



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

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé
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 2017

Durée : 1 heure 30
Coefficient : 1

Matériel autorisé :

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

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- annexe 1.....page 9/10.
- annexe 2.....page 10/10.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

BTS MAVTPM		Session 2017
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 1/10

- **Exercice 1** - Détermination de la puissance d'une pompe hydraulique associée au système de levage d'un chariot télescopique.
- **Exercice 2** - Étude du fonctionnement et du dimensionnement d'une pile à hydrogène.
- **Exercice 3** - Détection du niveau d'acide formique dans un réservoir.

Exercice 1 – Détermination de la puissance d'une pompe hydraulique associée au système de levage d'un chariot télescopique. (7 pts)

FIGURE 1

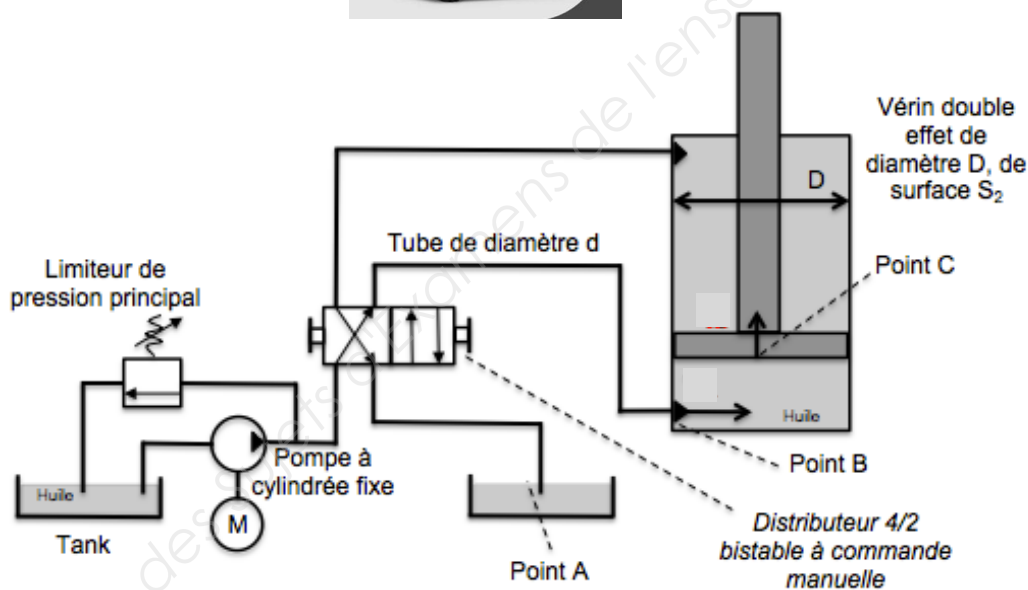


Figure 1 : Schéma modélisant le système hydraulique

Le système hydraulique du système de levage de l'engin est représenté **ci-dessus**.

Il est constitué :

- d'une pompe à cylindrée fixe placée dans un réservoir contenant une huile minérale normalisée ISO VG 46 ;
- d'un vérin équipé d'un piston de diamètre D qui se déplace en translation sous l'effet de la pression d'huile dans une chemise ;
- d'un tube de diamètre d égal à 25 mm qui relie ces deux parties et achemine l'huile refoulée par la pompe.

Dans l'ensemble de l'étude, les pertes de charges seront négligées.

Données constructeur :

Huile VG 46 :

- masse volumique : $\rho = 873 \text{ kg.m}^{-3}$;
- viscosité cinématique : $\nu_{\text{cin}} = 46 \text{ cSt (centistoke)} = 46 \times 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$;
- débit volumique : $qV = 87,5 \text{ L.min}^{-1}$;
- diamètre du tube d'arrivée de l'huile : $d = 25 \text{ mm}$.

Données supplémentaires :

- le niveau d'huile dans le réservoir varie lentement ($v_A \approx 0$) ;
- la pression au point A est la pression atmosphérique ($p_A = p_{\text{atm}} = 101300 \text{ Pa}$) ;
- $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

1. Étude du vérin.

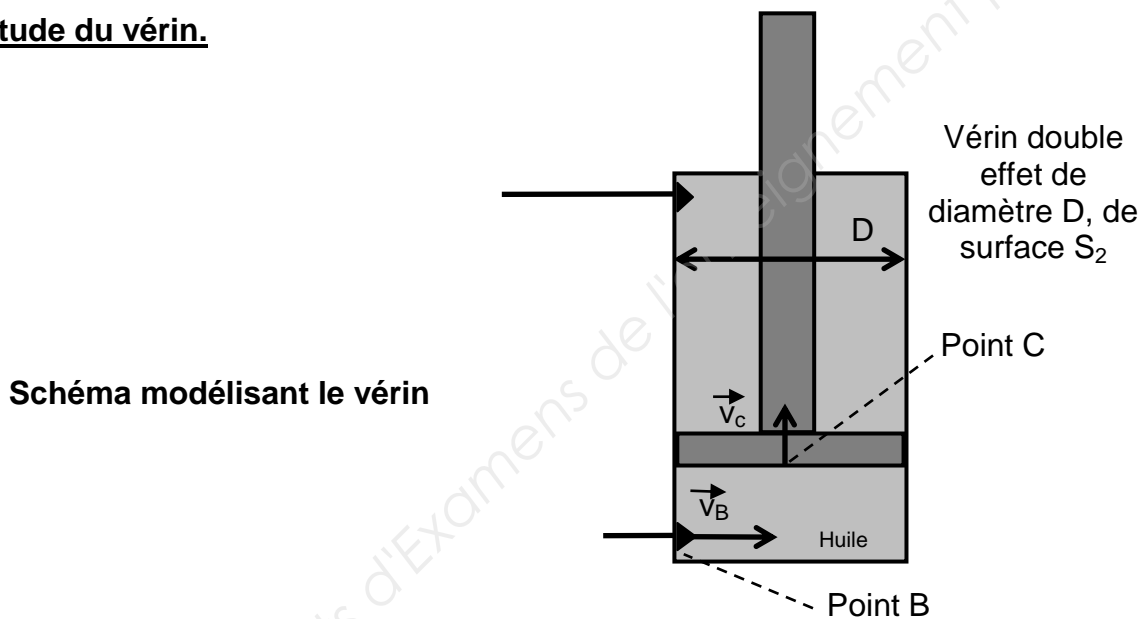


FIGURE 2

- 1.1** Exprimer le débit volumique q_v figurant dans les données constructeur, en utilisant les unités du système international.
- 1.2** Calculer la vitesse de déplacement de l'huile v_C sachant que le débit se conserve entre le point B et le point C. On admet que la section S_C du vérin vaut $5,00 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.
- 1.3** Montrer que la surpression p_c exercée par cet ensemble sur la surface S_C vaut $5,89 \times 10^6 \text{ Pa}$, en admettant que l'ensemble « charge à déplacer plus piston » a une masse m égale à 3000 kg .

1.4 Le bras télescopique est en position maximale, c'est-à-dire à une hauteur Δz égale à 5,85 m. On prend $\Delta z = z_C - z_B$.

On admet que la vitesse de l'huile au point B, v_B , dans le tube cylindrique de diamètre d vaut $2,97 \text{ m.s}^{-1}$ et que la vitesse de déplacement en C, v_C vaut $0,29 \text{ m.s}^{-1}$. On prend : $d = 25 \text{ mm}$.

Calculer la différence de pression $p_B - p_C$ dans le vérin en appliquant le théorème de Bernoulli,

Donnée :

- l'équation de Bernoulli sans perte de charge :

$$\frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1) + p_2 - p_1 = 0$$

2. Nature de l'écoulement du fluide dans le tube de diamètre $d = 25 \text{ mm}$.

Le nombre de Reynolds R_e permet d'évaluer si l'écoulement est laminaire ou turbulent.

$$R_e = \frac{V \times D_{tube}}{\nu_{cin}}$$

- V la vitesse d'écoulement du fluide en m.s^{-1} ;
- D_{tube} le diamètre du tube dans lequel s'écoule le fluide en mètre (m) ;
- ν_{cin} la viscosité cinématique du fluide considéré en $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$.

Données :

- $R_e < 2000$: l'écoulement est laminaire.
- $R_e > 2000$: l'écoulement est turbulent.

2.1 Compléter le document-réponse (page 9/10).

Pour chacune des deux figures suivantes indiquer si l'écoulement est turbulent ou laminaire.

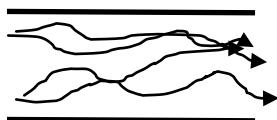


FIGURE 3

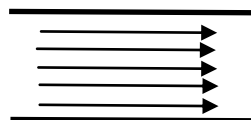


FIGURE 4

2.2 Calculer le nombre de Reynolds dans le tube de diamètre d lorsque la vitesse, v_B , vaut $2,97 \text{ m.s}^{-1}$.

2.3 En déduire le type d'écoulement dans ce tube.

3. Puissance hydraulique.

Déterminer la puissance hydraulique de la pompe P_h , à l'aide de l'expression du débit **ci-dessous**.

$$q_v = \frac{P_h}{\Delta p}$$

- P_h la puissance hydraulique de la pompe exprimée en watt (W) ;
- q_v le débit volumique en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;
- Δp la différence de pression entre l'aspiration et le refoulement, donc entre le réservoir (tank) et le point B. Le réservoir est à la pression atmosphérique.

Données :

- pression atmosphérique : $p_{\text{atm}} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- pression en B : $p_B = 6,04 \times 10^6 \text{ Pa}$.

Exercice 2 - Étude du fonctionnement et du dimensionnement d'une pile à hydrogène. (7 pts)

On envisage d'alimenter électriquement le chariot télescopique à l'aide d'une pile à combustible (PAC) fonctionnant à l'aide de dihydrogène (H_2). La réaction chimique qui a lieu dans la pile à combustible est une réaction d'oxydo-réduction.

Les deux demi-équations rédox sont les suivantes :

- $2 H^+_{(aq)} + 2 e^- = H_{2(g)}$; potentiel rédox du couple $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$: 0 V ;
 - $O_{2(g)} + 4 H^+_{(aq)} + 4 e^- = 2 H_2O_{(l)}$; potentiel rédox du couple $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$: 1,23 V.
- Les potentiels d'oxydo-réduction sont donnés à la température de l'expérience.

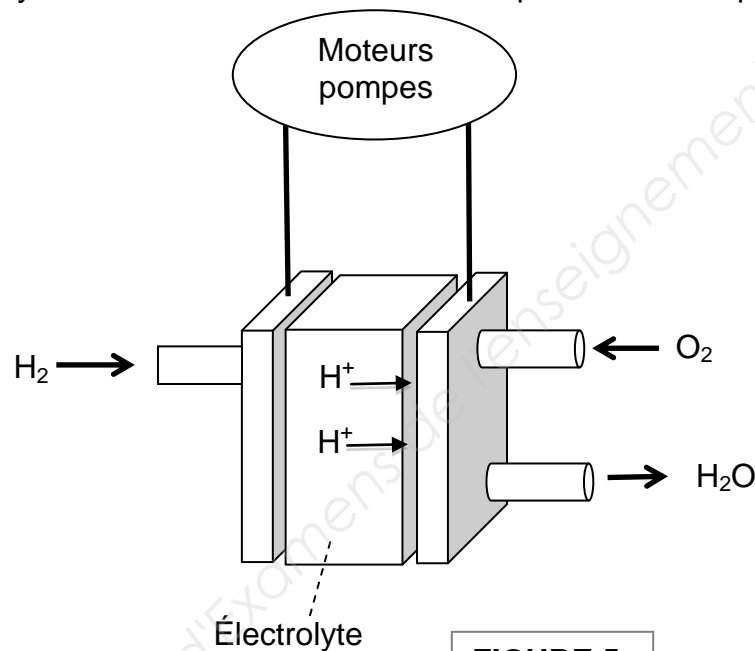


FIGURE 5

1. Indiquer quelle conversion d'énergie est réalisée par une pile.
2. Dans la demi-équation d'oxydo-réduction : $H_{2(g)} = 2 H^+_{(aq)} + 2 e^-$, préciser quel est le réducteur et quel est l'oxydant.
3. Écrire l'équation de la réaction globale de fonctionnement, à partir des deux demi-équations.
4. La réaction se produisant à l'anode est une oxydation.
Sur le **document-réponse, exercice 2, figure 5 (page 9/10)**, indiquer :
 - 4.1 le nom des électrodes (anode, cathode) ;
 - 4.2 le signe de chaque électrode ;
 - 4.3 le sens de circulation des électrons, ainsi que le sens du courant I qui alimente les moteurs des pompes.

5. Le système de piles dispose d'un volume de gaz de dihydrogène H_2 , V_{H_2} , de valeur $0,15 \text{ m}^3$.

Déterminer, en utilisant l'équation d'état du gaz parfait, la quantité de matière n_{H_2} de dihydrogène présente dans ce volume si la pression p est égale à $12 \times 10^5 \text{ Pa}$.

On rappelle l'équation d'état du gaz parfait : $p.V = n.R.T$

Données :

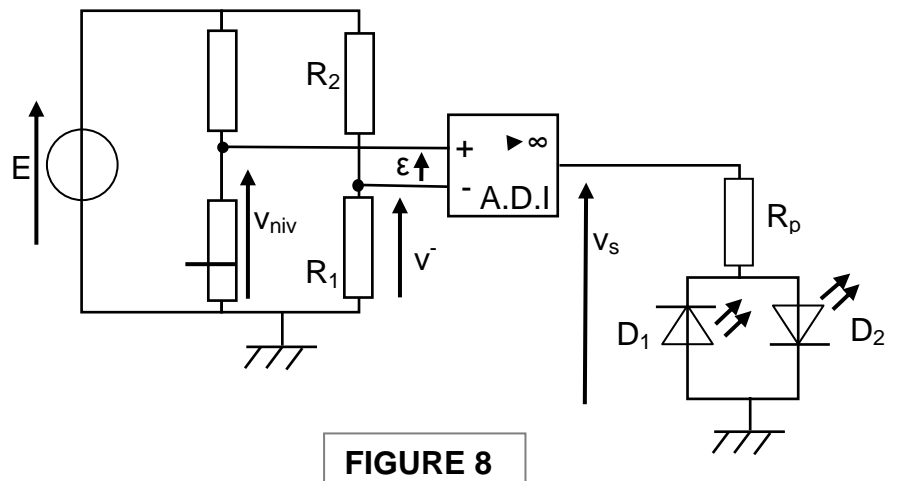
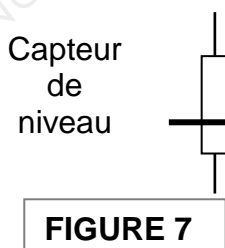
- constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$;
- température : $T = 293 \text{ K}$.

6. Le système complet de levage nécessite une batterie d'une tension de 80 V fournissant un courant d'intensité égale à environ 270 A . Chaque module est capable de fournir une tension de $1,23 \text{ V}$ avec un courant d'une intensité de 10 A .

Préciser le nombre de modules à mettre en série, ainsi qu'en parallèle pour obtenir les caractéristiques attendues, en complétant le schéma de l'association proposée dans le **document-réponse, exercice 2, figure 6 (page 9/10)**.

Exercice 3 - Détection du niveau d'acide formique dans un réservoir. (6 pts)

On envisage de stocker l'hydrogène sous forme d'acide formique liquide dans un réservoir. Ce dernier possède un capteur de niveau résistif (**voir schéma figure 7**) indiquant la quantité d'acide. Le schéma du montage de détection de niveau est représenté par la **figure 8 ci-dessous**. Les diodes D_1 et D_2 permettent de signaler si le niveau de liquide est supérieur ou inférieur à un niveau de référence.



L'amplificateur de différence intégré (ADI) est considéré comme parfait et alimenté en -15 V et $+15\text{ V}$ (**alimentation non représentée sur la figure 8**). Ces tensions seront prises comme tensions de saturation.

Données :

- $R_1 = 2000\ \Omega$;
- $R_2 = 4000\ \Omega$;
- $E = 15\text{ V}$.

1. Indiquer quel est le régime de fonctionnement de l'ADI dans cette situation. Justifier votre réponse.
2. Exprimer la tension v^- en fonction de R_1 , R_2 et de E .
3. Calculer la tension v^- .
4. Donner l'expression de la tension différentielle d'entrée ε en fonction de v_{niv} et de v^- .
5. Étude de v_s , tension de sortie de l'ADI avec : $v^- = 5\text{ V}$.
 - 5.1 La tension v_{niv} est supérieure à 5 V .
 - 5.1.1 Déterminer le signe de ε .
 - 5.1.2 Préciser la valeur de v_s .
 - 5.1.3 En déduire l'état de chacune des LED (P pour passante, B pour bloquée).
 - 5.2 La tension v_{niv} est inférieure à 5 V .
 - 5.2.1 Déterminer le signe de ε .
 - 5.2.2 Préciser quelle est la valeur de v_s .
 - 5.2.3 En déduire l'état de chacune des LED (P pour passante, B pour bloquée).
 - 5.3 Compléter le **tableau** sur le **document-réponse (exercice 3, page 10/10)**.

BTS MAVTPM		Session 2017
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 8/10

ANNEXE 1

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document-réponse exercice 1 : écoulement turbulent ou laminaire ?

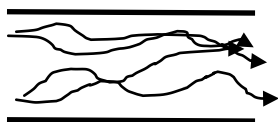


FIGURE 3

Nature de l'écoulement ?
.....

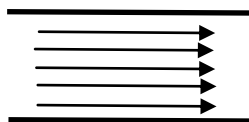


FIGURE 4

Nature de l'écoulement ?
.....

Document-réponse exercice 2 :

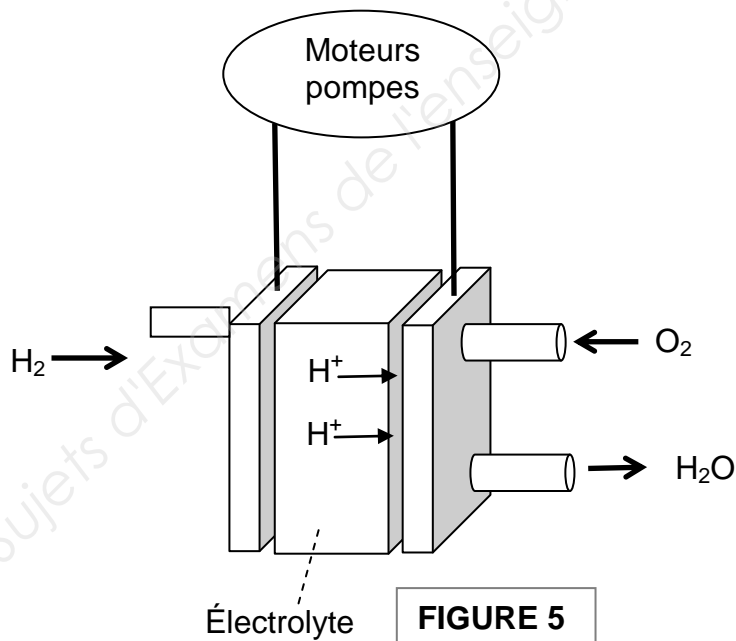


FIGURE 5

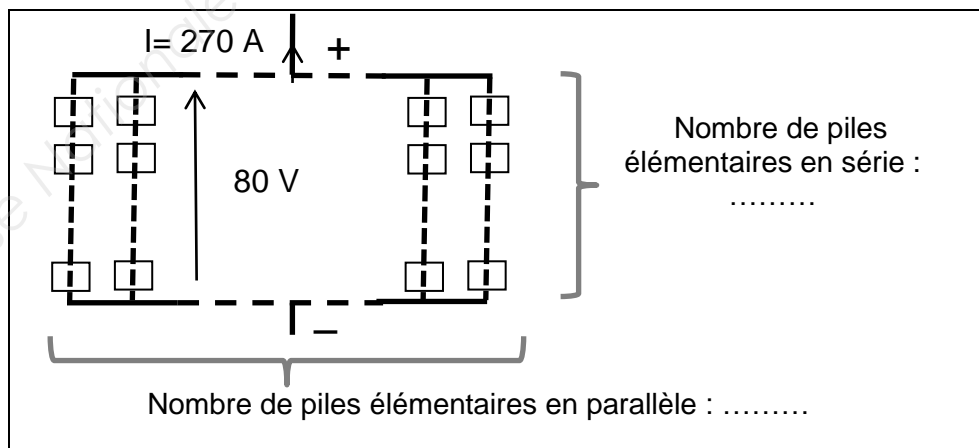


FIGURE 6

ANNEXE 2

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document-réponse exercice 3 :

Niveau H ₂	B	H
V _{niveau}	2 V	8 V
Signe de ϵ		
Valeur de v _s		
Diode D1 (P ou B)		
Diode D2 (P ou B)		

TABLEAU

B : niveau bas de l'acide formique ;
H : niveau haut de l'acide formique.