DEVOIR SURVEILLÉ — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

2ème BAC Sciences Mathématiques B · Durée : 2 heures

CHARIOT DE GOLF

Nom et prénom :		**NOTE**
Classe :	**N° :**	**/ 20**

Composition du sujet

Partie	Contenu	Pages
Dossier présentation	Introduction, description, fonctionnement	2
Situations d'évaluation	SEV 1 et SEV 2 : questions Q1 à Q25	3 – 5
DRES 01 – 03	Documents ressources : schéma synoptique, motoréducteur, fusibles	6 – 8
DREP 01 – 05	Documents réponses (à rendre avec la copie)	9 – 14

Barème

Questions	Contenu	Points	Questions	Contenu	Points
Q1 – Q2	Bête à cornes, pieuvre	1,75 pt	**Q12**	Dessin du manchon gauche	1,75 pt
Q3 – Q4	Chaîne fonctionnelle, schéma cinématique	1,25 pt	**Q13 – Q15**	Batterie	2,25 pts
Q5 – Q6	Ensemble A, élément J	1,5 pt	**Q16 – Q18**	Transformateur	2,25 pts
Q7	Caractéristiques de la roue dentée	1,25 pt	**Q19 – Q20**	Redressement	1,5 pt
Q8 – Q10	Rapport de réduction, vitesses	1,5 pt	**Q21 – Q23**	Protection par fusible	2 pts
Q11	Tableau des vitesses	1 pt	**Q24 – Q25**	Hacheur	2 pts

SEV 1 (Q1 – Q12) : 10 pts · **SEV 2** (Q13 – Q25) : 10 pts · **Total : 20 pts**

Consignes

1	Lire attentivement l'ensemble du sujet avant de commencer à répondre.
2	Les deux SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.
3	Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses **DREP**, à joindre obligatoirement à la copie.
4	Les calculs doivent être justifiés : formule littérale, application numérique, résultat avec unité.
5	Aucun document n'est autorisé. Seule la calculatrice non programmable est autorisée.

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS

DOSSIER PRÉSENTATION Le chariot de golf

1. Introduction

Le golf est un sport qui consiste à envoyer une balle dans un trou à l'aide de clubs. Le but du jeu est d'effectuer, sur un parcours défini, le moins de coups possible. Le parcours compte généralement 18 trous et s'effectue en marchant.



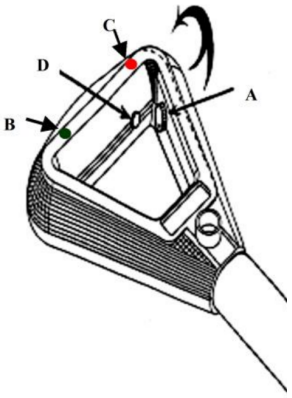
Le matériel nécessaire est transporté dans un sac de golf. Le joueur parcourt une distance moyenne de **8 km**, sur une période de **4 à 5 heures**.

Le transport du sac de golf est assuré par un chariot manuel ou électrique. Le chariot de golf, support du devoir, est à propulsion électrique ; son autonomie en énergie est assurée par une batterie d'accumulateurs.

2. Description

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

- un châssis supportant le sac et les différents équipements et accessoires ;
- deux roues motrices arrière et 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** (marche / arrêt), un potentiomètre **A** (réglage de la vitesse), un buzzer **Bz**, une LED **B** et une LED **C** ;
- une batterie au plomb rechargeable ;
- une carte électronique à base de microcontrôleur, située dans un boîtier derrière la batterie.



Poignée de commande

3. Fonctionnement

Au démarrage, la vitesse augmente progressivement jusqu'à atteindre la vitesse de consigne fixée par la position du potentiomètre. Ce départ « en douceur », géré par le microcontrôleur, permet une meilleure synchronisation avec le déplacement de l'usager et une économie d'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. Son niveau est contrôlé à chaque démarrage : l'utilisateur est averti du taux de décharge par des bips sonores et par la LED témoin **B**.

GROUPE SCOLAIRE AL... FÈS

SEV 1 Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance / 10 pts

A. Analyse fonctionnelle *(réponses sur DREP 01 et DREP 02)*

Q1 Compléter le diagramme « bête à cornes » relatif au chariot de golf. 1,75 pt (Q1–Q2)

Q2 En utilisant le tableau des fonctions de service, compléter le diagramme des interactions (pieuvre).

Q3 En se référant au schéma synoptique (DRES 01) et au fonctionnement du système, compléter la chaîne fonctionnelle du chariot de golf en indiquant la nature de l'énergie aux points M, O et Q. 1,25 pt (Q3–Q4)

B. Transmission de puissance *(voir DRES 02)*

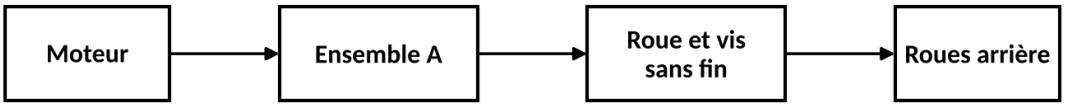
Le chariot doit se déplacer à une vitesse allant jusqu'à **8 km/h**. La propulsion est assurée par les deux roues motrices arrière, entraînées à l'aide :

- d'un moteur à courant continu ;
- d'un réducteur à roue et vis sans fin ;
- d'un ensemble **A** qui transmet l'énergie mécanique du moteur au réducteur.

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

Tâche 1 : Lecture du dessin

Q4 En se basant sur le schéma synoptique ci-dessous et sur le document DRES 02, compléter le schéma cinématique.



Q5 Donner le nom et la fonction de l'ensemble A. 1,5 pt (Q5–Q6)

Q6 Donner le nom et la fonction de l'élément J.

Tâche 2 : Étude des caractéristiques mécaniques

Données :

	Nombre de dents Z	Angle de pression α	Angle d'hélice β	Module réel m_n
Vis 1	Z_1 = 2 filets	20°	74,534°	1,6
Roue 2	Z_2 = 50 dents	20°	15,466°	1,6

Q7 Compléter le tableau des caractéristiques de la roue dentée 2 (denture hélicoïdale). 1,25 pt

Q8 Calculer le rapport de réduction k du système roue et vis sans fin. 1,5 pt (Q8–Q10)

Q9 Donner l'expression littérale de la vitesse de rotation N_r des roues.

Q10 Donner l'expression littérale de la vitesse de déplacement V_r du chariot.

Q11 Compléter le tableau des vitesses, sachant que le diamètre de la roue est d = 300 mm. 1 pt

Tâche 3 : Représentation graphique *(DREP 04)*

Q12 Compléter le dessin de définition du manchon gauche : vue de gauche en coupe A-A et vue de dessus (les traits cachés ne sont pas représentés). 1,75 pt

GROUPE SCOLAIRE ALJABR

SEV 2 Étude énergétique / 10 pts

Tâche 1 : Étude de la batterie

La batterie a une capacité **C = 24 Ah** et fournit une tension **E_{Bat} = 12 V**.

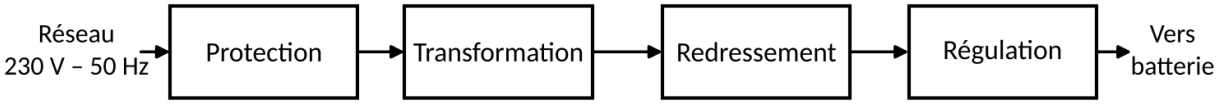
Q13 Calculer l'énergie maximale W_{max} (en Wh) disponible dans la batterie. 2,25 pts (Q13–Q15)

Q14 Pour une puissance moyenne absorbée par le moteur Pa = 57,6 W, calculer l'autonomie t de la batterie (en heures).

Q15 Le joueur se déplace à une vitesse moyenne de 3 km/h. Déterminer la distance d (en km) que peut assurer la batterie.

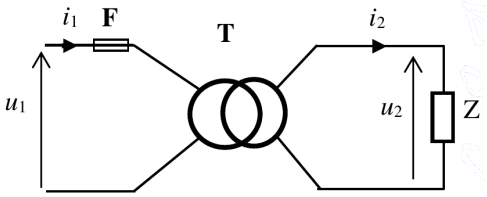
Tâche 2 : Étude du chargeur de la batterie

La charge des batteries se fait dans un local de rangement et de maintenance, à partir de prises de courant dédiées. On étudie quelques éléments du chargeur, dont le schéma synoptique est le suivant :



A. Étude du transformateur

Caractéristiques du transformateur T : **230 / 12 V – 50 Hz – S = 85 VA**. Le primaire comporte **N_1 = 500 spires**.



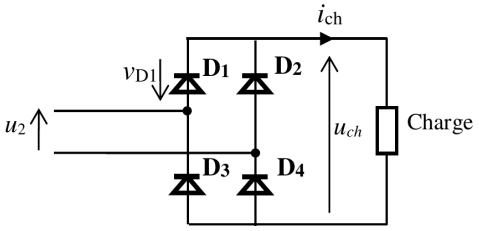
Q16 Calculer le rapport de transformation m. 2,25 pts (Q16–Q18)

Q17 En déduire le nombre de spires N_2 au secondaire.

Q18 Calculer la valeur du courant nominal I_{2N}.

B. Étude du redressement

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



Q19 Compléter le tableau en indiquant l'état de chaque diode (bloquée ou passante) selon le signe de $u_2(t)$. 1,5 pt (Q19–Q20)

Q20 Donner la valeur de la tension inverse maximale V_{D1max} que doit supporter la diode D1 à l'état bloqué.

C. Étude de la protection

On utilise un fusible F sous verre tubulaire à fusion retardée (fusible temporisé).

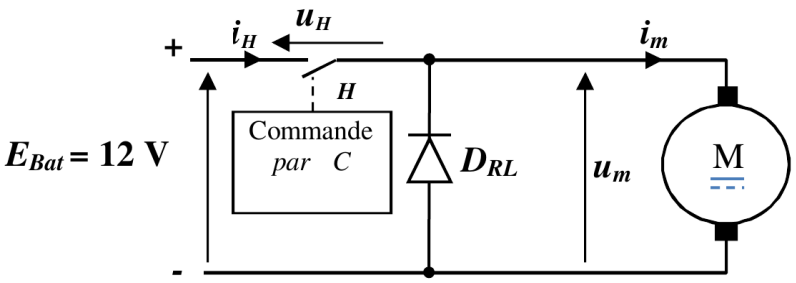
Q21 Calculer la valeur du courant nominal I_{1N} (en mA) au primaire du transformateur. 2 pts (Q21–Q23)

Q22 En utilisant le document DRES 03, préciser le calibre et la référence du fusible de protection.

Q23 À la mise sous tension, le transformateur appelle pendant un bref instant un courant égal à $4 \cdot I_{1N}$ (magnétisation du noyau). Relever sur DRES 03 la durée de fusion (intervalle) d'un fusible de type lent.

Tâche 3 : Étude du hacheur

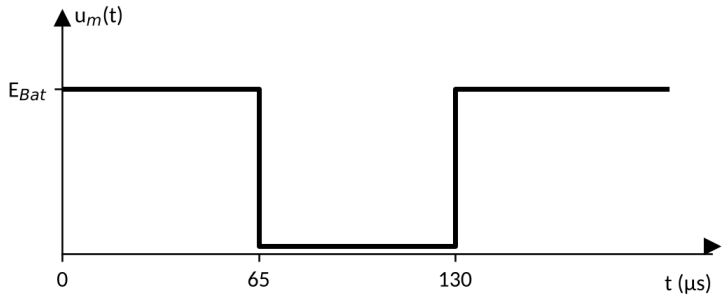
La variation de vitesse du moteur est assurée par un hacheur série commandé par un microcontrôleur PIC. Son schéma de principe est le suivant :



Les éléments H et D_{RL} sont supposés parfaits. Le courant $i_m(t)$ est périodique, de période T. Le hacheur fonctionne ainsi :

- $0 < t < \alpha T$: H est fermé ; $\alpha = t_{on} / T$ est le rapport cyclique ($0 \leq \alpha \leq 1$), t_{on} étant la durée de fermeture de H ;
- $\alpha T < t < T$: H est ouvert.
- Le rapport cyclique α est variable ; la période T est fixe.

Q24 À partir du chronogramme de la tension $u_m(t)$ ci-dessous :

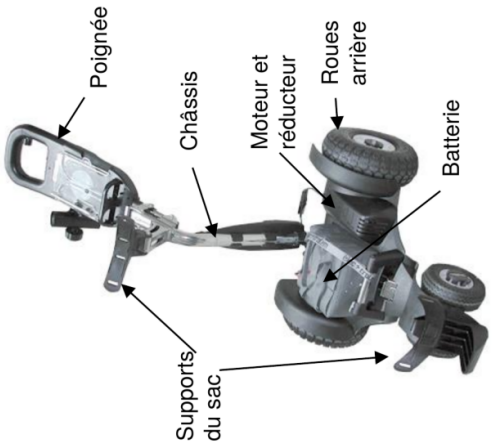


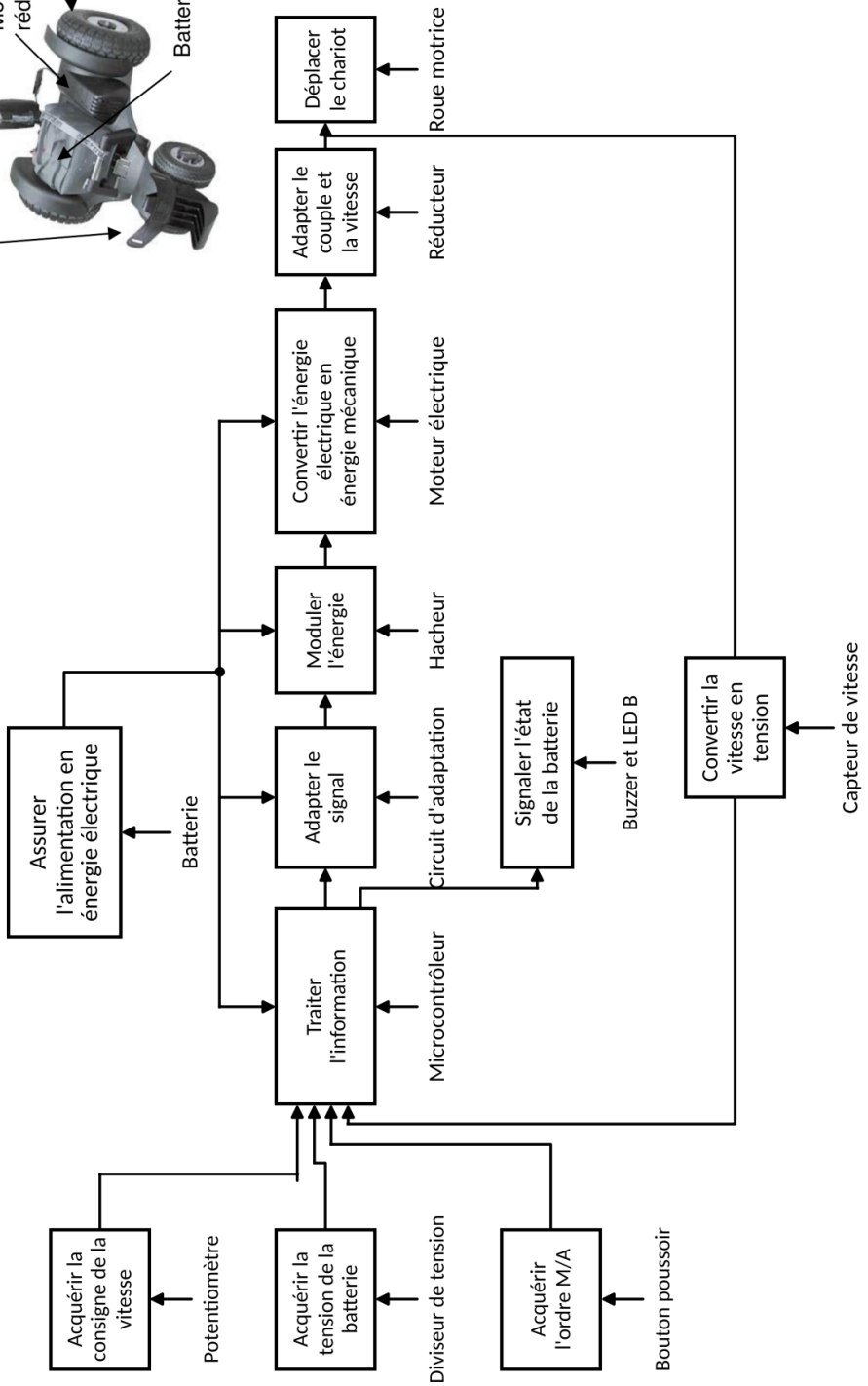
Q24-1 Calculer la fréquence de hachage f (en Hz). **2 pts (Q24–Q25)**

Q24-2 Calculer le rapport cyclique α (en %).

Q25 Exprimer la tension moyenne U_{moy} de $u_m(t)$ en fonction de E_{Bat} et α, puis calculer sa valeur.

DRES 01 Schéma synoptique du chariot de golf — Document ressource





DRES 02 Motoréducteur — Document ressource

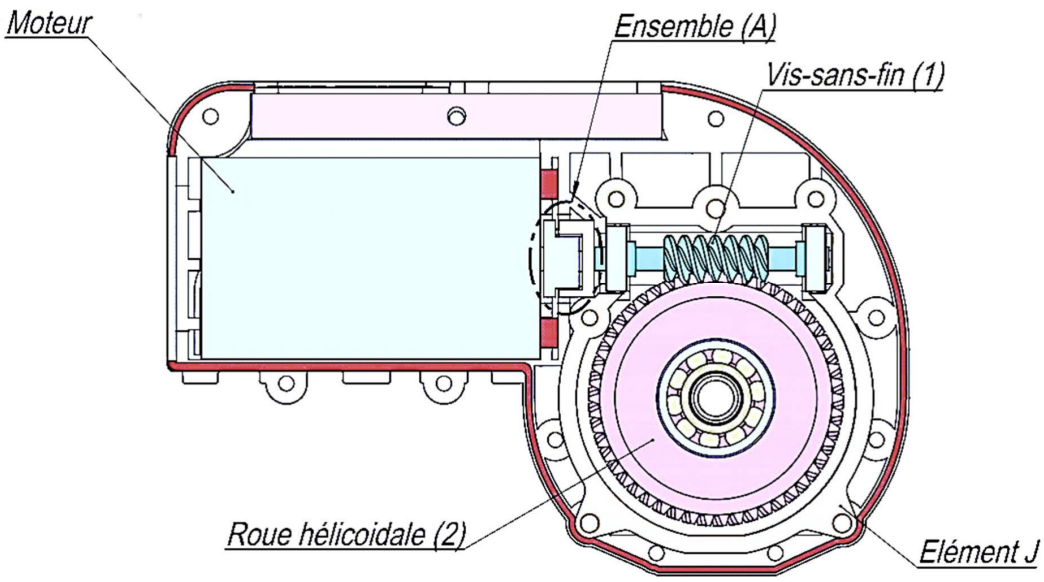


Figure 1 — Motoréducteur

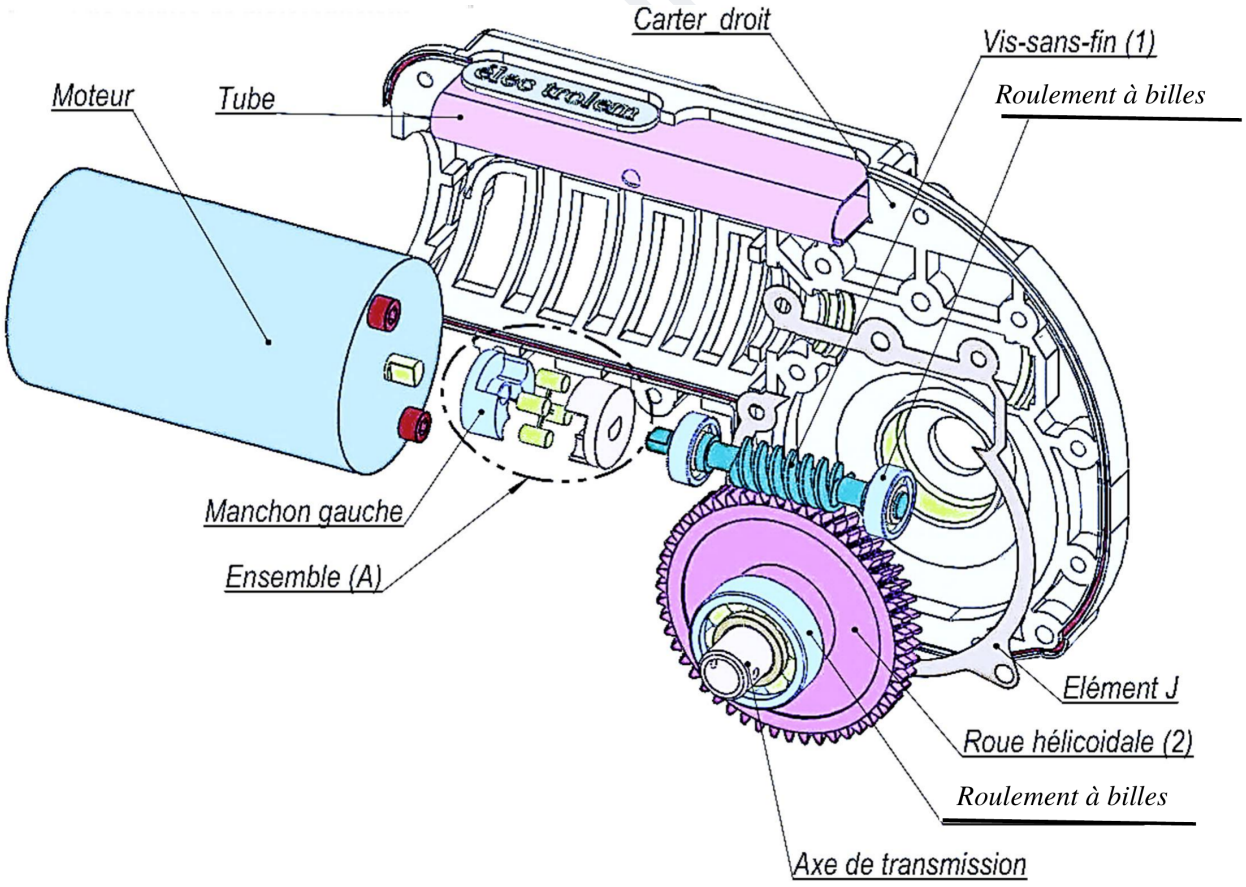


Figure 2 — Vue éclatée du motoréducteur

DRES 03 Fusibles sous verre tubulaires — Document ressource

Fusion rapide
Les fusibles à action rapide s'utilisent lorsque la protection doit agir dès tout dépassement du courant prévu : ils ne supportent pas de surcharge passagère.

Calibre	Référence
50 mA	13.9791-10
100 mA	13.9792-10
150 mA	13.9794-10
200 mA	13.9795-10
250 mA	13.9796-10
315 mA	13.9797-10
400 mA	13.9798-10
500 mA	13.9799-10
630 mA	13.9800-10
800 mA	13.9801-10
1 A	13.9802-10
1,25 A	13.9803-10
1,6 A	13.9804-10
2 A	13.9805-10
2,5 A	13.9806-10
3,15 A	13.9807-10
4 A	13.8466-10
5 A	13.9808-10
6,3 A	13.9809-10
8 A	13.9810-10



Fusion retardée
Les fusibles à fusion retardée (temporisés) s'utilisent lorsque la charge nécessite un courant d'appel important (transformateurs…) ou que le courant peut dépasser temporairement le courant normal.

Calibre	Référence
100 mA	13.9815-10
125 mA	13.9816-10
150 mA	13.8734-10
200 mA	13.9817-10
250 mA	13.9818-10
315 mA	13.9819-10
400 mA	13.8748-10
500 mA	13.9820-10
630 mA	13.9445-10
800 mA	13.8793-10
1 A	13.9821-10
1,25 A	13.9420-10
1,6 A	13.9421-10
2 A	13.9822-10
2,5 A	13.9424-10
3,15 A	13.9823-10
4 A	13.9145-10
5 A	13.9824-10
6,3 A	13.8494-10
8 A	13.9067-10

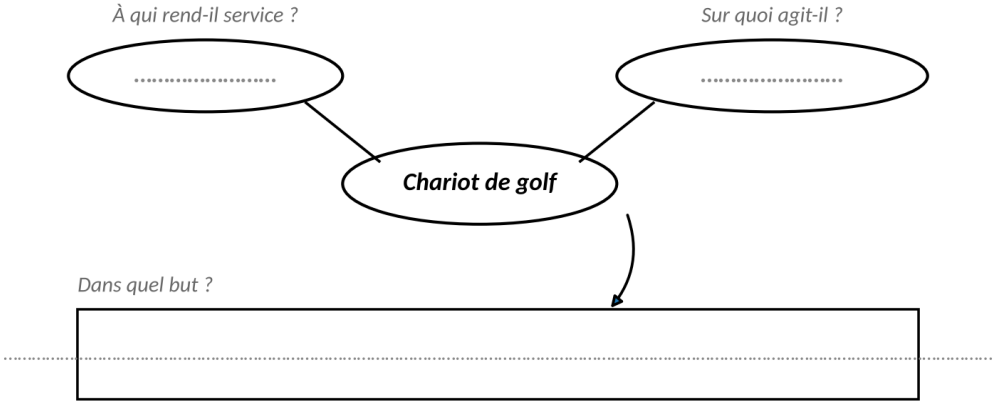
Standards 19 — Durées de fusion des fusibles sous verre 20 × 5 mm

Version et calibre	2,1 I_n	2,75 I_n	4 I_n	10 I_n
Rapide 32 – 100 mA	< 30 min	10 – 500 ms	3 – 100 ms	< 20 ms
Rapide 125 mA – 6,3 A	< 30 min	50 ms – 2 s	10 – 300 ms	< 20 ms
Semi-rapide 32 – 100 mA	< 2 min		40 – 500 ms	5 – 30 ms
Semi-rapide 125 mA – 1,25 A	< 2 min		60 ms – 2 s	20 – 70 ms
Semi-rapide 1,6 – 6,3 A	< 30 min		60 ms – 2 s	5 – 70 ms
Lent 32 – 100 mA	< 2 min	200 ms – 10 s	40 ms – 3 s	10 – 300 ms
Lent 125 mA – 6,3 A	< 2 min	600 ms – 10 s	150 ms – 3 s	20 – 300 ms
Très rapide 1,6 – 10 A	1,1 I_n : > 1 h	2 I_n : < 2 s	4 I_n : < 15 ms	10 I_n : < 2 ms
Très lent 1 – 100 mA	1,5 I_n : > 1 h	2,1 I_n : < 2 min	4 I_n : 4 – 20 s	10 I_n : 1 – 4 s

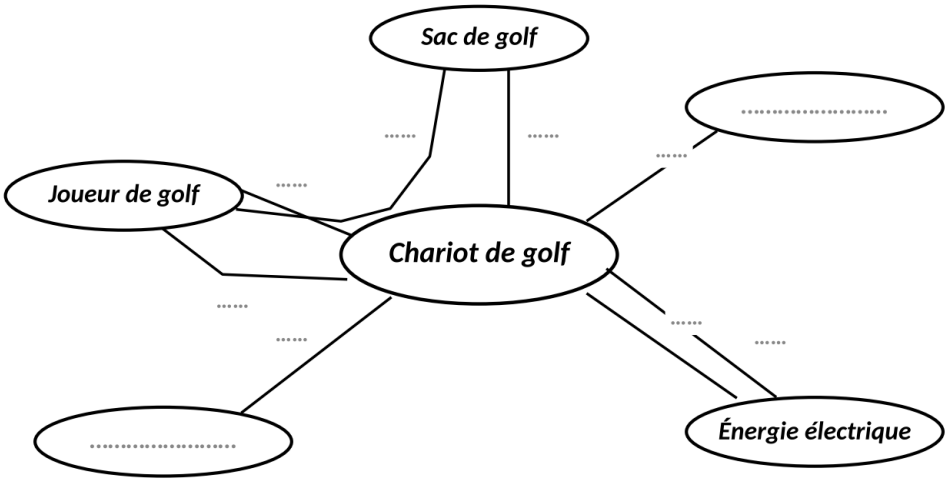
GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS

DREP 01 Analyse fonctionnelle (Q1 – Q2) Document réponse

Q1 Diagramme « bête à cornes ». / 1,75 pt (Q1–Q2)



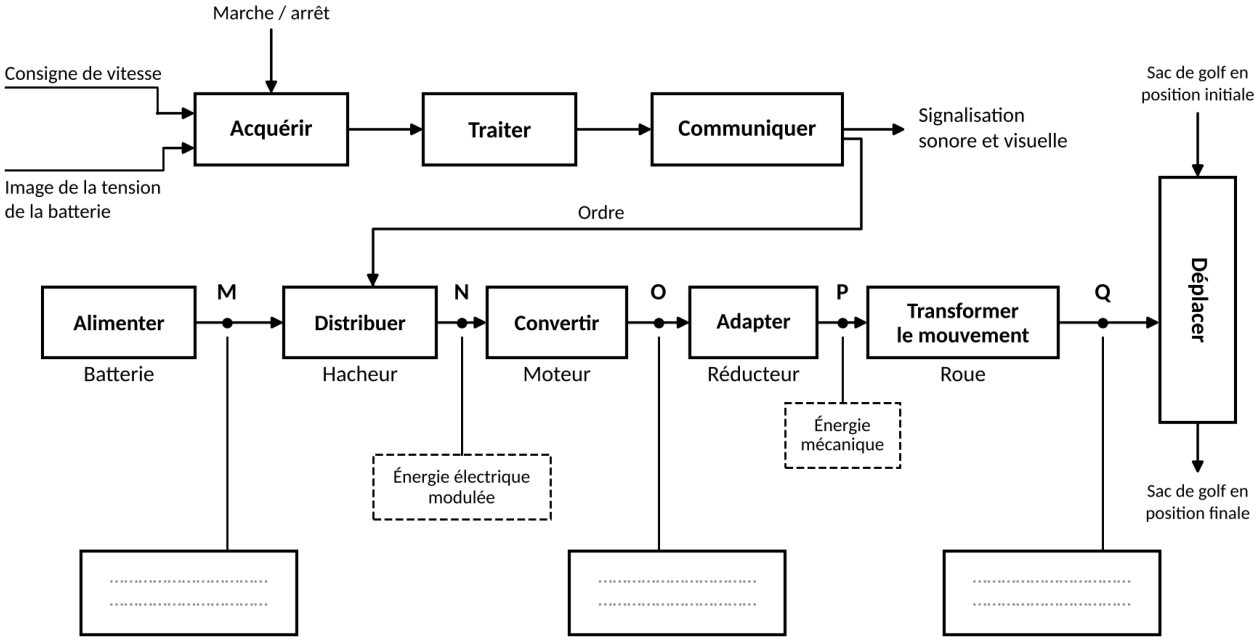
Q2 Diagramme des interactions (pieuvre).



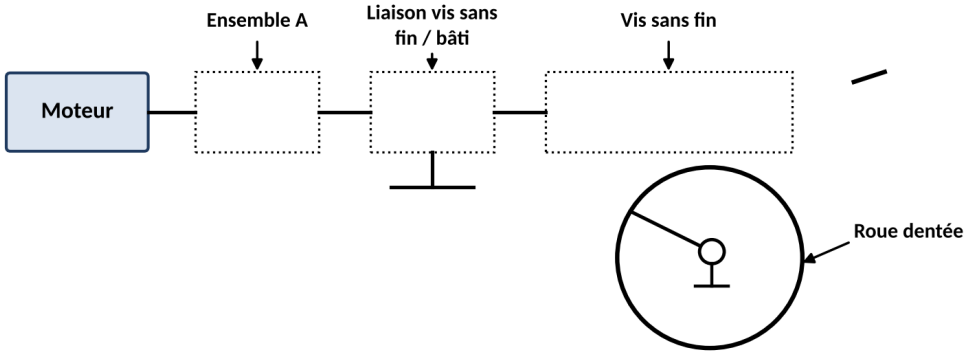
Repère	Fonction de service
FP	Transporter le sac du joueur de golf
FC1	S'adapter au sac de golf
FC2	S'adapter au terrain de golf
FC3	Être facile à manipuler
FC4	Assurer une autonomie en énergie électrique
FC5	S'adapter à la source d'énergie électrique
FC6	Résister au milieu ambiant (pluie, soleil…)
FC7	Être beau à voir

DREP 02 Chaîne fonctionnelle, schéma cinématique (Q3 – Q5) Document réponse

Q3 Nature de l'énergie aux points M, O et Q. / 1,25 pt (Q3–Q4)



Q4 Schéma cinématique.



Q5 Nom et fonction de l'ensemble A. / 1,5 pt (Q5–Q6)

Nom de l'ensemble A	Fonction

DREP 03 Caractéristiques mécaniques (Q6 – Q11) — Document réponse

Q6 Nom et fonction de l'élément J.

Nom de l'élément J	Fonction

Q7 Caractéristiques de la roue dentée 2. / 1,25 pt

	Nombre de dents Z	Angle d'hélice β	Module réel m_n	Module apparent m_t	Pas apparent P_t	Diamètre primitif d	Diamètre de tête d_a	Diamètre de pied d_f	Hauteur de dent h
Formules				m_t = ...	P_t = ...	d = ...	d_a = ...	d_f = ...	h = ...
Roue dentée 2	50	15,466°	1,6	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Q8 Rapport de réduction k. / 1,5 pt (Q8–Q10)

.....

.....

Q9 Expression de la vitesse de rotation N_r des roues.

.....

.....

Q10 Expression de la vitesse de déplacement V_r.

.....

.....

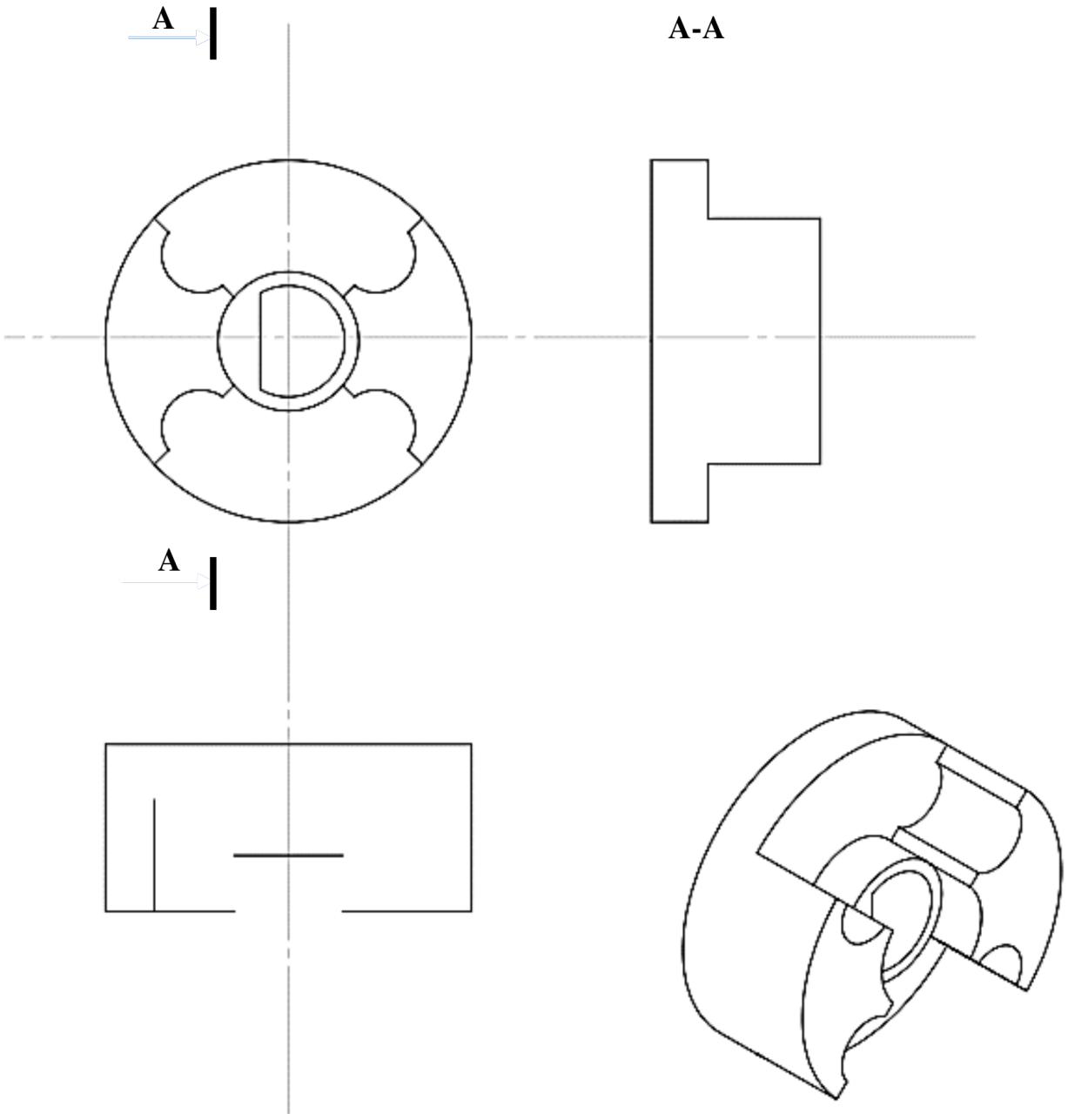
Q11 Tableau des vitesses (d = 300 mm). / 1 pt

N_m (tr/min)	200	1 225	3 105	4 000
N_r (tr/min)	.....	.....	.....	.....
V_r (km/h)	.....	.....	.....	.....

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS

DREP 04 Représentation graphique (Q12) — Document réponse

Q12 Dessin de définition du manchon gauche : vue de gauche en coupe A-A et vue de dessus (sans traits cachés). / 1,75 pt



DREP 05 SEV 2 — Étude énergétique (Q13 – Q25) — Document réponse

Q13 **Énergie maximale W_{max} (en Wh).** / 2,25 pts (Q13–Q15)

.....

.....

Q14 **Autonomie t de la batterie (en heures).**

.....

.....

Q15 **Distance d assurée par la batterie.**

.....

.....

Q16 **Rapport de transformation m.** / 2,25 pts (Q16–Q18)

.....

.....

Q17 **Nombre de spires N_2 au secondaire.**

.....

.....

Q18 **Courant nominal I_{2N}.**

.....

.....

Q19 **État des diodes.** / 1,5 pt (Q19–Q20)

Diode	D1	D2	D3	D4
$u_2(t) > 0$	.....	.....	.....	.....
$u_2(t) < 0$	.....	.....	.....	.....

Q20 **Tension inverse maximale V_{D1max}.**

.....

.....

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS

DREP 05 (suite) Protection et hacheur (Q21 – Q25) — Document réponse

Q21 **Courant nominal I_{1N} au primaire (en mA).** / 2 pts (Q21–Q23)

.....

.....

Q22 **Calibre et référence du fusible.**

.....

.....

Q23 **Durée de fusion pour $4 \cdot I_{1N}$ (fusible lent).**

.....

.....

Q24-1 **Fréquence de hachage f.** / 2 pts (Q24–Q25)

.....

.....

Q24-2 **Rapport cyclique α.**

.....

.....

Q25 **Tension moyenne U_{moy}.**

.....

.....

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS