



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.**

Campagne 2013

BTS AGRO-ÉQUIPEMENT

BTS MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE DES ENGINS DE TRAVAUX PUBLICS ET DE MANUTENTIONS

SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

SESSION 2013

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 :

- annexe I.....page 7/9
- annexe II.....page 8/9
- annexe III..... page 9/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

BTS AGRO-ÉQUIPEMENT / BTS MAVTPM		Session 2013
Sciences physiques – U. 32	Code : AGPHY / MME3SC	Page : 1/9

Partie A – Étude d'un carburant.

Partie B – Étude d'un cycle moteur.

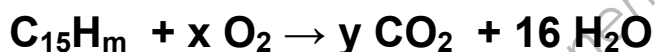
Partie C – Étude d'un radar de recul à ultrasons.

Les différentes parties sont indépendantes.

Partie A – Étude d'un carburant (4,5 points)

On considère que le carburant utilisé par un engin agricole n'est constitué que de pentadécane de formule brute $C_{15}H_m$.

- A.1.** Trouver les coefficients stœchiométriques x et y de la réaction du pentadécane ayant lieu dans le moteur lorsqu'il est en fonctionnement.
Préciser la valeur de m .



Ecrire l'équation complète de la réaction.

- A.2.** Quel est le nom de la famille chimique à laquelle appartient le pentadécane ?
- A.3.** Sachant que pour une heure de fonctionnement, un tracteur consomme environ 15,0 L de carburant.

Calculer pour 1 h de fonctionnement :

- la masse de carburant consommée ;
- la quantité de matière de pentadécane correspondante ;
- justifier que le volume de dioxyde de carbone produit vaut $V(CO_2)=19,0m^3$.

On donne :

- Masse volumique du carburant $\rho = 800 \text{ kg.m}^{-3}$;
- Volume molaire d'un gaz dans les conditions de fonctionnement :
 $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.
- Masse molaire du carbone $M(C) = 12\text{g.mol}^{-1}$
- Masse molaire du carbone $M(H)=1\text{g.mol}^{-1}$

- A.4.** Quel(s) produit(s) nouveau(x) pourrai(ent) apparaître si le filtre à air est encrassé ? Comment qualifie-t-on alors cette combustion ?

Partie B – Étude d'un cycle moteur (7 points)

Le carburant alimente un moteur diesel dont le cycle simplifié est représenté sur la **figure 1, annexe I page 7/9**. Le cycle est représenté sans respect de l'échelle.

Ce cycle de fonctionnement schématisé correspond approximativement au cycle subi par une quantité n d'air constante et ne tient pas compte de la quantité de gasoil injectée. On assimilera l'air à un gaz parfait.

Les transformations sont supposées réversibles.

Les différentes transformations subies par l'air au cours du cycle sont :

- de A à B, détente adiabatique. Dans cette phase, l'air chaud est soumis à une détente rapide.
- de B à C, refroidissement avec transfert thermique

Entre C et D on injecte le carburant

- de C à D, compression adiabatique puis inflammation
- de D à A, combustion et augmentation de température.

Les valeurs de pression, température et volume mesurées pour chaque extrémité du cycle sont les suivantes :

Etat du cycle	A	B	C	D
Volumes	V_A	$V_B = 0,21 \text{ L}$	$V_C = 0,21 \text{ L}$	V_D
Pressions	$P_A = 45 \text{ bar}$	$P_B = 4 \text{ bar}$	P_C	$P_D = 45 \text{ bar}$
Températures	$T_A = 2800 \text{ K}$	$T_B = 1400 \text{ K}$	$T_C = 300 \text{ K}$	$T_D = 960 \text{ K}$

Données :

- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
- Constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- Capacité thermique molaire à volume constant $C_V = 20,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Variation d'énergie interne pour un gaz parfait : $\Delta U = n \times C_V \times \Delta T$
- Quantité de chaleur échangée entre l'état D et l'état A : $Q_{DA} = 388 \text{ J}$
- Premier principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$

B.1. Placer les points B, C et D sur la **figure 1, annexe I page 7/9**.

Comment vérifie-t-on que ce cycle est moteur ?

B.2. La transformation de B à C est qualifiée d'isochore. Quel nom donne-t-on à la transformation de D à A ?

B.3. A partir des valeurs concernant l'état B du **tableau page 3**, montrer que la quantité de matière d'air qui effectue le cycle vaut $n = 7,2 \times 10^{-3}$ mol. On suppose que ce nombre ne varie pas au cours du cycle.

B.4. Quelles sont les quantités d'énergie Q_{AB} et Q_{CD} échangées sous forme de chaleur entre l'air et l'extérieur lors des transformations adiabatiques ?

B.5. Calculer la variation d'énergie interne ΔU_{BC} de l'air entre les états B et C. En déduire la valeur de Q_{BC} en observant que la transformation s'effectue à volume constant.

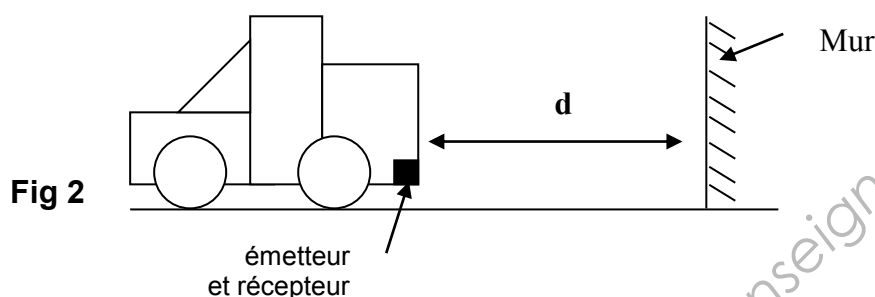
B.6. En appliquant le premier principe de la thermodynamique et sachant que la quantité de chaleur (transfert thermique) échangée entre l'état D et l'état A vaut : $Q_{DA} = 388$ J, montrer que : $W_{\text{cycle}} = -223$ J. Les étapes devront être explicitées.

B.7. Le rendement correspond au rapport entre l'énergie utile et l'énergie dépensée. Exprimer le rendement de ce cycle et commenter la valeur théorique qui est voisine de 55%.

Partie C – Étude d'un radar de recul (8,5 points)

Le radar de recul est un dispositif ultrasonore qui permet d'évaluer à quelle distance se situe un obstacle pourvu qu'il renvoie les ultrasons. Il comporte un émetteur d'ondes ultrasonores et un récepteur. Pour évaluer la distance à l'obstacle, un système électronique mesure le temps entre l'émission d'un signal et la réception après réflexion sur l'obstacle.

Un engin de manutention est équipé d'un radar de recul placé à l'arrière du véhicule. Voir figure 2 ci-dessous.



Donnée : Vitesse des ultrasons, dans les conditions de l'étude : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$

C.1. Étude des salves ultrasonores

Ces ultrasons sont produits par un capteur piézoélectrique, alimenté par une tension électrique $U_e(t)$ périodique à intervalles réguliers. Cette tension $U_e(t)$ est visualisée **figure 3 en annexe II page 8/9**.

C.1.1. Le signal $U_e(t)$ est constitué d'un « train d'ondes ». Quelle est la période des ultrasons émise par l'émetteur piézoélectrique ?

C.1.2. En déduire la longueur d'onde λ des ultrasons.

C.2. Mesure de la distance de l'arrière du véhicule à l'obstacle.

Une horloge permet de mesurer le temps t écoulé entre l'émission et la réception du signal après réflexion sur l'obstacle.

C.2.1. Exprimer la distance d entre l'obstacle et le capteur en fonction du temps t et de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores.

C.2.2. Entre le premier front montant du signal envoyé par l'émetteur et le premier front montant de la salve reçue par le détecteur, l'horloge effectue une première mesure égale à $t = 17 \text{ ms}$. Calculer cette distance. Vérifier que cette valeur trouvée concorde avec les données du constructeur figurant dans le tableau **figure 4 en annexe II page 8/9**.

C.3. Étude du circuit électrique de la commande du Buzzer

Le récepteur ultrasonore est associé à une carte électronique (non représentée ici) Celle-ci fournit une tension U , proportionnelle au temps t écoulé. Le tableau **figure 4 en annexe II page 8/9** fournit les tensions U obtenues pour les distances d comprises entre 1 et 4 m.

Cette tension U permet de déclencher un avertisseur sonore (buzzer) qui renseigne le conducteur sur la proximité de l'obstacle.

C.3.1. Le buzzer se déclenche dès que la tension U est égale à $U_{ref} = 0,28V$.

A quelle distance d_{ref} de l'obstacle cette tension correspond-elle, si on admet que la tension U est toujours proportionnelle à la distance d ?

On s'intéresse ensuite au montage **figure 5 de l'annexe III page 9/9** permettant le déclenchement du buzzer.

Dans la suite du problème l'amplificateur est considéré comme parfait et alimenté sous les tensions $+12 V, 0 V$.

Les tensions de saturations en sortie de l'amplificateur sont : $U_{SH} = 12 V$ et $U_{SB} = 0V$. Le transistor fonctionne en commutation (saturé ou bloqué), **le buzzer ne fonctionne pas lorsque le courant en sortie de l'amplificateur est nul ($U_s=0$)**.

C.3.2. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ? Justifier.

C.3.3. Exprimer la tension U_{ref} en fonction de R_1, R_2 et E .

C.3.4. Calculer la valeur de U_{ref} .

C.3.5. On se place dans le cas où $U < U_{ref}$.

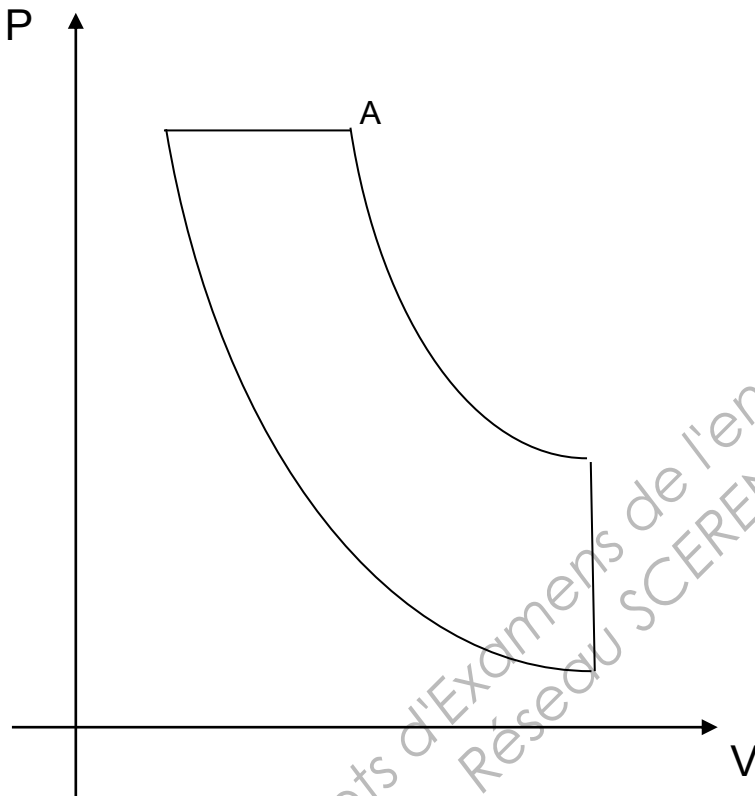
C.3.5.a. Quelle est la valeur de la tension de sortie U_s ? Justifier.

C.3.5.b. Quel est l'état du transistor ? Justifier.

C.3.5.c. Le buzzer émet-il un signal d'avertissement ?

C.3.6. En s'aidant du tableau à compléter **figure 6 annexe III page 9/9 à rendre avec la copie**, indiquer à l'aide d'une phrase à quelle condition le buzzer se déclenche.

Figure 1 : Cycle subit par l'air lors des transformations.



ANNEXE II

Figure 3 : signal $U_e(t)$

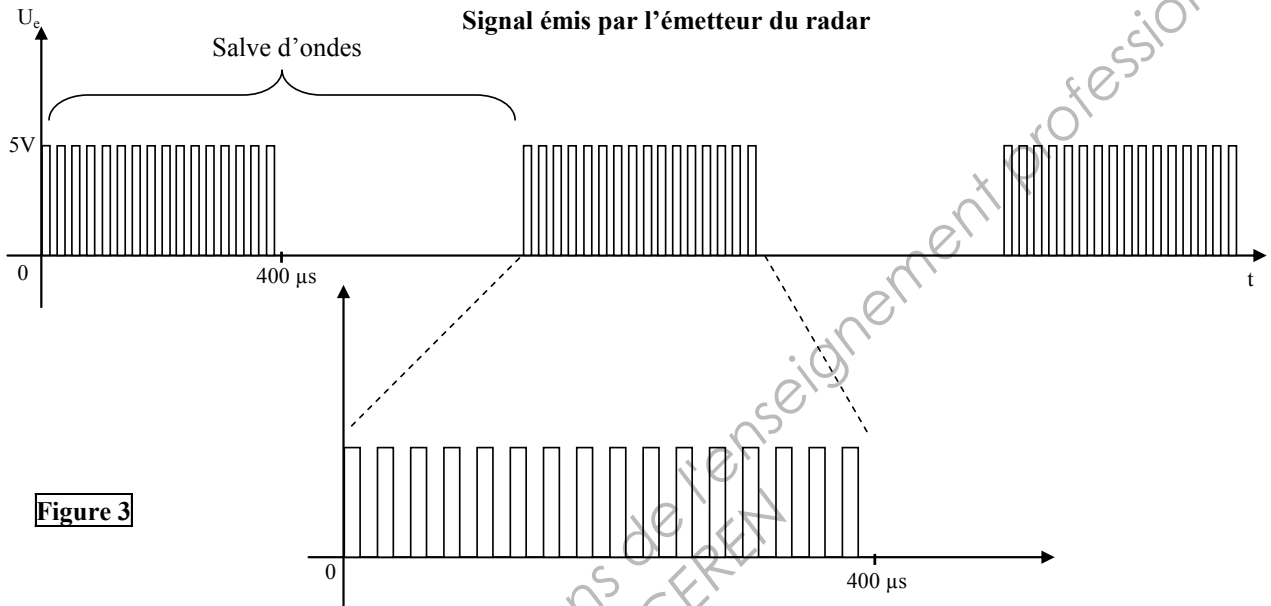


Figure 3

Figure 4 : Tableau des données constructeur sur le radar de recul.

Distance approximative entre le capteur et l'obstacle (m)	Temps mis par le signal (en ms)	Tension à la sortie de la carte U (en volt)
1	5,5	0,93
2	11	1,87
3	17	2,80
4	23	3,74

Annexe III

Figure 5 : circuit électrique de la commande du Buzzer.

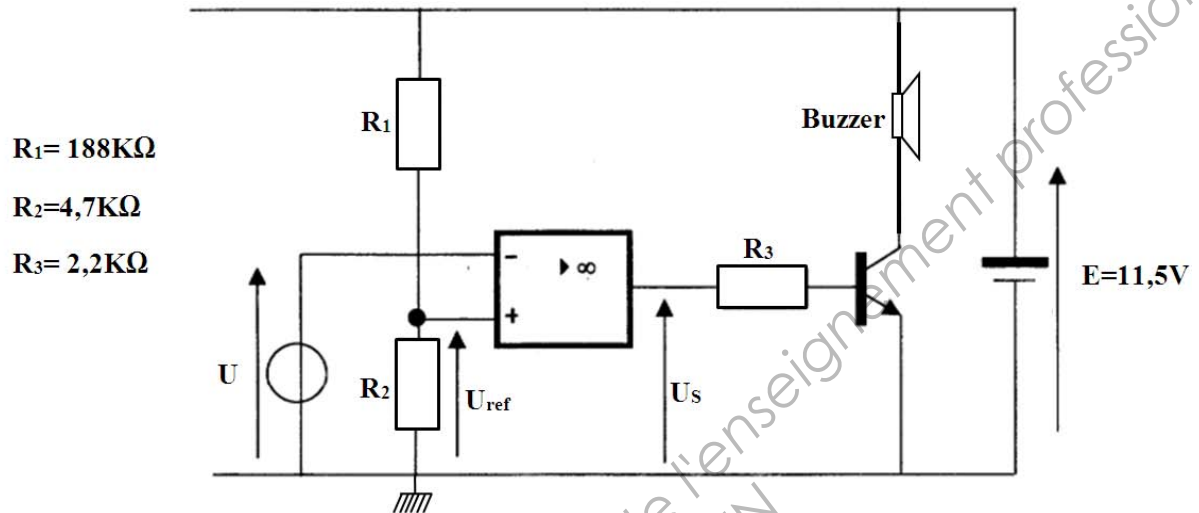


Figure 6 : tableau récapitulatif des états de fonctionnement du buzzer.

	$U < U_{ref}$	$U = U_{ref}$	$U > U_{ref}$
Distance d		$d_{ref} = \dots\dots$	
Etat buzzer		Alimenté	