

Session 2007

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION  
EN MICROTCHNIQUES**

**EPREUVE E4 :  
CONCEPTION PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME  
MICOTECHNIQUE**

**ELEMENTS DE CORRECTION**

**DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE  
DE NOURRITURE D'AQUARIUM**

**Documents réponse :**

- DR1 : Forme du tambour
- DR1 : Caractéristiques moteurs
- DR2 : Implantation des composants
- DR2 : Schéma structurel du circuit électronique
- DR2 : Algorithme de programmation

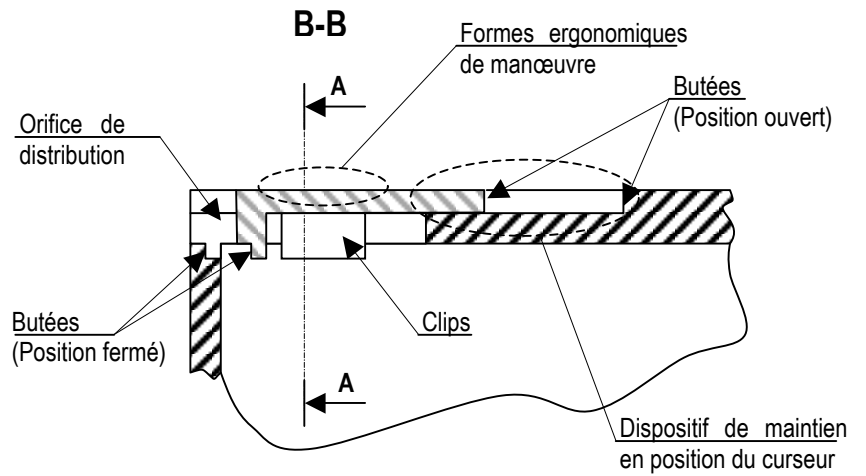
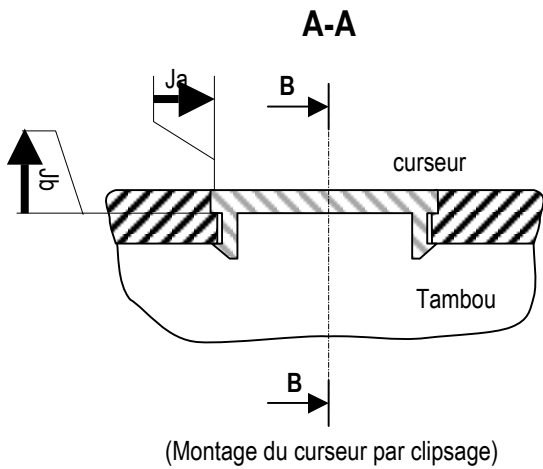
**Copie étudiant**

**TOTAL DES POINTS : 160 points**

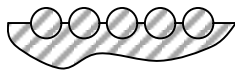
**Repère d'épreuve : MCE4CP**

**Définition de formes du tambour et du curseur respectant la fonction de service FP1 (total 20 points)**

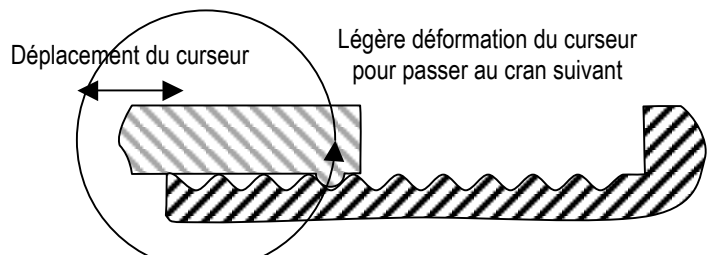
**Question 1 – sur feuille de copie : Assemblage curseur / tambour (15 points)**



Détail des formes ergonomiques de manoeuvre



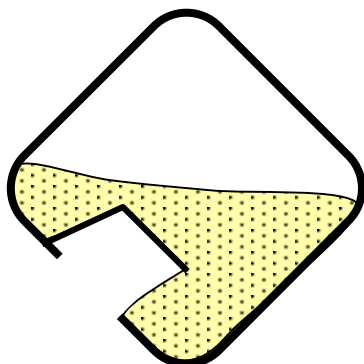
Détail du dispositif de maintien en position du curseur



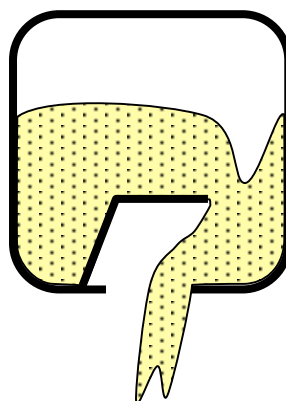
Le maintien du curseur est assuré par un bossage qui se loge dans des crans. Pour translater le curseur, on joue sur la déformation de celui-ci.

**Question 2 – sur le document réponse DR1 : Formes du tambour (5 points)**

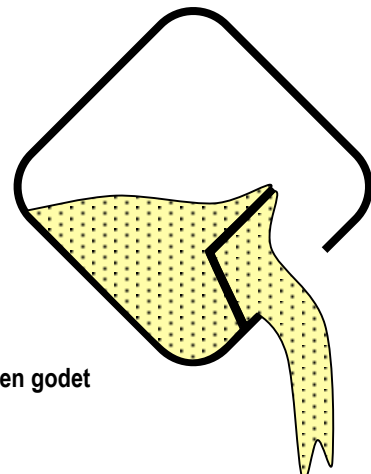
A-A : Position angulaire 135°



A-A : Position angulaire 180°



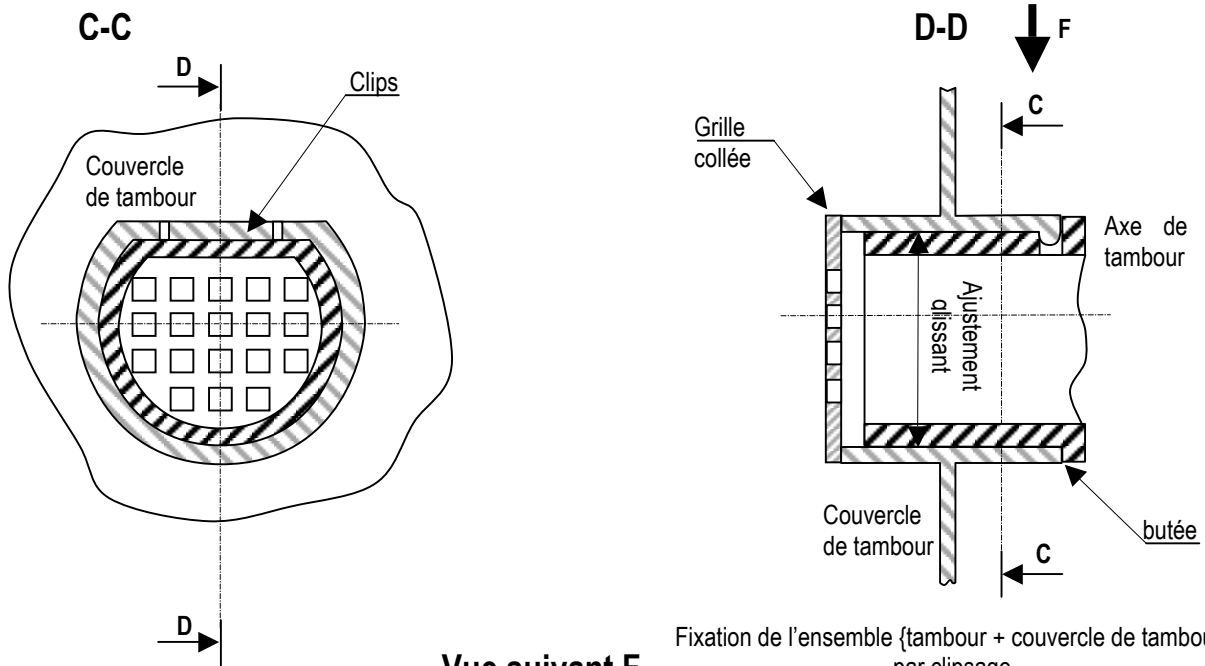
A-A : Position angulaire 225°



Formes en godet

Définition de formes du tambour et de l'axe respectant les fonctions de service FP2 et FC2 (total 15 points)

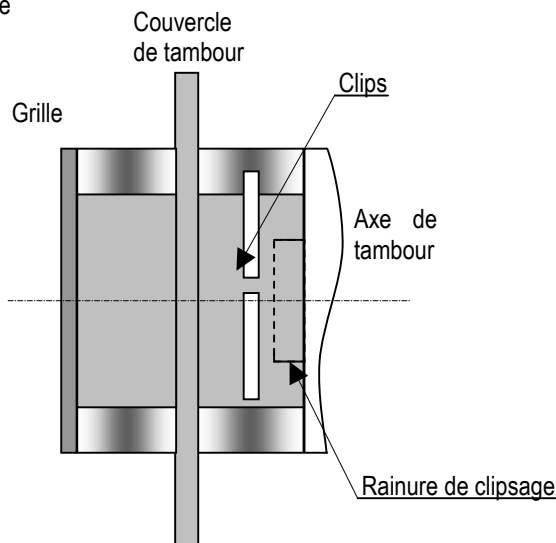
Question 3 – sur feuille de copie – Assemblage couvercle de tambour et axe (15 points)



Fixation de l'ensemble {tambour + couvercle de tambour} par clipsage

Transmission de l'énergie mécanique par méplat

Vue suivant F

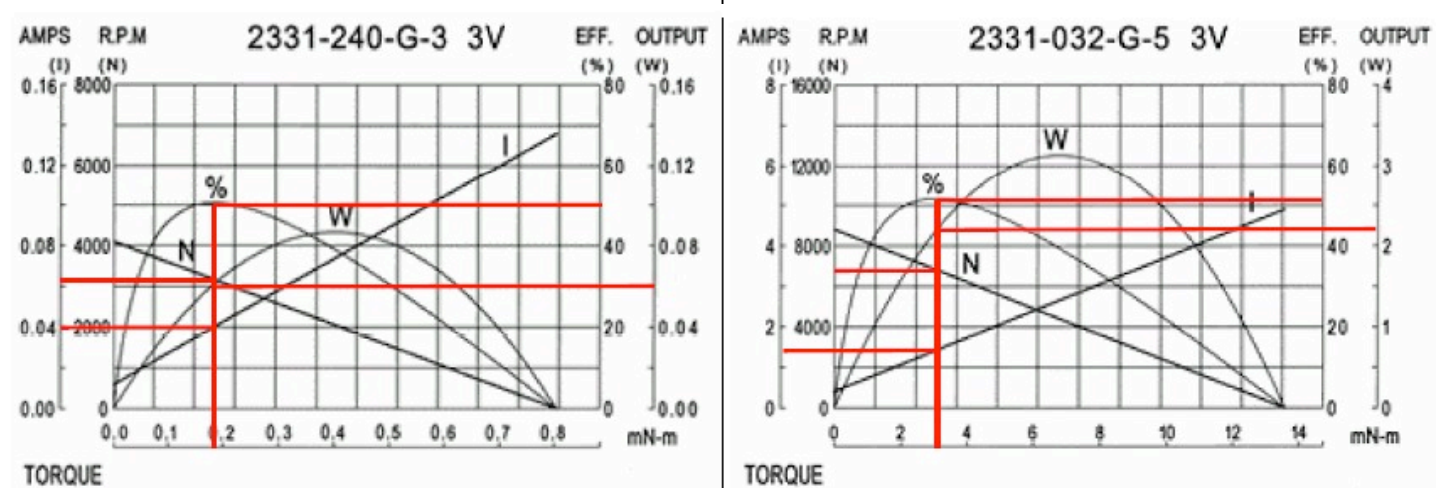


**Détermination du moteur et du réducteur : Vérification de la possibilité d'interposer des réducteurs (total 30.5 points)**

**Question 4 – répondre sur feuille de copie (2 points)**

Le type de moteur choisi est un moteur à courant continu car l'alimentation en énergie de la chaîne d'énergie s'effectue à partir d'une source d'énergie électrique embarquée.

**Question 5 – répondre sur le document réponse DR1 (5 points)**



**Rendement maximal :**  $\eta_{\max}=0,5$

**Paramètres d'énergie d'entrée :**

- tension :  $U=3\text{ V}$
- intensité :  $I=0,04\text{ A}$

**Paramètres de l'énergie de sortie :**

- $N=3200\text{ tr/mn}$
- $C=0,18\text{ mN.m}$
- $P_{\text{utile}}=0,06\text{ W}$

**Rendement maximal :**  $\eta_{\max}=0,52$

**Paramètres d'énergie d'entrée :**

- tension :  $U=3\text{ V}$
- intensité :  $I=1,5\text{ A}$

**Paramètres de l'énergie de sortie :**

- $N=6800\text{ tr/mn}$
- $C=3\text{ mN.m}$
- $P_{\text{utile}}=2,2\text{ W}$

**Question 6 – répondre sur feuille de copie (5 points)**

Paramètres de l'énergie mécanique au niveau du tambour :

- $C_{\text{moyen}}=25\text{ mN.m}$  (d'après la courbe de simulation numérique en phase de fonctionnement à régime permanent)
- $N_{\text{tambour/support}}=6\text{ tr/mn}$  (d'après le cahier des charges fonctionnel)

Expression du rapport de transmission théorique : 
$$i_{\text{th}} = \frac{N_{\text{tambour/support}}}{N_{\text{moteur}}}$$

Expression du rendement global minimal acceptable : 
$$\eta_g \geq \eta_{\text{mini}} = \frac{i_{\text{th}} \cdot C_{\text{tambour}}}{C_{\text{moteur}}}$$

**Pour le réducteur associé au moteur 2331-240-G-3 3V**

**Pour le réducteur associé au moteur 2331-031-G-5 3V**

**Question 7 – répondre sur feuille de copie (4 points)**

Pour des raisons économiques (approvisionnement, limitation du nombre de pièces différentes en stock,...), les étages de réduction devront utiliser autant que possible les mêmes roues et vis sans fin.

**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-240-G-3 3V**

Nombre d'étages de réduction

$$i_{th} = \frac{1}{533,33} \approx \left(\frac{1}{23}\right)^2$$

D'où 2 étages roue et vis sans fin identiques  
( $Z_{vis}=1$  et  $Z_{roue}=23$ )

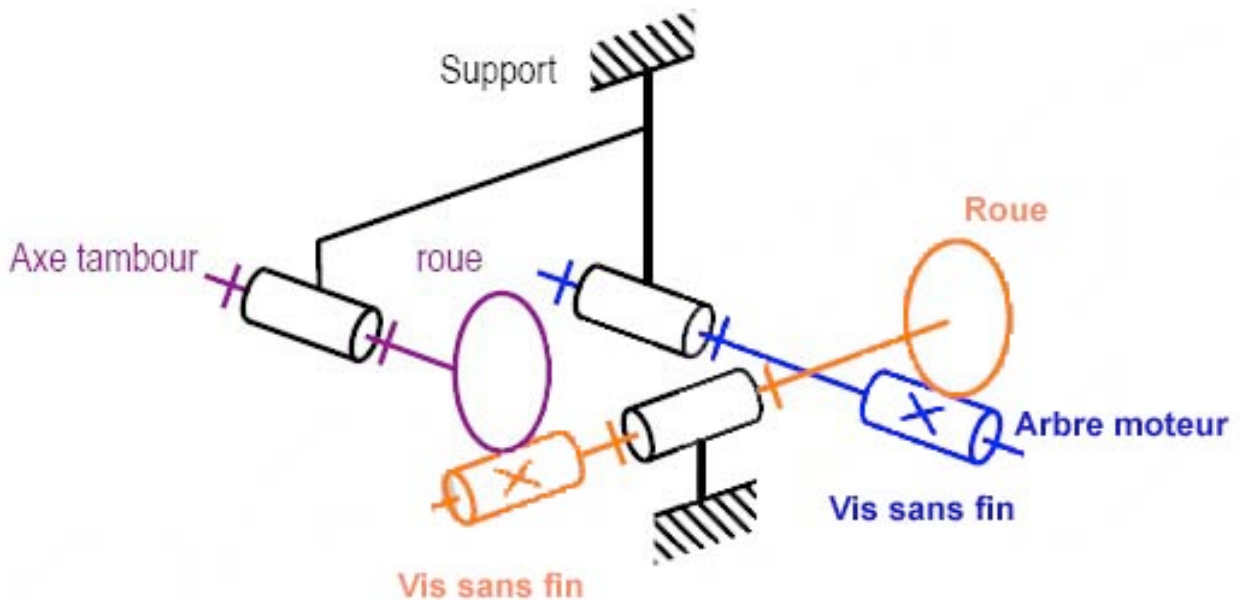
**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-031-G-5 3V**

Nombre d'étages de réduction

$$i_{th} = \frac{1}{1133,33} \approx \left(\frac{1}{34}\right)^2$$

D'où 2 étages roue et vis sans fin identiques  
( $Z_{vis}=1$  et  $Z_{roue}=34$ )

**Question 8 – répondre sur feuille de copie (7 (SC) + 5 points)**



**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-240-G-3 3V**

Nombre de guidage en rotation : 2

car la vis moteur peut être montée directement sur l'arbre moteur

Rapport de transmission :

$$i_{réel} = \left(\frac{1}{23}\right)^2 = \frac{1}{529}$$

Rendement global réel :

$$(\eta_g)_{réel} = (0,6)^2 \cdot (0,9)^2 = 0,29$$

**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-031-G-5 3V**

Nombre de guidage en rotation : 2

car la vis moteur peut être montée directement sur l'arbre moteur

Rapport de transmission :

$$i_{réel} = \left(\frac{1}{34}\right)^2 = \frac{1}{1156}$$

Rendement global réel :

$$(\eta_g)_{réel} = (0,6)^2 \cdot (0,9)^2 = 0,29$$

**Question 9 – répondre sur feuille de copie (2,5 points)**

**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-240-G-3 3V**

Rendement global réel :

$$(\eta_g)_{\text{réel}} = 0,29$$

Rendement global minimal :

$$(\eta_g)_{\text{mini}} = 0,26$$

D'où  $(\eta_g)_{\text{mini}} < (\eta_g)_{\text{réel}}$

Le réducteur doit avoir un rendement global supérieur ou égal au rendement global minimal : c'est vérifié.

**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-031-G-5 3V**

Rendement global réel :

$$(\eta_g)_{\text{réel}} = 0,29$$

Rendement global minimal :

$$(\eta_g)_{\text{mini}} = 0,007$$

D'où  $(\eta_g)_{\text{mini}} < (\eta_g)_{\text{réel}}$

Le réducteur doit avoir un rendement global supérieur ou égal au rendement global minimal : c'est vérifié.

Les deux moteurs conviennent : il est possible de leur adjoindre un réducteur aux caractéristiques énergétiques (rendement) suffisantes pour entraîner le tambour.

**Détermination du moteur et du réducteur : Vérification des performances (fonctionnement à régime permanent) (total 13 points)**

**Question 10 – répondre sur feuille de copie (5 points)**

$$C_{\text{moteur}} = \frac{i_{\text{réel}} \cdot C_{\text{tambour}}}{(\eta_g)_{\text{réel}}}$$

Expression du couple moteur:

avec en phase de fonctionnement à régime permanent :  $C_{\text{tambour}} = 25 \text{ mN.m}$  (d'après la courbe de simulation numérique)

**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-240-G-3 3V**

Couple moteur réel :

**Pour le réducteur associé au moteur**  
**2331-031-G-5 3V**

Couple moteur réel :

**Question 11 – répondre sur feuille de copie (8 points)**

**Pour le réducteur associé au moteur  
2331-240-G-3 3V**

Couple moteur réel :

Fréquence de rotation (d'après les courbes)

Rendement moteur (d'après les courbes)

**Pour le réducteur associé au moteur  
2331-031-G-5 3V**

Couple moteur réel :

Fréquence de rotation (d'après les courbes)

Rendement moteur (d'après les courbes)

Au regard du rendement moteur, on choisi le moteur 2331-240-G-3 3V : c'est le seul qui fonctionnera à rendement maximal.

Il faut vérifier le critère de durée de distribution : 10s +/- 1s

Expression de la fréquence de rotation du tambour : 
$$N_{\text{tambour/support}} = i_{\text{réel}} \cdot N_{\text{moteur}}$$

avec en phase de fonctionnement à régime permanent :  $N_{\text{moteur}} = 3400 \text{ tr/mn}$  , soit  $N_{\text{tambour/support}} = 6,4 \text{ tr/mn}$ , ou encore :

**La durée de la distribution est (pour 1 tour de tambour) : 9,4s . Le critère de durée de distribution est vérifié.**

**Détermination du moteur et du réducteur : Vérification des performances (démarrage) (total 5 points)**

**Question 12 – répondre sur feuille de copie (5 points)**

$C_{\text{maxi}} = 50 \text{ mN.m}$  (d'après la courbe de simulation numérique)

Expression du couple maximal à fournir par le moteur : 
$$(C_{\text{moteur}})_{\text{maxi}} = \frac{i_{\text{réel}} \cdot (C_{\text{tambour}})_{\text{maxi}}}{(\eta_g)_{\text{réel}}}$$

**Pour le moteur 2331-240-G-3 3V**

$(\eta_g)_{\text{réel}} = 0,29$

D'où

$(C_{\text{moteur}})_{\text{maxi}} = 0,32$

La valeur maximale du couple à fournir par le moteurs est comprise dans la plage de couples des moteurs : le moteur convient.

**Détermination du moteur et du réducteur : dimensionnement du réducteur (total 5 points)**

**Question 13 – répondre sur feuille copie (5 points)**

Pour des raisons économiques (approvisionnement, limitation du nombre de pièces différentes en stock,...), les étages de réduction devront utiliser autant que possible les mêmes modules.

Le calcul s'effectue pour la roue montée sur l'axe du tambour (roue la plus sollicitée).

Le couple durant la phase de fonctionnement en régime permanent est 25 mN.m (d'après la courbe de simulation)

Pour la roue (Z = 23) de module 0,5, le couple nominal maximal autorisé est 3,5 N.cm=35 mN.m

**Le module choisi pour les 2 étages de réduction est 0,5**

**Etude de la fonction « Distribuer l'énergie » (total 22 points)**

**Question 14 – répondre sur feuille copie (4 points)**

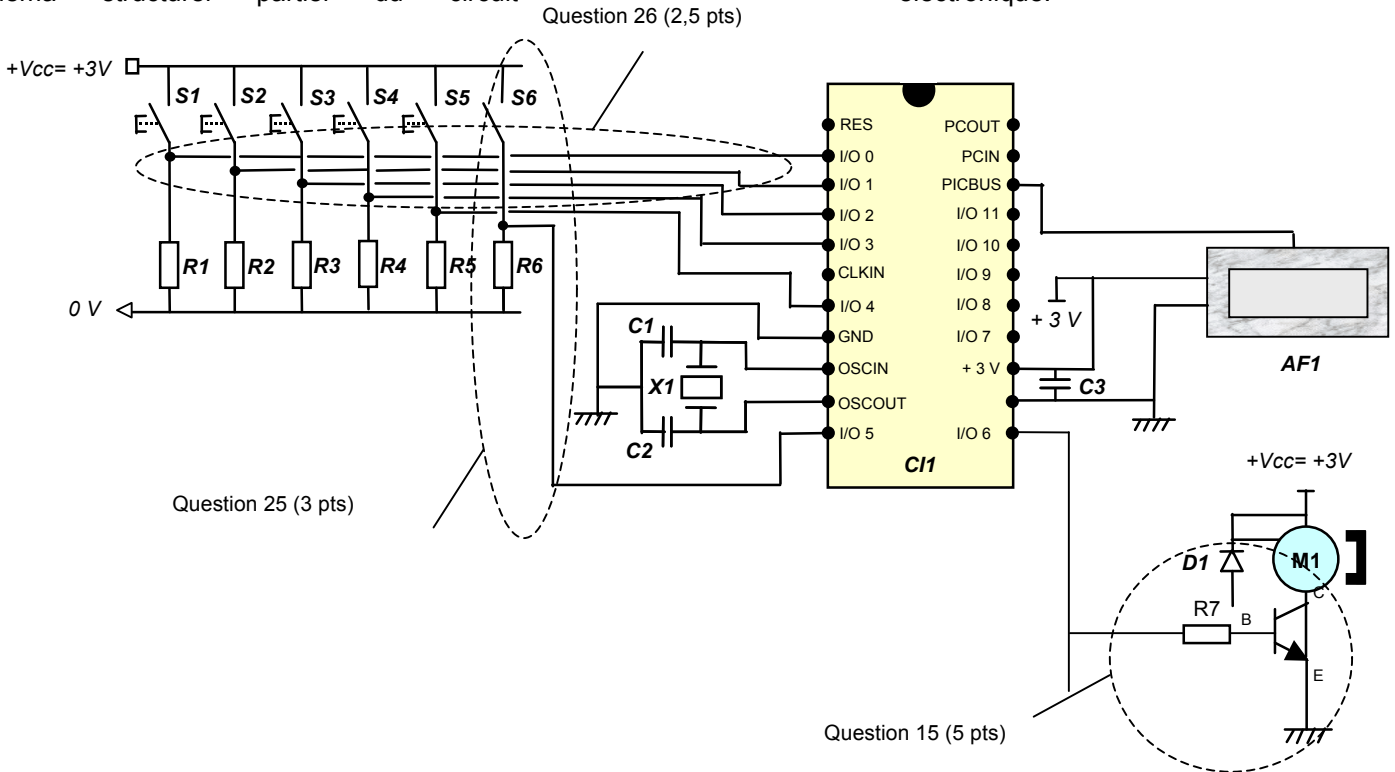
$$\text{Puissance électrique} = \frac{\text{Puissance mécanique}}{\eta} = \frac{0.05}{0,5} = 0.1 \text{ W}$$

$$\text{Courant consommé : } I = \frac{P \text{ électrique}}{V_{cc}} = \frac{0,1}{3} = 33.3 \text{ mA}$$

**Question 15 – répondre sur le document réponse DR3 (5 points)**

Schéma structurel partiel du circuit

électronique:





**Question 16 – répondre sur feuille de copie (3 points)**

La diode D1 est une diode de roue libre qui permet de protéger le transistor T1 de la surtension importante due à l'effet de self causé par le bobinage du moteur.

Cette surtension si elle n'est pas maîtrisée par la diode peut entraîner la destruction du transistor.

**Question 17 – répondre sur feuille de copie (6 points)**

$$V_{BE} = 0,7 \text{ V}$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} \rightarrow I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{33,3 \times 10^{-3}}{100} = 0,33 \text{ mA}$$

$$U_{R7} = U_s \text{ microcontrôleur} - V_{be} = 3 - 0,7 = 2,3 \text{ V}$$

$$R7 = \frac{U_{R7}}{I_b} = \frac{2,3 \text{ V}}{0,33 \text{ mA}} = 6970 \Omega$$

Valeur normalisée dans la série E12 : 6800  $\Omega$  (valeur inférieure pour  $I_b$  maxi)

**Question 18 – répondre sur feuille de copie (4 points)**

Calcul du nouveau courant I avec la valeur de R7 normalisée.

$$I = \frac{U_{R7}}{R7} = \frac{2,3 \text{ V}}{6800 \Omega} = 0,35 \text{ mA}$$

$$P = R \times I^2 = 6800 \times (0,33 \cdot 10^{-3})^2 = 0,74 \text{ mW}$$

Une résistance de 1/4 W convient parfaitement.

**Détermination des piles réalisant la fonction « Alimenter en énergie » (total 9 points)****Question 19 – répondre sur feuille de copie (3 points)**

8 distributions maxi

Temps de distribution 10 s

Intensité du courant consommé par le moteur pendant la distribution 33.3 mA

Quantité d'électricité consommée par le moteur sur une période de 24 heures :

$= 0,74 \text{ mAh}$
----------------------

**Question 20 – répondre sur feuille de copie (3 points)**

Carte électronique + afficheur = 0,25 mA

Quantité d'électricité consommée par la carte sur une période de 24 heures :  $0,25 \times 24 = 6 \text{ mAh}$

Quantité d'électricité consommée par le moteur sur une période de 24 heures : 0,74 mAh

<b>Quantité d'électricité consommée par le distributeur sur une période de 24 heures : <math>6 \times 0,74 = 6,74 \text{ mAh}</math></b>
--

**Question 21 – répondre sur feuille de copie (3 points)**

La tension souhaitée est de 3 V. On peut donc choisir deux piles de 1,5 V couplées en série pour obtenir une tension de 3 V.

D'après le cahier des charges fonctionnel, le critère d'autonomie est : 1 année mini

Le courant total consommé par le distributeur sur une période de 24 heures est : 6,74 mA

$$\text{Capacité} = 6,74 \times 365 = 2460 \text{ mAh}$$

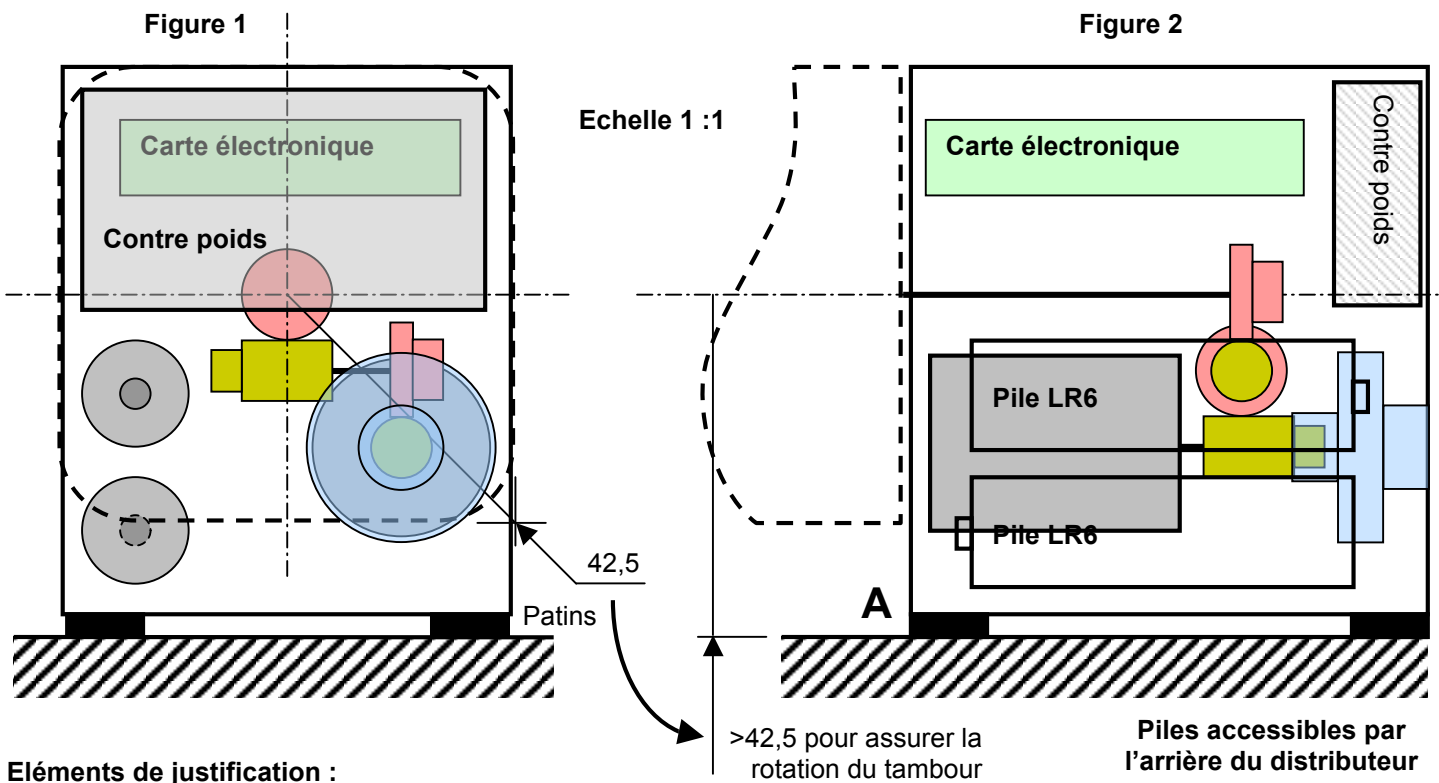
La capacité doit être supérieure à 2460 mAh : on choisi des piles LR6 ayant une capacité de 2600 mAh.

**Implantation des composants (total 20 points)**

**Question 22 – répondre sur feuille de copie DR2 (3 points)**

La position du contre poids maximise le moment s'opposant au basculement à charge du distributeur (bras de levier maxi).

**Question 23 – répondre sur le document réponse DR2 (15 points)**



**Eléments de justification :**

La hauteur minimale de l'axe de rotation du tambour par rapport au sol est donnée par la valeur de la demi diagonale de la section du tambour : on en déduit la section du support (figure 1).

La position du réducteur et du moteur est imposé par :

- l'axe de rotation du tambour,
- le réducteur (2 étages de réduction roue et vis sans fin),
- l'hélice montée en bout d'arbre moteur,

La carte électronique est placée dans la partie supérieure du support du fait de la présence d'un afficheur et de boutons poussoir

Le logement des piles se déduit de l'espace restant.

**Question 24 – répondre sur feuille copie (2 points)**

L'encombrement du distributeur est :  $76 \times 60 \times (70+80) = 76 \times 60 \times 155$  (mm<sup>3</sup>) (distances mesurées sur les figures 1 et 2 et ajout de la longueur du tambour).

L'encombrement du distributeur imposé par la cahier des charges est :  $100 \times 100 \times 200$  (mm<sup>3</sup>) : le **critère est vérifié**.

**Câblage du détecteur de position réalisant la fonction « Acquérir la position initiale » (total 3 points)****Question 25 – répondre sur le document réponse DR2 (3 points)**

Voir schéma structurel corrigé question 18.

**Etude de la fonction « Acquérir les consignes de l'utilisateur » (total 10,5 points)****Question 26 – répondre sur le document réponse DR2 (2,5 points)**

Voir schéma structurel corrigé question 18.

**Question 27 – répondre sur feuille de copie (3 points)**

Lorsque le contact se ferme, des micro-rebonds apparaissent.

Les rebonds du contact de la partie mobile sur la partie fixe, peuvent envoyer plusieurs informations au lieu d'une seule ce qui engendre un aléa technologique de fonctionnement.

**Question 28 – répondre sur feuille de copie (3 points)**

Utilisation d'une fonction mémoire (bascule RS) à la sortie du bouton poussoir.

Circuit RC à la sortie du bouton poussoir.

Programmation d'une courte temporisation après l'apparition du front montant, pendant laquelle l'information du bouton poussoir n'est pas prise en compte.

**Question 29 – répondre sur feuille de copie (2 points)**

On utilise un microcontrôleur, la solution logicielle est alors la plus appropriée pour ce type d'application car elle ne nécessite aucun composant électronique supplémentaire.

**Etude de la fonction « Traiter les informations » (total 7 points)****Question 30 – répondre sur la feuille de copie (3 points)**

X1 est un quartz qui oscille dès sa mise sous tension, lorsque apparaît une différence de niveau de tension à ses bornes. Le quartz est alors le composant principal d'un circuit oscillateur qui permet de délivrer un signal d'horloge au microcontrôleur, nécessaire au cadencement de ses différentes opérations.

**Question 31 – répondre sur le document réponse DR2 (4 points)**