



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**session 2011**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## AGROEQUIPEMENT

### MAINTENANCE ET APRES-VENTE DES ENGIN DE TRAVAUX-PUBLICS ET DE MANUTENTION

## SCIENCES PHYSIQUES – U32

SESSION 2011

Durée : 1H30

Coefficient : 1

#### Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

#### NOTE IMPORTANTE :

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte 7 pages, numérotées de 1 à 7.

**Le document page 7 en annexe II est à rendre avec la copie**

BTS MAVTPM / AGRO-EQUIPEMENT	Session 2011
Sciences Physiques – U32 CODE : AGPHY (AGRO) MME3SC (MAVTPM)	Page : 1/7

On se propose, dans ce sujet, d'étudier quelques aspects du fonctionnement d'une climatisation embarquée sur un véhicule motorisé :

**Partie A : Etude de la climatisation du véhicule**

**Partie B : Etude de la consommation du véhicule et du rejet de dioxyde de carbone**

**Partie C : Etude d'une sonde anti-givre sur le ventilateur du climatiseur**

Les parties A, B et C sont indépendantes

### **PARTIE A : Etude de la climatisation (7 points)**

Le fluide utilisé est du chlorodifluorométhane (ou R22) de formule chimique  $\text{C H Cl F}_2$ .

Le cycle thermodynamique effectué par le fluide est représenté **figure 1** page 6 **annexe I**

Le fluide subit les 4 transformations suivantes:

- transformation 1-2: compression adiabatique, sans échange de chaleur avec l'extérieur.
- transformation 2-3: condensation isotherme et isobare, sans échange de travail avec l'extérieur.
- transformation 3-4: détente isenthalpique avec vaporisation partielle du fluide, pas d'échange de travail et de chaleur avec l'extérieur.
- transformation 4-1: vaporisation isotherme et isobare, sans échange de travail avec l'extérieur.

#### Données:

- masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$ :  $M_{\text{H}}=1$ ,  $M_{\text{C}}=12$ ,  $M_{\text{Cl}}=35,5$  et  $M_{\text{F}}=19$ .
- constante des gaz parfaits:  $R=8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ .
- capacité calorifique volumique molaire  $c_v=46,95 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- Chaleur latente de vaporisation du fluide dans les conditions de fonctionnement:  $L_v=179 \text{ kJ kg}^{-1}$ .

Dans cette partie, on étudiera les transformations d'une quantité de fluide  $m = 1,0 \text{ kg}$ .

#### **A.1. Etude du compresseur: (transformation 1-2)**

A l'entrée du compresseur (entraîné par le moteur thermique), le fluide à l'état 1 est totalement gazeux, il est à la pression  $P_1 = 3,6 \times 10^5 \text{ Pa}$  et à la température  $T_1 = 271 \text{ K}$ . Il reçoit une quantité de travail  $W_{1-2}$  qui l'amène à l'état 2 sous la pression  $P_2 = 12,2 \times 10^5 \text{ Pa}$  et à la température  $T_2$ . Lors de cette transformation, on considère que le gaz est parfait et la transformation adiabatique.

A.1.1. Calculer la quantité de matière en mol correspondant à une masse  $m = 1,0 \text{ kg}$  de fluide.

A.1.2. Déterminer le volume occupé par ce gaz à la température  $T_1$  et à la pression  $P_1$ .

A.1.3. On admet que la température  $T_2$  vaut  $326 \text{ K}$ , déterminer la variation d'énergie interne  $\Delta U$  du fluide lors de la compression adiabatique.

BTS MAVTPM / AGRO-EQUIPEMENT	Session 2011
Sciences Physiques – U32 CODE : AGPHY (AGRO) MME3SC (MAVTPM)	Page : 2/7

A.1.4. En appliquant le premier principe de la thermodynamique, en déduire le travail  $W_{1-2}$  reçu par le gaz au cours cette transformation.

### A.2. Etude de l'évaporateur:(transformation 4-1)

A.2.1. Sachant que 80% de la masse du fluide est vaporisé lors de cette transformation, calculer la quantité de chaleur  $Q_{4-1}$  reçue par le fluide dans l'évaporateur.

### A.3. Etude du condenseur:(transformation 2-3)

On appelle  $Q_{2-3}$  la quantité de chaleur cédée par le fluide dans le condenseur.

A.3.1. En appliquant le premier principe de la thermodynamique, exprimer la relation existant entre  $Q_{4-1}$ ,  $Q_{2-3}$  et  $W_{1-2}$ .

A.3.2. En déduire la quantité de chaleur  $Q_{2-3} = -173$  kJ. Interpréter le signe de  $Q_{2-3}$ .

### A.4. Détermination du coefficient d'efficacité du climatiseur:

Le coefficient d'efficacité  $\varepsilon$  est le rapport de l'énergie utile sur l'énergie dépensée, c'est à dire le rapport de la quantité de chaleur enlevée au milieu à refroidir sur le travail fourni au climatiseur.

A.4.1. Quelle est la valeur de l'énergie prélevée au milieu à refroidir ?

A.4.2. Calculer le coefficient d'efficacité du climatiseur.

## **PARTIE B : Etude de la consommation du véhicule ( 4 points)**

Le bio-éthanol (éthanol issu de la biomasse) de formule  $C_2H_6O$  est utilisé comme carburant et produit dans certains pays à partir du maïs. Un véhicule consomme 6,5 L d'éthanol pour 100 km.

B.1. Ecrire l'équation bilan de la combustion complète de l'éthanol  $C_2H_6O$ .

B.2. Calculer la masse d'éthanol consommée pour 100 km.

B.3. Calculer la quantité de matière  $n$  exprimée en moles de dioxyde de carbone libéré par la combustion pour 100 km.

La climatisation occasionne une surconsommation de 1,0 L pour 100 km.

B.4. En déduire la masse de dioxyde de carbone supplémentaire rejetée.

**Données :** Masse volumique de l'éthanol :  $\rho_{\text{éthanol}} = 795 \text{ kg.m}^{-3}$   
Masse molaire atomique :  $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

BTS MAVTPM / AGRO-EQUIPEMENT	Session 2011
Sciences Physiques – U32 CODE : AGPHY (AGRO) MME3SC (MAVTPM)	Page : 3/7

## **PARTIE C: Etude de la sonde anti-givre (9 points)**

Le schéma électrique d'une climatisation dispose d'une sonde anti-givre. Cette sonde a pour rôle d'arrêter temporairement le compresseur lorsque la température de l'air dans les ailettes de l'évaporateur est trop basse, la condensation de l'eau risquant alors d'entraîner un dépôt de glace sur les ailettes de l'évaporateur.

On a représenté sur la **figure 2** de l'**annexe I** page 6, le circuit de commande de la sonde anti-givre.

Ce circuit comporte :

- Un capteur de température (thermistance CTN) placé au voisinage de l'évaporateur.  
La **figure 3** du document réponse (**ANNEXE II**) représente l'évolution de sa résistance  $R_T$  en fonction de la température  $\theta$  de l'air.
- Un amplificateur opérationnel considéré comme parfait (AOP) ; les tensions de saturation sont de 0V et de 24V.
- Un transistor **T** (de type NPN) fonctionnant en régime de commutation.  
Lorsque le transistor est passant, on donne:  $V_{CE\text{ sat}} = 0\text{ V}$  ;  $\beta = I_c/I_b = 100$  et  $V_{BE} = 0,8\text{ V}$ .
- Un relais qui devra se déclencher lorsque la température de l'air descendra au dessous de  $2,5\text{ }^\circ\text{C}$ . Lorsque le relais est alimenté, le contact est en position T. Le relais a une résistance  $R_L = 80\ \Omega$ .

On donne:  $V_{cc} = 24\text{ V}$  ;  $R_2 = 1,0\text{ k}\Omega$  . La tension à l'entrée négative est constante et vaut :  $V_1 = 4\text{ V}$

### **C.1. Etude de l'étage 1:**

C.1.1. Quelles sont les valeurs possibles de la tension de sortie  $V_s$  de l'amplificateur opérationnel ? Justifier.

C.1.2. Quelles sont les valeurs de  $i_+$  et  $i_-$  ?

C.1.3. Donner l'expression de  $V_2$  en fonction de  $V_{cc}$ ,  $R_T$  et  $R_2$ .

C.1.4. Pour quelle valeur de  $V_2$ , la valeur de la tension de sortie de l'amplificateur va t-elle changer ?

C.1.5. En déduire la valeur de  $R_T$  correspondante.

C.1.6. En déduire la température à laquelle le relais se déclenche.

### **C.2. Etude de l'étage 2 lorsque le transistor est saturé :**

C.2.1 Pour quelle valeur de  $V_s$  le transistor est-il saturé ?

BTS MAVTPM / AGRO-EQUIPEMENT	Session 2011
Sciences Physiques – U32 CODE : AGPHY (AGRO) MME3SC (MAVTPM)	Page : 4/7

C.2.2. Calculer alors la valeur du courant  $I_{c_{sat}}$  qui traverse la bobine du relais.

C.2.3. En déduire la valeur minimale de  $I_B$  correspondante.

C.2.4. Exprimer  $V_s$  en fonction de  $V_{BE}$ ,  $R_4$  et  $I_B$ .

C.2.5. En déduire la valeur maximale de la résistance  $R_4$  pour que le transistor soit saturé.

### C.3. Synthèse:

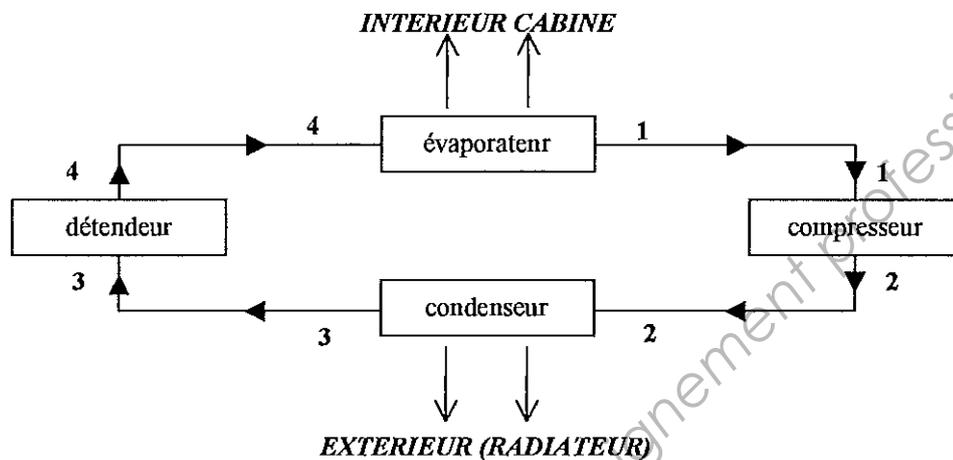
C.3.1. Compléter en page 7, le tableau récapitulatif et conclure.

**Ce document (ANNEXE II) est à rendre avec la copie .**

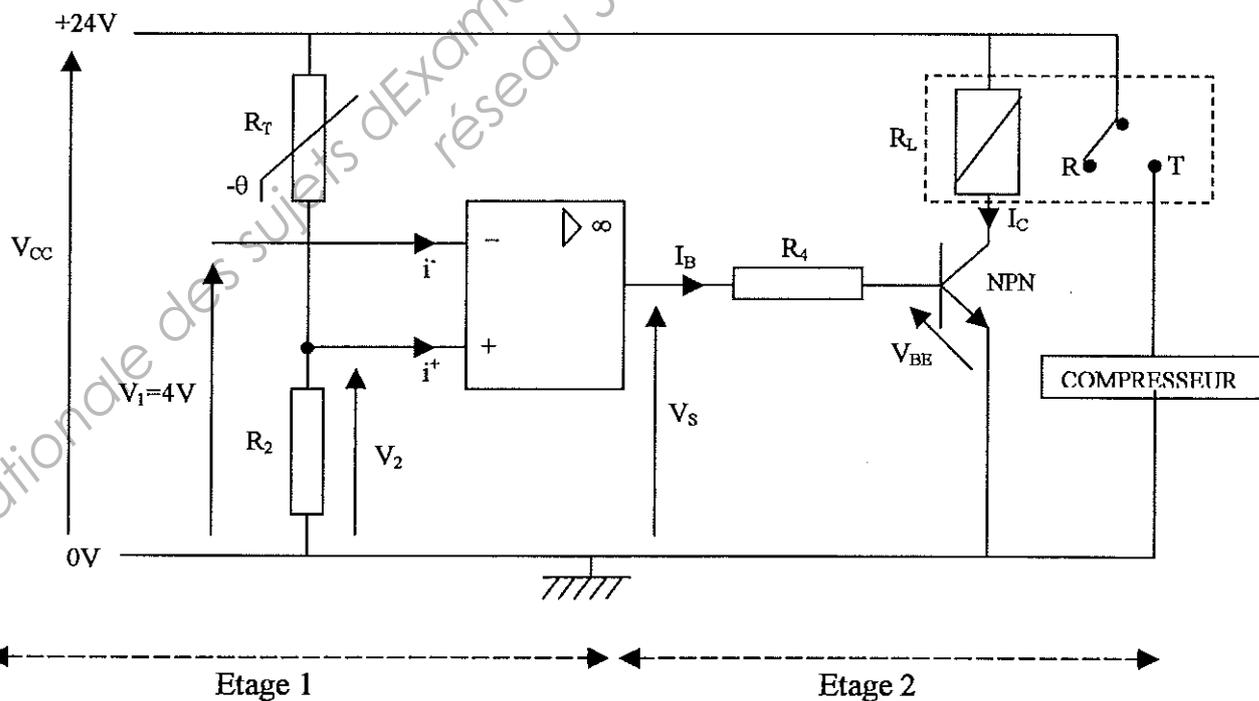
BTS MAVTPM / AGRO-EQUIPEMENT	Session 2011
Sciences Physiques – U32 CODE : AGPHY (AGRO) MME3SC (MAVTPM)	Page : 5/7

# ANNEXE I

**Figure 1 :**



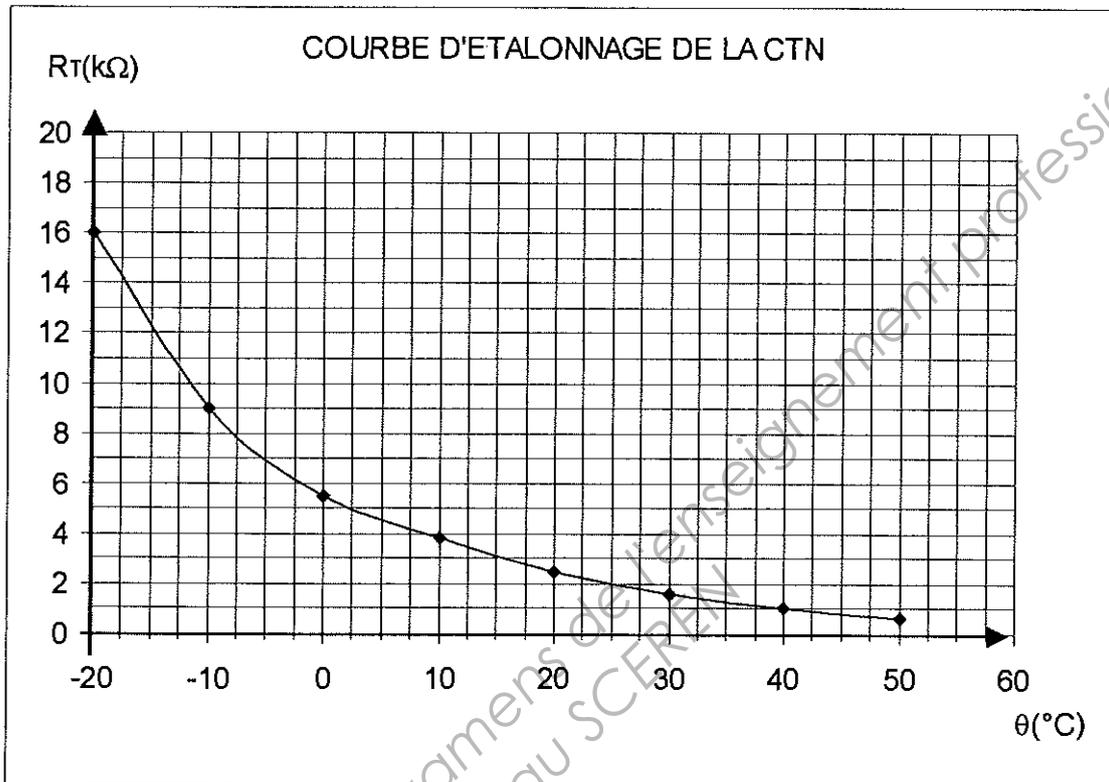
**Figure 2 :**



## ANNEXE II

### A rendre avec la copie

**Figure 3 :**



**Tableau de synthèse**

T(°C)	0°C	5°C
Valeur de $R_T$ ( $\Omega$ )		
Signe de $V_d = V_2 - V_1$		
Valeur de $V_s$		
Etat du transistor NPN		
Position du relais : R ou T ?		
Etat du compresseur : M (marche) ou A (arrêt)		