

Session 2007

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

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

**DOSSIER DE TRAVAIL**

**DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE  
DE NOURRITURE D'AQUARIUM**

Avant de lire ce dossier, prendre connaissance du dossier technique  
(temps de lecture 30 min)

**Parties :**

- Conception préliminaire du tambour et de son axe..... 45 min
- Conception préliminaire de la chaîne d'énergie
  - fonctions "Convertir" et "Transmettre" ..... 50 min
  - fonctions "Distribuer" et "Alimenter" ..... 35 min
  - Implantation des composants ..... 35 min
- Conception préliminaire de la chaîne d'information ..... 45 min

Les trois parties sont indépendantes, cependant il est préférable de les traiter dans l'ordre.

**Repère d'épreuve : MCE4CP**

## Conception préliminaire du tambour et de son axe

### Définition de formes du tambour et du curseur respectant la fonction de service FP1

#### Question 1 – sur feuille de copie

A partir du cahier des charges fonctionnel (documents techniques DT1 et DT2) et du diagramme FAST relatif à la fonction de service FP1 (document technique DT6), représenter, sous forme de croquis à main levée, les formes de l'assemblage entre le tambour et la trappe coulissante.

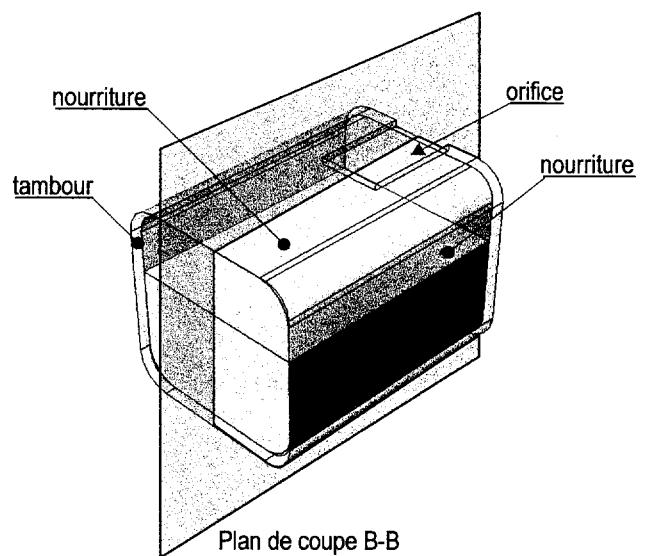
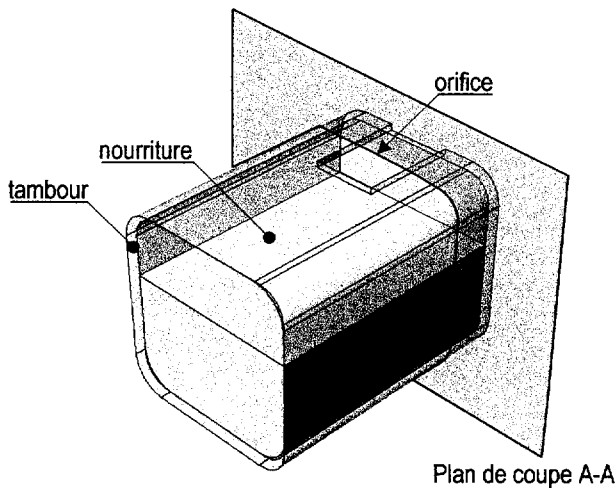
On se limitera aux fonctions techniques suivantes :

- FT2111 : Guider la trappe coulissante en translation par rapport au tambour.
- FT2112 : Transmettre l'énergie mécanique de l'utilisateur à la trappe coulissante.
- FT2113 : Limiter la course de la trappe coulissante par rapport au tambour.
- FT 221 : Maintenir en position de la trappe coulissante\*.

(\*): le maintien en position pourra être continu ou par pas.

On privilégiera des schémas dans les plans de coupe A-A et B-B, ce qui n'exclue pas tout autre schéma, perspective jugés utile.

On portera sur les schémas toute annotation ou commentaire jugés utile à la compréhension.



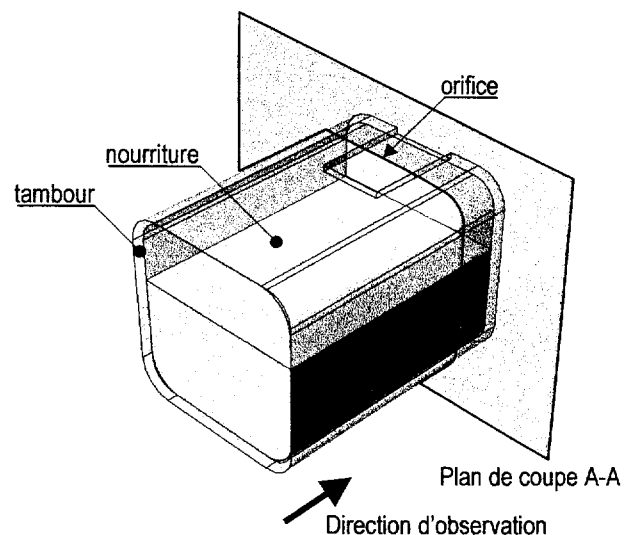
#### Question 2 – document réponse DR1

A partir du diagramme fonctionnel relatif à la fonction de service FP1 (document technique DT6), représenter à main levée, en complétant les schémas du document réponse DR1, les formes du tambour.

On se limitera à la fonction technique suivante :

- FT231 : Canaliser une partie de la nourriture vers l'orifice.

On représentera la nourriture sur les schémas afin de mettre en évidence la limitation de la quantité de nourriture passant par l'orifice.



## Définition de formes du tambour et de l'axe respectant les fonctions de service FP2 et FC2

### Question 3 – sur feuille de copie

A partir du diagramme fonctionnel relatif aux fonctions de service FP2 et FC2 (document technique DT7), représenter, sous forme de croquis à main levée, les formes du couvercle de tambour et de son axe.

On se limitera aux fonctions techniques suivantes :

- FT3 : Permettre le démontage de l'ensemble {tambour + couvercle de tambour} de l'axe du tambour.
- FT512 : Admettre le flux d'air par l'arrière du tambour(axe creux)
- FT513 : Empêcher la nourriture de pénétrer dans l'axe creux

On n'omettra pas le rôle de transmission de l'énergie mécanique de rotation de l'axe du tambour au couvercle du tambour réalisé par l'assemblage.

On portera sur les schémas toute annotation ou commentaire jugés utile à la compréhension.

## Conception préliminaire de la chaîne d'énergie

Le document technique DT4 présente les résultats d'une simulation numérique relative à l'entraînement du tambour et le document technique DT5 la structure de la chaîne d'énergie retenue.

### Détermination du moteur réalisant la fonction « Convertir l'énergie » et du réducteur réalisant la fonction « Transmettre l'énergie »

Compte tenu, notamment, de la faible vitesse de rotation du tambour en phase de distribution et du faible couple nécessaire à son entraînement, le choix du moteur s'oriente vers les deux moteurs à courant continu basse tension - 3V CC - (voir document technique DT9).

L'objectif de cette partie est alors de déterminer le moteur le mieux adapté parmi les deux possibles, à partir de critères technico-économiques.

### Question 4 – sur feuille de copie

A partir du cahier des charges fonctionnel, justifier le choix d'un moteur de type à courant continu.

### Vérification de la possibilité d'interposer des réducteurs énergétiquement satisfaisants

On se propose de vérifier s'il est possible d'interposer un réducteur, entre chaque moteur et le tambour, garantissant l'entraînement du tambour à partir de critères cinématiques et énergétiques.

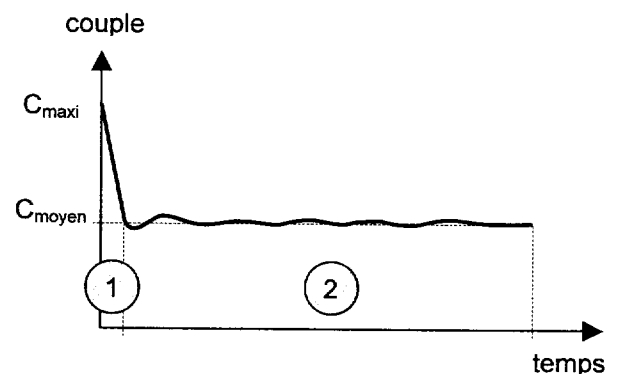
On se place, dans cette partie, en phase de fonctionnement à régime permanent.

L'allure de la courbe du couple nécessaire à l'entraînement du tambour est représentée ci-contre. Cette courbe comporte deux phases :

- une phase de démarrage (1),
- une phase de fonctionnement à régime permanent (2).

Compte tenu de la faible durée de la phase de démarrage devant la durée de la phase de fonctionnement à régime permanent, on privilégie un fonctionnement du moteur à rendement maximal durant la phase de fonctionnement à régime permanent.

Néanmoins, une vérification du couple au démarrage s'impose.



**Question 5 – document réponse DR1**

A partir des courbes caractéristiques des deux moteurs du document réponse **DR1**, en se plaçant au rendement maximal des moteurs, relever les valeurs :

- du rendement maximal,
- de l'ensemble des paramètres de l'énergie d'entrée des moteurs,
- de l'ensemble des paramètres de l'énergie de sortie des moteurs.

On laissera les tracés apparents sur les courbes.

**Question 6 – sur feuille de copie**

A partir du cahier des charges fonctionnel (documents techniques **DT1** et **DT2**) et des résultats de la simulation numérique (document technique **DT4**), déterminer les valeurs des caractéristiques suivantes des réducteurs à interposer entre les moteurs et le tambour :

- rapport de transmission théorique,
- rendement global minimal acceptable.

Quelque soient les valeurs des caractéristiques des réducteurs déterminés précédemment, on prendra les valeurs suivantes pour la suite :

Références des moteurs		2331-240-G-3 3V	2331-032-G-5 3V
Caractéristiques des réducteurs	Rapport de transmission théorique	$i_{th} = \frac{1}{533,33}$	$i_{th} = \frac{1}{1133,33}$
	Rendement global minimal acceptable	$(\eta_g)_{mini}=0,26$	$(\eta_g)_{mini} = 0,007$

Compte tenu des valeurs importantes de réduction, le choix s'oriente vers des réducteurs à plusieurs étages de réduction, de type roue et vis sans fin. Un extrait de documentation relatif aux engrenages est donné document **DT11**.

**Question 7 – sur feuille de copie**

A partir de l'extrait de documentation relatif aux engrenages mécaniques (documents techniques **DT11** et **DT12**) et des caractéristiques des réducteurs donnés précédemment, déterminer pour les deux réducteurs :

- le nombre d'étage de réduction de type roue et vis sans fin,

**Pour la détermination des nombres d'étage de réduction de type roue et vis sans fin, on respectera des critères technico-économique, à savoir des étages de réductions, si possible, identiques.**

**Question 8 – sur feuille copie**

Représenter les réducteurs associés sous forme d'un seul schéma cinématique et en déduire pour chaque réducteur :

- le nombre de guidage en rotation minimal,
- le rapport de transmission réel,
- le rendement global réel.

On considèrera en première approximation le rendement d'un guidage en rotation égal à 0,9.

**Question 9 – sur feuille de copie**

En comparant le rendement global réel de chaque réducteur à son rendement global minimal acceptable, vérifier la faisabilité d'un point de vue énergétique des réducteurs. Indiquer si les deux moteurs conviennent.

## Vérification des performances des moteurs en phase de fonctionnement à régime permanent

On se propose de vérifier si les performances des deux moteurs retenus sont satisfaisantes lors de la phase de fonctionnement à régime permanent.

Quelque soient les valeurs des caractéristiques des réducteurs déterminés, on prendra les valeurs suivantes pour la suite :

Références des moteurs		2331-240-G-3 3V	2331-032-G-5 3V
Caractéristiques des réducteurs	Rapport de transmission réel	$i_{\text{réel}} = \frac{1}{529}$	$i_{\text{réel}} = \frac{1}{1156}$
	Rendement global réel	$(\eta_g)_{\text{réel}} = 0,29$	$(\eta_g)_{\text{réel}} = 0,29$

### Question 10 – sur feuille de copie

A partir des résultats de la simulation numérique (document technique **DT4**) et des caractéristiques réelles des réducteurs données précédemment, déterminer la valeur du couple à fournir par chaque moteur.

### Question 11 – sur feuille de copie

A partir des courbes caractéristiques des deux moteurs, en déduire les valeurs correspondantes de fréquence de rotation et de rendement des moteurs.

Choisir un moteur parmi les deux proposés et vérifier le critère de durée de distribution par rapport au cahier des charges fonctionnel. Justifier la réponse.

## Vérification des performances du moteur choisi en phase de démarrage

Quelque soit le moteur choisi précédemment, on prendra le moteur 2331-240-G-3 3V pour la suite :

Moteur choisi	2331-240-G-3 3V
---------------	-----------------

Les caractéristiques du réducteur associé sont rappelées :

Référence du moteur		2331-240-G-3 3V
Caractéristiques du réducteur	Rapport de transmission réel	$i_{\text{réel}} = \frac{1}{529}$
	Rendement global réel	$(\eta_g)_{\text{réel}} = 0,29$

On se propose de vérifier que les performances du moteur de référence **2331-240-G-3 3V** sont satisfaisantes lors de la phase de démarrage.

**On néglige les phénomènes d'inertie au sein des réducteurs.**

**Question 12 – sur feuille de copie**

A partir des résultats de la simulation numérique (document technique **DT4**) et des caractéristiques réelles des réducteurs données précédemment, déterminer la valeur maximale du couple à fournir par le moteur de référence **2331-240-G-3 3V**.

Indiquer si le moteur convient. Justifier la réponse.

**Dimensionnement du réducteur**

Quelques soient les résultats déterminés précédemment, on prendra les caractéristiques suivantes du réducteur :

<b>Caractéristiques du réducteur</b>	Rapport de transmission réel	$i_{\text{réel}} = \frac{1}{529}$
	2 étages de réduction roue et vis sans fin identiques	$Z_{\text{vis}}=1$ $Z_{\text{roue}}=23$

**Question 13 – sur feuille copie**

A partir de l'extrait de documentation relatif aux engrenages mécaniques (documents techniques **DT11** et **DT12**), déterminer le module des engrenages roues et vis sans fin. Justifier.

**La détermination du module se fera en phase de fonctionnement à régime permanent.**

**On respectera, pour la détermination du module des engrenages roue et vis sans fin, des critères technico-économique. Dans cette gamme, les roues de petit module sont les moins chères.**

**Etude de la fonction « Distribuer l'énergie »**

Dans cette partie, on néglige la phase de démarrage du moteur.

Quelques soient les résultats déterminés précédemment, on prendra les valeurs suivantes des caractéristiques moteur en phase de fonctionnement à régime permanent :

<b>Moteur 2331-240-G-3 3V</b>	Puissance mécanique sur l'arbre	$P_{\text{méca}}=0,05 \text{ W}$
	Rendement moteur	$\eta_{\text{moteur}}=0,5$

**Question 14 – sur feuille copie**

Calculer la puissance électrique et le courant consommés par le moteur.

**La détermination de la puissance électrique et le courant consommés par le moteur se fera à partir de calculs et non de lecture de courbes.**

**Question 15 – document réponse DR3**

La commande du moteur est assurée par un transistor de commutation type NPN. Une résistance de base R7 permet de limiter le courant dans la base du transistor.

Compléter sur le schéma structurel du document réponse **DR3**, l'interface de puissance qui assure l'alimentation du moteur par une sortie du microcontrôleur.

**Question 16 – sur feuille de copie**

Préciser le type de diode D1 (DT9) dans ce de montage et préciser son rôle.

**Question 17 – sur feuille de copie**

La valeur du courant consommé par le moteur a été déterminée précédemment, calculer la valeur de la résistance R7 placée dans le circuit de base du transistor T1, pour que T1 puisse alimenter le moteur dans les meilleures conditions. Choisir la valeur normalisée de la résistance dans à partir du document technique DT11.

**Question 18 – sur feuille de copie**

Calculer la puissance nécessaire pour cette résistance et donner sa valeur normalisée à partir du document technique DT11.

**Détermination des piles réalisant la fonction « Alimenter en énergie »**

Dans cette partie, on néglige la phase de démarrage du moteur de référence **2331-240-G-3 3V**.

**Question 19 – sur feuille de copie**

Le cahier des charges fonctionnel (document technique DT1 et DT2) impose 4 distributions journalières maximum, avec possibilité de doubler la quantité de nourriture distribuée (donc 2 tours de tambour) par distribution journalière. Calculer la quantité d'électricité consommée par le moteur en Ah sur une période de 24 heures, si les distributions sont maximales.

**Question 20 – sur feuille de copie**

A partir des caractéristiques de consommation de la carte électronique et de l'afficheur (document technique DT8), en déduire la quantité d'électricité consommée par le distributeur en Ah sur une période de 24 heures, si les distributions sont maximales.

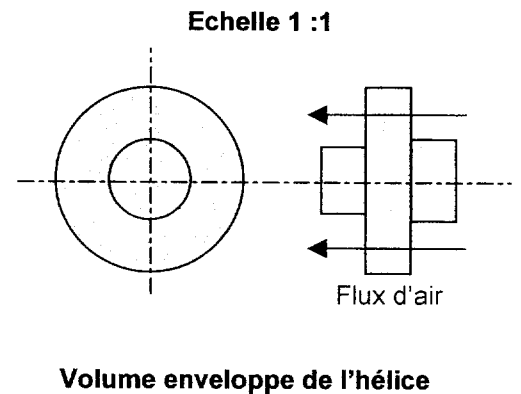
**Question 21 – sur feuille de copie**

A partir du critère d'autonomie imposé par le cahier des charges fonctionnel (document technique DT2), choisir le nombre et le type de piles nécessaires pour alimenter ce distributeur.

## Implantation des composants

Quelques soient les résultats précédents, on prendra pour la suite :

<b>Tambour</b>	Dimensions	<b>60x60x80 (mm<sup>3</sup>)</b>
	Masse totale à charge	<b>200g</b>
<b>Référence du moteur</b>		<b>2331-240-G-3 3V</b>
<b>Caractéristiques du réducteur</b>	2 étages de réduction roue et vis sans fin identiques	<b>Z<sub>vis</sub>=1</b> <b>Z<sub>roue</sub>=23</b>
	Module des engrenages	<b>0,5</b>
<b>Piles</b>	Référence	<b>LR6</b>
	Nombre	<b>2</b>
	Masse d'une pile LR6	<b>25g</b>
<b>Volume enveloppe de la carte électronique</b>		<b>10x45x50 (mm<sup>3</sup>)</b>
<b>Volume enveloppe de l'hélice</b> (voir la décomposition de la fonction de service FC2 (document technique DT7))		<b>Cf. ci-contre</b>



L'objectif de cette partie est de proposer une implantation de l'ensemble des composants dans un volume le plus réduit possible.

Le diagramme fonctionnel relatif à la fonction de service FC5 (document technique DT7), met en évidence l'utilisation d'un contrepoids afin d'assurer la stabilité du distributeur.

### Question 22 – sur feuille de copie

Justifier la position longitudinale du contre poids défini sur le croquis du document technique DT7.

### Question 23 – document réponse DR2

Compléter les deux croquis à l'échelle 1 : 1, en proposant une implantation des piles, du moteur, du réducteur, de l'hélice, et de la carte électronique. Justifier.

**On se limitera aux silhouettes des différents composants.**

**L'hélice sera montée en bout d'arbre moteur pour avoir une fréquence de rotation la plus importante.**

**On optimisera l'encombrement de l'ensemble et on veillera à l'accessibilité des piles par l'utilisateur.**

### Question 24 – sur feuille de copie

Compléter les deux croquis en traçant l'allure du support et donner la valeur de l'encombrement du distributeur.

A partir du cahier des charges fonctionnel (documents techniques DT1 et DT2), vérifier le critère d'encombrement à partir du cahier des charges fonctionnel.



## Conception préliminaire de la chaîne d'information

Le document technique **DT5** présente la structure de la chaîne d'information retenue et le document technique **DT8** présente le schéma structurel et les caractéristiques du circuit électronique.

### Câblage du détecteur de position réalisant la fonction « Acquérir la position initiale »

La technologie du détecteur de position réalisant la fonction « Acquérir la position initiale » est basé sur un contact à lame actionné par une came lié à l'axe du tambour.

#### **Question 25 – document réponse DR3**

Sur le document réponse **DR3**, compléter le schéma structurel de manière à envoyer un front montant sur l'entrée I5 du microcontrôleur lors de la détection du tour.

### Etude de la fonction « Acquérir les consignes de l'utilisateur »

La commande de la programmation du distributeur est assurée par des boutons poussoirs en façade du distributeur. Les entrées du microcontrôleur sont maintenues au niveau bas.

#### **Question 26 – document réponse DR3**

Sur le document réponse **DR3**, compléter le schéma structurel de manière à envoyer un front montant sur les entrées du microcontrôleur lors de la fermeture des boutons poussoir.

#### **Question 27 – sur feuille de copie**

Quel est le problème engendré par la fermeture du contact au niveau de l'information reçue par le microcontrôleur.

#### **Question 28 – sur feuille de copie**

Quelles peuvent être les différentes solutions techniques utilisées pour remédier à ce problème (solution électronique ou logicielle).

#### **Question 29 – sur feuille de copie**

Quelle est la solution la plus adaptée pour cette application ?

### Etude de la fonction « Traiter les informations »

#### **Question 30 – sur feuille de copie**

Sur le schéma structurel, un composant est repéré X1. Donner son nom et préciser son rôle.

#### **Question 31 – document réponse DR3**

Sur le document réponse **DR3**, compléter l'algorithme permettant la programmation de la sortie du microcontrôleur commandant le moteur (phase de fonctionnement et d'arrêt du moteur en fonction de l'horloge et du capteur S6).