

BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

CONTRÔLE INDUSTRIEL et REGULATION AUTOMATIQUE

SCIENCES PHYSIQUES

Physique-Chimie U-31

<u>Physique</u> :	Durée conseillée : 1 h 15	Coefficient : 1,5
<u>Chimie</u> :	Durée conseillée : 45 minutes	Coefficient : 1

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet. Ce sujet comporte 7 pages :

- *Physique* : page 1 à page 5
- *Chimie* : pages 6 à 7

*Aucun document autorisé.
Calculatrice réglementaire autorisée.*

2 feuilles de papier millimétré à fournir aux candidats.

Les feuilles à rendre seront agrafées à la copie par le surveillant sans aucune identité du candidat.

PHYSIQUE

Etude du cycle de l'eau dans une centrale thermique

PARTIE I : Cycle sans surchauffe

Dans une centrale thermique, le générateur de vapeur produit de la vapeur saturée qui traverse une turbine où elle se détend avant de se condenser, l'eau condensée retourne au générateur de vapeur à travers une pompe.

L'ensemble est schématisé ***figure 1 page 3***.

Les différentes étapes du cycle de l'eau sont les suivantes :

1 => 2 Détente isentropique de l'eau de la pression $p_1 = 50$ bar à la pression $p_2 = 0,2$ bar ; l'eau passant de l'état 1 (vapeur saturante sèche) à l'état 2 (vapeur humide : température T_2 , titre de vapeur x).

2 => 3 Fin de condensation à la pression $p_2 = 0,2$ bar.

3 => 4 Compression isentropique de l'eau liquide de la pression $p_2 = 0,2$ bar à la pression $p_1 = 50$ bar.

4 => 5 => 1 Echauffement isobare de l'eau liquide de la température T_2 à la température T_1 , à la pression $p_1 = 50$ bar puis vaporisation à la température T_1 . Le point 5 étant l'état intermédiaire.

On donne :

- le diagramme de Mollier $h = f(s)$ **pages 4 et 5** ;
- les enthalpies massiques de l'eau liquide dans les états 3 et 4 : $h_3 = h_4 = 250 \text{ kJ.kg}^{-1}$;
- dans tout le problème, le travail effectué par la pompe sera considéré comme négligeable.

1) Placer, en justifiant votre réponse, les points 1 et 2 dans le diagramme de Mollier donné **page 4 (document réponse donné en double exemplaire)** ; en déduire le titre x de la vapeur au point 2 et les enthalpies massiques de l'eau h_1 et h_2 relatives aux états 1 et 2.

Calculer le travail massique w échangé lors de la détente **1 => 2**. (Justifier).

2) Exprimer puis calculer la quantité de chaleur massique q échangée par l'eau lors de l'échauffement isobare à la pression p_1 et de la vaporisation dans le générateur de vapeur (étape **4 => 5 => 1**).

- 3) Déterminer le rendement thermodynamique η du cycle.
- 4) Le générateur de vapeur produisant la vapeur avec le débit $D_m = 400 \text{ t.h}^{-1}$ (tonnes par heure), calculer la puissance fournie à la turbine.

PARTIE II : Cycle avec surchauffes

Le schéma explicatif correspondant est représenté **figure 2 page 3**.

Afin d'éviter un début de condensation dans la turbine, on surchauffe la vapeur saturante en deux étapes :

- chauffage isobare à p_1 ($1 \Rightarrow 1'$) suivi d'une détente isentropique ($1' \Rightarrow 2'$) l'amenant à l'état de vapeur saturante sèche à la pression $p' = 5 \text{ bar}$.
- chauffage isobare à p' ($2' \Rightarrow 1''$) suivi d'une détente isentropique ($1'' \Rightarrow 2''$) l'amenant à l'état de vapeur saturante sèche à la pression $p_2 = 0,2 \text{ bar}$.

- 1) Placer, en justifiant votre réponse, les points $2'$, $1'$, $2''$ et $1''$ sur le diagramme (le **document-réponse est donné en double exemplaire**).
- 2)
 - 2-1 Relever les valeurs de l'enthalpie massique aux quatre points $1'$, $2'$, $1''$ et $2''$.
 - 2-2 Calculer la nouvelle quantité de chaleur massique q' totale échangée au niveau du générateur de vapeur et des surchauffeurs.
 - 2-3 Calculer le nouveau travail massique total w' échangé au niveau des deux turbines.
- 3°) Déterminer le rendement thermodynamique η' du nouveau cycle et l'augmentation relative de la puissance de l'installation, le débit de vapeur restant inchangé.

FIGURE 1

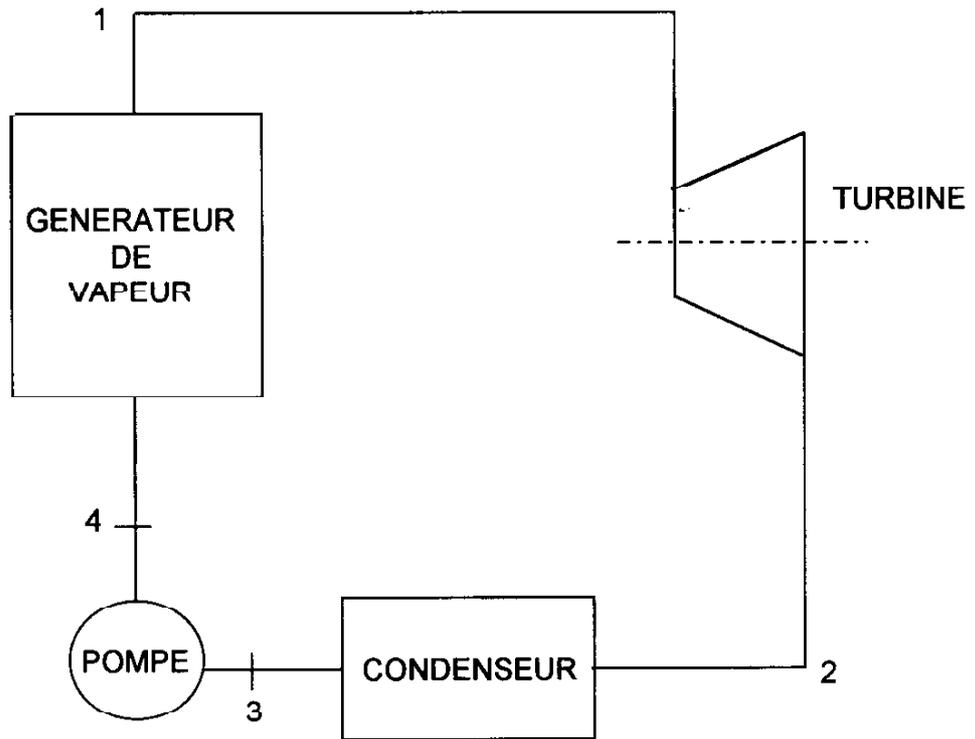
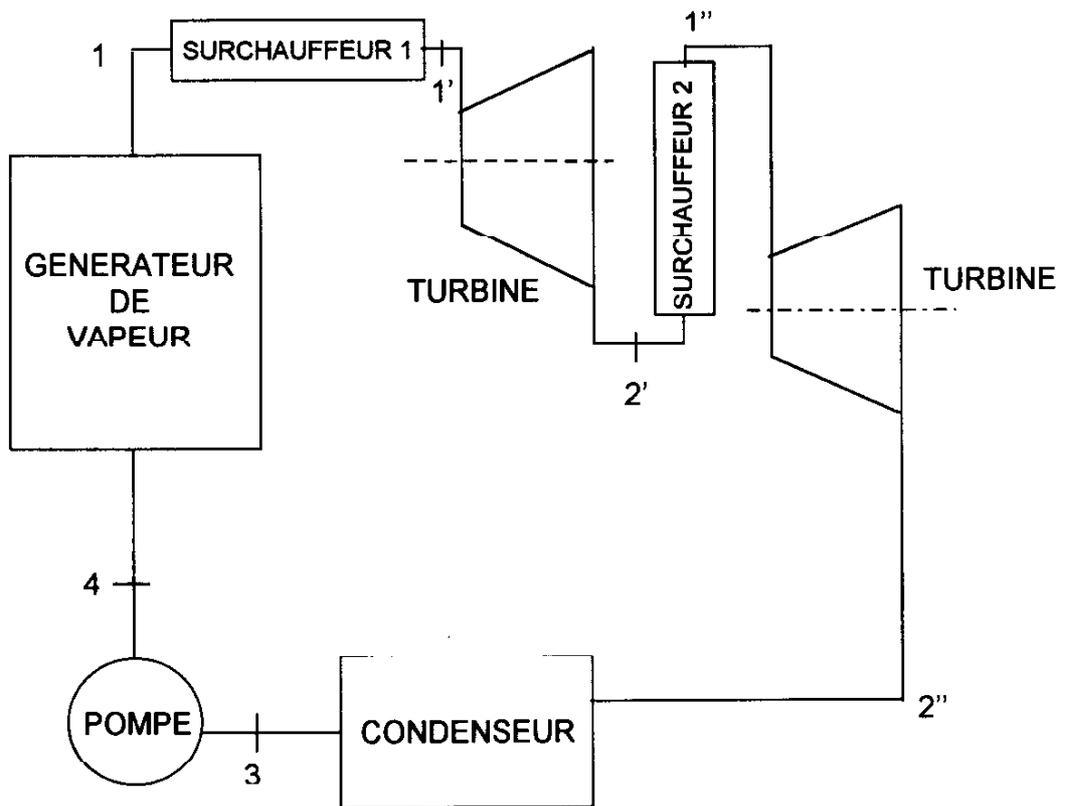
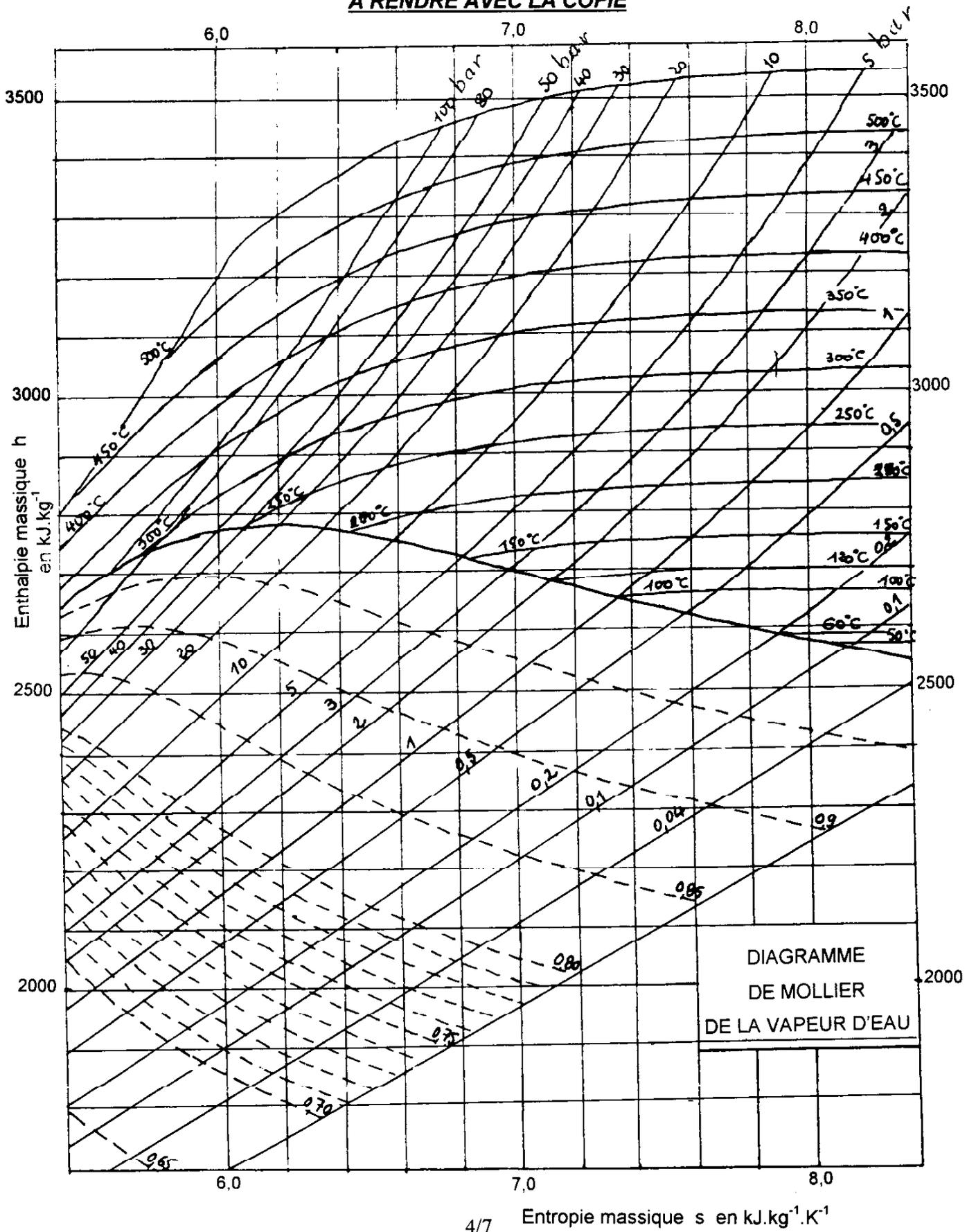


FIGURE 2



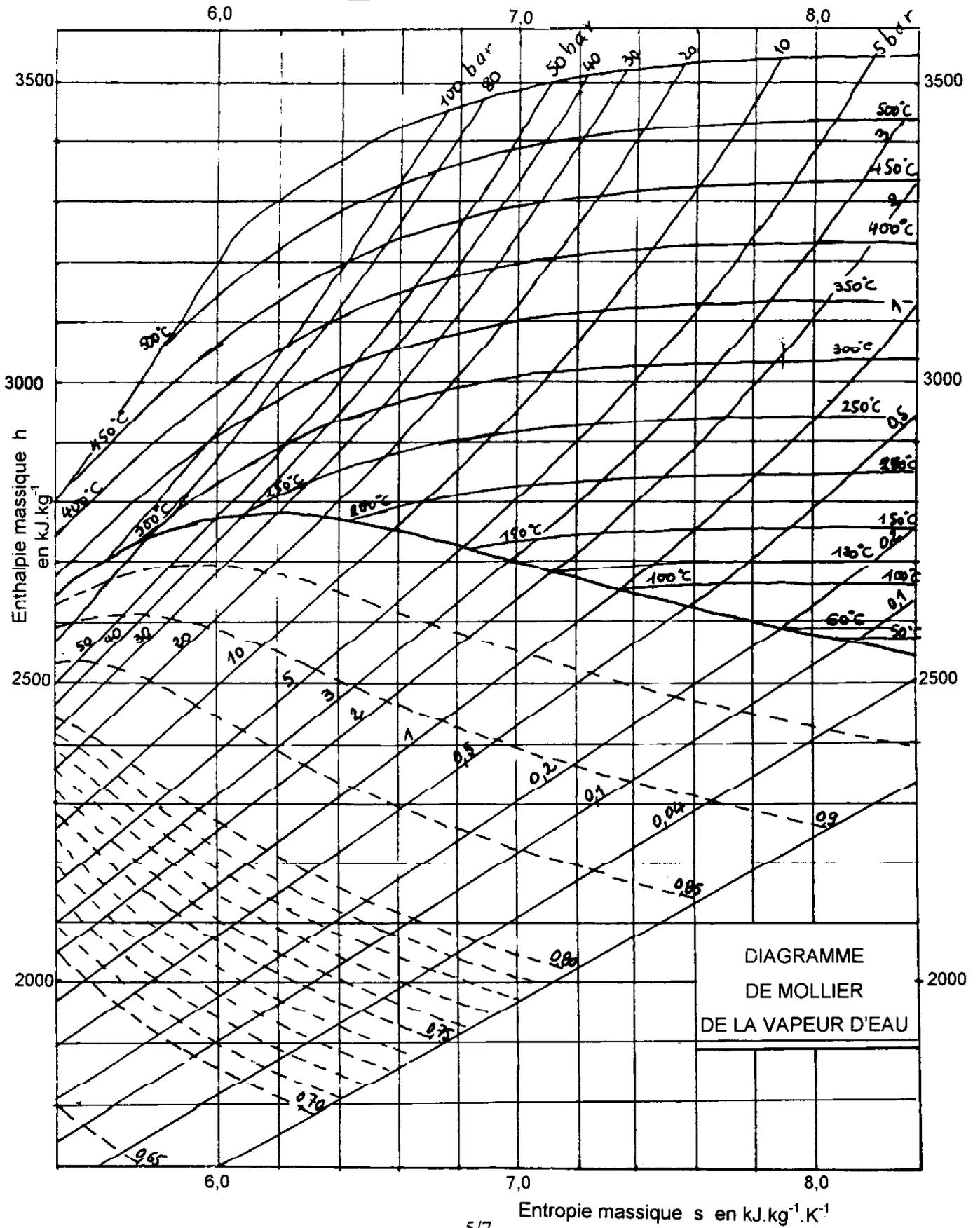
DOCUMENT-REPONSE

A RENDRE AVEC LA COPIE



DOCUMENT-REPONSE

A RENDRE AVEC LA COPIE



CHIMIE

EXERCICE n° 1

Réaction de Deacon : Fabrication de dichlore

Si à une température constante, on mélange 0,25 mol de dioxygène O_2 et 1 mol de chlorure d'hydrogène HCl , il se forme à l'équilibre 0,1 mol de vapeur d'eau H_2O et 0,1 mol de dichlore Cl_2 , sous une pression totale de 1 bar.
A la température considérée, tous les constituants sont gazeux.

- 1 - Ecrire l'équation-bilan de cet équilibre, le coefficient stœchiométrique de O_2 étant égal à 1.

- 2 -
 - 2-1 Calculer le nombre de moles de dioxygène et de chlorure d'hydrogène à l'équilibre.
 - 2-2 Exprimer la constante d'équilibre K_p en fonction des pressions partielles.
 - 2-3 Calculer numériquement K_p .

EXERCICE n° 2**Cinétique chimique**

A 500° C, le cyclopropane C_3H_6 se transforme en propène selon l'équation :



La mesure de la concentration en cyclopropane au cours du temps, dans un réacteur de volume constant (isochore), a donné les résultats suivants :

temps t en min	0	5	10	15
$[C_3H_6]$ en mmol.L ⁻¹	1,50	1,24	1,01	0,83

- 1 - Donner la définition de la vitesse de disparition du cyclopropane au cours du temps. La réaction étant d'ordre 1, l'exprimer en fonction de la concentration molaire volumique $[C_3H_6]$.

En déduire la relation : $\ln \frac{[C_3H_6]}{[C_3H_6]_0} = -k \cdot t .$

2 -

- 2-1 Tracer le graphe $\ln \frac{[C_3H_6]}{[C_3H_6]_0}$ en fonction du temps.

- 2-2 Vérifier à l'aide du graphe que la réaction est bien d'ordre 1 par rapport au cyclopropane et calculer sa constante de vitesse k, le temps t étant exprimé en min.

- 2-3 En déduire les vitesses de disparition du cyclopropane aux dates $t_1 = 0$ et $t_2 = 10$ min.

Quelle est la cause de la diminution de cette vitesse de réaction au cours du temps ?