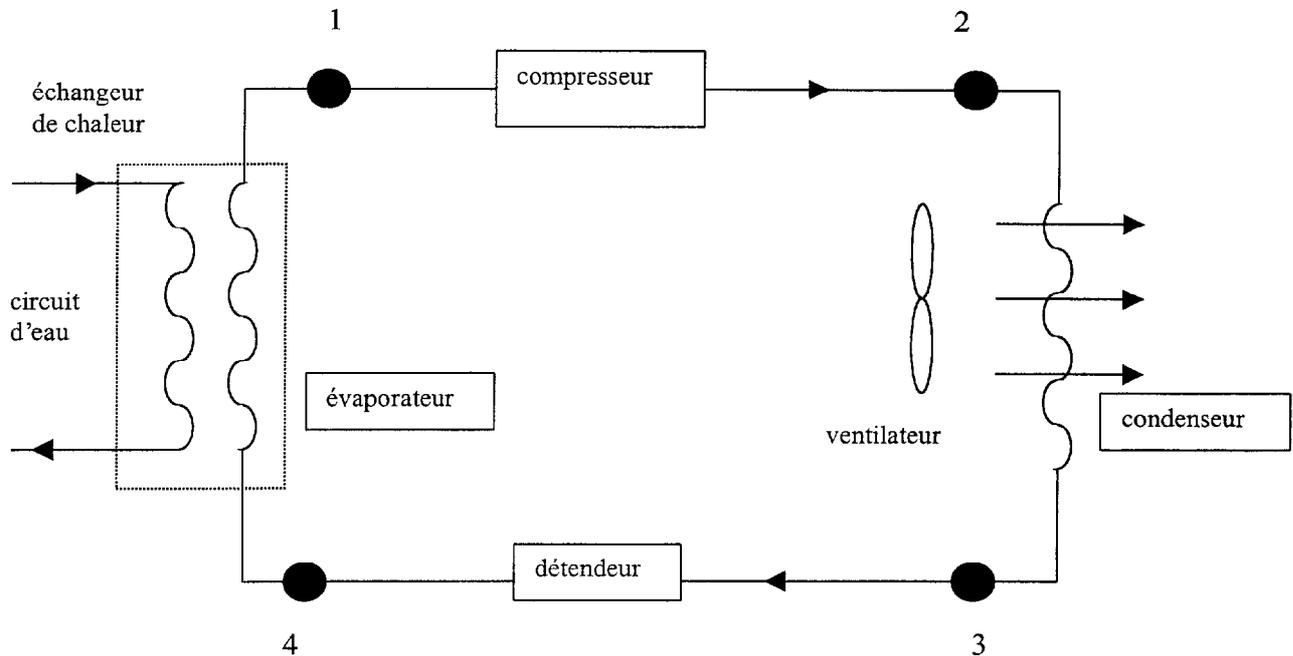


## THERMODYNAMIQUE ( 8 points )

On s'intéresse à un système de production d'eau glacée dont le schéma de principe est donné ci-dessous.



Le fluide frigorigène utilisé est le R12. A l'état gazeux il sera considéré comme un gaz parfait dont les constantes sont  $r = 68,8 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,2$ .

Le cycle théorique est le suivant (on n'envisage pas les surchauffes et sous-refroidissements) :

- En 1, le fluide est entièrement gazeux :  $p_1 = 3,5 \text{ bar}$  et  $t_1 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Il subit alors une compression adiabatique qui l'amène à la pression  $p_2 = 10,8 \text{ bar}$  et à la température  $t_2$ .
- Entre 2 et 3, à pression constante, la vapeur se refroidit jusqu'à la température  $t_3 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$  et se condense entièrement.
- Entre 3 et 4, détente isenthalpique du fluide, qui l'amène à la pression  $p_4 = 3,5 \text{ bar}$  et  $t_4 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- En 4, entrée dans l'évaporateur et retour à l'état 1.

Toutes les transformations seront considérées comme **réversibles**.

Les questions 1. et 2. sont indépendantes.

1. On raisonne pour une masse  $m = 1,0 \text{ kg}$  de fluide.

- 1.1 Ecrire l'équation d'état des gaz parfaits en utilisant la constante massique  $r$  du fluide ; préciser les unités des grandeurs utilisées.
- 1.2. Calculer le volume occupé (en L) par 1 kg de vapeur R12 dans l'état 1 ( $p_1 = 3,5 \text{ bar}$  et  $t_1 = 5^\circ\text{C}$ ).
- 1.3. La compression étant isentropique (adiabatique réversible), quelle relation existe-t-il entre  $p_1$ ,  $V_1$ ,  $p_2$  et  $V_2$  (relation de Laplace) ? Calculer le volume  $V_2$  occupé par 1 kg de vapeur R12 dans l'état 2 ( $p_2 = 10,8 \text{ bar}$ ).
- 1.4. Calculer  $t_2$ .

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS</b>		<b>SESSION 2002</b>
CODE : FEE2SC	Durée : 2 H	Coefficient : 2
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES - U22		Page 1 / 4

2. Sur le document joint (page 4/4), qui est à rendre avec la copie, on donne un extrait du diagramme pression, enthalpie ( p, h ) de l'équilibre " liquide  $\rightleftharpoons$  vapeur " du R12. Cet extrait comporte quelques valeurs relatives au système étudié.
- 2.1. Dessiner, sur le document réponse de la page 4/4, le cycle théorique du fluide et l'orienter ; placer les états 1, 2, 3, 4 correspondant à ceux du schéma de principe. Remplir les cadres avec les mots : compresseur, détenteur, condenseur et évaporateur.
- 2.2. Dans quel élément du circuit, le fluide échange-t-il du travail ? Quel est, du point de vue du fluide, le signe de ce travail ? Quelle en est, pour 1,0 kg de fluide, la valeur ? Justifier.
- 2.3. Dans quel élément du circuit, le fluide rejette-t-il de la chaleur vers le milieu extérieur ? Quelle est, pour 1 kg de fluide, la quantité de chaleur rejetée ? Justifier.
- 2.4. Entre quels états le fluide reçoit-il de la chaleur ? Quelle est, pour 1 kg de fluide, la quantité de chaleur reçue ? Justifier.
- 2.5. Définir et calculer le C.O.P. (coefficient de performance aussi appelé efficacité frigorifique  $\epsilon$ ) théorique de cette machine de production d'eau glacée.

## ELECTRICITE ( 7 points )

La machine frigorifique précédente fait partie d'une installation électrique ; celle-ci est alimentée par un réseau **triphase** équilibré : **400 V / 50 Hz**.

L'installation comporte :

- le moteur du compresseur de plaque signalétique : 400 V / 690 V ; P = 3,0 kW ;  $\eta = 0,78$  ;  $\cos \varphi = 0,8$
- le moteur du ventilateur de plaque signalétique : 230 V / 400 V ; P = 1,0 kW ;  $\eta = 0,85$  ;  $\cos \varphi = 0,7$
- un système de chauffage (purement ohmique) : P = 2,0 kW
- un système d'éclairage (purement ohmique) constitué de 6 lampes également réparties sur les 3 phases, chaque lampe ayant pour caractéristique (230 V, 300 W)

1. Quel est, pour chacun des moteurs, le couplage à effectuer pour un fonctionnement normal. Justifier.
2. Pour le moteur du compresseur calculer, lorsqu'il fonctionne seul :
  - 2.1. la puissance active absorbée ;
  - 2.2. la puissance réactive mise en jeu ;
  - 2.3. l'intensité du courant en ligne.
3. Répondre aux mêmes questions pour le moteur du ventilateur, lorsqu'il fonctionne seul.
4. Lorsque tous les appareils fonctionnent ensemble, calculer:
  - 4.1. la puissance active absorbée ;

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS</b>		<i>SESSION 2002</i>
<i>CODE : FEE2SC</i>	<i>Durée : 2 H</i>	<i>Coefficient : 2</i>
<i>EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES - U22</i>		<i>Page 2 / 4</i>

4.2. la puissance réactive ;

4.3. l'intensité du courant appelé en ligne ;

4.4 le facteur de puissance de l'installation. Comment peut-on le relever ?

## CHIMIE ( 5 points )

Dans une station de traitement d'eau, on trouve, parmi d'autres, deux réserves d'eau pour lesquelles on a procédé à quelques analyses.

Pour la réserve N°1, de volume  $V_1 = 750 \text{ m}^3$ , les concentrations volumiques massiques en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  sont respectivement  $t_1(\text{Ca}^{2+}) = 80,2 \text{ mg.L}^{-1}$  et  $t_1(\text{Mg}^{2+}) = 36,5 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Pour la réserve N°2, de volume  $V_2 = 1000 \text{ m}^3$ , la concentration volumique massique de l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  est  $20,1 \text{ mg.L}^{-1}$  et celle de l'ion  $\text{Mg}^{2+}$  est  $12,2 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Rappel : Relation donnant le titre hydrotimétrique total (ou dureté) :

$$\text{T.H} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

(en °F) (en °F) (en °F)

1. Pour la réserve N°1, calculer :

1.1. les concentrations molaires des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  notées respectivement  $[\text{Ca}^{2+}]_1$  et  $[\text{Mg}^{2+}]_1$  ;

1.2. le titre hydrotimétrique total exprimé en degrés français noté  $\text{T.H}_1$ .

2. Pour la réserve N°2 :

2.1. Calculer les concentrations molaires des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  notées respectivement  $[\text{Ca}^{2+}]_2$  et  $[\text{Mg}^{2+}]_2$ .

2.2. Vérifier que le titre hydrotimétrique total exprimé en degrés français noté  $\text{T.H}_2$  vaut :  $10,0^\circ\text{F}$ .

3. Dans un réservoir dont le volume le permet, on procède au mélange de ces deux réserves d'eau.

3.1. Calculer les nouvelles concentrations molaires des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  dans le mélange.

3.2. En déduire le titre hydrotimétrique total exprimé en degrés français du mélange.

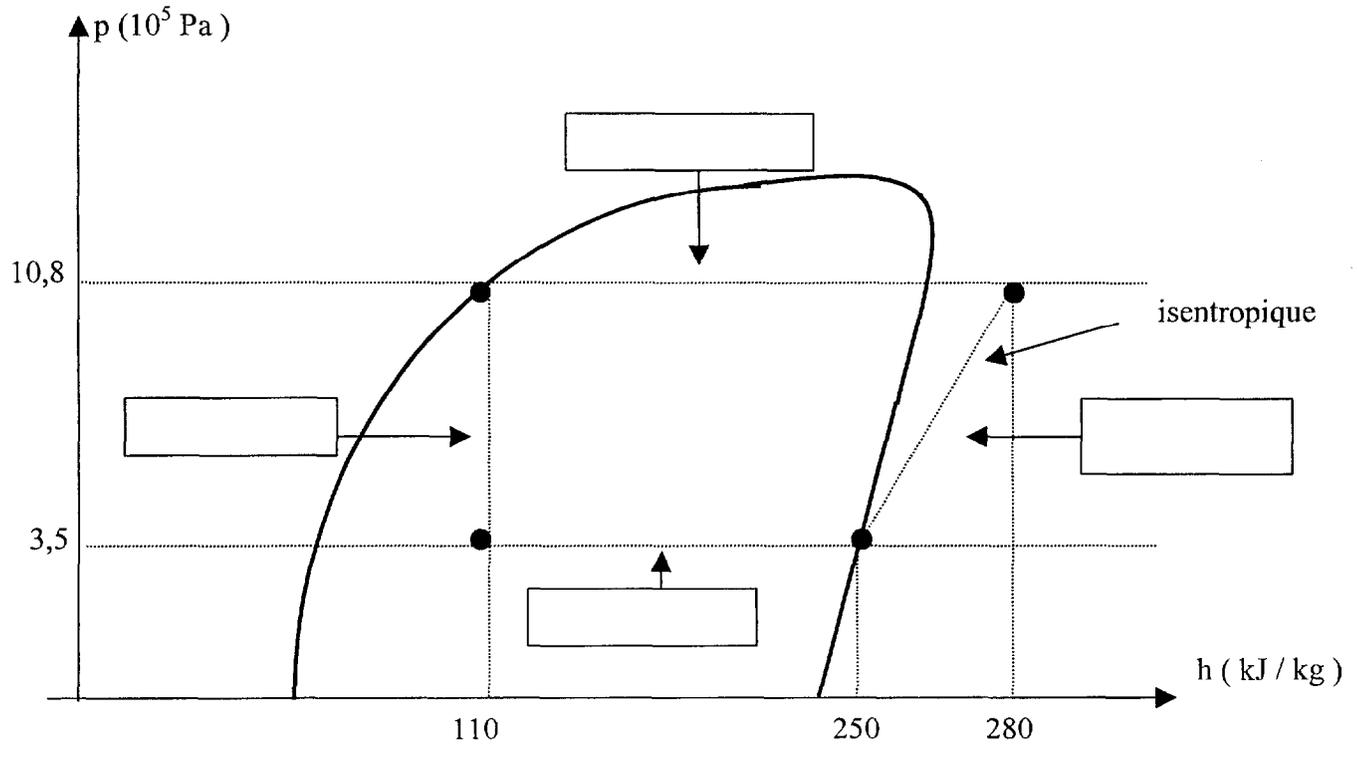
Données :  $M(\text{Ca}) = 40,1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS</b>		<i>SESSION 2002</i>
<i>CODE : FEE2SC</i>	<i>Durée : 2 H</i>	<i>Coefficient : 2</i>
<i>EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES - U22</i>		<i>Page 3 / 4</i>

Examen ou concours : ..... Série : .....  
 Spécialité/option : .....  
 Repère de l'épreuve : .....  
 Épreuve//sous-épreuve : .....  
 (Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

**DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE**  
**THERMODYNAMIQUE , question 2**



<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS</b>		<i>SESSION 2002</i>
CODE : FEE2SC	Durée : 2 H	Coefficient : 2
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES - U22		Page 4 / 4