

3	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
3	المعامل	العلوم الرياضية (ب)	الشعبة أو المسلك

# CHARIOT DE GOLF

☞ Le sujet comporte au total 21 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 2 à 6 : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV)
- Pages 7 à 9 : Documents ressources portant la mention **DRES XX**
- Pages 10 à 15 : Documents réponses portant la mention **DREP XX**

Le sujet comporte 3 situations d'évaluation (SEV) :

- **SEV1** : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance .....
- **SEV2** : Étude énergétique .....

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : **DREP XX**

☞ Les pages portant en haut la mention **DREP XX** (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices non programmables.

G.S.A

## I. INTRODUCTION

Le golf est un sport qui consiste à envoyer une balle dans un trou à l'aide de clubs. Le but du jeu consiste à effectuer, sur un parcours défini, le moins de coups possibles. Le parcours compte généralement 18 trous et s'effectue en marchant. Le matériel nécessaire est transporté dans un sac de golf. Le joueur parcourt une distance moyenne de **8 km**, sur une période de **4 à 5 heures**.

Le transport du sac de golf est assuré par un chariot manuel ou électrique.

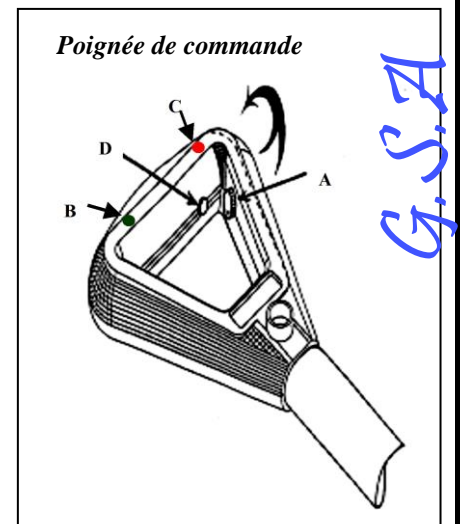
Le chariot de golf, support de l'épreuve, est à propulsion électrique, son autonomie en énergie est assurée par une batterie d'accumulateurs.



## II. DESCRIPTION

Le chariot comporte (voir **DRES 01**) :

- Un châssis supportant le sac et les différents équipements et accessoires ;
- Deux roues motrices arrière ;
- Deux roues avant orientables ;
- Un moteur à courant continu à vitesse variable associé à un réducteur à roue et vis sans fin ;
- Des éléments de commande et de signalisation situés dans la poignée :
  - Un bouton poussoir **D** permettant la mise en marche et l'arrêt du système ;
  - Un potentiomètre **A** permettant de faire varier la vitesse du chariot ;
  - Un Buzzer **Bz**, une LED **B** et une LED **C**.
- Une batterie au plomb de type rechargeable ;
- Une carte électronique à base de microcontrôleur, située dans un boîtier derrière la batterie.



## III. FONCTIONNEMENT

Au démarrage, la vitesse augmente progressivement jusqu'à atteindre la vitesse de consigne déterminée par la position du potentiomètre. Ce départ en « douceur » géré par un microcontrôleur permet une meilleure synchronisation avec le déplacement de l'utilisateur et une économie de l'énergie. Il est toujours possible, en cours d'utilisation, d'augmenter ou de réduire la vitesse du chariot.

La charge de la batterie est assurée par un chargeur.

Le niveau de la charge de la batterie est contrôlé à chaque démarrage du chariot. L'utilisateur est averti du taux de décharge de la batterie par des bips sonores et par la LED témoin **B**.

## IV. SITUATIONS D'ÉVALUATION

### SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance

#### A : Analyse fonctionnelle

**Tâche 1 : Utilisation des outils de l'analyse fonctionnelle Répondez sur DREP 1 et DREP2 page 10 et 11**

- Q1) Compléter le diagramme Bête à cornes relatif au chariot de golf.
- Q2) En utilisant le tableau des fonctions de service, compléter le diagramme des interactions (Pieuvre).
- Q3) En se référant au schéma synoptique (voir document **DRES01 Figure 1 page 8**) et au fonctionnement du système, compléter la chaîne fonctionnelle correspondante au chariot de golf et indiquer la nature d'énergie aux points **M**, **O** et **Q**.

#### B : Transmission de puissance

Le chariot doit se déplacer à une vitesse allant jusqu'à 8 km/h. La propulsion du chariot est assurée par deux roues motrices arrière. L'entraînement des roues est réalisé à l'aide :

- D'un moteur à courant continu ;
- D'un réducteur à roue et vis sans fin ;
- D'un ensemble **accouplement** permettant la transmission de l'énergie mécanique du moteur au réducteur.

L'étude portera sur les solutions technologiques retenues pour transmettre le mouvement du moteur aux roues.

**Tâche 2 Compréhension de la solution constructive (voir le document DRES 02 page 8)**

Répondez sur DREP2 et DREP3 page 11 et 12

Q4) La liaison entre le couvercle 3 et le support 1 :

Indiquer la mise en position MIP et le maintien en position MAP de cette liaison

Q5) Le guidage du moyeu 2 de la roue avec le support 1 :

a- Donner le nom de cette liaison

b- Donner la solution constructive adoptée ce guidage

c- Indiquer le repère du roulement qui arrête la translation (axiale) de l'ensemble mobile par rapport à l'ensemble fixe.

d- Compléter le schéma de ce guidage en ajoutant les arrêts axiaux des éléments de guidage relatif à la solution adoptée.

e- Pour ce montage, préciser les types d'ajustement: avec jeu ou serré.

**Tâche 3 : Lecture du dessin d'ensemble du réducteur (voir le document DRES 03 page 9)**

Q6) Compléter le schéma cinématique

Q7) Quel est le rôle du méplat réalisé sur la vis sans fin ?

**Tâche 4 : Représentation graphique Répondez sur DREP3 page 11**

Q8) Compléter le dessin de définition du manchon gauche en :

- Vue de gauche en coupe A-A
- Vue de dessus.

**N.B :** les traits cachés ne seront pas représentés.

G.S.A

## SEV 2 : Étude énergétique

### Tâche 1 : Étude de la batterie Réponse sur DREP4 page 13

La batterie a une capacité  $Q$  de 24 Ah et fournit une tension  $U_{\text{Bat}}$  de 12 V.

Q9) Calculer l'énergie maximale  $W_{\text{max}}$  (en Wh) disponible dans la batterie.

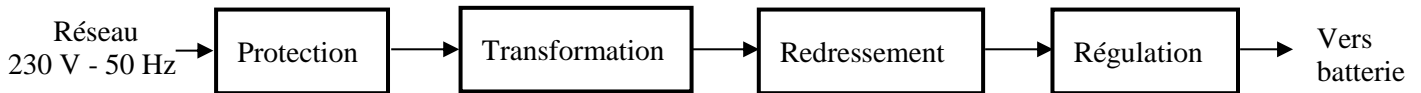
Q10) Pour une puissance  $P_a$  moyenne absorbée par le moteur de 57,6 W, calculer (en heures) l'autonomie  $t$  de la batterie.

Q11) Sachant que le joueur de golf se déplace à une vitesse moyenne de 3 km/h, déterminer la valeur de la distance  $d$  (en km) que peut assurer la batterie.

### Tâche 2 : Étude du chargeur de la batterie

La charge des batteries des chariots se fait dans un local de rangement et de maintenance à partir de prises de courant dédiées à cet effet.

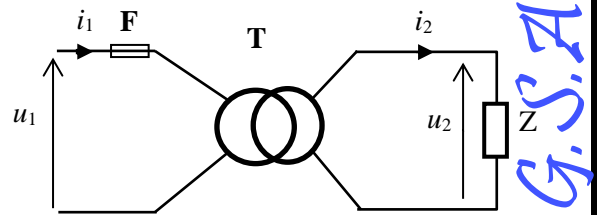
On se propose d'étudier quelques éléments du chargeur de la batterie dont le schéma synoptique est le suivant :



#### A : Étude du transformateur Réponse sur DREP4 page 13

Le transformateur  $T$  a les caractéristiques suivantes:

$$230 / 12 \text{ V} - 50 \text{ Hz} - S = 85 \text{ VA.}$$



Q12) Calculer le rapport de transformation  $m$ .

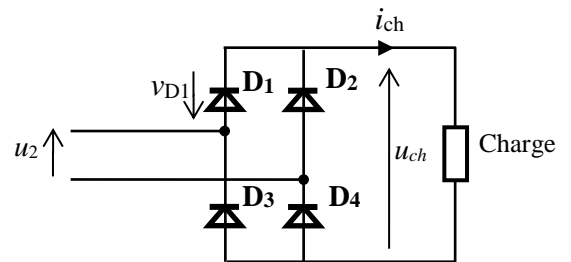
Q13) Calculer la valeur du courant nominal  $I_{2N}$ .

#### B : Étude du redressement Réponse sur DREP4 page 13

Pour simplifier cette étude, on suppose que la charge est purement résistive.

Q14) Compléter le tableau en indiquant l'état de chaque diode (bloquée ou passante) suivant le signe de la tension  $u_2(t)$ .

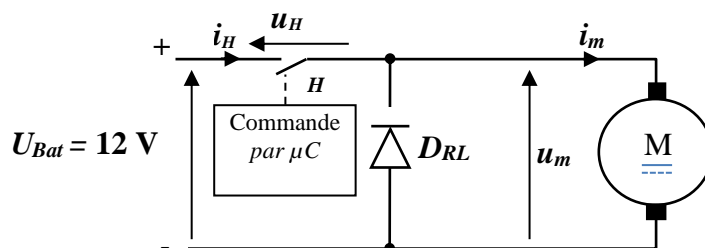
Q15) Donner la valeur de la tension moyenne  $u_{\text{ch moy}}$



### Tâche 3 : Étude du hacheur Réponse sur DREP5 et DREP6 page 14 et 15

La variation de vitesse du moteur du chariot est assurée par un hacheur série dont la commande est réalisée par un microcontrôleur PIC.

Le schéma de principe est le suivant :



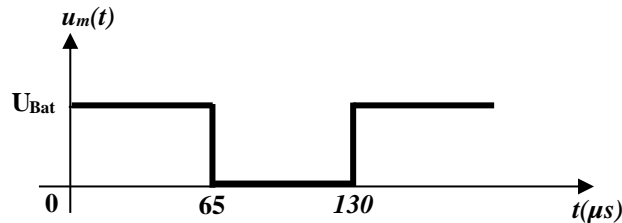
Les éléments  $H$  et  $D_{RL}$  sont supposés parfaits. Le courant  $i_m(t)$  est périodique de période  $T$  et de valeur moyenne  $\langle i_m \rangle$ .

Le hacheur fonctionne comme suit :

- $0 < t < \alpha T$  :  $H$  est fermé,  $\alpha$  est le rapport cyclique avec  $\alpha = t_{on}/T$  et  $0 \leq \alpha \leq 1$  ;
- $\alpha T < t < T$  :  $H$  est ouvert.  $t_{on}$  : durée durant laquelle  $H$  est fermé

Le rapport cyclique  $\alpha$  est variable et la période  $T$  est fixe.

**Q16)** À partir du chronogramme de la tension  $u_m(t)$  suivant :



- a- Calculer la fréquence  $f$  de hachage en **Hz**.
- b- Calculer le rapport cyclique  $\alpha$  (en %)

### Caractéristiques du moteur

#### Moteur à courant continu à aimants permanents

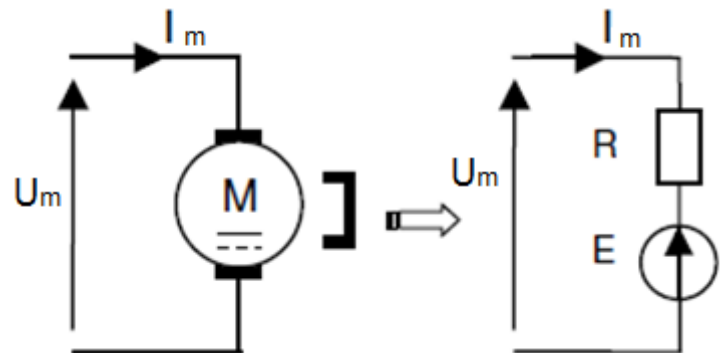
- Tension nominale  $U_n = 12 \text{ V}$
- Constante de vitesse  $K_e = 25 \cdot 10^{-4} \text{ V}/(\text{tr} \cdot \text{mn}^{-1})$
- Courant nominal  $I_n = 15 \text{ A}$
- Constante de couple  $K_t = 0,023 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{A}$
- Vitesse nominale  $N_n = 3050 \text{ tr}/\text{min}$
- Résistance d'induit  $R = 0,1 \Omega$
- Puissance nominale  $P_n = 50 \text{ W}$
- Couple nominal  $C_n = 0.3 \text{ N} \cdot \text{m}$
- Vitesse maximale  $N_{\max} = 4\,000 \text{ tr}/\text{min}$

G.S.A

### Rappels :

En valeur moyenne, on peut écrire :

- $U_{moy} = E + RI$  (V).
- $E = K_e \cdot N$  (V).
- $C_e = K_t \cdot I_m$  (N.M/A)



- Q17)- Quelle force électromotrice  $E$  produit le moteur lorsqu'il tourne à la fréquence de  $N = 2000$  tr/mn.
- Q18)- Calculer le courant dans l'induit  $I_m$  pour un couple  $C_u = 0.23$  N.m  
On admet  $C_u = C_e$
- Q19)- En déduire la valeur de la tension moyenne  $U_{moy}$  appliquer aux bornes de l'induit du moteur pour obtenir cette vitesse de rotation.
- Q20) a - Recalculer la valeur du rapport cyclique  $\alpha$  pour obtenir aux bornes de l'induit du moteur la tension moyenne  $U_{moy}$  pour une tension d'alimentation  $U_{Bat} = 12$  V  
b- Comparer cette valeur à celle trouvée dans la question 2
- Q21) dans ces conditions c.a.d pour un couple de  $0.23$  Nm et  $N_m = 2000$  tr /mn
- a- Calculer les pertes par effet joule  $P_j$  (en W) dans l'induit
  - b- Calculer la puissance absorbée  $P_a$
  - c- Calculer la puissance utile  $P_u$ .
  - d- déduire les pertes collectives  $P_c$  dans ce moteur
  - e . Calculer le rendement  $\eta$  du moteur.
- Q22) Proposer le type de hacheur permattant d'inverser le sens de rotation de moteur

G.S.H

# Schéma synoptique

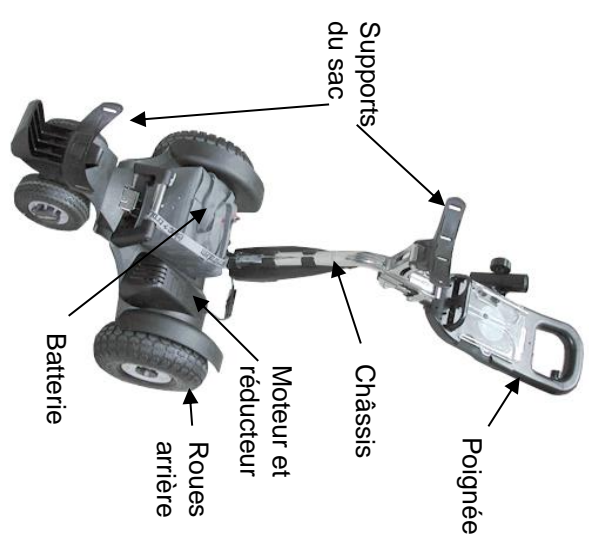
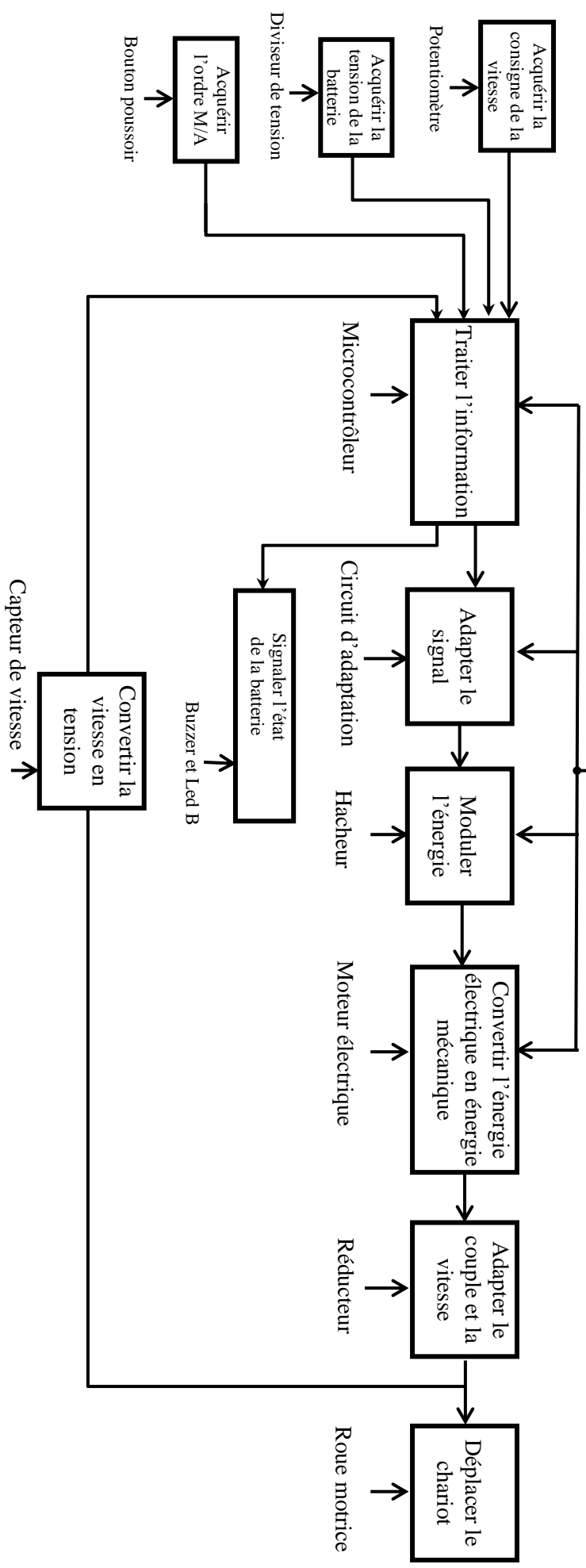


Figure 1



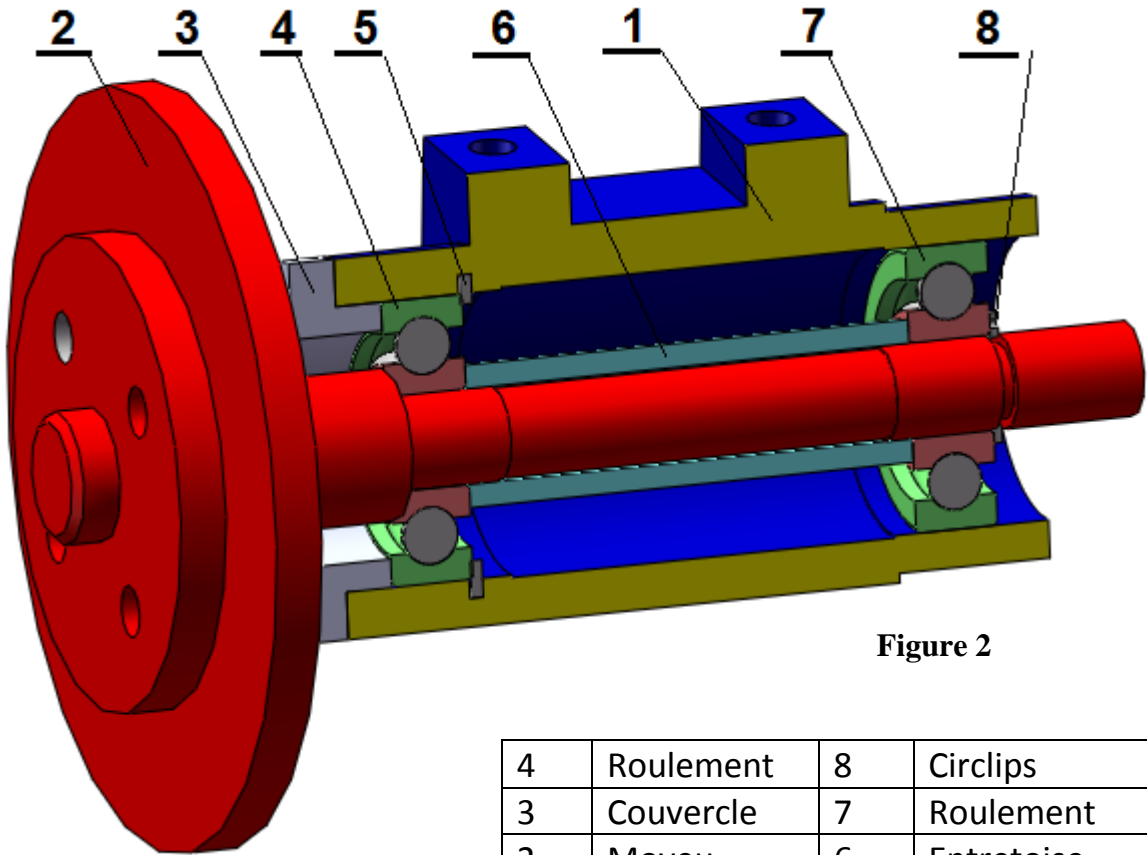


Figure 2

4	Roulement	8	Circlips
3	Couvercle	7	Roulement
2	Moyeu	6	Entretoise
1	Support	5	Circlips
Rep	Désignation	Rep	Désignation

G.S.A

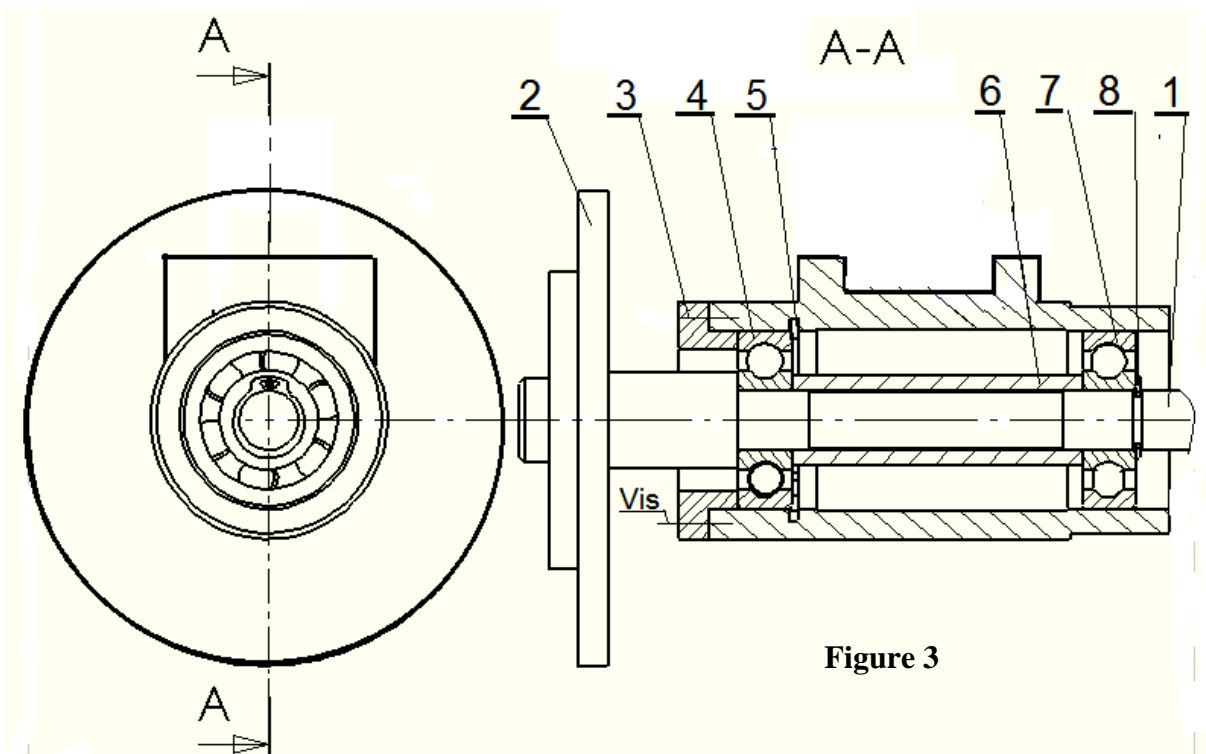


Figure 3



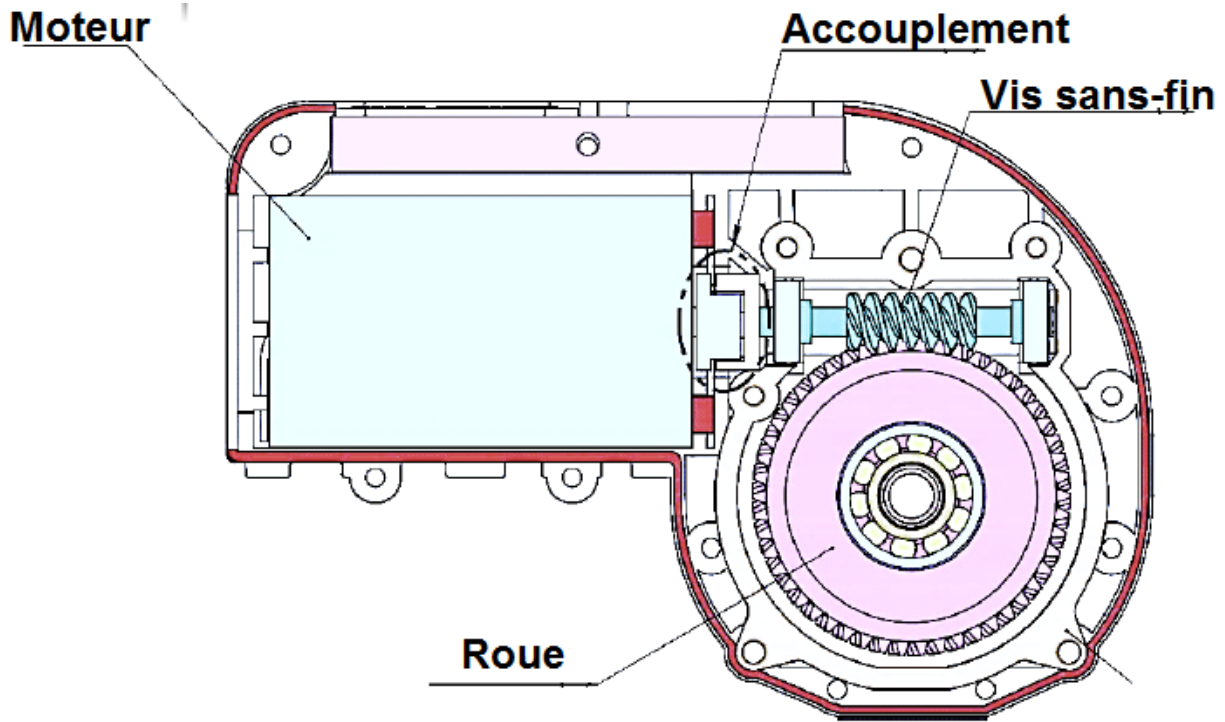


Figure4

Vue éclatée de motoréducteur

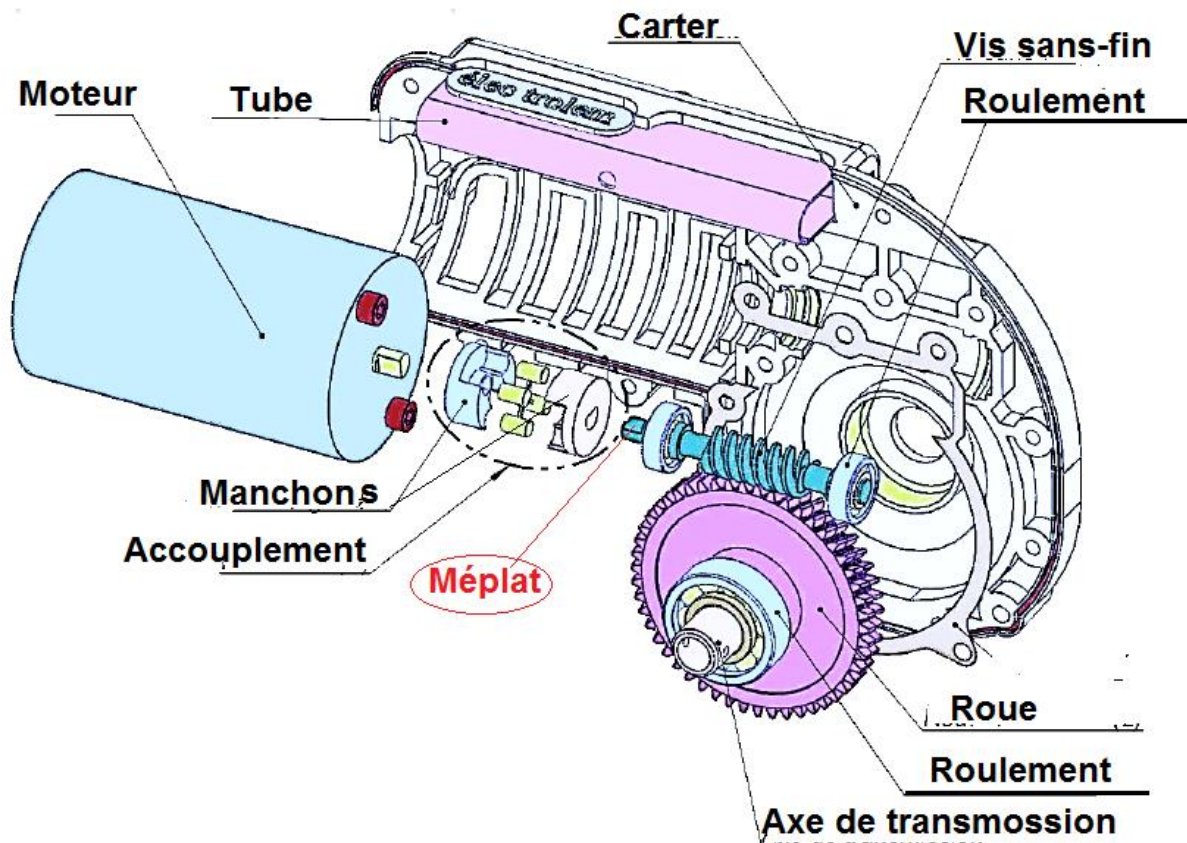
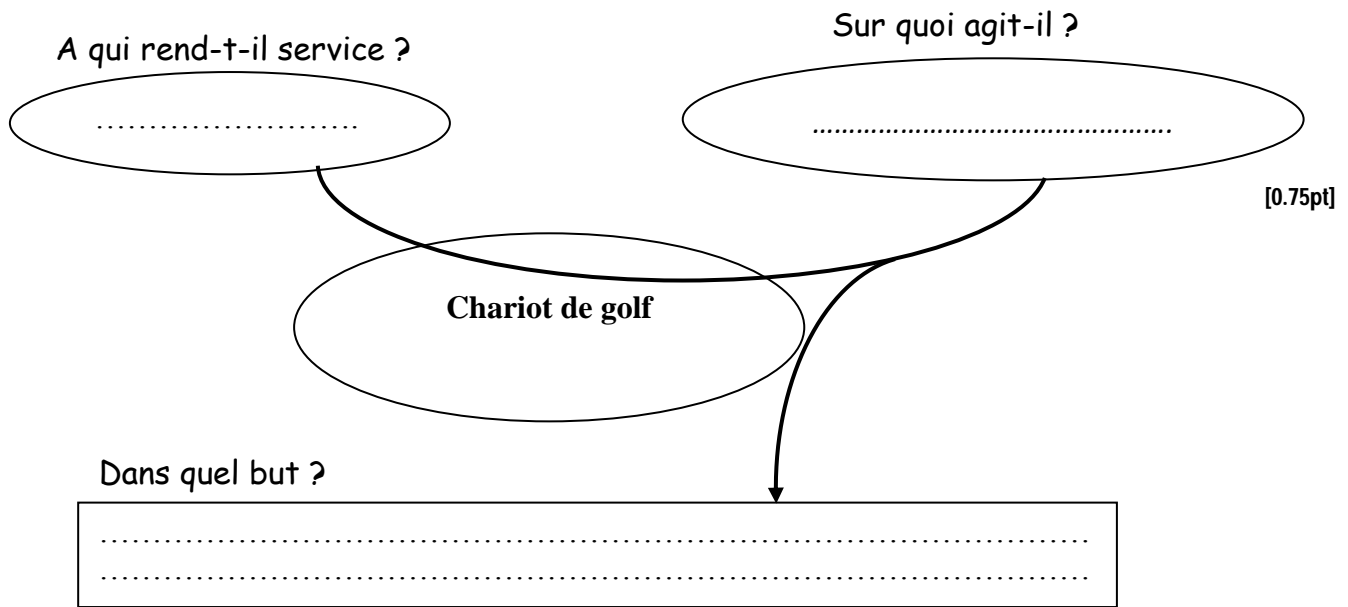


Figure 5

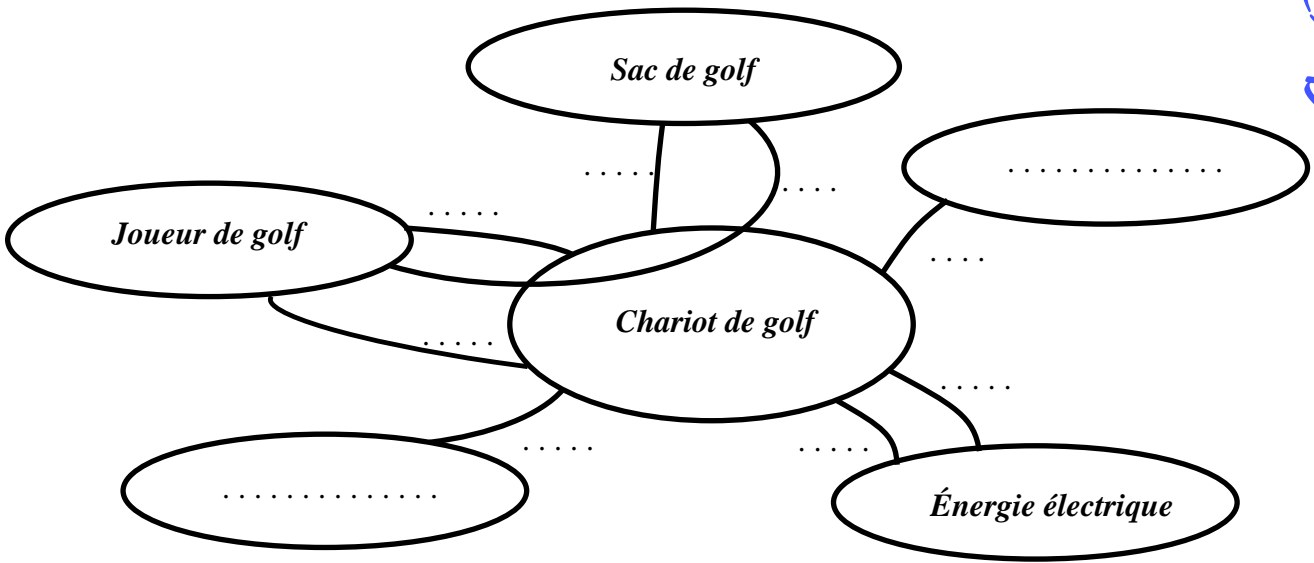
G.S.A

**Q1) Bête à cornes :**



**Q2) Diagramme des interactions (Pieuvre) :**

[2.25pt]

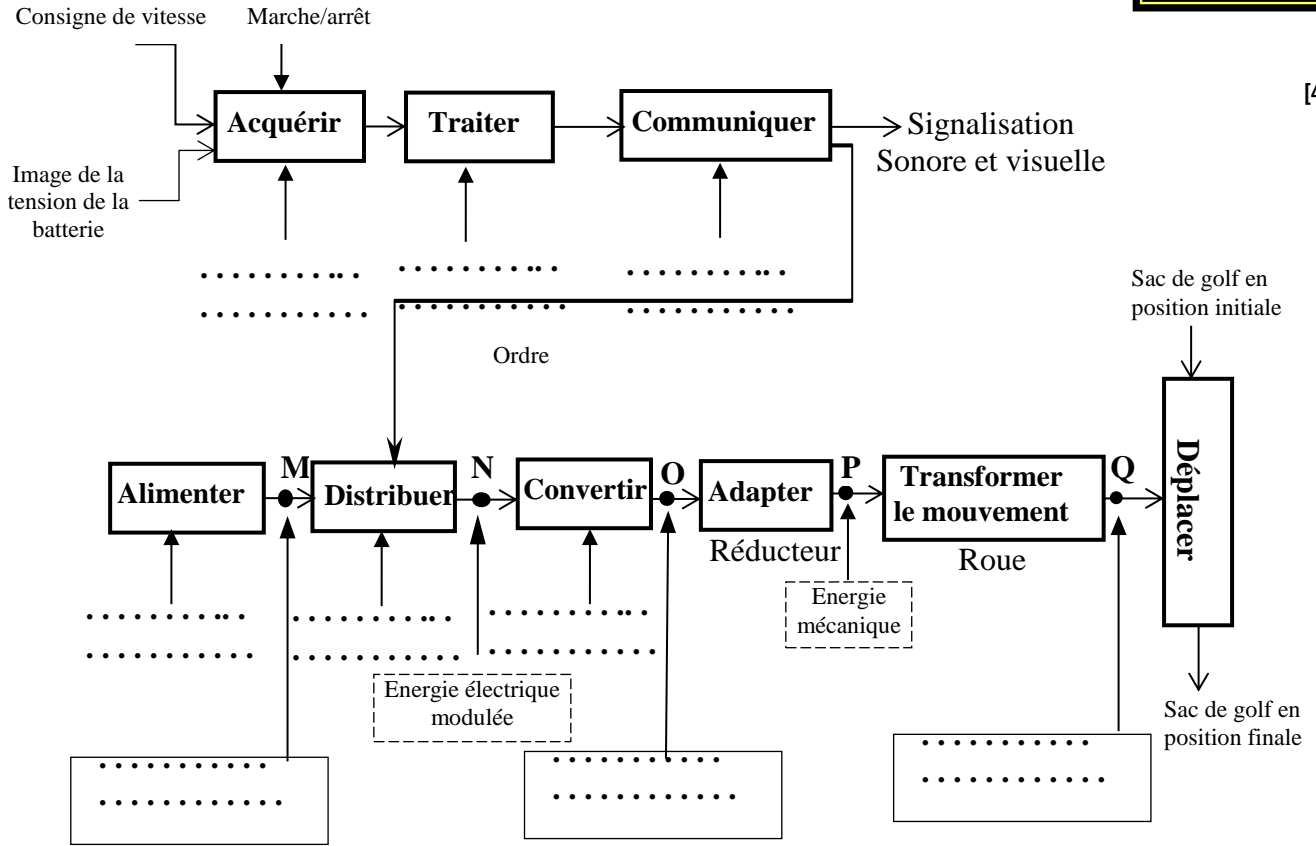


G.S.F.A

<b>Tableau des fonctions de service</b>	
<b>FP</b>	.....
<b>FC1</b>	S'adapter au sac de golf
<b>FC2</b>	S'adapter au terrain de golf
<b>FC3</b>	Être facile à manipuler
<b>FC4</b>	Assurer une autonomie en énergie électrique
<b>FC5</b>	S'adapter à la source d'énergie électrique
<b>FC6</b>	Résister au milieu ambiant (pluie, soleil, ...)
<b>FC7</b>	Être beau à voir

Q3)

[4pt]



Q4)

a- MIP

[1pt]

G.S.A

b MAP

[1pt]

Q5)

a-

[0.5pt]

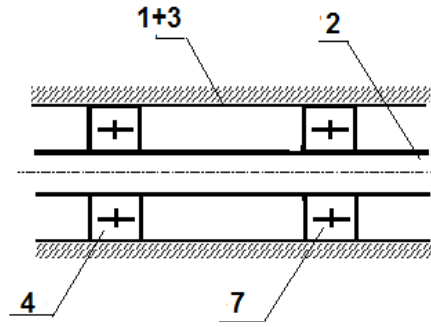
b-

[0.5pt]

c-

[0.5pt]

d-



[2pt]

e-

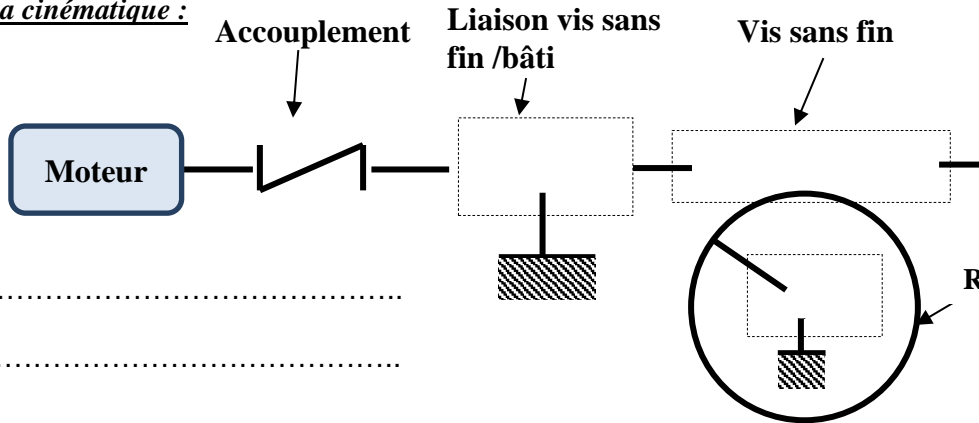
Les bagues extérieures sont montées : .....

[0.25pt]

Les bagues intérieures sont montées : .....

[0.25pt]

Q6) Le schéma cinématique :



[3pt]

Q7) .....

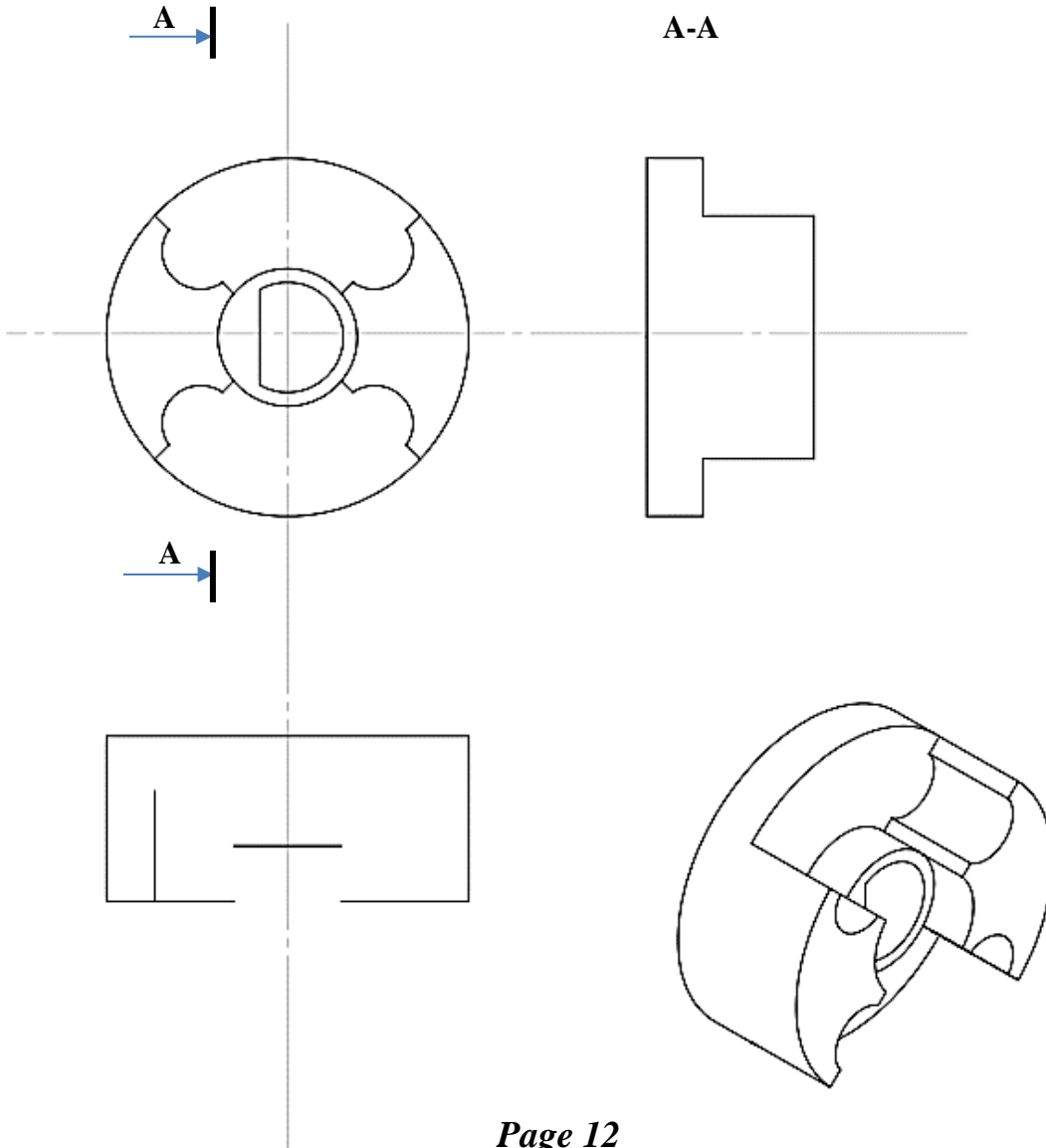
[0.25pt]

.....

[0.25pt]

Q8) Dessin de définition du manchon gauche (les traits cachés ne sont pas représentés) :

[5pt]



G.S.A

Q9)

[1pt]


Q10)

[1pt]


Q11)

[1pt]


Q12)

[1pt]


G.S.A

Q13)

[0.5pt]


**B : Étude du redressement**

Q14)

[1pt]

Diode	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
La tension $u_2(t) > 0$	.....	.....	.....	.....
La tension $u_2(t) < 0$	.....	.....	.....	.....

Q15) Donner la valeur de la tension moyenne  $U_{ch\ moy}$

[2pt]


**Q16)**

[0.5pt]

**DREP 05**

a-


b-

[0.5pt]


**Q17)**

[1pt]


**Q18)**

[1pt]


S.S.A  
G.S.A

**Q19)**

[1pt]


**Q20)**

a-

[1pt]


b-

[1pt]


Q21)

DREP 06

a-


b-

[1pt]


c-

[1pt]


d-

[1pt]

G.S.A


e .

[0.5pt]


Q22)

[0.5pt]
