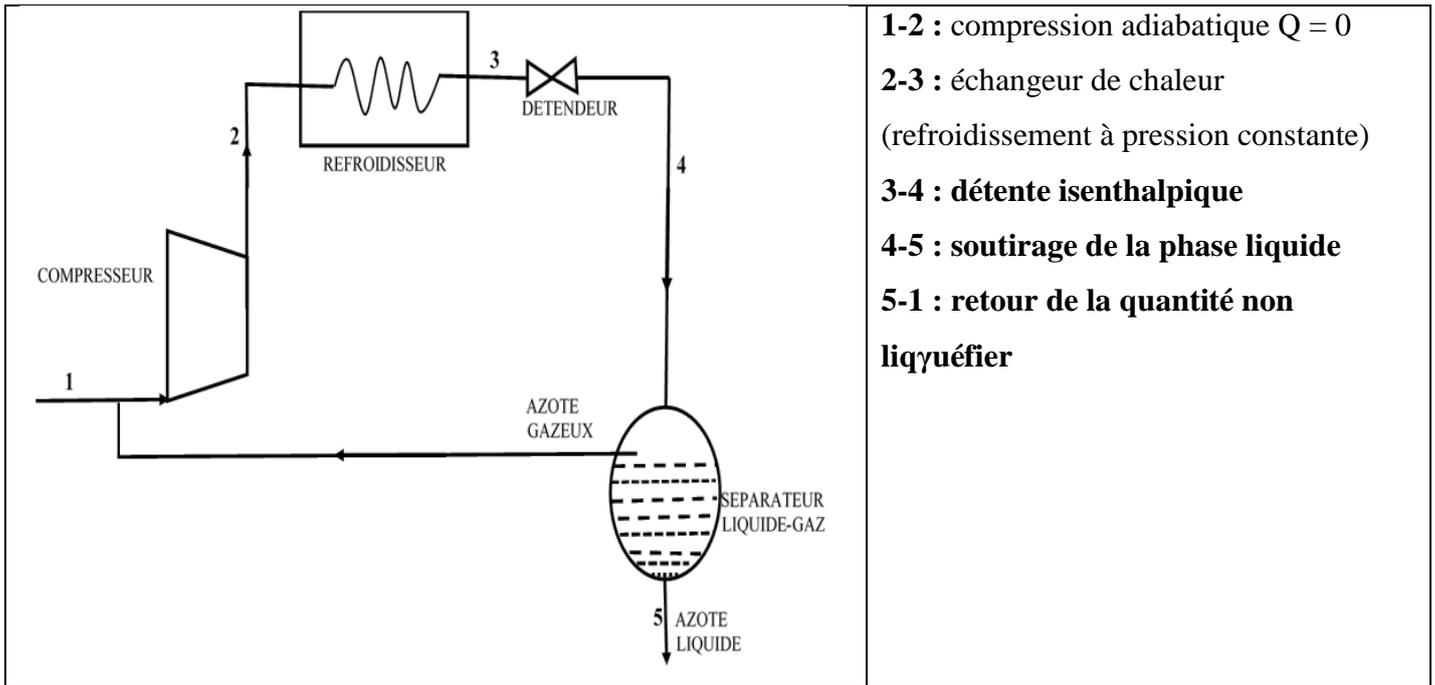


## Solutions des exercices

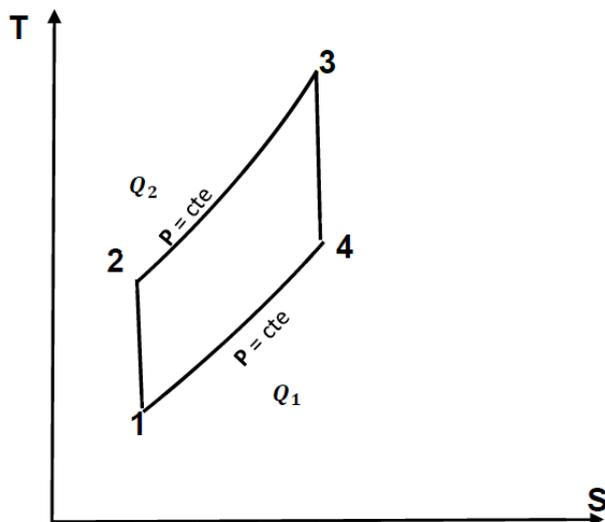
### Solution 1

Le schéma du procédé c'est les éléments constitutifs du système de cryogénisation qui sont le compresseur, l'échangeur, le détendeur et un séparateur liquide/gaz.



- 1-2** : compression adiabatique  $Q = 0$
- 2-3** : échangeur de chaleur (refroidissement à pression constante)
- 3-4** : détente isenthalpique
- 4-5** : soutirage de la phase liquide
- 5-1** : retour de la quantité non liquéfiée

### Solution 2



## 2- Le rendement du cycle en fonction des températures.

Le rendement en fonction de «  $\gamma$  » et de la pression.

$$\Rightarrow \eta = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

**-4-** Du diagramme entropique TS, la température maximale du cycle se trouve au point 3.

**-5- AN :** Calcule du rendement thermique  $T_{\max} = 1000 \text{ K}$  et  $T_{\text{sortie}} = 300 \text{ K}$ .

La température maximale est définie au point 3 sortie du compresseur et la température de sortie se trouve au point 4 à la sortie de la turbine.

$$T_{\max} = T_3 = 1000 \text{ K et } T_{\text{sortie}} = T_4 = 300 \text{ K.}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_4}{T_3}$$

$$\eta = 1 - \frac{300}{1000} = 0,7 \text{ soit } 70\%$$

On a :

$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} = 1 - \frac{Q_1}{Q_2} = 1 - \frac{T_1 - T_4}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2}$$

**-3- Le rendement en fonction de "  $\gamma$  " :**

Les transformations sur 1 - 2 et 3 - 4 sont adiabatiques réversibles (compression et détente).

$$\text{On a : } TP^{\frac{(1-\gamma)}{\gamma}} = cte \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \text{ et } \frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{P_4}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

Les transformations entre 2 - 3 et 1 - 4 s'effectuent dans les échangeurs à pression constante (isobare).

$$P_1 = P_4 \text{ et } P_2 = P_3$$

$$\text{D'où } \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} \Rightarrow \frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow \frac{T_4}{T_3} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\text{Donc : } \eta = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_1 \left(\frac{T_4}{T_1} - 1\right)}{T_2 \left(\frac{T_3}{T_2} - 1\right)} = 1 - \frac{T_1 \left(\frac{T_4}{T_1} - 1\right)}{T_2 \left(\frac{T_3}{T_2} - 1\right)} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$