

SESSION 2005

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

AGROÉQUIPEMENT

***MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE DES ENGINS DE
TRAVAUX-PUBLICS ET DE MANUTENTION***



SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 1 h 30

Coefficient : 1

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé.

Ce sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

Le document-réponse (page 9/9) est à rendre impérativement
et àagrafer avec votre copie.

NOTE IMPORTANTE :

Dès que le sujet de l'épreuve vous est remis, assurez-vous qu'il est complet en vérifiant le nombre de pages en votre possession.

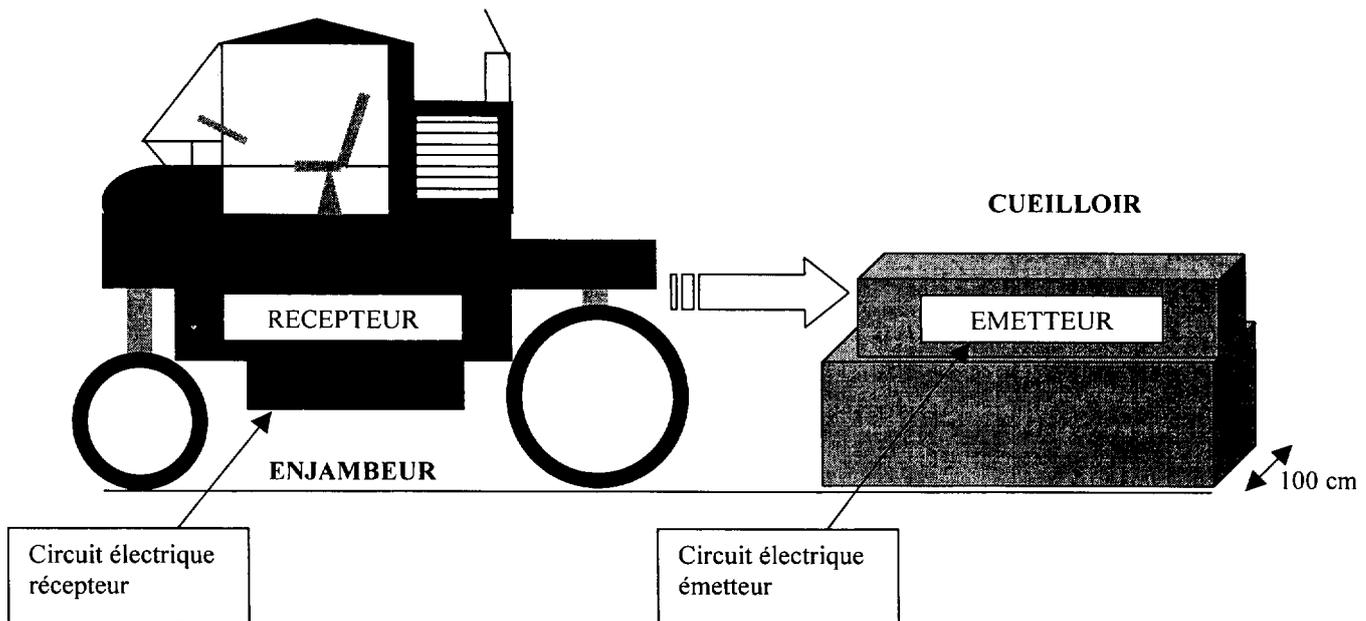
Si le sujet est incomplet, demandez-en immédiatement un nouvel exemplaire aux surveillants.

Le sujet comporte un problème d'électricité, un problème de chimie et un problème de thermodynamique. Les problèmes sont indépendants les uns des autres.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront, pour une part importante, dans l'appréciation des copies. L'écriture correcte des résultats numériques sera également appréciée.

ÉLECTRICITÉ : (8 points).

ACCROCHAGE D'UN CUEILLOIR A UN ENJAMBEUR

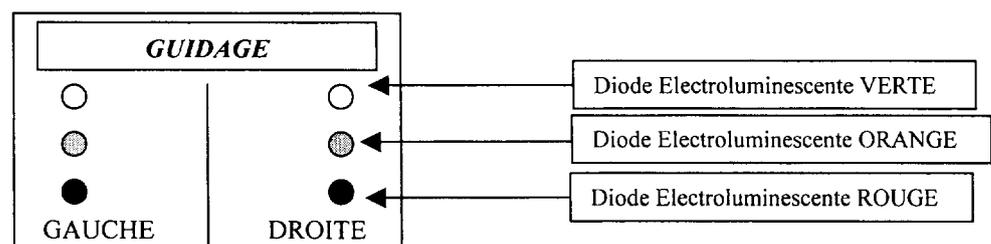


L'enjambeur doit reculer sans visibilité et avec grande précision au-dessus du cueilloir en conservant de part et d'autre de ce dernier une distance de sécurité comprise entre 5,0 cm minimum et 15,0 cm maximum.

Le cueilloir a une largeur de 100 cm. Celle du châssis de l'enjambeur est de 120 cm.

On pose, de chaque côté intérieur du châssis de l'enjambeur, un circuit optoélectronique récepteur et, de chaque côté extérieur du châssis du cueilloir, un circuit optoélectronique émetteur.

Depuis le poste de conduite, le conducteur dispose du pupitre de guidage suivant :



A) ETUDE DU CAPTEUR :

Le capteur est constitué de :

- 2 diodes électroluminescentes identiques de tension de seuil 2,0 volts, émettant un signal lumineux, de part et d'autre du châssis extérieur du cueilloir.
- 2 phototransistors identiques, pouvant recevoir sur leur base le signal lumineux émis, de part et d'autre du châssis intérieur de l'enjambeur.

Le dispositif est décrit sur la **FIGURE 1** de la feuille **ÉLECTRICITE - ANNEXE 2** (page 8/9).

Sur la feuille **ÉLECTRICITE - ANNEXE 1** (page 7/9), on donne la courbe de la tension V_{CE} du phototransistor récepteur en fonction de la distance $d_{(cm)}$ par rapport à la DEL émettrice (elle a été obtenue dans les conditions d'utilisation).

1. On souhaite que la distance $d_{(cm)}$ lors du guidage reste comprise entre 5,0 cm et 15,0 cm. Dans quel intervalle peut évoluer la tension V_{CE} ?
2. L'intensité nominale du courant devant traverser chaque diode du circuit émetteur, **FIGURE 1** (page 8/9), est $I_n = 50$ mA. La tension à leurs bornes est alors égale à la tension de seuil et vaut 2,0 volts.
 - 2.1. Quelle est l'intensité du courant qui traverse la résistance R_{pe} ?
 - 2.2. Calculer la tension aux bornes de cette résistance.
 - 2.3. En déduire la valeur de la résistance R_{pe} permettant d'imposer ce courant.

Les 2 circuits électriques DROIT et GAUCHE étant parfaitement identiques, on se propose, pour la suite, de n'étudier que le circuit DROIT.

B) TRAITEMENT ÉLECTRONIQUE DU SIGNAL LUMINEUX REÇU :

B.1 - ÉTUDE DU PONT DE RÉSISTANCES :

ÉLECTRICITÉ - ANNEXE 2, FIGURE 2 (page 8/9).

On donne : $R_1 = 1,0$ k Ω , $R_3 = 3,0$ k Ω , $E = 12$ V

On prendra : $U_{REF\ min} = 1,0$ V et $U_{REF\ max} = 9,0$ V.

- a- Exprimer littéralement la tension $U_{REF\ min}$ en fonction de R_1 , R_2 et E .
- b- En déduire la valeur de la résistance R_2 .

B.2 - ETUDE DES AMPLIFICATEURS AO1 ET AO2 :

ÉLECTRICITÉ - ANNEXE 2, FIGURE 3 (page 8/9).

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et sont alimentés en monotension 0 V/12 V.

Leurs tensions de saturation valent 0 V et 10 V.

- a - Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs AO1 et AO2 ?
- b - Donner les valeurs des tensions de sorties V_{SAO1} et V_{SAO2} des amplificateurs AO1 et AO2 dans les 3 cas suivants :

- ❶ $V_{CE} > U_{REF\ max} (= 9,0\ V)$
- ❷ $U_{REF\ min} (= 1,0\ V) < V_{CE} < U_{REF\ max}(= 9,0\ V)$
- ❸ $V_{CE} < U_{REF\ min}(= 1,0\ V)$

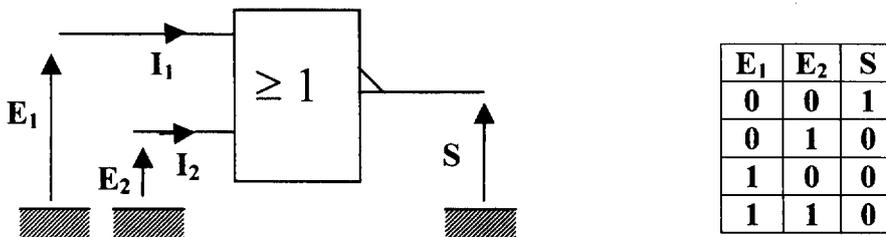
Vous récapitulerez les résultats obtenus ci-dessus pour V_{SAO1} et V_{SAO2} , dans le **tableau** du **DOCUMENT-RÉPONSE**, en fonction de la distance $d_{(cm)}$.

B.3 - CIRCUIT LOGIQUE ET PUPITRE DE GUIDAGE :

ÉLECTRICITÉ - ANNEXE 2, FIGURE 4 (page 8/9)

La porte logique NON-OU utilisée, de technologie CMOS, est supposée parfaite et ne consomme donc pas de courant d'entrée : $I_1 = I_2 = 0$.

Son symbole électrique et sa table de vérité sont donnés ci-dessous :



On admettra que : un niveau logique 1 correspond à une tension de 10 V.
un niveau logique 0 correspond à une tension de 0 V.

- a - À partir de la table de vérité de la porte logique NON-OU, compléter, dans le **tableau** du **DOCUMENT-RÉPONSE** (page 9/9) les valeurs possibles en volts de la tension V_{SV} en fonction de la distance $d_{(cm)}$.
- b - Dans le **tableau** du **DOCUMENT-RÉPONSE** (page 9/9), préciser l'état ALLUMÉE ou ÉTEINTE des diodes électroluminescentes verte, orange et rouge du pupitre de guidage en fonction de la distance $d_{(cm)}$.

CHIMIE : (5 points).

L'enjambeur est motorisé par un moteur diesel. Il est équipé d'un réservoir de carburant de 200 litres.

On suppose que le gazole est principalement constitué de pentadécane de formule brute $C_{15}H_{32}$.

1. À quelle famille chimique appartient cet hydrocarbure ?
2. Écrire et équilibrer l'équation de combustion complète du gazole $C_{15}H_{32}$ dans le dioxygène.
3. On donne : $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
masse volumique du gazole liquide : $\rho = 860 \text{ kg.m}^{-3}$.
 - 3.1. Calculer la masse m de gazole embarqué lorsque le réservoir est rempli.
 - 3.2. Calculer la quantité de matière n de gazole (en moles) contenu dans le réservoir.
 - 3.3. Citer un autre produit qui se formerait dans le cas d'une combustion incomplète du gazole.

THERMODYNAMIQUE : (7 points).

Le moteur diesel est un moteur 6 cylindres turbocompressé de cylindrée totale $5,0 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$.

On note V_M le volume mort de la chambre d'un cylindre lorsque le piston est au point mort haut et V_C le volume engendré par la course du piston dans chaque cylindre.

On note également V_T le volume total de la chambre de chaque cylindre :
 $V_T = V_M + V_C$.

Soit $\varepsilon = \frac{V_T}{V_M}$, le rapport volumétrique qui vaut pour ce moteur : $\varepsilon = 8,0$.

On rappelle : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

On assimile l'air à un gaz parfait de masse molaire $29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

La constante des gaz parfaits vaut $R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

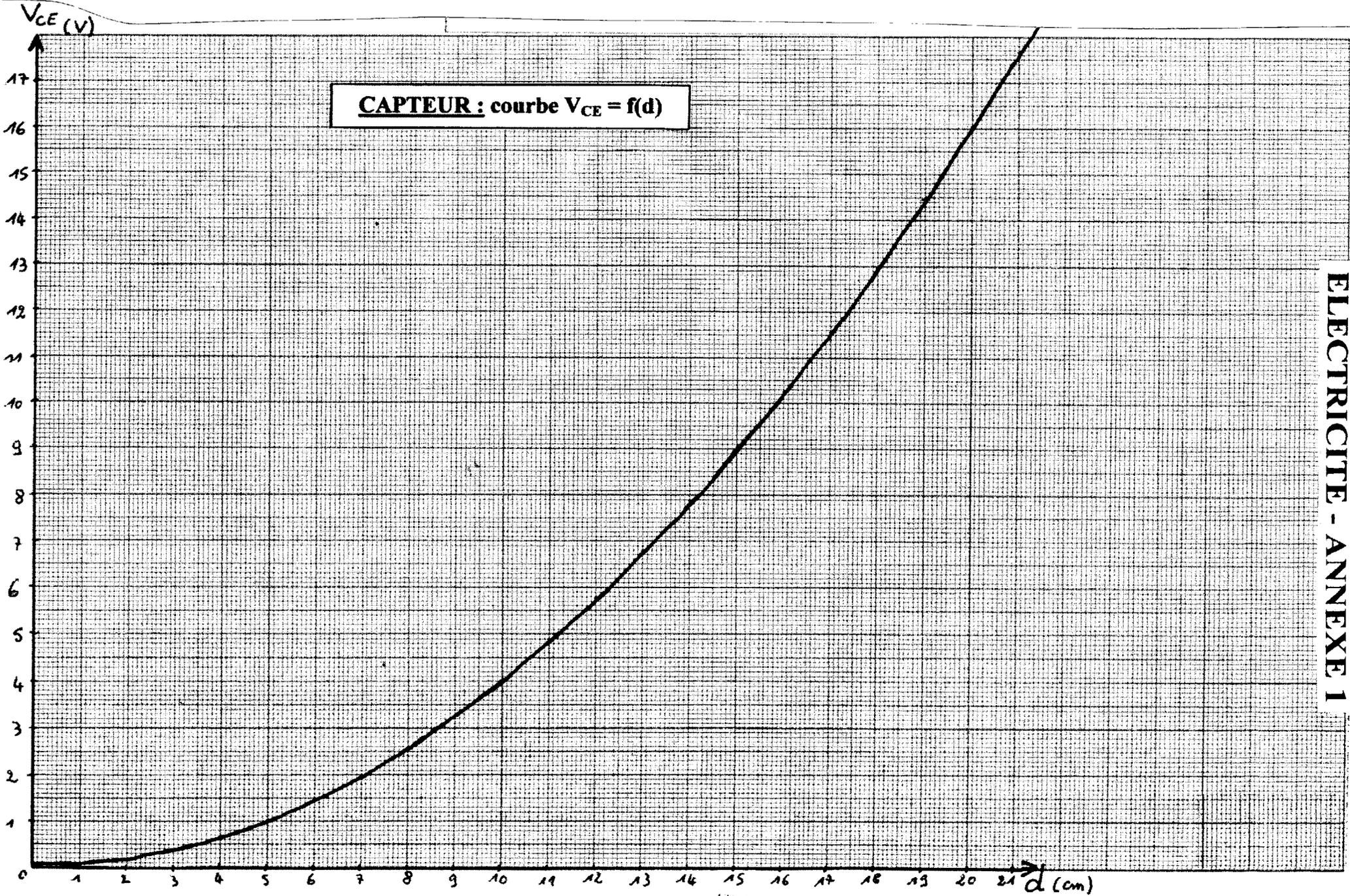
$T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$.

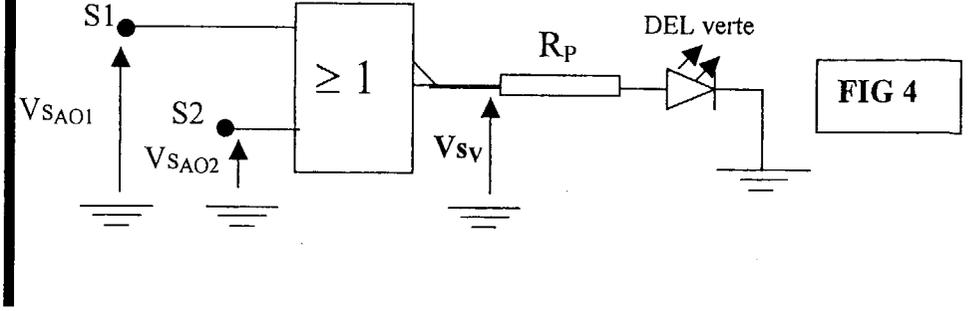
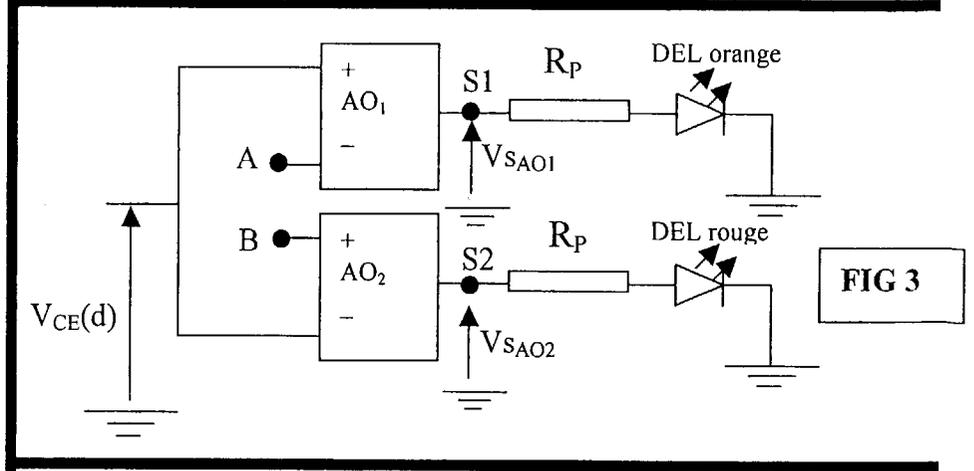
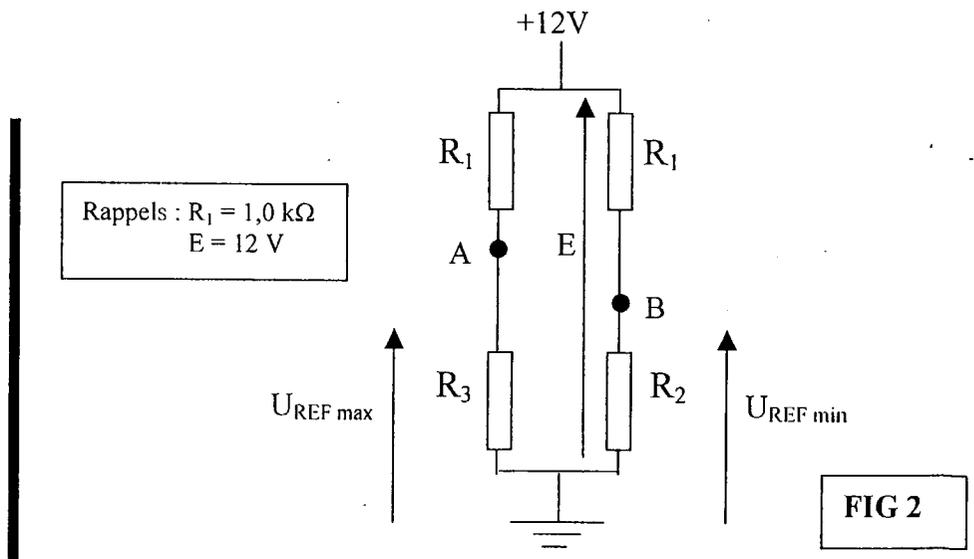
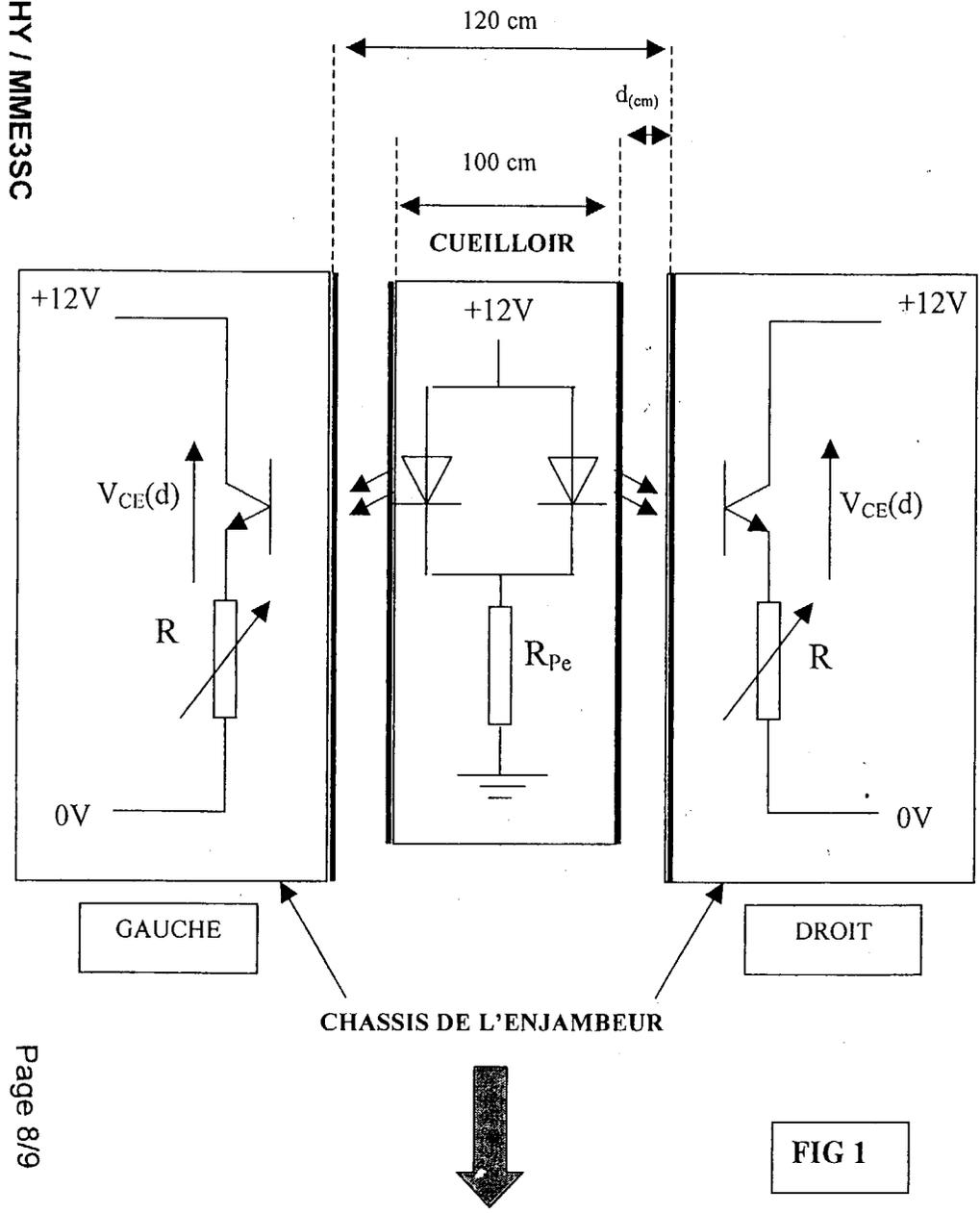
1. Sachant que la cylindrée totale représente le volume total engendré par la course des 6 pistons, calculer, en litre, le volume V_C engendré par la course d'un piston.
2. Montrer que le volume mort V_M de la chambre d'un cylindre vaut 0,12 L.
3. L'air est propulsé dans ce volume mort V_M de 0,12 L par le turbocompresseur sous une pression de $P = 2,4 \text{ bars}$ à la température de 40°C .

En appliquant l'équation des gaz parfaits, montrer que la quantité de matière d'air admis dans la chambre est 0,011 mol.

En déduire la masse d'air $m(\text{air})$ admis dans la chambre du cylindre.

4. Le pouvoir calorifique massique du gazole est $p_c = 42 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$.
La consommation du gazole est de $m(\text{gazole}) = 20 \text{ mg}$ par cylindre et par cycle.
 - 4.1. Vérifier que : $m(\text{air}) / m(\text{gazole}) = 16$.
 - 4.2. Calculer la chaleur dégagée Q lors de la combustion du gazole par cylindre et par cycle.
 - 4.3. Le travail fourni par le gaz au piston au cours d'un cycle est $W = 380 \text{ J}$.
Calculer le rendement η d'un cycle thermodynamique décrit par un cylindre de ce moteur diesel.





DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

ÉLECTRICITÉ

$d_{(cm)}$	0	5	15	20
$V_{CE} (V)$	0	1	9	
$V_{SAO1} (V)$				
$V_{SAO2} (V)$				
$V_{SV} (V)$				
DEL verte				
DEL orange				
DEL rouge				