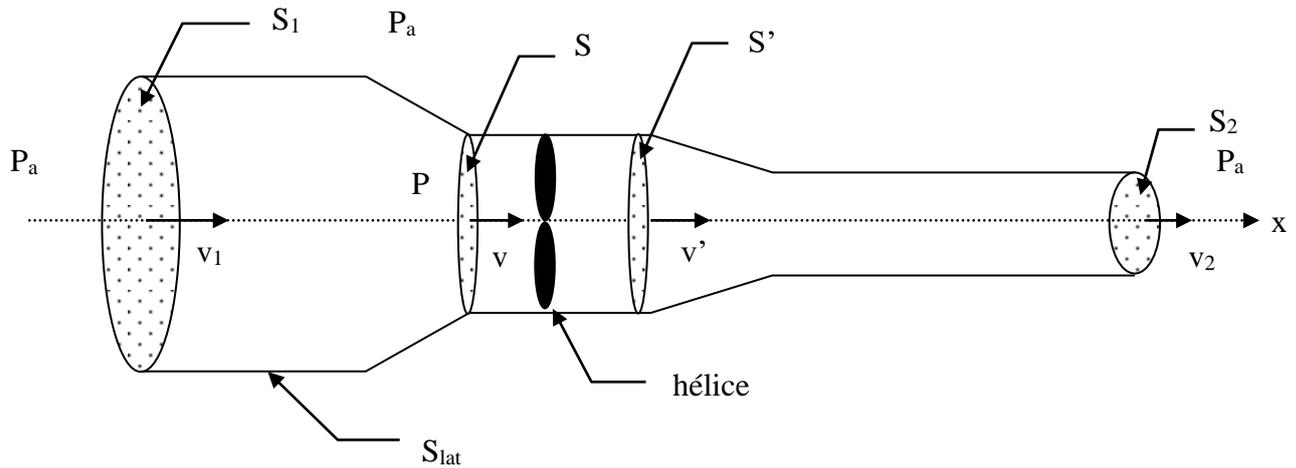


1. Comment définit-on un système en thermodynamique ?
 2. Quelles sont les différentes sortes d'énergies que peut emmagasiner un système ? Quelles sont les différentes sortes d'énergie que peut échanger un système avec l'extérieur (les définir) ?
 3. Enoncer le premier principe sous sa forme la plus générale, pour une transformation finie.
 4. Quelle information donne le signe d'un transfert thermique ?
 5. Comment écrit-on la relation mathématique du premier principe pour une transformation élémentaire ? Justifier le choix des notations.
 6. Définir l'enthalpie. Exprimer le premier principe avec l'enthalpie, en précisant les conditions de validité de cette formule.
 7. Pour un gaz parfait, donner (avec démonstration) la relation entre les capacités thermiques, à volume constant et à pression constante. Exprimer (avec démonstration) chacune de ces capacités thermiques en fonction de $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$.
 8. Donner la relation entre les deux capacités thermiques, pour une phase condensée indilatable incompressible.
 10. Enoncer le deuxième principe de la thermodynamique. Pourquoi dit-on que c'est un « principe d'évolution » ?
 11. Décrire en une phrase courte (sans aucune formule mathématique) l'information qualitative donnée par l'entropie sur le système à l'échelle microscopique.
 12. Démontrer un des lois de Laplace (une seule suffira) valables pour un gaz parfait en évolution isentropique.
-
13. Dessiner les schémas de principe des 3 machines dithermes possibles. Pour le moteur, le frigo et la PAC :
 - préciser le système physique échangeant de l'énergie avec les différents organes de la machine
 - donner un exemple concret de ce qui joue le rôle de source chaude, idem pour source froide
 - représenter les sens réels des échanges d'énergie entre le système et les éléments extérieurs
 14. Démontrer l'inégalité de Clausius pour une machine ditherme.
 15. Donner la définition qualitative (générale) de l'efficacité. Préciser cette définition dans le cas du réfrigérateur, du moteur et de la pompe à chaleur.
 16. Enoncer, puis démontrer le théorème de Carnot dans le cas du réfrigérateur. Quand l'égalité est-elle réalisée ?
 17. Donner le diagramme de Watt (de Clapeyron) du cycle de Carnot.

Exercice : Fonctionnement d'une hélice (cas inverse de l'éolienne)



Une hélice animée d'un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe Ox est plongée dans un fluide parfait, incompressible de masse volumique μ . L'étude est faite dans un référentiel galiléen R lié à l'axe de l'hélice ; dans ce référentiel, l'écoulement est stationnaire. On négligera l'influence de la pesanteur.

On considère un tube de courant possédant la symétrie de révolution autour de Ox et s'appuyant sur les pales de l'hélice. Ce tube de courant définit une surface fermée, constituée de la surface latérale du tube S_{lat} et des sections droites amont et aval S_1 et S_2 . La pression à l'extérieur de ce tube de courant est uniforme et égale à la pression ambiante P_a .

Sur la surface S_1 , la vitesse du fluide est uniforme et égale à $v_1 \vec{u}_x$. Sur S_2 , elle est égale à $v_2 \vec{u}_x$.

Au voisinage de l'hélice, on considère deux sections S et S' d'aires sensiblement égales $S \approx S'$:

- sur la surface S, la vitesse est $v \vec{u}_x$ et la pression P.
- sur la surface S', la vitesse est $v' \vec{u}_x$ et la pression P'.

Au voisinage proche de l'hélice, entre S et S', l'écoulement est perturbé, et il existe une discontinuité de la pression de part et d'autre de l'hélice.

1. Exprimer la pression P en fonction de P_a , μ , v_1 et v
Donner une expression analogue pour P' en fonction de P_a , μ , v_2 et v' .

On note \vec{F} la résultante des forces exercées par l'hélice sur le fluide.

2. Montrer que $v \approx v'$.
En effectuant un bilan de quantité de mouvement dans le volume compris entre S et S', exprimer \vec{F} en fonction de S, μ , v_1 et v_2 .
3. En raisonnant cette fois dans le volume compris entre S_1 et S_2 , obtenir une deuxième expression de \vec{F} en fonction de v_1 , v_2 et du débit massique $D_m = \mu S v$.
4. Dédire de ce qui précède, une relation simple entre v , v_1 et v_2 .
5. (à traiter après chap.3 cours bilans) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à un volume de fluide bien choisi, déterminer la puissance \mathcal{P} fournie par l'hélice au fluide, en donnant le résultat :
 - dans un premier temps en fonction de D_m et des vitesses v_1 et v_2
 - puis dans un second temps en fonction de \vec{F} et \vec{v}
6. Vérifier le signe de \mathcal{P} et justifier l'allure du tube de courant représenté en début d'énoncé.
7. Que faudrait-il modifier dans les raisonnements menés au cours de cet exercice si l'on étudiait une éolienne, plutôt qu'une hélice ?