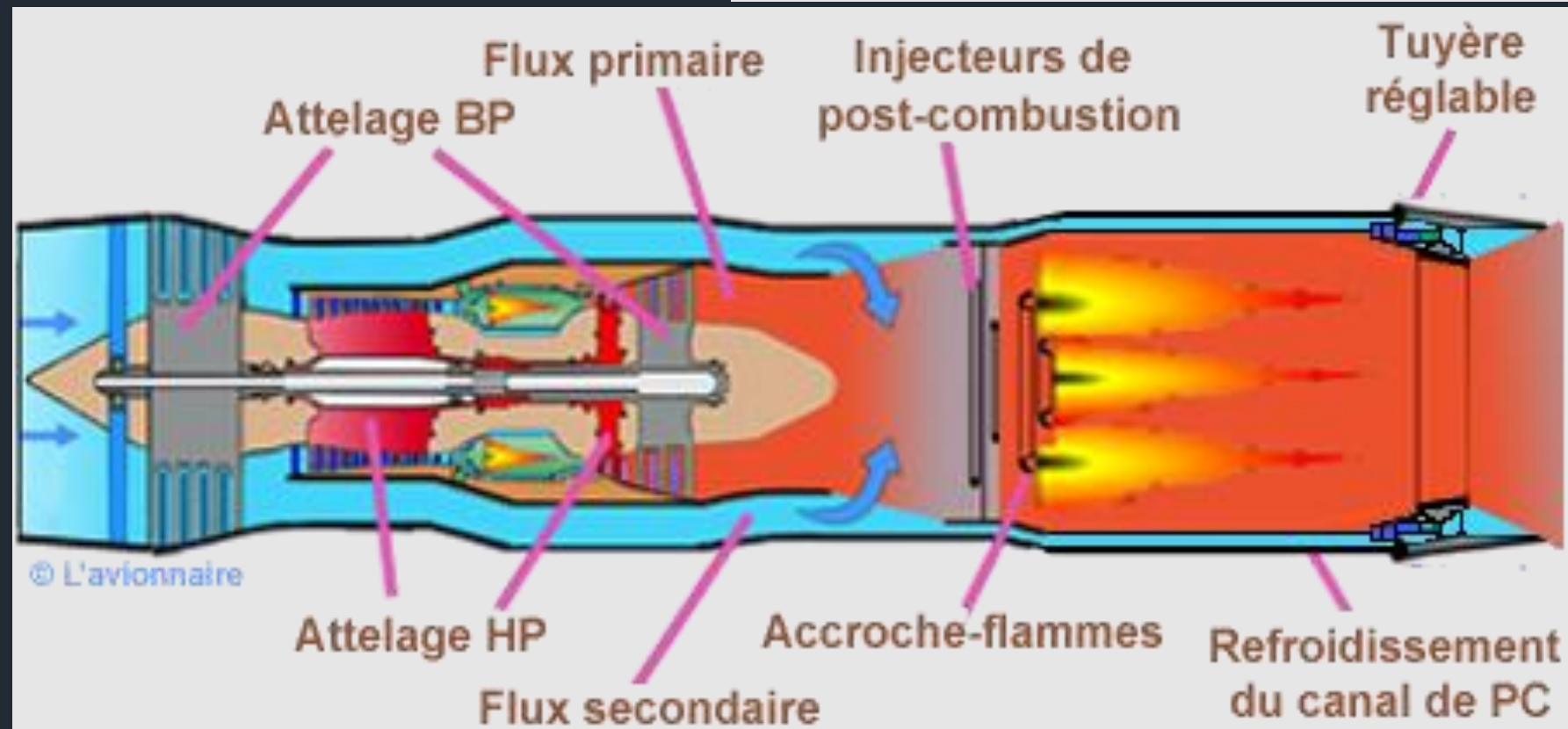
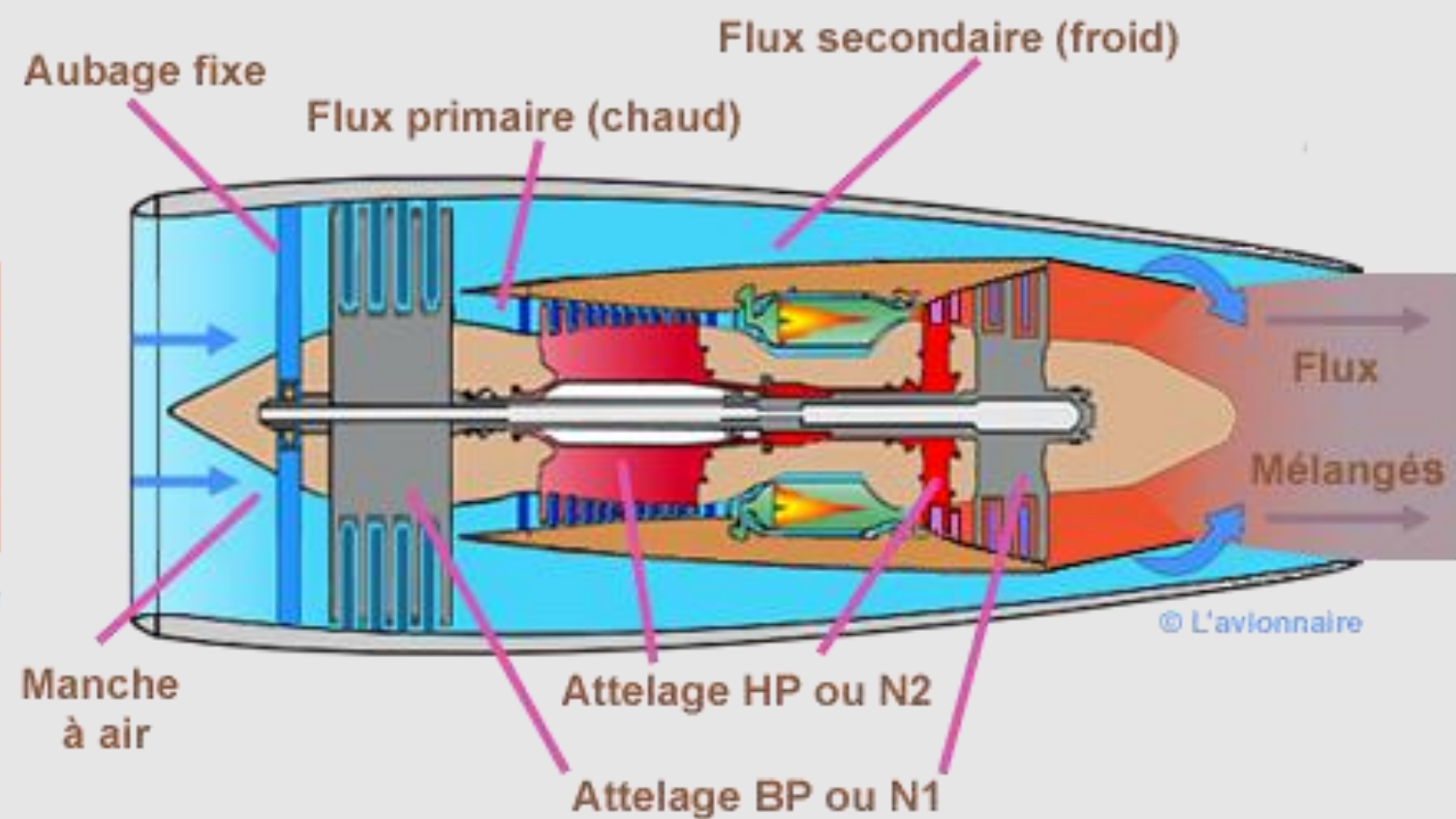
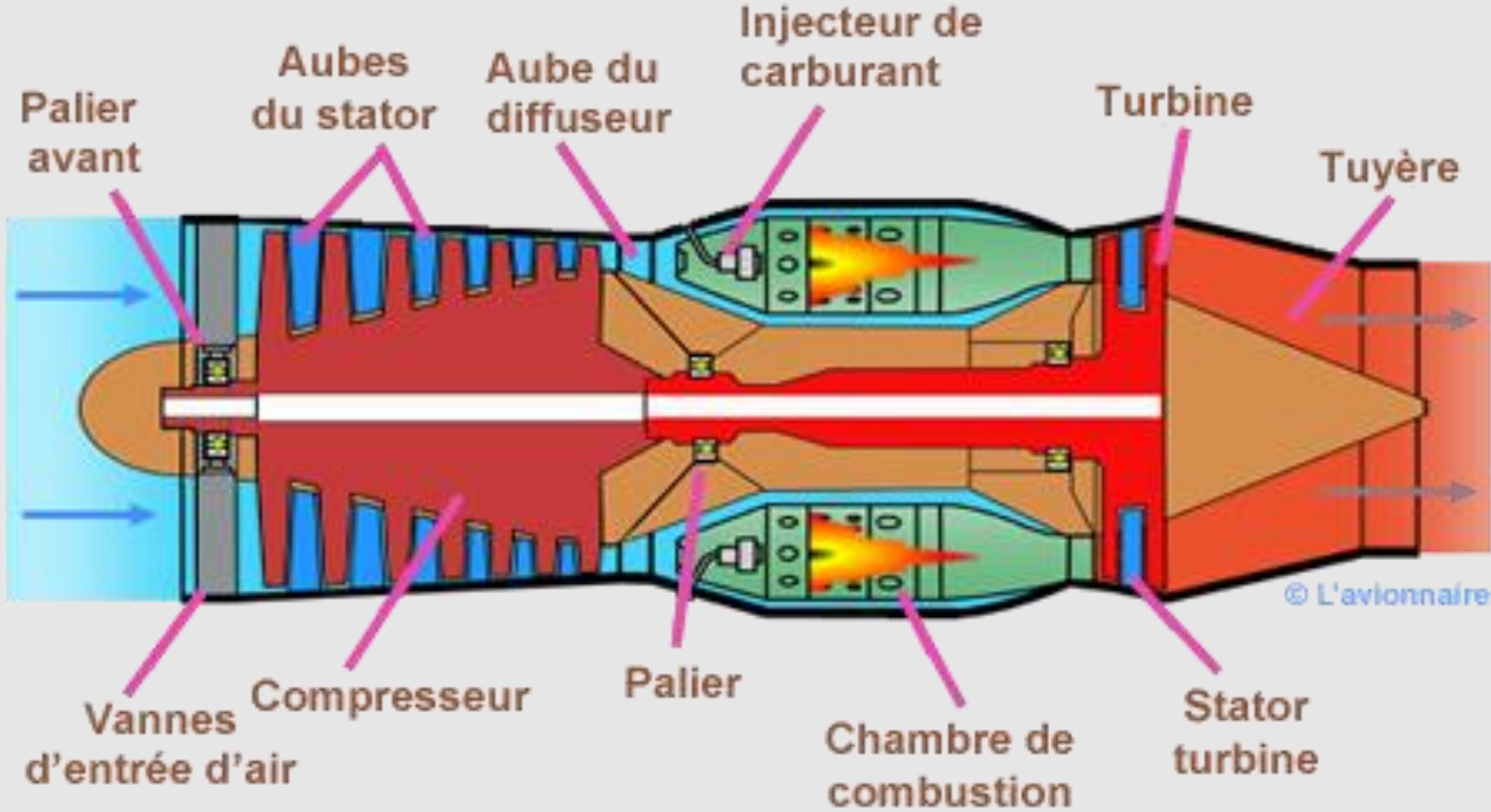


Post-combustion

Turbofan classique + post-combustion

Forte poussée supplémentaire

Forte consommation de carburant, durée de vie réduite, signature thermique importante

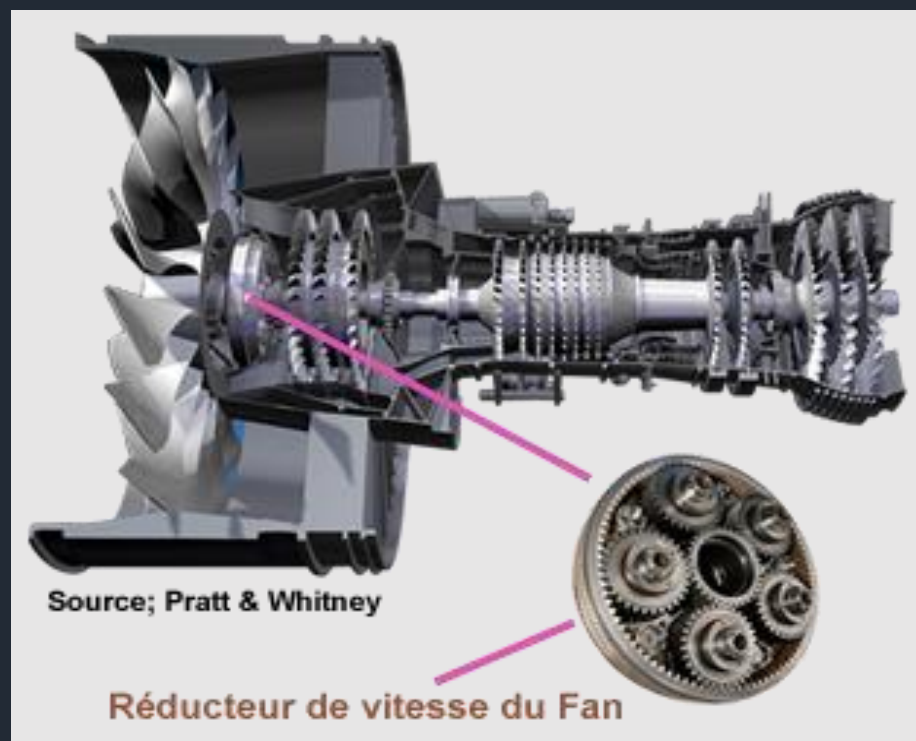


Turboréacteurs militaires

Les turboréacteurs militaires sont conçus pour fournir une poussée élevée, une vitesse maximale élevée et une manœuvrabilité exceptionnelle. Ils sont généralement plus grands et plus lourds que les turboréacteurs civils, et utilisent des matériaux et des technologies plus avancés.

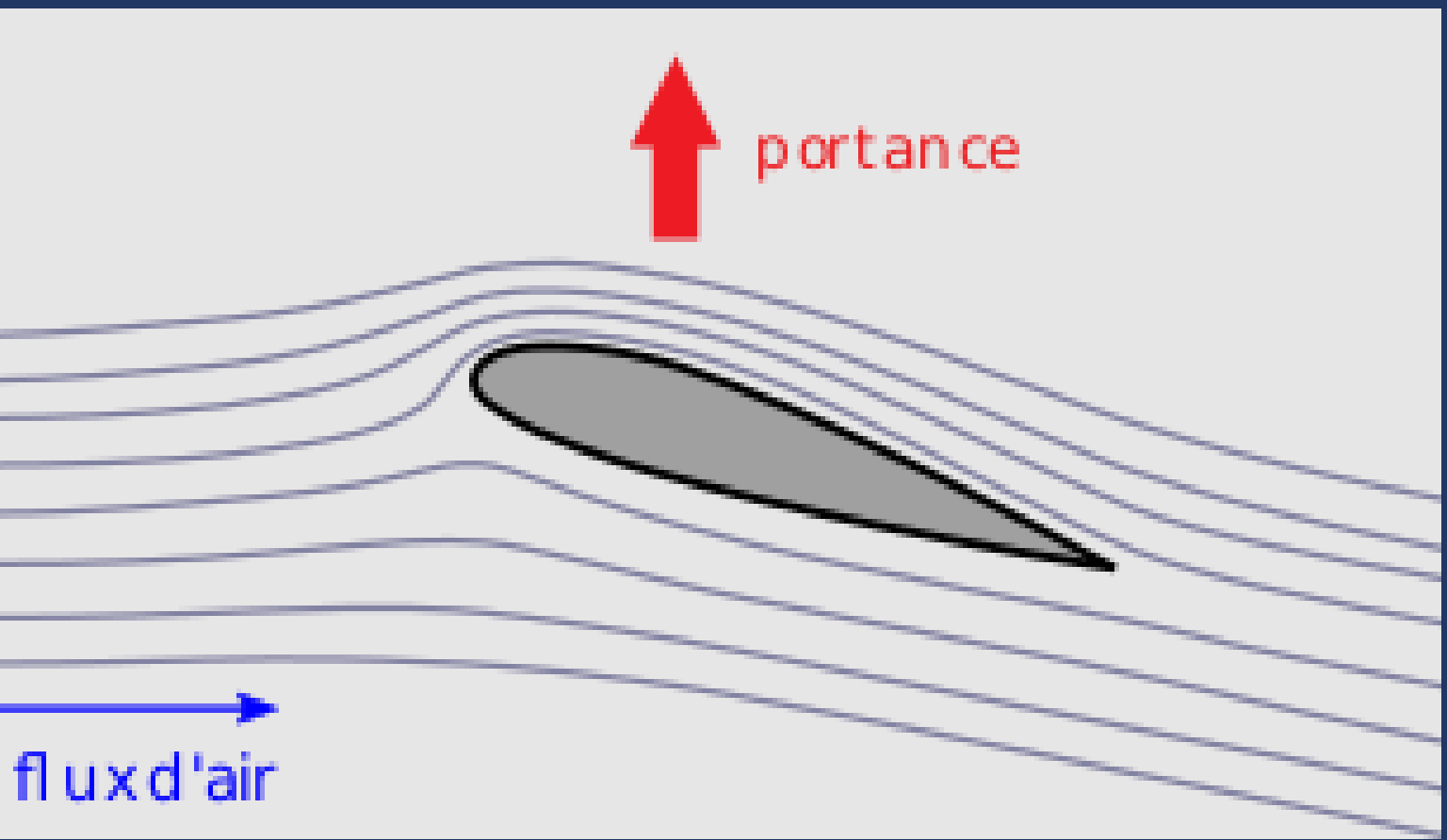
Les turboréacteurs civils

sont utilisés dans une variété d'avions civils, notamment les avions de ligne, les avions de transport et les avions d'affaires. Ils sont essentiels au transport aérien commercial, permettant aux avions de transporter un grand nombre de passagers ou de fret sur de longues distances.



La portance

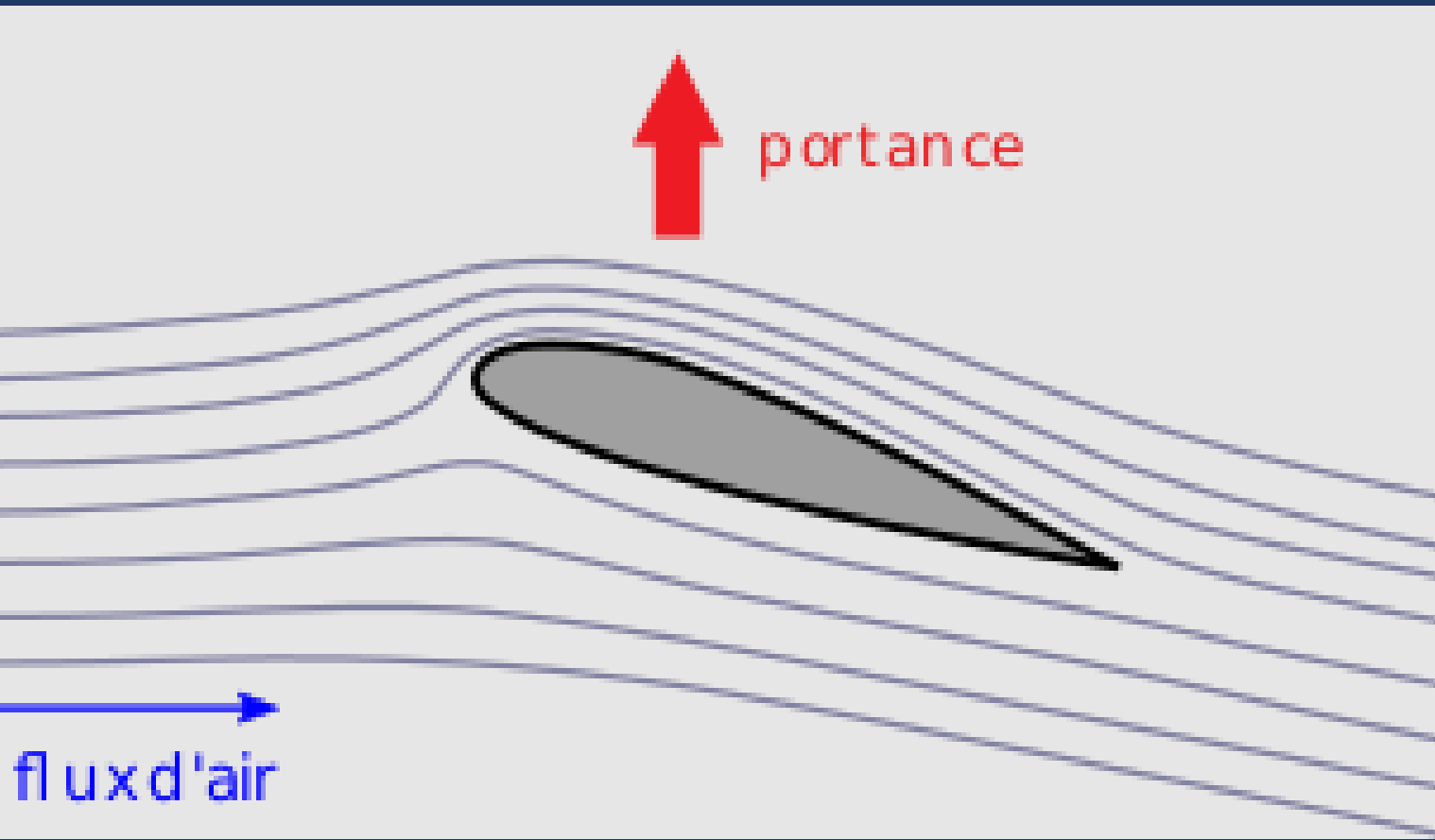
La portance est une force aérodynamique qui agit perpendiculairement au flux d'air. Elle est créée par la différence de pression entre la face supérieure et la face inférieure d'une surface incurvée, comme une aile d'avion. La pression est plus faible sur la face supérieure de l'aile que sur la face inférieure. Cela est dû au fait que l'air doit s'écouler plus rapidement sur la face supérieure que sur la face inférieure pour combler l'espace entre l'aile et l'air. La différence de pression crée une force de portance qui pousse l'aile vers le haut.



Aérodynamique

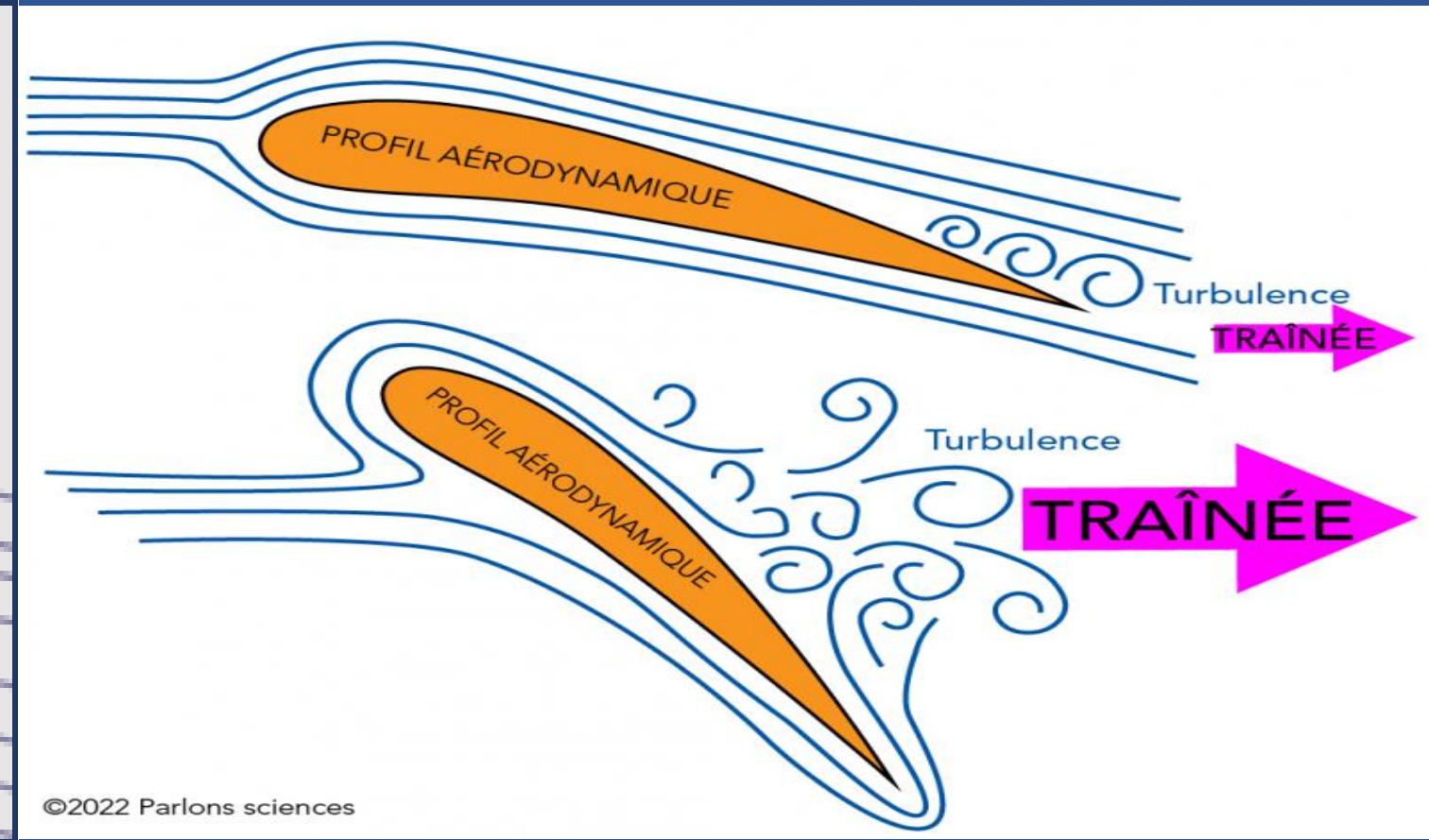
La portance

La portance est une force aérodynamique qui agit perpendiculairement au flux d'air. Elle est créée par la différence de pression entre la face supérieure et la face inférieure d'une surface incurvée, comme une aile d'avion. La pression est plus faible sur la face supérieure de l'aile que sur la face inférieure. Cela est dû au fait que l'air doit s'écouler plus rapidement sur la face supérieure que sur la face inférieure pour combler l'espace entre l'aile et l'air. La différence de pression crée une force de portance qui pousse l'aile vers le haut.



La trainée

La trainée est une force aérodynamique qui agit parallèlement au flux d'air. Elle est créée par la friction entre l'objet et le fluide. La trainée est plus importante lorsque l'objet a une surface plus grande ou lorsque le fluide a une viscosité plus élevée. La trainée s'oppose au mouvement de l'objet, ce qui rend plus difficile son accélération ou son maintien en mouvement.



La force de poussée

La force de poussée dans un turboréacteur est la force qui propulse l'avion vers l'avant. Elle est créée par l'accélération des gaz chauds produits par la combustion. Les gaz chauds sont expulsés de la tuyère du moteur à grande vitesse, ce qui crée une force opposée au mouvement de l'avion.

la force de poussée (en newtons)

$$F_p = m * v$$

la masse du fluide accéléré (en kilogrammes)

la vitesse du fluide accéléré (en mètres par seconde)

$$F_p = Qm * (V_s - V_e)$$

Debit massique de l'air (kg/s)

Vitesse d'entrée des gaz dans le compresseur (m/s)

Vitesse de sortie des gaz de la tuyère (m/s)

En conclusion, le turboréacteur est un moteur à réaction puissant et efficace qui est utilisé dans une grande variété d'applications. Il est un élément essentiel de l'aviation moderne.