

Session 2007

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

EPREUVE E4 :

CONCEPTION PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

A l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 (*calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante*)

Dès que le sujet est remis, s'assurer qu'il est complet ; le sujet comporte :

- un dossier technique : documents techniques **DT1** à **DT12**..... jaune
- un dossier de travail demandé : pages **1/8** à **8/8** vert
- un dossier réponse : documents réponse **DR1** à **DR3**..... blanc

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.

Tous les documents réponse, mêmes vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

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

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

DOSSIER TECHNIQUE

**DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE
DE NOURRITURE D'AQUARIUM**

Documents techniques :

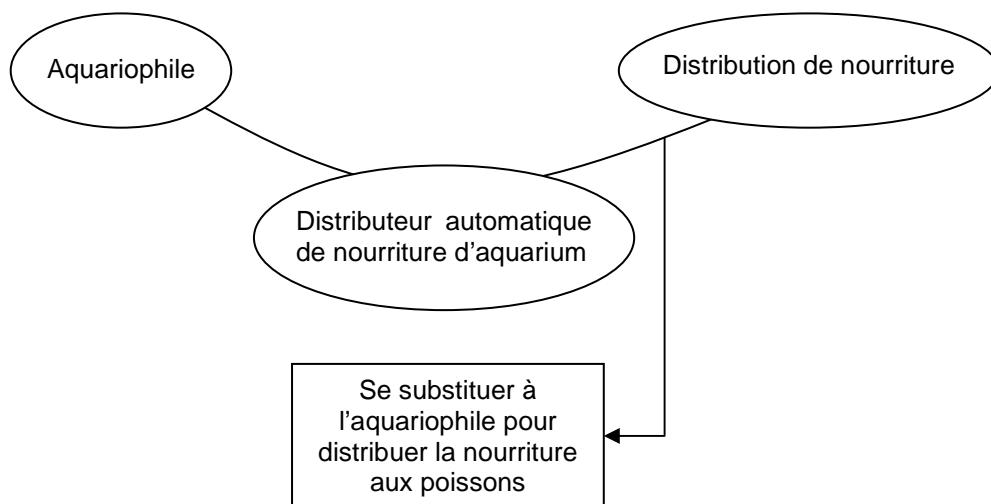
- DT1 et DT2 : Analyse fonctionnelle externe
- DT3 : Principes de stockage et de distribution de nourriture
- DT4 : Extrait de simulation numérique
- DT5 : Structure de la chaîne d'action retenue
- DT6 et DT7 : Eléments de solutions relatifs à certaines fonctions de service
- DT8 : Schéma structurel et caractéristiques du circuit électronique
- DT9 à DT12 : Documents constructeur

Repère d'épreuve : MCE4CP

Analyse fonctionnelle externe

Expression du besoin

De nos jours, l'aquariophilie – élevage en aquarium de poissons d'ornement – suscite un engouement de plus en plus important. Cependant, la diversité des espèces impose à l'aquariophile de recréer un milieu aquatique le plus fidèle possible au milieu d'origine, tant en terme de température, d'éclairage, de qualité de l'eau que de nourriture. Même si les aquariophiles prennent plaisir à nourrir eux mêmes leurs poissons, leurs absences, imposent d'avoir recours à un produit permettant de délivrer aux poissons les quantités de nourriture adéquates aux heures voulues.



L'ensemble des attentes actuelles de l'utilisateur d'un tel produit est défini dans le cahier des charges fonctionnel ci-après (documents techniques **DT1** et **DT2**).

Les orientations retenues en termes de principe de distribution (document technique **DT3**), de structure fonctionnelle du produit (chaîne d'énergie et chaîne d'information) (document technique **DT5**), de décomposition de fonctions de service en fonctions techniques (documents techniques **DT6** et **DT7**) et de constitution du circuit électronique (**DT8**) sont données dans la suite du dossier technique.

Cahier des charges fonctionnel

Fonctions de service	Critères	Niveaux	Limite d'acceptation	Flexibilité
FP1 : Distribuer la nourriture	Type de nourriture distribuée	flocons ou granulés	—	f0
	Quantité de nourriture distribuée par distribution simple	de 0 à 20 cm ³ maxi	+/- 10%	f2
	Réglage de la quantité distribuée :			
	- <i>type</i> :	manuel	—	f0
	- <i>outillage standard</i> :	aucun	—	f0
	Durée de la distribution	10s	+/- 1s	f2
Horaires de distribution	définies par l'utilisateur (<i>voir FC4</i>)	—	f0	
Type de distribution	programmé	—	f0	
	manuel (<i>sur ordre utilisateur</i>)	—	f0	

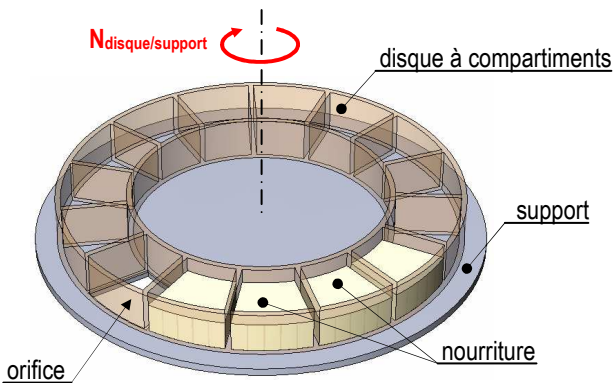
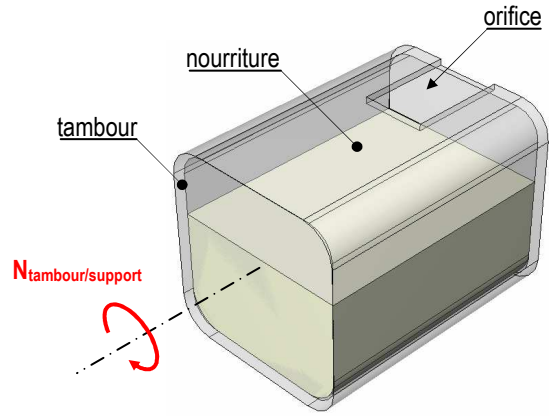
Fonctions de service	Critères	Niveaux	Limite d'acceptation	Flexibilité
FP2 : Permettre le remplissage de nourriture	Outillage standard	aucun	—	f0
	Durée du remplissage	15 s	+/- 5s	f0
FC1 : Stoker la nourriture	Capacité	150 cm ³	+/- 10%	f2
	Nombre de zone de stockage	1	—	f0
	Contrôle de la quantité de nourriture restante	visuel	—	f0
FC2 : Maintenir la nourriture sèche	Taux d'hygrométrie	80%	maxi	f0
FC3 : Utiliser l'énergie disponible	Energie électrique embarquée - autonomie : - indication du niveau de décharge	1 année 85% de décharge	mini 90% maxi	f1 f1
FC4 : Etre programmable par l'utilisateur	Précision horaire de distribution	1min	mini	f0
	Fréquence journalière de distribution programmée	de 0 à 4	4 maxi	f0
	Type de distribution	simple ou double	—	f0
FC5 : Etre stable sur l'aquarium	Aquarium à galerie plane - type de fixation : - outillage standard :	manuel aucun	— —	f0 f0
	Autres aquarium	utilisation d'un module d'adaptation	—	f0
FC6 : Respecter les normes et réglementations	Normes électriques	NFC-15 100	—	f0
FC7 : Résister au milieu ambiant	Taux d'hygrométrie	80%	maxi	f0
	Luminosité	1500 lux	maxi	f0
	Température	de 0° à 40°	50° maxi	f0
FC8 : Etre peu encombrant	Volume : - hauteur - longueur - largeur	100 mm 200 mm 100 mm	maxi maxi maxi	f1 f1 f1
	Poids à vide	400g	maxi	f1
FC9 : Etre esthétique	Design	Semblable au design des aquariums actuels	—	f0
	Coloris	Gamme de coloris des aquariums actuels	—	f0

Principes de stockage et de distribution de nourriture

Principes de stockage et de distribution de nourriture envisagés

Pour les deux principes envisagés, le **principe physique** retenu est une **distribution par gravité** : durant la phase de distribution, la nourriture stockée (ou une partie de celle-ci) passe au dessus d'un orifice et tombe par gravité dans l'aquarium.

Les deux principes de stockage et de distribution envisagés sont présentés ci-dessous.

Disque à compartiments	Tambour
 <p>Description :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la nourriture est stockée dans les compartiments du disque guidé en rotation par rapport au support du distributeur. - un orifice de taille fixe est situé dans le support sous un compartiment . <p>Fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - durant la phase de distribution, le disque est entraîné en rotation sur une fraction de tour correspondant au passage d'un compartiment au suivant au dessus de l'orifice. - en cours de phase de distribution, l'orifice va se situer sous un compartiment contenant de la nourriture, permettant à celle-ci de tomber dans l'aquarium par gravité. 	 <p>Description :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la nourriture est stockée à l'intérieur d'un tambour guidé en rotation par rapport au support du distributeur. - un orifice de taille variable est situé à l'extrémité d'une face latérale du tambour (en position initiale du tambour, l'orifice est situé vers le haut). <p>Fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - durant la phase de distribution, le tambour est entraîné en rotation sur un tour. - en cours de phase de distribution, l'orifice va se situer sous la nourriture, permettant à une partie de celle-ci de tomber dans l'aquarium par gravité.

Etude comparative des principes de stockage et de distribution de nourriture envisagés

Une étude comparative des principes de stockage et de distribution de nourriture envisagés d'un point de vue utilisateur a été menée à partir de critères d'utilisation.

Cette étude, qui n'est pas présentée ici, a permis de retenir le **principe de stockage et de distribution de nourriture par tambour**.

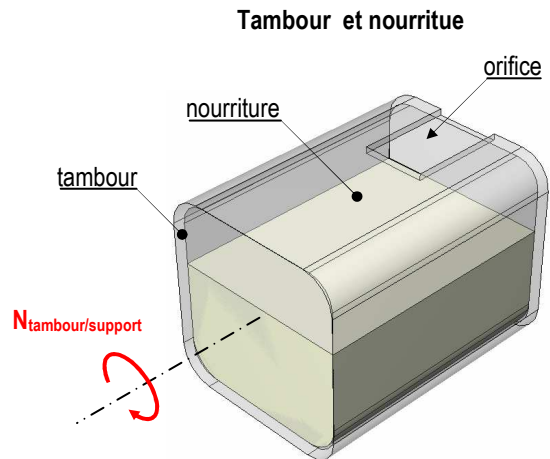
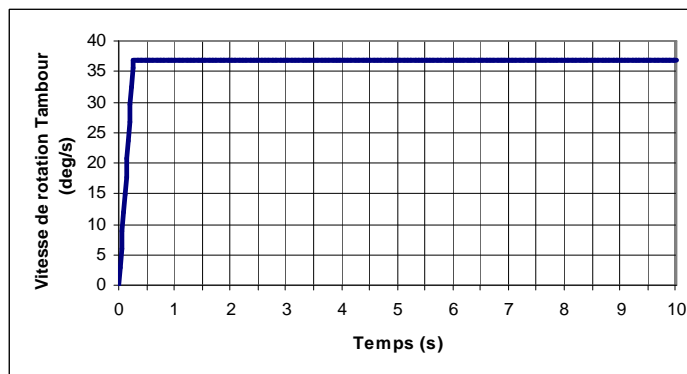
Simulation numérique relative à l'entraînement du tambour

Modélisation retenue pour la simulation numérique

Le modèle numérique est présenté ci contre (nourriture modélisée par un solide en contact avec le tambour).

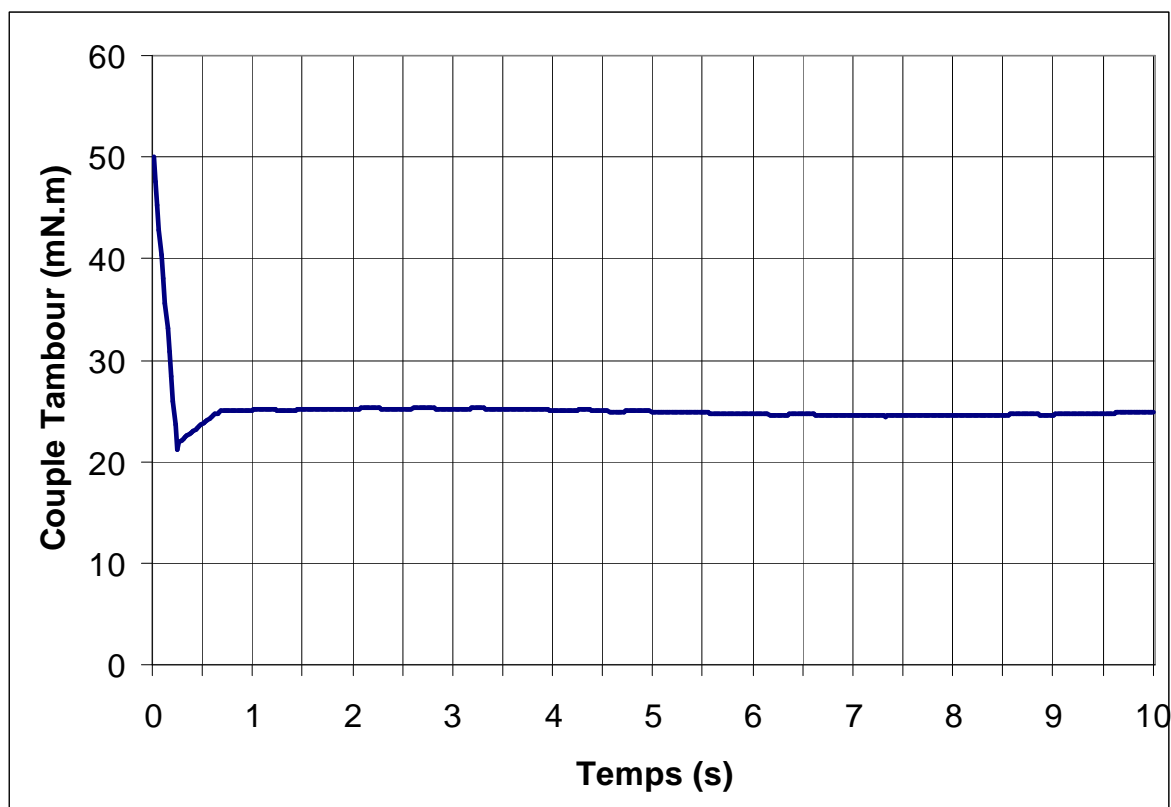
Les paramètres de la simulation numériques sont :

- facteur de frottement entre la nourriture et la tambour égal 0,01,
- loi de vitesse (deg/s) du tambour par rapport au support en fonction du temps (s) donnée ci-dessous.



Résultat de la simulation numérique

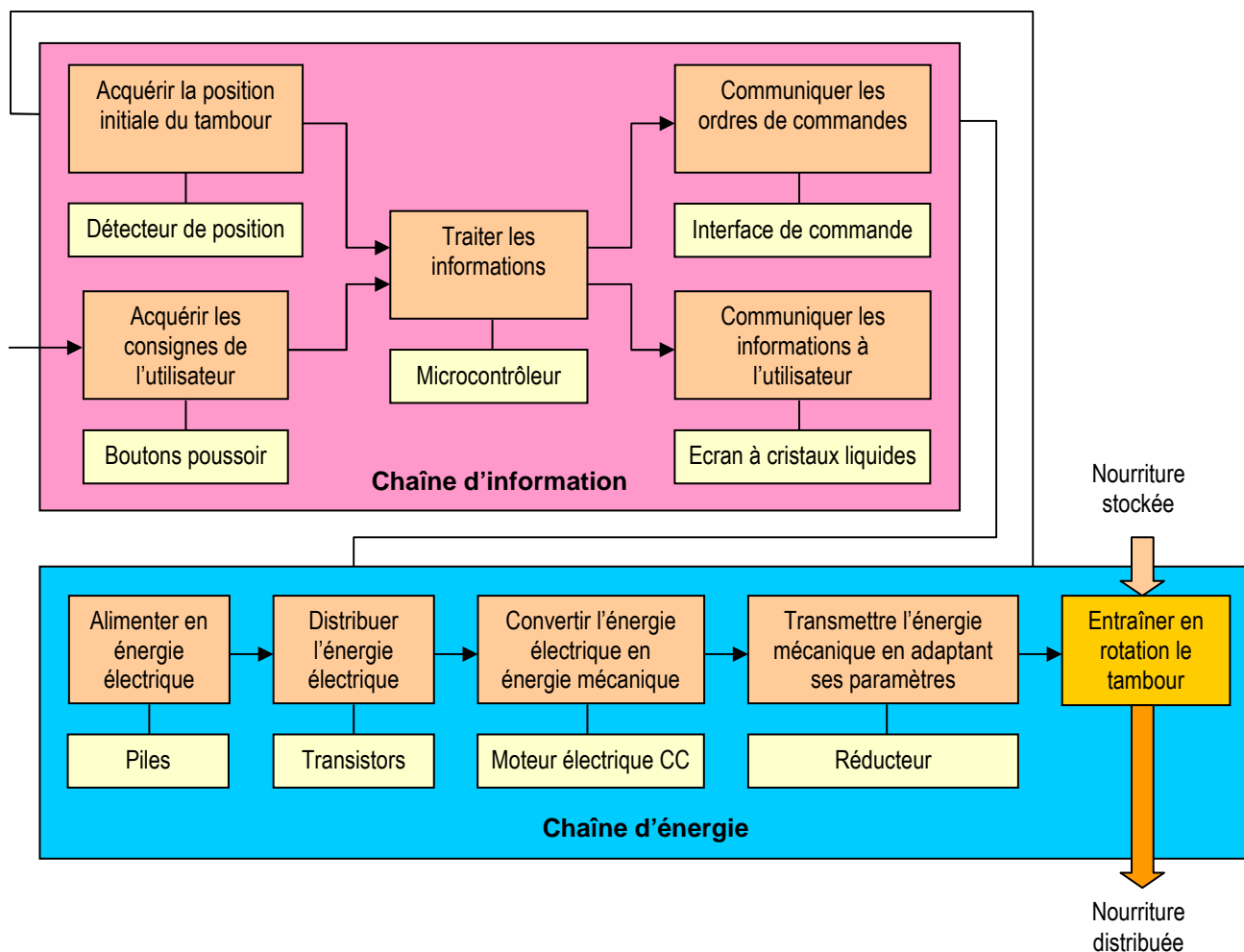
La courbe ci-dessous représente les variations du couple (mN.m) nécessaire à l'entraînement du tambour en fonction du temps (s)



Structure de la chaîne d'action retenue

Structure de la chaîne d'action retenue

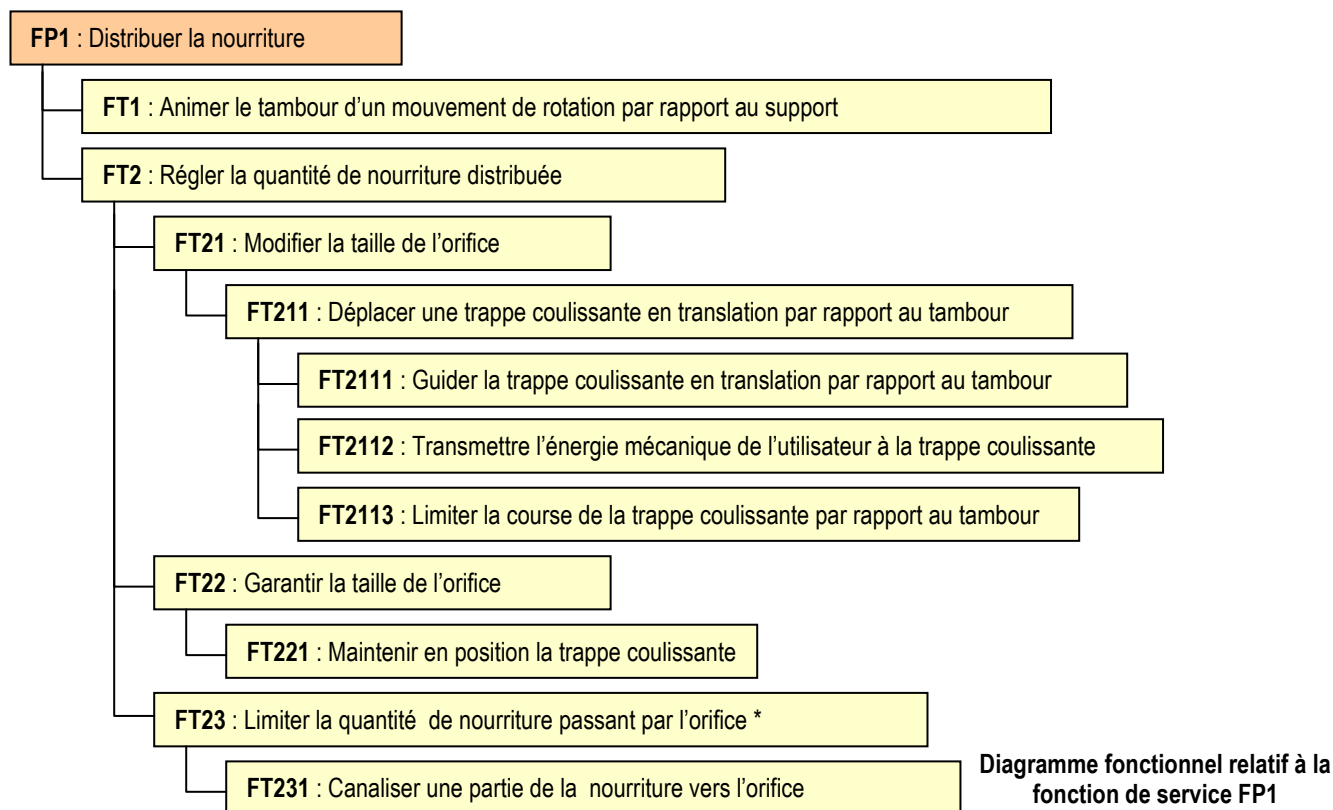
Ci-dessous est présentée la structure de la chaîne d'action (chaîne d'information et chaîne d'énergie) retenue pour le distributeur automatique de nourriture d'aquarium.



Eléments de solutions relatifs à certaines fonctions de service

Fonction de service FP1 « Distribuer la nourriture »

Le diagramme fonctionnel ci-dessous présente le résultat d'une recherche de solutions relatif à la fonction de service FP1 sous forme de fonctions techniques.

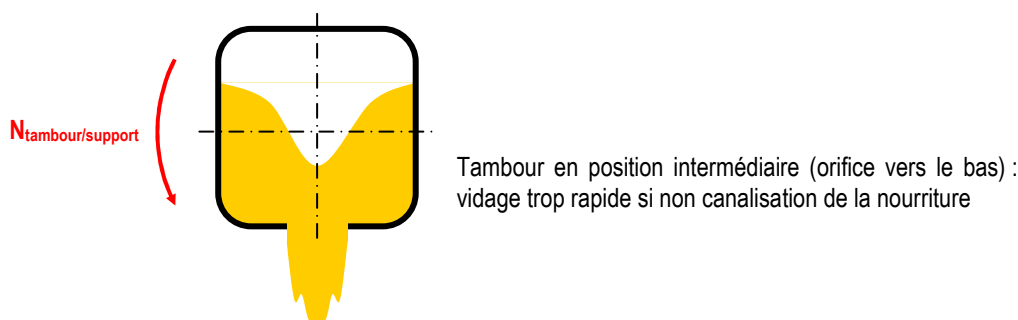


(* : voir remarque ci-dessous)

Remarque :

Les dimensions des granulés à distribuer imposent une taille minimale de l'orifice garantissant une bonne distribution des granulés.

Cependant, la seule présence d'un orifice à dimension variable entraîne un vidage trop rapide du tambour en raison d'une faible vitesse de rotation de celui-ci (voir figure ci-dessous) : il est donc nécessaire de canaliser une partie de la nourriture vers l'orifice pour limiter la quantité de nourriture distribuée.



Fonction de service FP2 « Permettre le remplissage de nourriture »

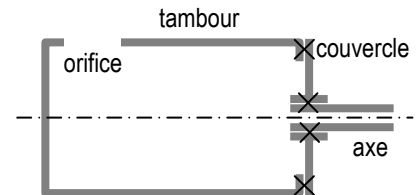
Le diagramme fonctionnel ci-dessous présente le résultat d'une recherche de solutions relatif à la fonction de service FP2 sous forme de fonctions techniques.

FP2 : Permettre le remplissage de nourriture

FT3 : Permettre le démontage de l'ensemble {tambour + couvercle de tambour} de l'axe du tambour

FT4 : Permettre le démontage du couvercle de tambour du tambour

Diagramme fonctionnel relatif à la fonction de service FP2



Fonction de service FC2 « Maintenir la nourriture sèche »

Le diagramme fonctionnel ci-dessous présente le résultat d'une recherche de solutions relatif à la fonction de service FC2 sous forme de fonctions techniques.

FC2 : Maintenir la nourriture sèche

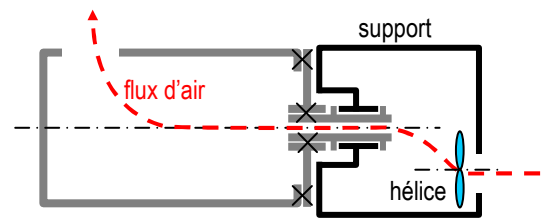
FT5 : Empêcher l'humidité issue de l'aquarium de pénétrer dans le tambour

FT51 : Créer un flux d'air sortant du tambour par l'orifice

FT511 : Générer un flux d'air

FT512 : Admettre le flux d'air par l'arrière du tambour

FT513 : Empêcher la nourriture de pénétrer dans l'axe creux



Hélice + orifice d'admission dans le support

Axe du tambour creux

Grille

Diagramme fonctionnel relatif à la fonction de service FC2

Fonction de service FC5 « Etre stable sur l'aquarium »

Le diagramme fonctionnel ci-dessous présente le résultat d'une recherche de solutions relatif à la fonction de service FC5 sous forme de fonctions techniques.

FC5 : Etre stable sur l'aquarium

FT6 : Se positionner sur une surface plane de l'aquarium

Patins

FT7 : Se maintenir sur la surface plane

Velcro

FT8 : Eviter le phénomène de basculement à pleine charge

Contrepoids

Diagramme fonctionnel relatif à la fonction de service FC5

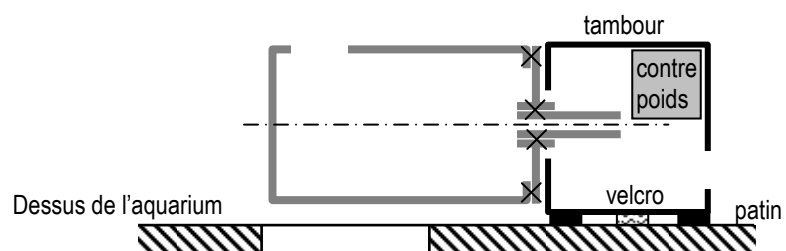
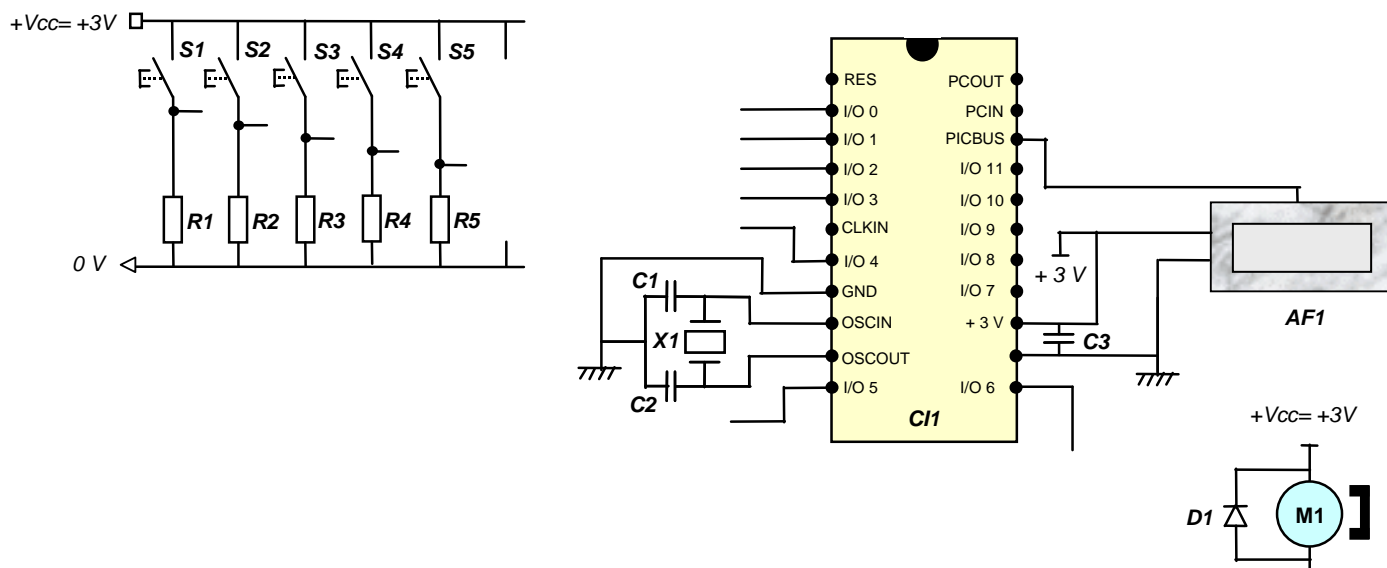


Schéma structurel et caractéristiques du circuit électronique

Schéma structurel partiel du circuit électronique



Nomenclature

Repère	Nom du composant
S1, S2, S3, S4, S5	Boutons poussoirs de programmation et de commande
S6	Détecteur de position du tambour
R1,R2,R3,R4,R5, R6	Résistances 1 KΩ
R7	Résistance
C1, C2	Condensateur 0.22 pF
C3	Condensateur 0,1 μF
X1	
CI1	Circuit intégré (microcontrôleur)
AF1	Afficheur à cristaux liquides
T1	Transistor de commutation 2N2222
D1	Diode de commutation 1N4148
M1	Moteur à courant continu

Caractéristique de consommation

Consommation moyenne de la carte électronique et de l'afficheur (moteur exclu) : 0,25 mA
 Tension d'alimentation du distributeur : 3V CC

Correspondance des entrées et sorties du microcontrôleur

BOUTON	ENTREE
S1	I0
S2	I1
S3	I2
S4	I3
S5	I4
S6	I5

PREACTIONNEUR	SORTIE
T1	O6

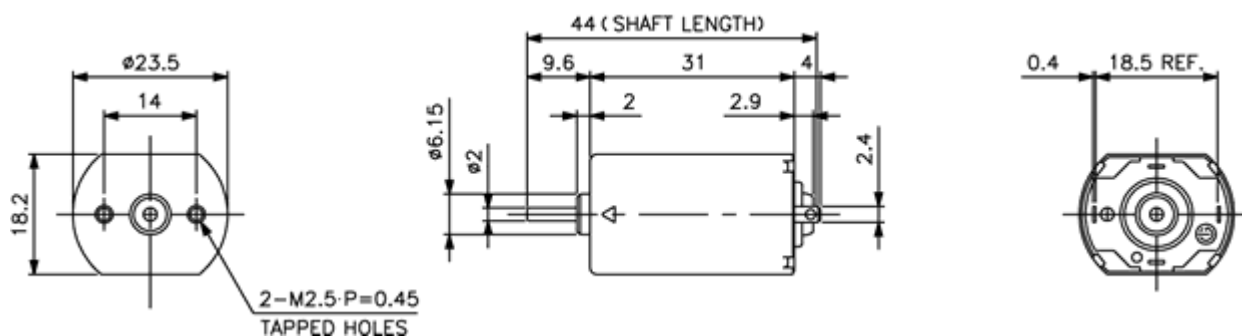
DOCUMENTS CONSTRUCTEUR

Moteurs électriques à courant continu

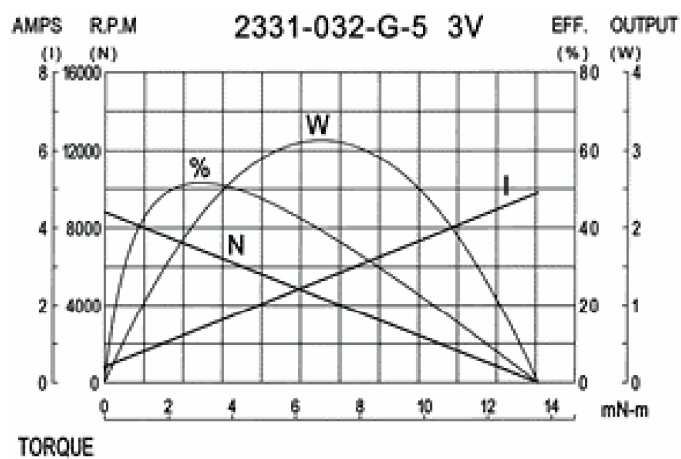
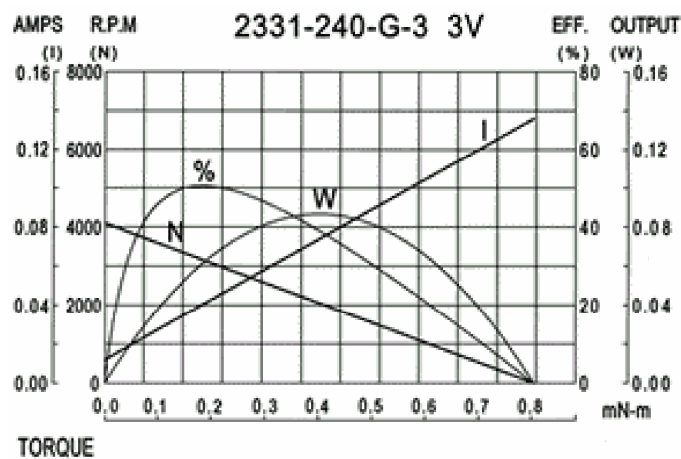
DC Motors – 2331



Dimensions (mm)



Courbes caractéristiques



Prix

Model Nb.	Prices (€)
2331-240-G-3	2,50 HT
2331-032-G-5	2,90 HT

Piles électriques alcalines

Types



Caractéristiques

Tension	Type	Dim. (mm)	Capacité	Nb pcs.	Réf.
1,5 V	N	Ø 12 x 30,2	800 mAh	1	LR1
1,5 V	AAAA	Ø 8 x 40,2	500 mAh	1	LR61
1,5 V	LR03 (AAA)	Ø 10,5 x 44,5	1100 mAh	4	LR03
1,5 V	LR6 (AA)	Ø 14,5 x 50,5	2600 mAh	4	LR6
1,5 V	LR14 (C)	Ø 26,2 x 50	7800 mAh	2	LR14T
1,5 V	LR20 (D)	Ø 34,2 x 61,5	16500 mAh	2	LR20T
9 V	6LR61	26 x 17,5 x 49	500 mAh	1	6LR61
4,5 V	3R12 (plate)	62 x 22 x 67	4400 mAh	1	3LR12
12 V	MN21	Ø 10,3 x 28,5	38 mAh	1	V23GA

Prix

LR1	La pile 1,5 V type N	2,17 € HT	2,60 € TTC
LR61	La pile 1,5 V type AAAA	1,00 € HT	1,20 € TTC
LR03	Les 4 piles 1,5 V type LR03	3,75 € HT	4,50 € TTC
LR06	Les 4 piles 1,5 V type LR6	3,34 € HT	4,00 € TTC
LR14T	Les 2 piles 1,5 V type LR14	3,09 € HT	3,70 € TTC
LR20T	Les 2 piles 1,5 V type LR20	3,51 € HT	4,20 € TTC
6LR61	La pile 9 V type 6LR61	3,34 € HT	4,00 € TTC
3LR12	La pile 4,5 V type 3R12	3,18 € HT	3,80 € TTC
V23GA	La pile 12 V type MN21	2,34 € HT	2,80 € TTC

Transistor de commutation

Référence	β mini	VCE sat	VBE
2N2222	100	0,4	0,7

Valeurs normalisées des résistances de la série E12

Les valeurs normalisées des résistances de la série E12 sont des multiples de la série proposée ci-dessous.

1	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Chaque valeur du tableau peut-être multipliée par 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6

Puissance normalisée des résistances : $\frac{1}{4}$ W, $\frac{1}{2}$ W, 1 W, 2 W, 3 W, 5 W, 7 W, 8W

Engrenages mécaniques

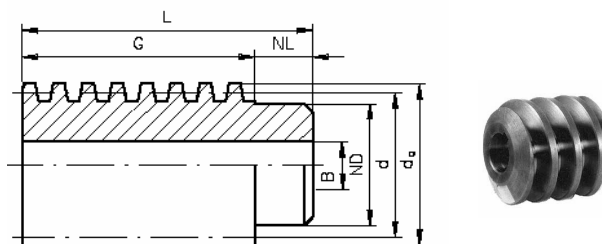
Valeurs indicatives de rendement :

Engrenage	cylindrique à denture droite	cylindrique à denture hélicoïdale	Coniques à axes perpendiculaires	Roue et vis sans fin
Rendement	de l'ordre de 0,95	l'ordre de 0,90	de l'ordre de 0,8	de l'ordre de 0,6

Engrenages roue et vis sans fin

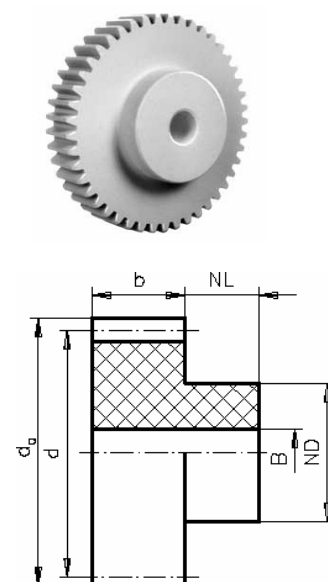
Vis creuse sans fin – 1 filet

Module	d	da	ND	NL	G	L	B-H7	Poids
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g
0,50	7,0	8	5,5	4	12	16	3	4
0,75	8,5	10	6,0	4	16	20	4	6
1,00	14,0	16	11,0	6	24	30	6	26



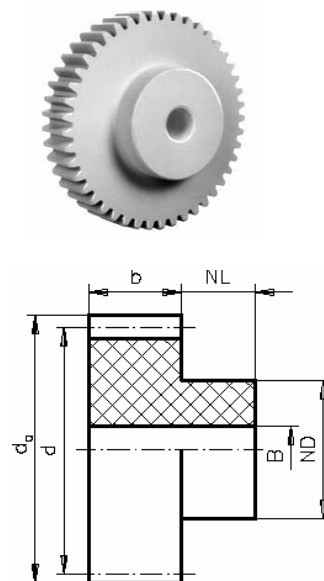
Roues dentées en POM Homopolymère (Delrin) avec moyeu unilatéral, Module 0,5

Nombre de dents	da	d	NI	ND	B	Couple maxi	Poids
	mm	mm	mm	mm	mm	N.cm	g
20	11,0	10,0	4	8,0	3	2,5	0,63
21	11,5	10,5	4	8,0	3	2,8	0,66
22	12,0	11,0	4	8,0	3	3,2	0,71
23	12,5	11,5	4	8,0	3	3,5	0,80
24	13,0	12,0	4	8,0	3	3,9	0,80
25	13,5	12,5	4	10,0	3	4,3	0,90
26	14,0	13,0	4	10,0	3	4,7	1,10
27	14,5	13,5	4	10,0	3	5,1	1,10
28	15,0	14,0	4	10,0	3	5,6	1,20
29	15,5	14,5	4	10,0	3	6,0	1,30
30	16,0	15,0	4	10,0	3	6,5	1,40
31	16,5	15,5	4	12,0	4	7,0	1,50
32	17,0	16,0	4	12,0	4	7,6	1,60
33	17,5	16,5	4	12,0	4	8,2	1,65
34	18,0	17,0	4	12,0	4	8,8	1,70
35	18,5	17,5	4	12,0	4	9,4	1,75
36	19,0	18,0	4	12,0	4	10,0	1,80
37	19,5	18,5	4	12,0	4	10,6	1,95
38	20,0	19,0	4	12,0	4	11,3	2,10
39	20,5	19,5	4	12,0	4	12,0	2,15
40	21,0	20,0	4	12,0	4	12,7	2,20



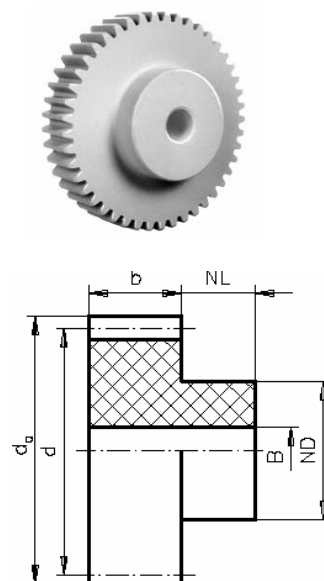
Roues dentées en POM Homopolymère (Delrin) avec moyeu unilatéral, Module 0,7

Nombre de dents	da	d	NI	ND	B	Couple maxi N.cm	Poids g
	mm	mm	mm	mm	mm		
20	15,4	14,0	6	10	4	6,6	1,50
21	16,1	14,7	6	10	4	7,4	1,60
22	16,8	15,4	6	12	4	8,2	2,10
23	17,5	16,1	6	12	4	9,2	2,10
24	18,2	16,8	6	12	4	10,1	2,20
25	18,9	17,5	6	12	4	11,2	2,40
26	19,6	18,2	6	12	4	12,2	2,50
27	20,3	18,9	6	12	4	13,4	2,70
28	21,0	19,6	6	12	4	14,6	2,80
29	21,7	20,3	6	12	4	15,8	3,40
30	22,4	21,0	6	15	4	17,1	3,60
31	23,1	21,7	6	15	4	18,5	3,90
32	23,8	22,4	6	15	4	20,0	4,10
33	24,5	23,1	6	15	4	21,7	4,30
34	25,2	23,8	6	15	4	23,5	4,50
35	25,9	24,5	6	15	4	24,7	4,60
36	26,6	25,2	6	15	4	26,0	4,70
37	27,3	25,9	6	15	4	27,8	4,90
38	28,0	26,6	6	15	4	29,5	5,20
39	28,7	27,3	6	15	4	31,4	5,30
40	29,4	28,0	6	15	4	33,5	5,50



Roues dentées en POM Homopolymère (Delrin) avec moyeu unilatéral, Module 1

Nombre de dents	da	d	NI	ND	B	Couple maxi N.cm	Poids g
	mm	mm	mm	mm	mm		
20	22	20	8	15	5	29,0	5,8
21	23	21	8	15	5	32,5	6,2
22	24	22	8	15	5	36,0	6,5
23	25	23	8	15	5	40,0	7,1
24	26	24	8	15	5	44,5	7,6
25	27	25	8	15	5	49,0	8,2
26	28	26	8	15	5	54,0	8,7
27	29	27	8	15	5	59,0	9,3
28	30	28	8	15	5	64,0	9,9
29	31	29	8	15	5	69,5	10,5
30	32	30	8	15	5	75,5	11,2
31	33	31	8	18	6	81,5	12,2
32	34	32	8	18	6	88,0	13,2
33	35	33	8	18	6	95,0	14,3
34	36	34	8	18	6	102,0	15,4
35	37	35	8	18	6	109,0	15,8
36	38	36	8	18	6	116,0	16,6
37	39	37	8	18	6	124,0	17,2
38	40	38	8	18	6	132,0	17,9
39	41	39	8	18	6	140,0	18,8
40	42	40	8	18	6	148,0	19,6



Session 2007

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

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

DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

**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.

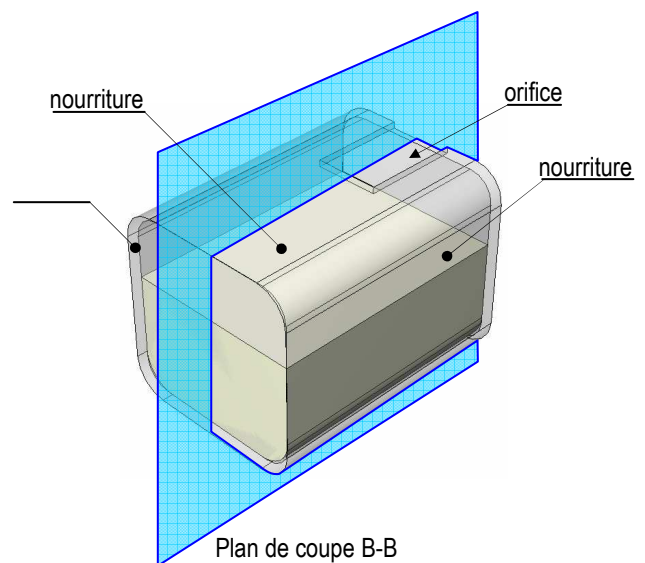
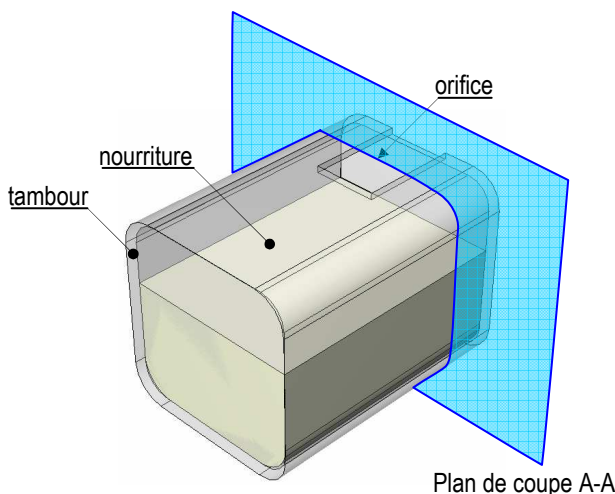
On se limitera aux fonctions techniques suivantes :

- **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 jugée utile.

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



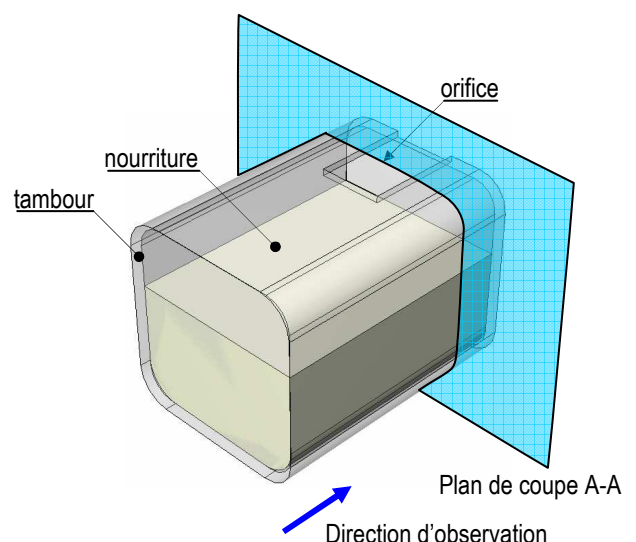
Question 2 – document réponse DR1

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.

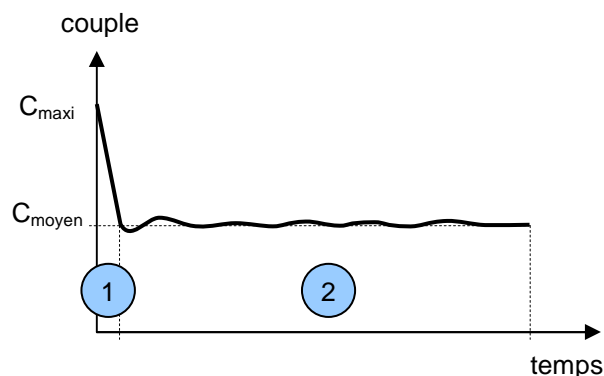
On se place, dans cette partie, en phase de fonctionnement à régime permanent.

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 :

Caractéristiques du réducteur	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. :

Moteur 2331-240-G-3 3V	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.

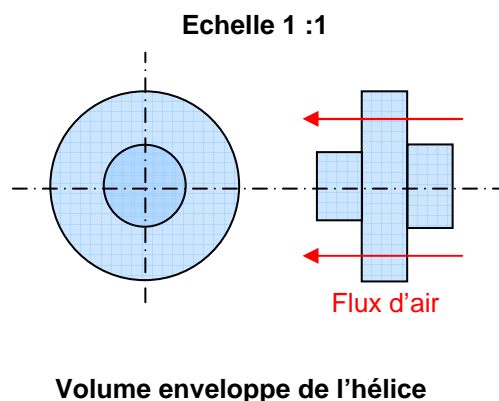
Question 21 – sur feuille de copie

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 :

Tambour	Dimensions	60x60x80 (mm³)
	Masse totale à charge	200g
Référence du moteur		2331-240-G-3 3V
Caractéristiques du réducteur	2 étages de réduction roue et vis sans fin identiques	Z_{vis}=1 Z_{roue}=23
	Module des engrenages	0,5
Piles	Référence	LR6
	Nombre	2
	Masse d'une pile LR6	25g
Volume enveloppe de la carte électronique		10x45x50 (mm³)
Volume enveloppe de l'hélice (voir la décomposition de la fonction de service FC2 (document technique DT7))		Cf. ci-contre



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).

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

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

DOSSIER RÉPONSE

**DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE
DE NOURRITURE D'AQUARIUM**

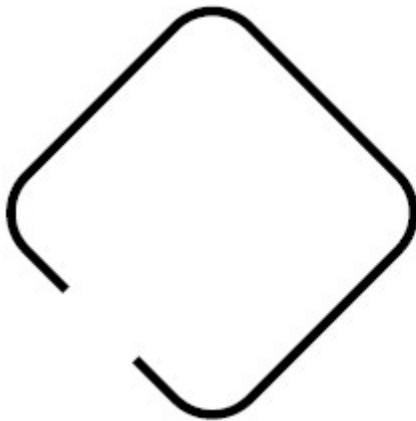
Documents réponse :

- DR1 : Formes du tambour
- DR1 : Caractéristiques moteurs
- DR2 : Implantation des composants
- DR3 : Schéma structurel du circuit électronique
- DR3 : Algorithme de programmation

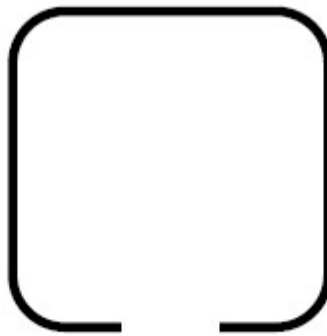
Repère d'épreuve : MCE4CP

Question 2 – sur le document réponse DR1 : Formes du tambour

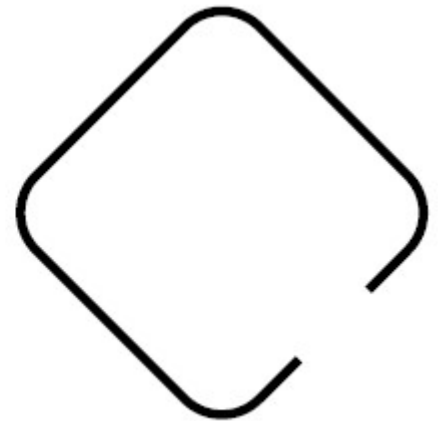
A-A : Position angulaire 135°



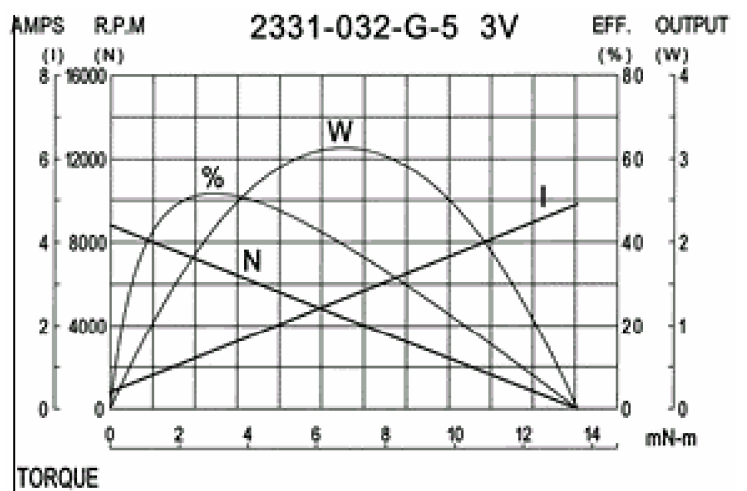
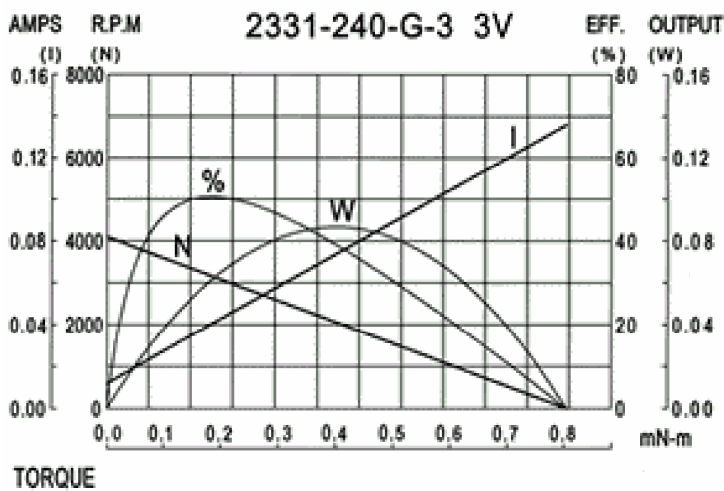
A-A : Position angulaire 180°



A-A : Position angulaire 225°



Question 5 – répondre sur le document réponse DR1 : Valeurs des caractéristiques moteurs à rendement maximal



Rendement maximal :

Paramètres d'énergie d'entrée :

-
-

Paramètres de l'énergie de sortie :

-
-
-

Rendement maximal :

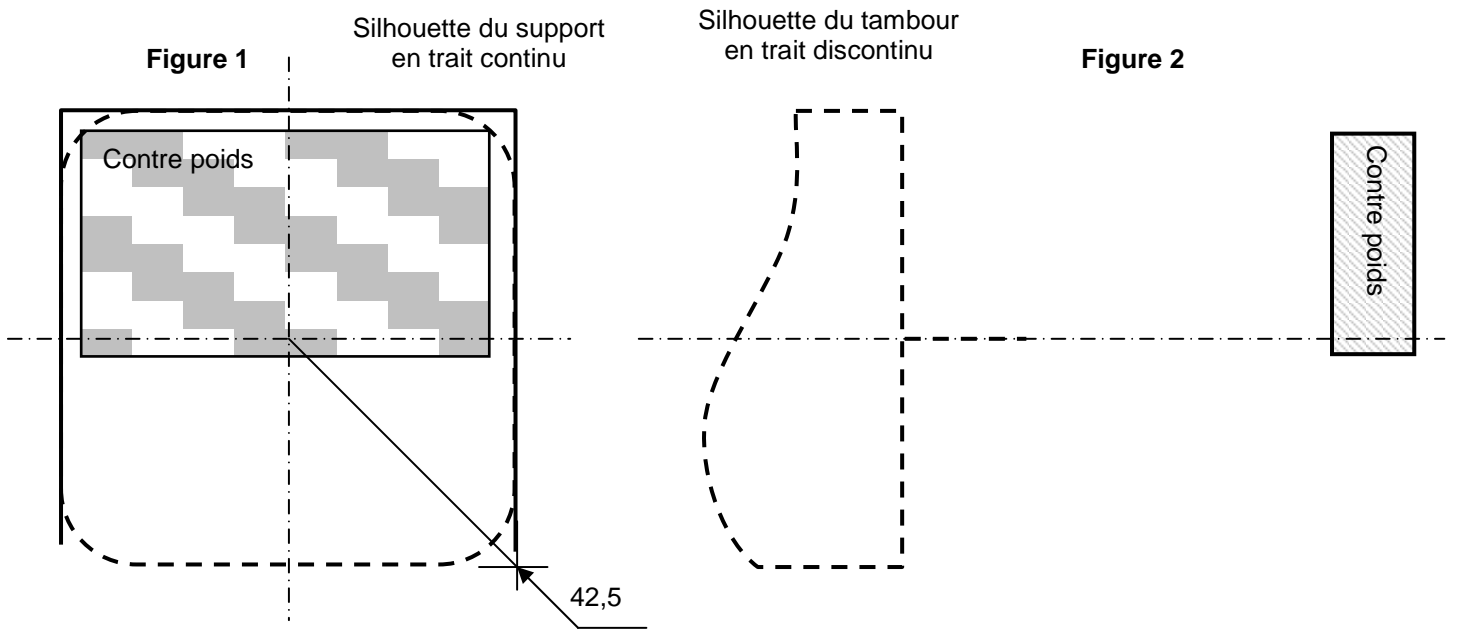
Paramètres d'énergie d'entrée :

-
-

Paramètres de l'énergie de sortie :

-
-
-

Question 23 : répondre sur le document réponse DR2 : Implantation des composants



Justifications :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

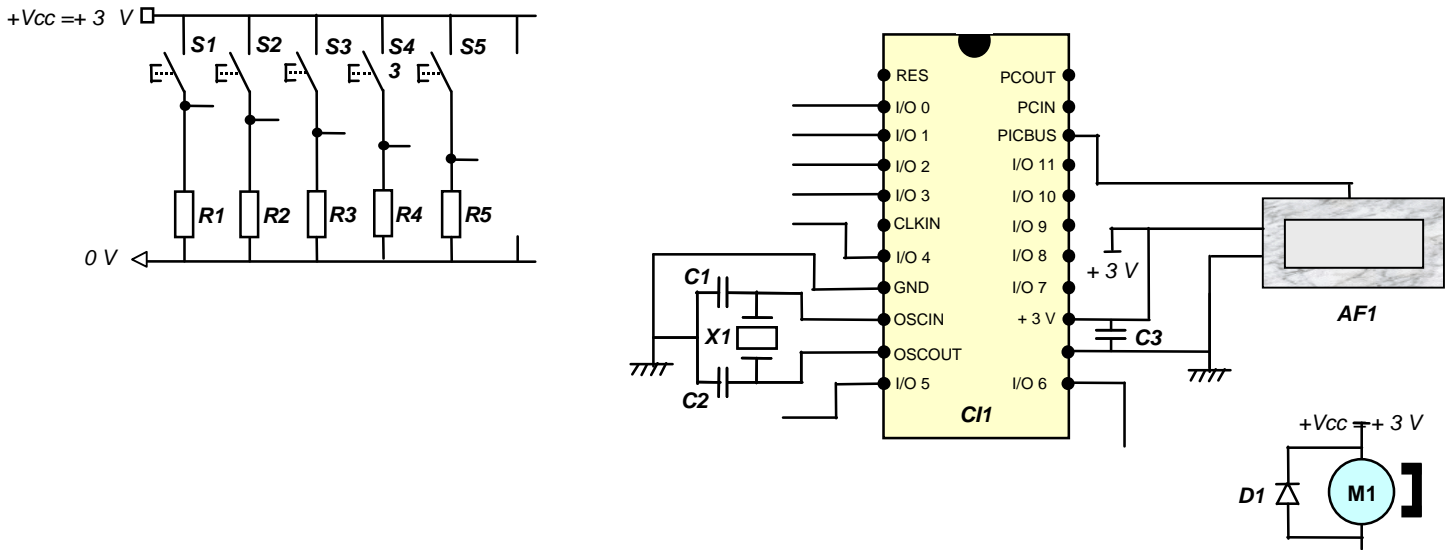
.....

.....

.....

.....

Questions 15- 25- 26 – répondre sur le document réponse DR3 : Schéma structurel du circuit électronique



Question 31 – répondre sur le document réponse DR3 : Algorithme de programmation

