



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BTS MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE DES ENGIN DE TRAVAUX PUBLICS ET DE MANUTENTION

## SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

SESSION 2015

—————  
Durée : 1 heure 30  
Coefficient : 1  
—————

**Matériel autorisé :**

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

**Tout autre matériel est interdit.**

**Documents à rendre avec la copie :**

- document-réponse n°1.....page 7/8  
- document réponse n°2.....page 8/8

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS MAVTPM		Session 2015
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 1/8

Une entreprise doit réaliser la construction d'un chalet en haute montagne. Le site ne présente pas d'installation électrique, c'est pourquoi il a été décidé de mettre en place un groupe électrogène fonctionnant au biodiesel qui permettra d'alimenter une grue ainsi que l'abri pour les ouvriers du chantier.

Ce sujet est composé de trois parties indépendantes qui traitent du fonctionnement du groupe électrogène de ce chantier et du chauffage de l'abri pour les ouvriers.

**Partie 1 – Combustion du biodiesel (5 points).**

**Partie 2 – Étude thermodynamique du moteur diesel (8 points).**

**Partie 3 – Étude de la régulation T.O.R de la température d'un abri de chantier (7 points).**

## Partie 1 – Combustion du biodiesel (5 points)

Le groupe électrogène étudié présente les caractéristiques techniques **ci-dessous**. Il fonctionne à l'aide de biodiesel de formule brute  $C_{19}H_{34}O_2$ . L'objectif de l'exercice est de déterminer la masse de  $CO_2$  produite par kWh.

### Groupe Electrogène GRVW-255 T5

#### Caractéristiques

Puissance Nominale kW : 200

Fréquence Hz : 50

Régime de Fonctionnement R.P.M. : 1 500

Tension V : 3Ph~ 400

Type d'alternateur : Autoexcité sans balais

Fabricant du moteur : VOLVO PENTA

Modele du Moteur : TAD 754GRE

Norme CE 97/68 STAGE II : Conforme

Cylindres, nombre et disposition : 6-L

Consommation de carburant L/h

à 75% de charge P.R.P. : 40,88

1. Recopier sur la copie et ajuster les coefficients stœchiométriques de l'équation de la réaction de combustion complète du biodiesel présentée **ci-dessous**.



- En utilisant la documentation (**page 2/8**), donner le volume de carburant consommé en une heure lorsque le groupe fonctionne à 75 % de son fonctionnement maximal, puis déterminer la masse  $m_{\text{bio}}$  de biodiesel correspondante, sachant que la masse volumique du biodiesel est :  $\rho = 890 \text{ kg.m}^{-3}$ .
- Déterminer la quantité de matière de biodiesel consommée en une heure, dans les mêmes conditions.

**Données** :  $M_{\text{C}} = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{H}} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{O}} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ .

- Calculer la quantité de matière  $n_{\text{CO}_2}$  de dioxyde de carbone obtenue, si, pour une heure de fonctionnement de ce groupe électrogène, la quantité de matière de biodiesel vaut :  $n_{\text{bio}} = 124 \text{ mol}$ .
- Déterminer alors la masse de dioxyde de carbone  $m_{\text{CO}_2}$  obtenue.
- On admet que cette masse de  $\text{CO}_2$  produite en une heure est d'environ 100 kg. À partir de la documentation technique du fabricant, évaluer la masse de  $\text{CO}_2$  produite par kWh.

## Partie 2 – Étude thermodynamique du moteur (8 points)

Ce moteur fonctionne par autoallumage du carburant, c'est-à-dire sans bougie. Le biodiesel, finement pulvérisé, puis injecté dans de l'air comprimé et chaud, s'enflamme spontanément. La quantité de carburant qui sera injectée est négligeable par rapport à celle de l'air aspiré. Le cycle étudié est considéré pour 0,080 mole d'air assimilé à un gaz parfait. Les transformations successives sont considérées comme réversibles.

**Données** :

- $n = 0,080 \text{ mol}$  ;
- capacité calorifique molaire à volume constant :  $C_v = 20,8 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;
- $\gamma = C_p / C_v = 1,4$  ;
- $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;
- transformations adiabatiques :  $PV^\gamma = \text{constante}$  ;  $TV^{(\gamma-1)} = \text{constante}$ .

Le cycle est constitué de quatre transformations idéalisées détaillées **ci-dessous** et de quatre états numérotés de 1 à 4.

Les différentes transformations sont :

- transformation de 1 vers 2 appelée 1-2** : compression adiabatique réversible du combustible ;
- transformation de 2 vers 3 appelée 2-3** : combustion avec augmentation de la température à pression constante ;
- transformation de 3 vers 4 appelée 3-4** : détente adiabatique ;
- transformation de 4 vers 1 appelée 4-1** : refroidissement à volume constant.

État 1	État 2	État 3	État 4
$P_1 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$	$P_2 = \dots\dots\dots$	$P_3 = P_2$	$P_4 = 6,2 \times 10^5 \text{ Pa}$
$V_1 = \dots\dots\dots$	$V_2 = 0,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	$V_3 = 4,5 \times V_2$	$V_4 = V_1$
$T_1 = 300 \text{ K}$	$T_2 = \dots\dots\dots$	$T_3 = 3710 \text{ K}$	$T_4 = 1864 \text{ K}$

1. Calculer le volume  $V_1$ .
2. Déterminer les valeurs manquantes de l'état 2 ( $P_2, T_2$ ).
3. Les transformations 1-2 et 3-4 sont adiabatiques.  
Que peut-on dire des transferts thermiques  $Q_{12}$  et  $Q_{34}$  ?
4. La transformation 4-1 s'effectue à volume constant.
  - 4.1. Comment appelle-t-on cette transformation ?
  - 4.2. Que peut-on en déduire sur  $W_{41}$  ?
5. La transformation 2-3 s'effectue à pression constante.  
Montrer que la valeur du transfert thermique  $Q_{23}$ , lors de cette transformation, vaut environ :  $Q_{23} = 6720 \text{ J}$ .
6. Compléter le **DOCUMENT-RÉPONSE N°1 (page 7/8)** à l'aide de vos réponses précédentes et des données.
7. Compléter l'allure du cycle de Clapeyron sur le **DOCUMENT-RÉPONSE N°1** en repérant les différents états.
8. En utilisant les valeurs numériques des échanges énergétiques indiquées dans le **DOCUMENT-RÉPONSE N°1** et les résultats obtenus, déterminer le travail du cycle  $W_{\text{cycle}}$ .  
Justifier le signe du travail lors du cycle complet.
9. À l'aide des questions précédentes, calculer le rendement du moteur, sachant que son expression est de la forme  $\eta = -W_{\text{cycle}} / Q_{23}$ .

### Partie 3 – Étude de la régulation T.O.R. de température d'un abri de chantier (7 points)

On souhaite réguler la température intérieure de l'abri de chantier à  $20 \text{ °C}$ . On se propose pour cela d'étudier le schéma électrique de commande de la régulation « Tout Ou Rien » (T.O.R.) de la température.

L'étude du montage se décompose en deux parties indépendantes :

- partie A : réalisation d'un thermomètre électronique ;
- partie B : réglage de la consigne et régulation T.O.R. de la température à  $20 \text{ °C}$  dans l'abri.

Les amplificateurs opérationnels **FIGURE 2 (page 5/8)** et **FIGURE 3 (page 6/8)** sont supposés parfaits et sont alimentés en **mono-tension + 12 V / 0 V**.

Leurs tensions de saturation seront supposées égales à 12 V et 0 V.

#### Partie A : réalisation d'un thermomètre électronique

Le capteur de température (**FIGURE 1, page 5/8**) est une diode de redressement au silicium 1N4001 alimentée dans le sens direct par une source de courant (que nous n'étudierons pas) qui délivre un courant constant  $I_0 = 6 \text{ mA}$ .

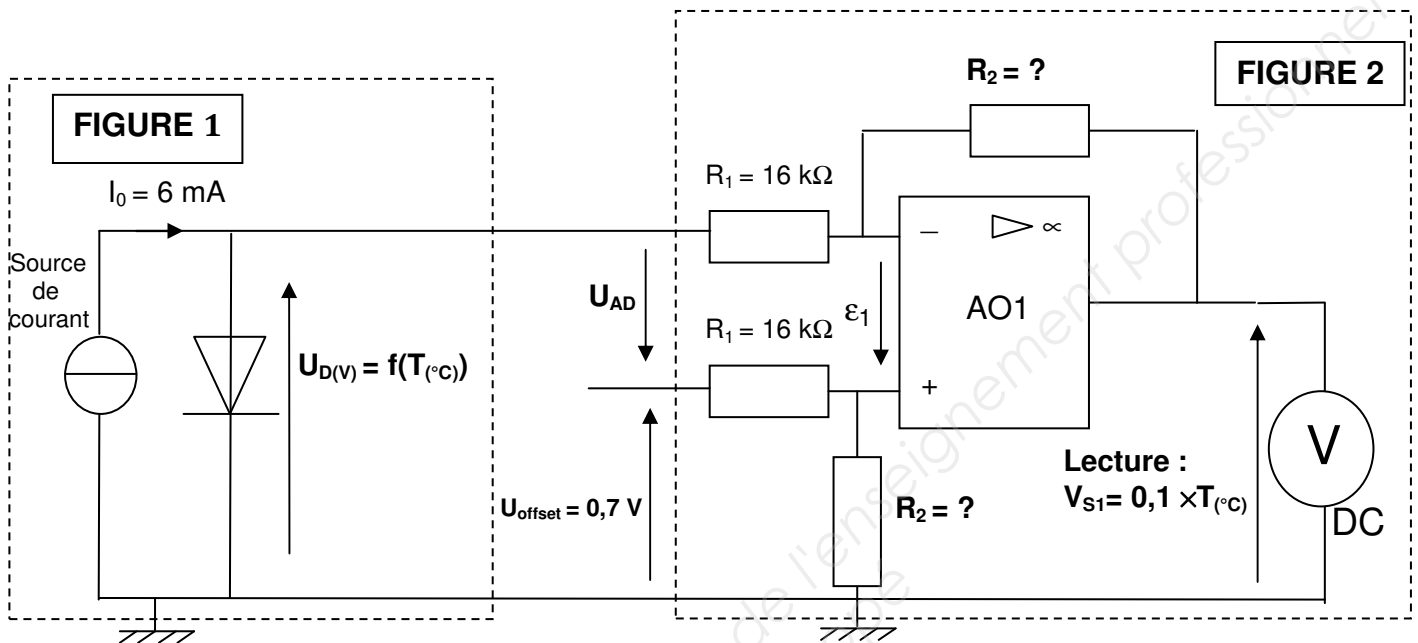
BTS MAVTPM		Session 2015
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 4/8

La tension de seuil de la diode dépend de la température  $T(^{\circ}\text{C})$  et on admettra que, dans cette situation, la tension aux bornes de la diode varie de la façon suivante :

$$U_{D(V)} = -0,0025 \times T(^{\circ}\text{C}) + 0,7 \text{ (FIGURE 1).}$$

On utilisera un amplificateur de différence (FIGURE 2) afin d'obtenir une tension de sortie  $V_{S1}$  proportionnelle à la température.

La lecture de la température intérieure pourra alors se faire avec un voltmètre en mode continu par l'affichage de cette tension sous la forme :  $V_{S1(V)} = 0,1 \times T(^{\circ}\text{C})$ .

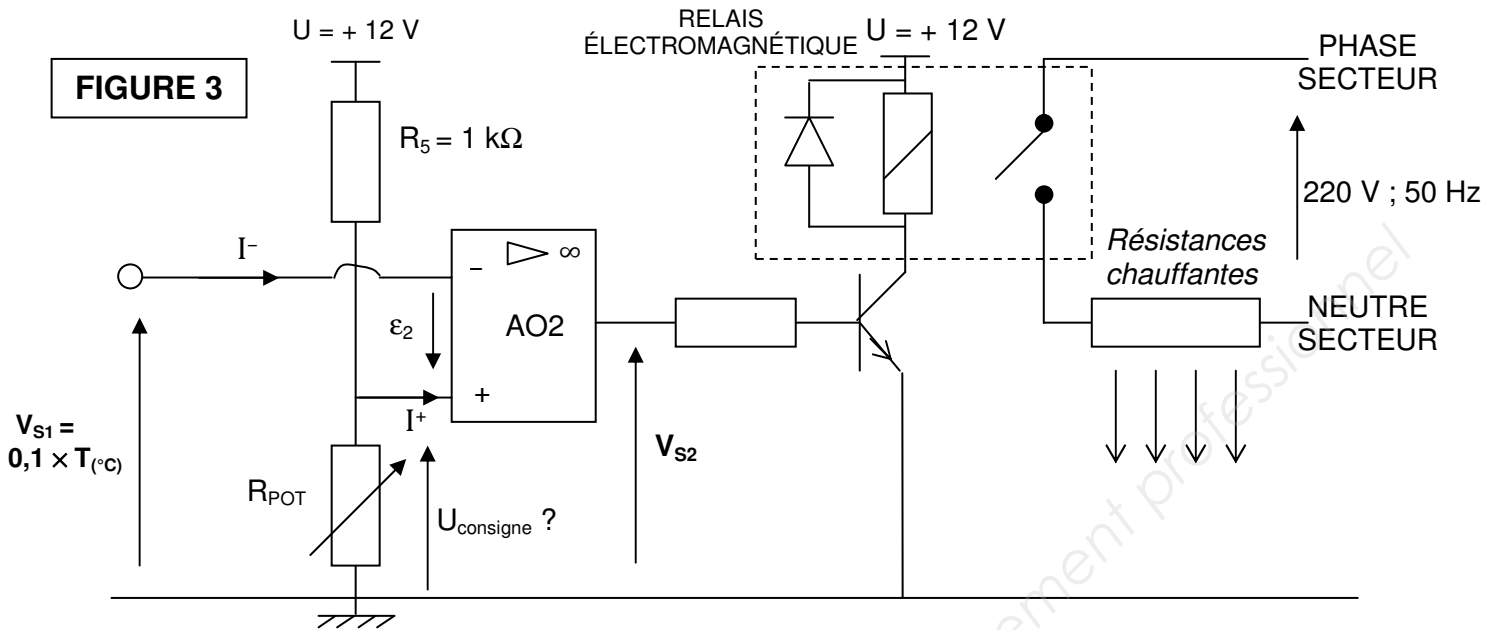


1. Sachant que la tension  $U_{\text{offset}} = 0,7 \text{ V}$ , montrer que  $U_{\text{AD}}$  peut s'écrire :

$$U_{\text{AD}(V)} = 0,0025 \times T(^{\circ}\text{C})$$

2. Que doit valoir la tension  $V_{S1}$  lorsque la température intérieure vaut  $20^{\circ}\text{C}$  ?
3. Donner le régime de fonctionnement de cet amplificateur en justifiant.
4. L'AO1 (FIGURE 2) est monté en amplificateur de différence dont la tension de sortie  $V_{S1}$  a pour expression :  $V_{S1} = \frac{R_2}{R_1} \times U_{\text{AD}}$ 
  - 4.1. En déduire l'expression de  $V_{S1}$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $T(^{\circ}\text{C})$ .
  - 4.2. Quelle valeur faut-il donner à la résistance  $R_2$ , sachant que  $R_1 = 16 \text{ k}\Omega$ , pour que :  $V_{S1(V)} = 0,1 \times T(^{\circ}\text{C})$  ?

**Partie B : réglage de la consigne et régulation T.O.R. de la température à 20 °C**



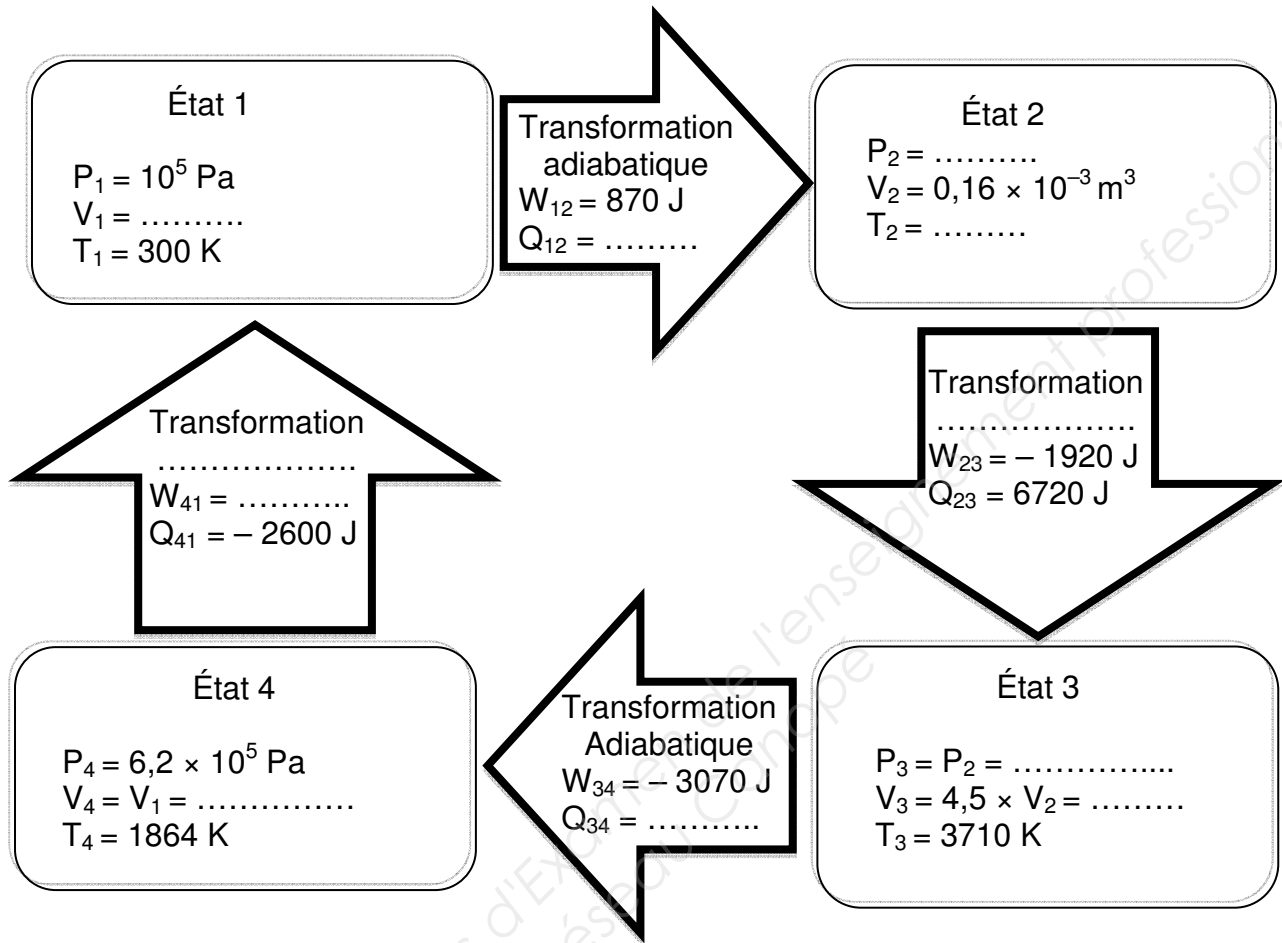
Le montage représenté **FIGURE 3 ci-dessus** permet d'alimenter les résistances chauffantes, à l'aide d'un relais, lorsque le transistor est saturé. L'amplificateur opérationnel AO2 fonctionne en régime de commutation et on rappelle que la tension précédente  $V_{S1}$  vaut :  $V_{S1} = 0,1 \times T(^{\circ}\text{C})$ .

1. Que valent les courants  $I^+$  et  $I^-$  aux entrées de l'AO2 ?
2. Quelle doit être la valeur de la tension de consigne  $U_{\text{consigne}}$  afin que la commutation de l'AO2 se fasse à la température voulue de 20 °C ?
3. Montrer que le réglage du potentiomètre à la valeur  $R_{POT} = 200\ \Omega$  permet d'obtenir cette tension de consigne.
4. Donner la valeur de la tension  $V_{S2}$  à la sortie de l'AO2 si  $V_{S1} < U_{\text{consigne}}$ .
5. Compléter le tableau du **DOCUMENT-RÉPONSE N°2 (page 8/8)** et conclure.

# DOCUMENT- RÉPONSE N°1

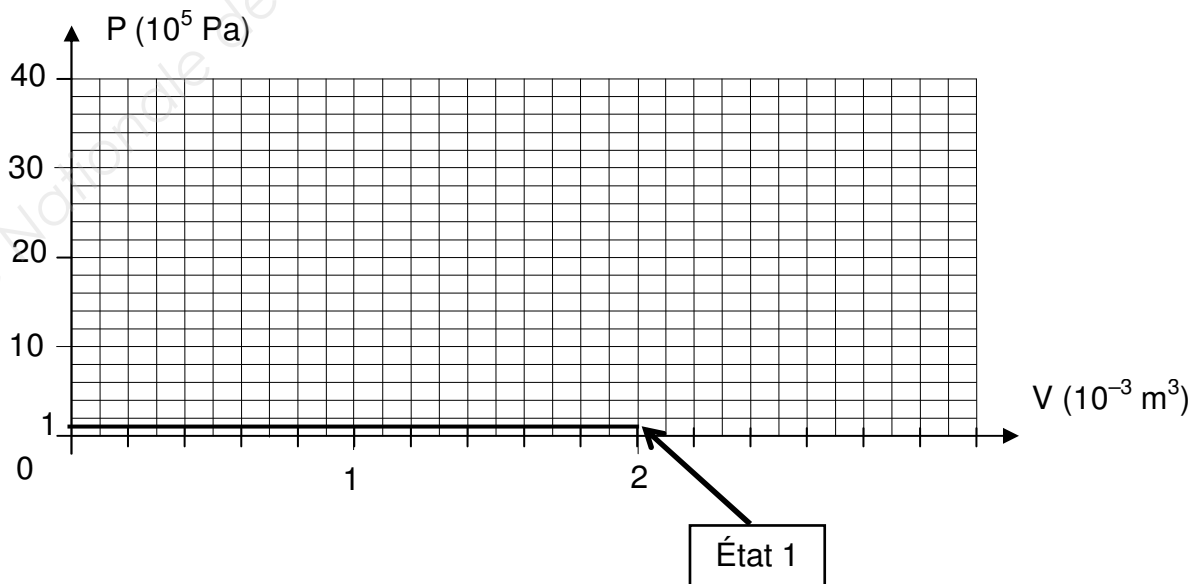
(À rendre avec votre copie)

**Partie 2 - Question n°6.**



**Partie 2 - Question n°7.**

**Diagramme de Clapeyron**





**DOCUMENT- RÉPONSE N°2**  
(À rendre avec votre copie)

$T_{(°C)}$	0 °C	20 °C	40 °C
$V_{S1}$	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;"> <math>V_{S1} = \dots\dots\dots V</math> </div>		
$V_{S2} = \dots$			
ÉTAT DU TRANSISTOR FIGURE 3 (bloqué B ou saturé S ?)			
ÉTAT DU RELAIS (repos R ou travail T ?)			
RÉSISTANCES CHAUFFANTES (marche M ou arrêt A ?)			