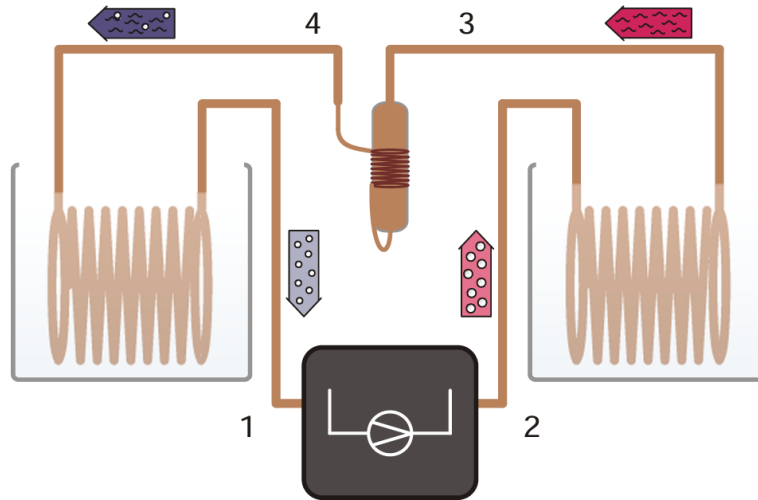


1 Cycle théorique de la maquette pompe à chaleur du lycée

Ci-dessous le schéma de la machine réceptrice du laboratoire, avec compresseur ($1 \rightarrow 2$), condenseur ($2 \rightarrow 3$), soupape d'expansion (détendeur) ($3 \rightarrow 4$) et évaporateur ($4 \rightarrow 1$). Le fluide frigorigène est le R134A (Tétrafluoroéthane $C_2H_2F_4$).



La notice de l'appareil donne un cycle théorique sur fonctionnement sur le diagramme de Mollier p, h donné en annexe.

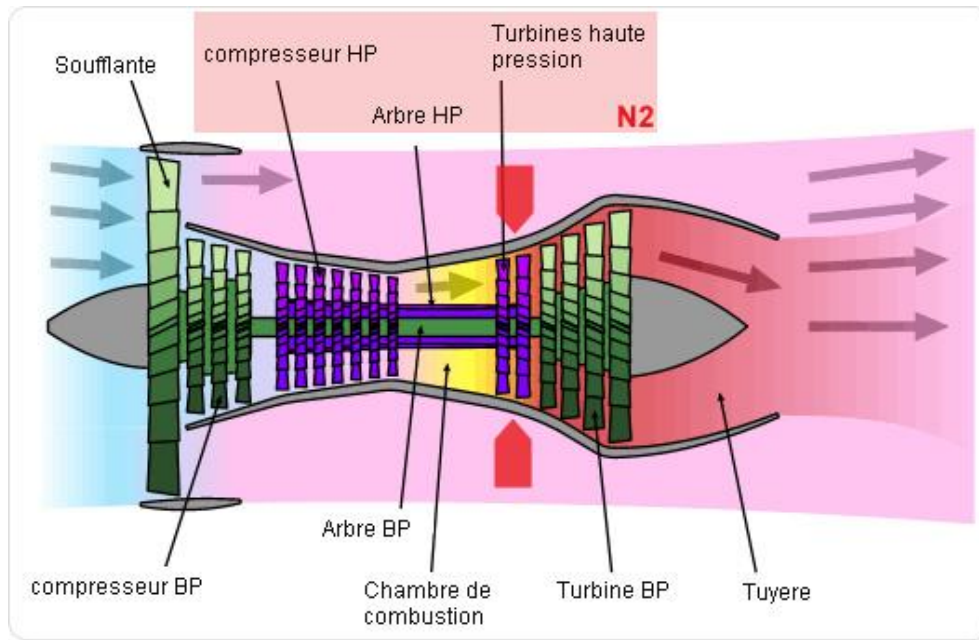
1. Sur l'annexe, placer les points 1, 2, 3 et 4.
2. Par lecture graphique, relever les valeurs des enthalpies massiques h_1, h_2, h_3 et h_4 .
3. Pour chaque transformation, repérer graphiquement quelle est la grandeur thermodynamique supposée constante ?
4. Le fluide est dit "surchauffé" au point 1, et "sous-refroidi" au point 3. A quoi cela correspond graphiquement ? Quel est l'intérêt de surchauffer en 1 et de sous refroidir en 3 ?
5. La transformation $1 \rightarrow 2$ est supposée adiabatique et réversible. Montrer que cela confirme la grandeur thermodynamique constante repérée à la question 3. Par application du 1er ppe industriel, déterminer le travail massique utile w_u reçu par le fluide de la part du compresseur.
6. Par application du premier principe industriel aux étapes adaptées, déterminer les transferts thermiques massiques q_f et q_c .
7. En déduire le coefficient de performance de ce cycle théorique. Comparer au coefficient de performance maximal

$$COP_{max} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

8. Déterminer le titre en vapeur au point 3 par lecture directe sur les isotitre, et par application du théorème des moments adapté aux enthalpies massiques.

2 Turboréacteur d'avion

Un turboréacteur destiné à la propulsion d'avions est schématisé sur la figure suivante.



L'air traverse le compresseur calorifugé où il évolue de l'état E_1 à l'état E_2 , puis traverse la chambre de combustion où il subit un réchauffement isobare de l'état E_2 à l'état E_3 , puis il se détend dans une turbine calorifugée où il évolue de l'état E_3 à l'état E_4 . Enfin, l'air traverse une tuyère, conduite calorifugée de section variable où il acquiert une vitesse importante c_5 et évolue de l'état E_4 à l'état E_5 .

Les données concernant les différents états sont regroupées ci-dessous :

Etat	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
p en Bar	1.0	5.0	5.0	2.5	1.0
T en K	288	$T_2 = ?$	1123	955	735

L'installation fonctionne en régime stationnaire. On néglige l'énergie potentielle de pesanteur dans toute l'installation. On néglige l'énergie cinétique de l'air partout sauf dans l'état E_5 à la sortie de la tuyère, où la vitesse de l'air vaut c_5 . L'air est assimilé à un gaz parfait diatomique de coefficient $\gamma = 1.4$, de capacité thermique massique à pression constante $c_p = \frac{R\gamma}{(\gamma-1)M}$. La masse molaire de l'air est $M = 29$ g/mol. On rappelle que $R = 8,314$ SI.

1. Faire l'application numérique de c_p .
2. En appliquant le premier principe industriel à la tuyère, déterminer la valeur de c_5 .
3. En raisonnant de manière analogue, exprimez en fonction des températures les travaux w_{Comp} et w_{Turb} correspondant au transfert d'un kg d'air respectivement dans le compresseur et dans la turbine. Sachant que le travail récupéré dans la turbine sert exactement à entraîner le compresseur, calculer T_2 .
4. Calculer le transfert thermique q correspondant au transit d'un kg d'air dans la chambre de combustion. En déduire le rendement thermodynamique du turboréacteur défini par $r = \frac{(1/2)c_5^2}{q}$.

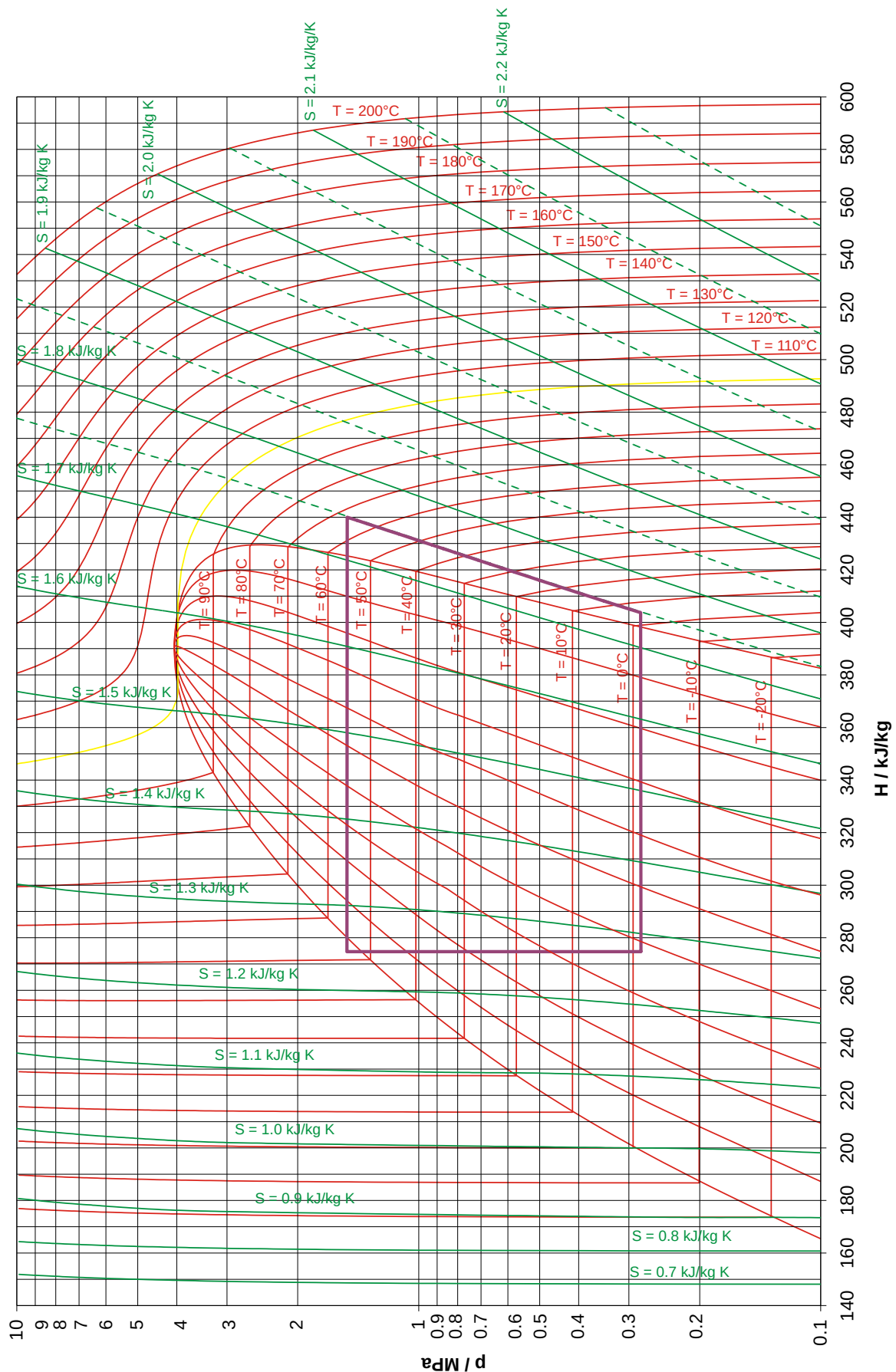


Fig. 7 Diagramme de Mollier