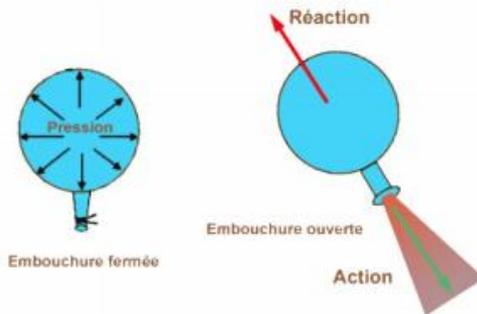


Turboréacteur avec tuyère à ouverture variable

Le fonctionnement des turboréacteurs s'appuie sur le principe d'action-réaction : il s'agit d'accélérer une masse d'air pour créer une force de poussée qui, par réaction, va propulser l'avion.



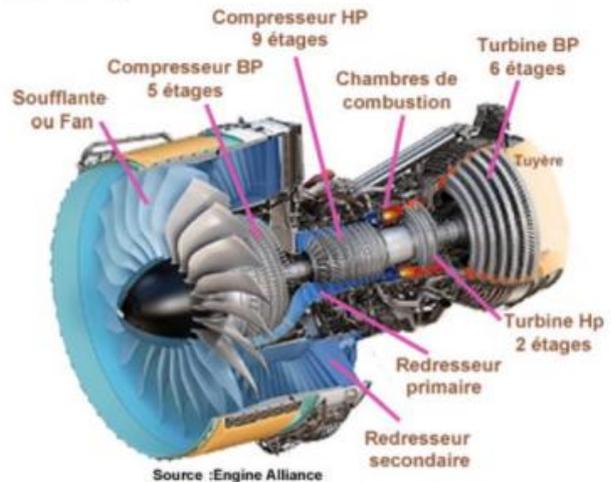
Rafale propulsé par deux moteurs Snecma M88



Prenons comme exemple un ballon que l'on gonfle. La paroi du ballon subit une certaine pression et se dilate. Si le ballon est bien fermé la résultante des forces de pression à l'intérieur du ballon est nulle (figure de gauche ci-contre).

Maintenant ouvrons l'embouchure du ballon (figure de droite), les gaz en s'échappant créent l'énergie de propulsion (action) et provoquent le déplacement du ballon (réaction tant que la pression interne des gaz sera suffisante)

Un turboréacteur repose sur ce même principe. À l'intérieur de ce dernier, on trouve 3 étapes, à savoir :
 1/ **Compression** dans la soufflante + compresseurs basse pression BP + compresseurs haute pression HP)
 2/ **Combustion** dans les chambres de combustion
 3/ **Détente** dans les turbines + tuyère



(voir vidéos de fonctionnement des turboréacteurs sur le site internet).

Montée en sortie du turboréacteur, la **tuyère** à « ouverture variable » (c'est-à-dire **de section variable**) permet de modifier la section de passage du fluide en sortie (voir photos ci-dessous).

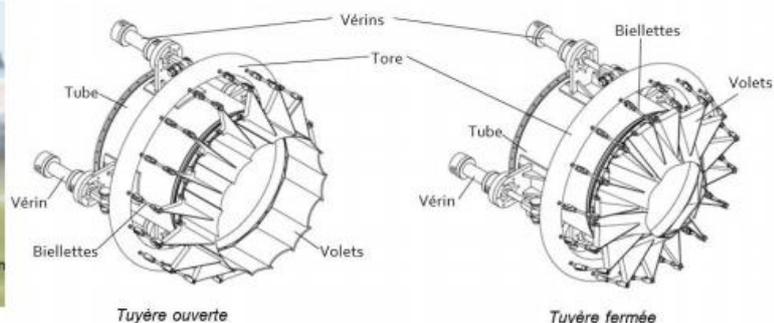
Le dispositif permettant de réduire cette section est constitué de **seize volets** articulés sur la **périphérie d'un tube** (voir figure ci-dessous) mis en mouvement par **seize biellettes** toutes identiques, reliées à un tore mis en translation, à l'aide de **quatre vérins hydrauliques** répartis régulièrement autour du tube.

Montée en sortie du turboréacteur, la **tuyère** à « ouverture variable » (c'est-à-dire **de section variable**) permet de modifier la section de passage du fluide en sortie (voir photos ci-dessous).

Le dispositif permettant de réduire cette section est constitué de **seize volets** articulés sur la **périphérie d'un tube** (voir figure ci-dessous) mis en mouvement par **seize biellettes** toutes identiques, reliées à un tore mis en translation, à l'aide de **quatre vérins hydrauliques** répartis régulièrement autour du tube.



Sciences industrielles de l'ingénieur

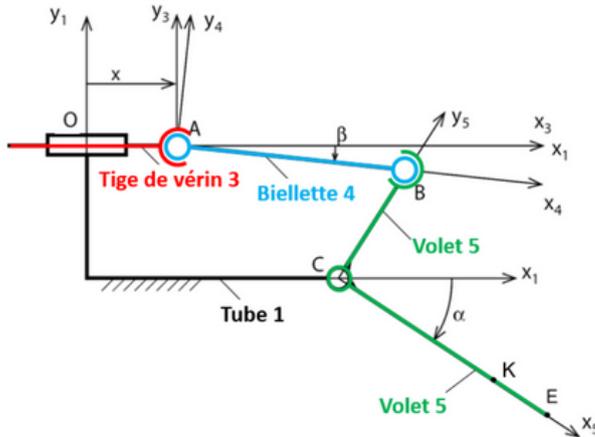


Tuyère ouverte
17/03/2020



Comportement cinématique des systèmes mécaniques: REVISIONS

Le dispositif précédent, qui transforme le déplacement linéaire x de la tige 3 d'un des quatre vérins, en déplacement angulaire α d'un des seize volets 5 est modélisé ci-dessous :



Modèle cinématique limité à un vérin, une biellette et un volet

On définit :

$$\vec{OA} = x \vec{x}_1$$

$$\vec{AB} = \ell \vec{x}_4$$

$$\vec{CB} = h \vec{y}_5$$

$$\vec{OC} = \ell \vec{x}_1 - h \vec{y}_1$$

$$\vec{CE} = L \vec{x}_5$$

La position particulière *Tuyère ouverte* est définie par $x=0\text{mm}$ et $\alpha=0^\circ$ (volet 5 horizontal), et donc $D=EE'=D_0$ (diamètre de la section). NB : E' étant l'opposé de E .

On suppose $x < \ell$ et $x < h$.

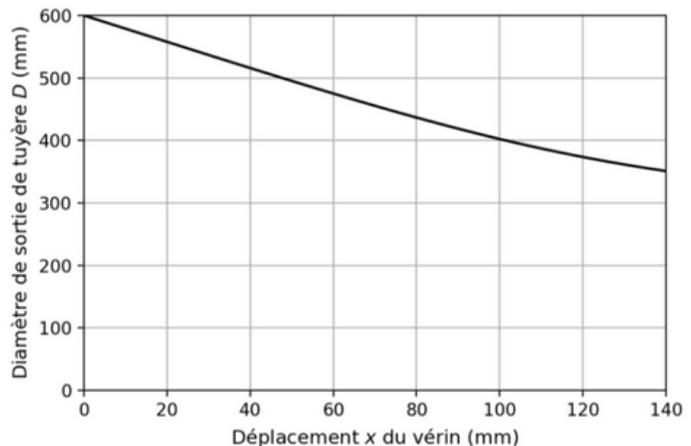
On donne ci-dessous un extrait du cahier des charges associé à l'exigence étudiée.

Exigence	Critère	Niveau
Faire varier la section de l'écoulement du fluide	Diamètre de la section de l'écoulement du fluide	de 400 à 600 mm

Objectif : déterminer une expression linéaire du diamètre de la section de l'écoulement du fluide en fonction du déplacement linéaire des vérins permettant de valider le critère du cahier des charges.

1. Repasser en couleur les différents solides sur le schéma cinématique.
2. Identifier les paramètres de mouvement d'entrée, de sortie, et intermédiaires, ainsi que les paramètres caractéristiques de ce mécanisme. Préciser également s'il existe des mobilités internes.
3. À l'aide d'une fermeture géométrique judicieusement choisie, exprimer l'angle α en fonction de x
Rmq : on laissera l'expression sous la forme $A\cos\alpha + B\sin\alpha$ et une résolution numérique sous python permettra de tracer la loi ES.
4. Par observation du schéma cinématique, donner l'expression du diamètre D de la section de l'écoulement du fluide en fonction de α , L et D_0 .

On donne ci-contre le tracé de la fonction $D(x)$ déterminée à partir des questions 3 et 4.



5. En déduire, à partir du cahier des charges relatif à l'exigence étudiée, la course nécessaire des vérins.
6. Proposer une expression linéarisée de D en fonction de x et D_0 .