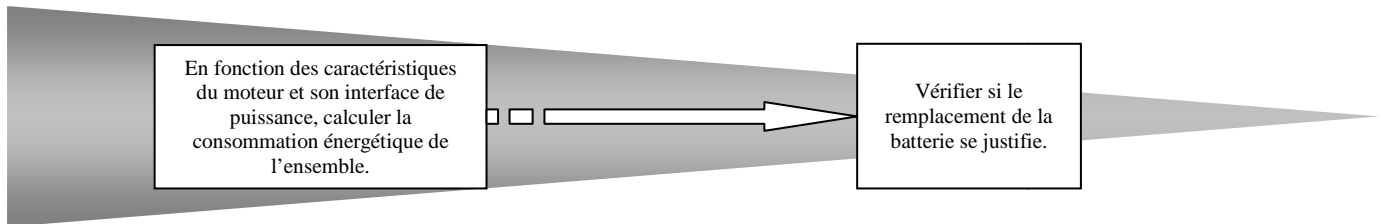


**Problématique :** lors de l'adaptation de la béquille électrique sur la moto, le remplacement de la batterie est-il justifié ?

**Travail attendu :** valider le choix du moteur de la béquille et vérifier si le remplacement de la batterie se justifie.

## Déroulement de l'activité :

*L'adaptation de la béquille électrique sur la moto nécessite, selon le concepteur, le remplacement de la batterie d'origine par une batterie de capacité supérieure. On se propose de calculer la puissance maximale absorbée par le moteur et son interface de commande et de puissance pendant la phase de béquillage. Les résultats permettront de vérifier si le remplacement de la batterie est justifié.*



## 1. Présentation du système

Une moto en stationnement peut être maintenue verticalement en équilibre grâce à une béquille centrale mécanique. L'action de la part du pilote pour manœuvrer cette béquille mécanique peut nécessiter, pour les motos de grosse cylindrée, un effort très important. La masse à lever pouvant atteindre plusieurs centaines de kilogrammes.

Un kit de béquillage\* électrique est proposé en option sur certaines motos. C'est l'objet de l'étude qui suit. Ce dispositif présente les avantages :

- De permettre au pilote, assis sur la moto, de "béquiller" puisque la commande s'effectue directement à partir du tableau de bord de la moto.
- De soulever la moto, son pilote et ses bagages soit une masse maximale de 370 kg sans effort physique.
- D'assurer une protection antivol, le débéquillage\* n'étant possible qu'en mettant le contact électrique général de la moto.

\* Béquillage : action consistant à mettre la moto sur la béquille.

\* Débéquillage : action consistant à rentrer la béquille.



## 2. Description du fonctionnement

Le contact général de la moto doit être enclenché pour que la béquille puisse fonctionner.

La manœuvre de béquillage/débéquillage s'effectue à l'aide d'un bouton à 3 positions ajouté au tableau de bord. Le cycle de fonctionnement est régi par le module de gestion.

L'actionneur est un moteur électrique associé à un réducteur fixé sur la béquille elle-même.

Deux capteurs "fin de course" informent le module de gestion des positions "rentrée" et "sortie" de la béquille.

Un buzzer signale au pilote que la béquille est en mouvement.

La batterie du kit, de capacité supérieure à celle d'origine, fournit l'énergie nécessaire à la manœuvre de la béquille.

La protection contre les courts-circuits est assurée par un fusible.

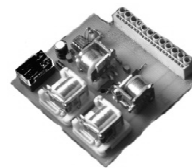
La protection contre les surcharges (d'intensité) est assurée par un dispositif de contrôle du courant moteur.

Le kit de béquillage comprend :

**Un bouton à 3 positions**  
(situé sur le tableau de bord de la moto)



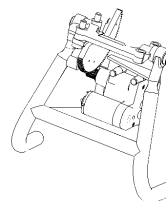
**Un module de gestion**  
(situé dans le compartiment électronique sous la selle)



**Une batterie 12 V 30 A h 170 A**  
(en remplacement de la batterie d'origine)



**Une béquille avec son système de manœuvre**



**Un faisceau électrique**  
(Non représenté)

### 3. Étude

Les spécifications techniques de l'actionneur (moteur 12 V associé au réducteur) sont les suivantes :

- Moteur à courant continu Johnson HC785LG :

Tension constante (Ua)	12V
------------------------	-----

<b>Essai à vide</b>	
Vitesse	11 358 tr·min <sup>-1</sup>
Courant	1,287 A

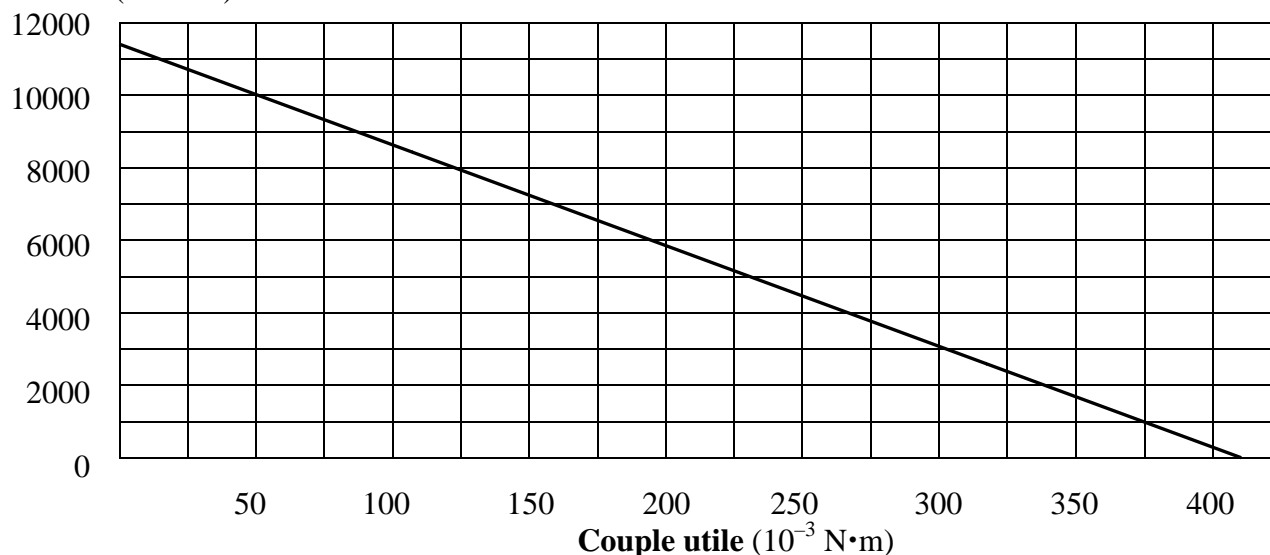
<b>Essai au rendement maximum</b>	
Rendement	$\eta_m = 0,7376$
Couple	$61,54 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}$
Vitesse	9 654 tr·min <sup>-1</sup>
Courant	7,03 A
Puissance de sortie	62,18 W

<b>Essai à puissance maximum</b>	
Couple	$205,13 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}$
Vitesse	5 679 tr·min <sup>-1</sup>
Courant	20,41 A
Puissance de sortie	121,91 W

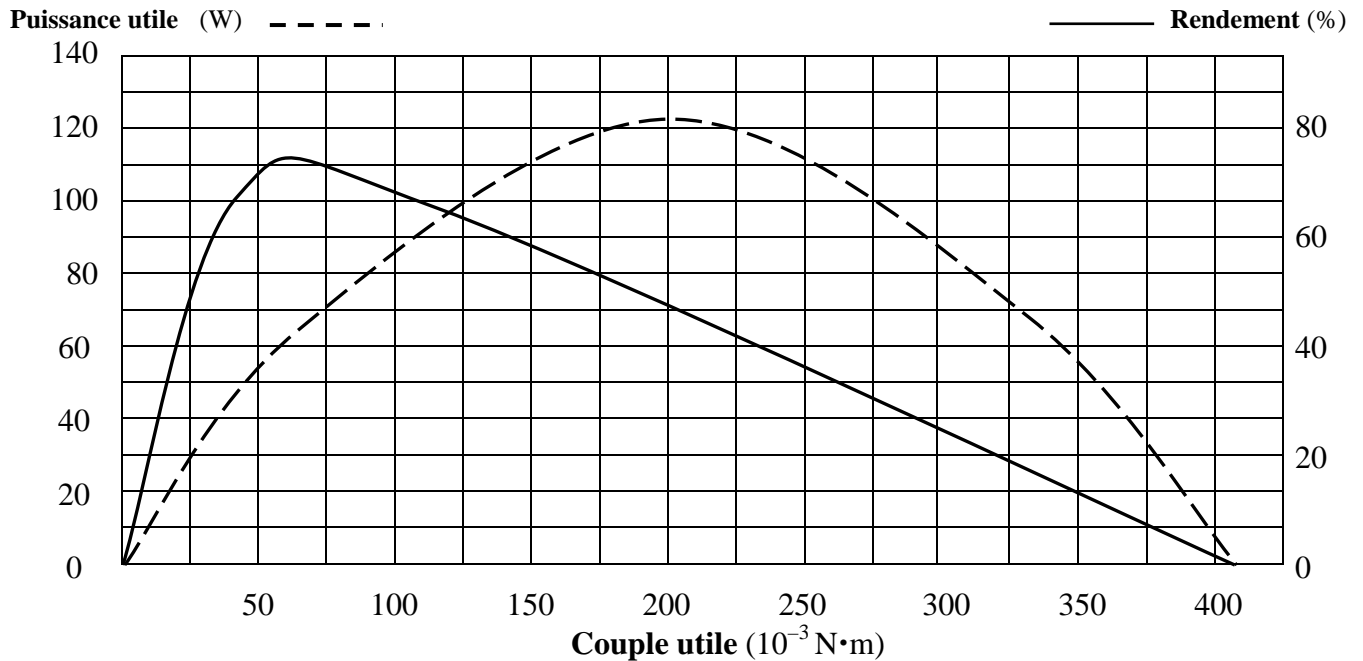
Constante de couple (K)	$10,726 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m/A}$
Résistance bobinage	0,304 $\Omega$

Courbes caractéristiques du moteur : Vitesse = f(couple)

**Vitesse (tr·min<sup>-1</sup>)**



Courbes caractéristiques du moteur : Puissance utile = f(couple) Rendement = f(couple)



## Rappel d'électrotechnique : moteur à aimant permanent

$$\eta = P_u / P_a \quad C_{em} = C_u = K \times I \quad P_u = C_u \times \Omega \quad \Omega = 2 \times \pi \times n / 60 \quad P_a = U \times I$$

$\eta$  = rendement

$C_{em}$  = couple électromagnétique (N.m)

$I$  = courant moteur (A)

$P_a$  = puissance absorbée (W)

$P_u$  = puissance utile (W)

$C_u$  = couple utile (N.m)

$\Omega$  = vitesse angulaire ( $\text{rd} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$n$  = vitesse de rotation ( $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ )

$U$  = tension aux bornes du moteur (V)

$K$  = constante de couple

Le moteur délivre un couple de  $75 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$  en sortie de son arbre. Ce couple permet au réducteur de délivrer un couple de  $53,16 \text{ N.m}$  sur son pignon de sortie. Ce couple correspond à la masse maximale de la moto en conditions normales d'utilisation (moto + pilote + bagages = 370 kg).

### Question 1

À partir des spécifications techniques du moteur :

- Relever la puissance utile nécessaire, la vitesse de rotation, le rendement.
- Calculer dans ce cas la puissance absorbée  $P_a$  puis le courant traversant le moteur.

### Question 2

La plage de couple utile du moteur varie entre  $25 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$  et  $75 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$ . Justifier la validité du choix du moteur effectué par le concepteur.

### Question 3

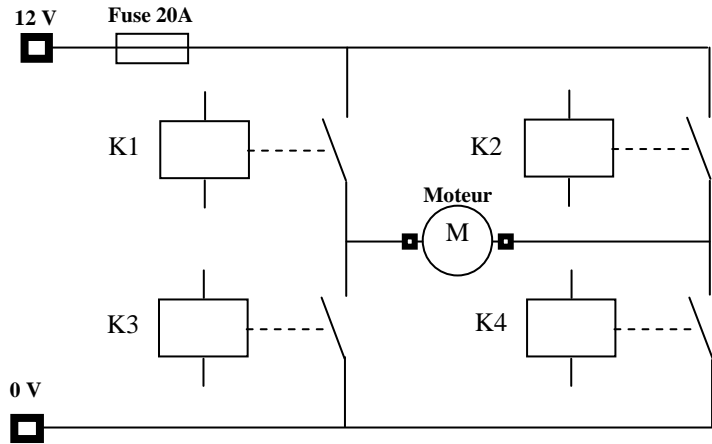
La carte grise indique que la masse totale autorisée en charge de la moto est de 450 kg, ce qui représente un couple sur l'arbre moteur de  $92 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$ .

Ce moteur peut-il supporter une telle surcharge ? Justifier la réponse.

La fonction de commande du moteur en tout en rien est réalisée par un dispositif à 4 relais. Le moteur doit être commandé dans les 2 sens de rotation.

**Question 4**

Tracer sur le schéma de puissance (ci-dessous), le sens de circulation des courants pour les 2 cas de fonctionnement du moteur (utiliser 2 couleurs différentes).  
Donner le nom et expliquer le principe de fonctionnement d'une telle commande.



**Question 5**

Les 4 relais ont les caractéristiques suivantes :

Descente de la béquille "béquillage "

2 Relais à 1 contact NO

Pouvoir de coupure	30	A
Puissance bobine	930	10 <sup>-3</sup> W
Tension de bobine	12	V
Durée de vie mécanique	10 <sup>7</sup>	manœuvre
Résistance de la bobine	155	Ω

Montée de la béquille "débéquillage"

2 Relais à 1 contact NO

Pouvoir de coupure	20	A
Puissance bobine	930	10 <sup>-3</sup> W
Tension de bobine	12	V
Durée de vie mécanique	10 <sup>7</sup>	manœuvre
Résistance de la bobine	155	Ω

Le choix du concepteur, d'utiliser deux types de relais différents, est-il justifié ?  
Argumenter la réponse.

**Question 6**

Les circuits de commande, de puissance et le moteur, consomment 5,8 A pendant les 18 s de la phase de béquillage.  
Calculer la quantité d'énergie (Q en A.h) consommée par le kit durant cette phase.  
*Rappel :  $Q = I \times t$  (Q en C si t est en seconde ou Q en A.h si t est en heure ;  $1\text{ A.h} = 3600\text{ C}$ ).*

**Question 7**

Le concepteur de ce kit impose le remplacement de la batterie d'origine de la moto de 12 V 20 A.h 170 A, par une batterie de 12 V 30 A.h 170 A.  
Le remplacement est-il justifié ? Argumenter la réponse.

Source : sujet bac 2003, série S Sciences de l'Ingénieur