

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

## الدورة الاسترجاعية 2022

### - الموضوع -

TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT-TT

RS 44

المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتعليم الأولي والرياضة  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتعليم الأولي والرياضة  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

3h	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
3	المعامل	شعبة العلوم الرياضية: مسلك العلوم الرياضية ب	الشعبة أو المسلك

### Constitution de l'épreuve

Volet 1 :	Présentation de l'épreuve	page 1.
Volet 2 :	Présentation du système	pages 2.
Volet 3 :	Substrat du sujet	pages 3, 4.
	Documents réponses D.Rep	pages 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.
	Documents ressources D.Res	pages 12, 13, 14, 15, 17.

### Volet 1 : Présentation de l'épreuve



Système à étudier :	<b>Robot lanceur de balles de « ping-pong ».</b>
Durée de l'épreuve :	<b>3 h.</b>
Coefficient :	<b>3.</b>
Moyens de calcul autorisés :	Calculatrices scientifiques non programmables.
Documents autorisés :	Aucun.

- Vérifier que vous disposez bien de tous les documents de 1/17 à 17/17.
- Rédiger les réponses aux questions posées sur les documents réponse D.Rep.

**NB : Tous les documents réponse D.Rep sont à rendre obligatoirement.**

Sauf indication contraire, prendre **deux chiffres après la virgule** pour tous les résultats des calculs.

**Vos réponses** aux questions dépendront beaucoup de l'importance prêtée à la recherche des informations que peuvent contenir les différentes **descriptions** et les **documents ressources**.  
A chaque fois une lecture attentive est nécessaire.

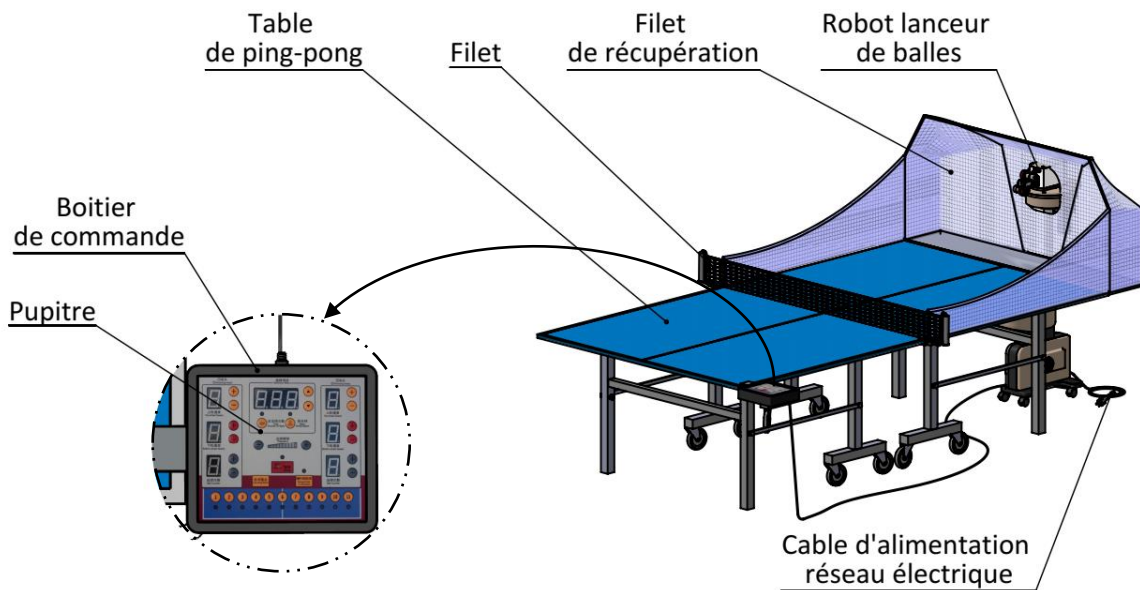
**Volet 2 : Présentation du système****1. Mise en situation**

Le tennis de table, appelé aussi « **ping-pong** », est un sport de raquette opposant deux ou quatre joueurs autour d'une table. C'est une activité de loisir, mais c'est également un sport olympique depuis 1988.

Les pratiquants de ce sport doivent s'entraîner de manière régulière afin d'améliorer leurs performances physiques et techniques.

Pour des entrainements individuels le **robot lanceur de balles**, objet de notre étude, est souvent utilisé par les compétiteurs en club de tennis de table dans le but de **lancer automatiquement des balles** sur une table de ping-pong. Ce **robot** offre aux joueurs la possibilité de choisir des séquences de jeu spécifiques et d'adapter le niveau de difficulté grâce à de multiples programmes pouvant agir sur les paramètres suivants :

- ⊙ La vitesse de lancement de la balle ;
- ⊙ les effets de balle ;
- ⊙ la fréquence de lancement .
- ⊙ le type de coup (direct/indirect) ;
- ⊙ la zone de tir.

**2. Constitution : (Voir D. Res 1 et D. Res 2)**

Le **robot lanceur de balles** est constitué principalement d' :

- ⊙ Un **réservoir** de balles pouvant contenir approximativement **100 balles** de **40 mm** de diamètre ;
- ⊙ une partie inférieure contenant le **système d'ascension** et le **boîtier d'alimentation** en énergie électrique ;
- ⊙ une **colonne d'ascension** ;
- ⊙ une **tête de lancement** équipée d'un **dispositif d'orientation horizontale**, d'un **dispositif d'orientation verticale**, d'un **frappeur** et d'un **dispositif d'éjection de balles** ;
- ⊙ un **boîtier de commande** à base de microcontrôleur muni d'un **pupitre** de dialogue avec le joueur.

**3. Fonctionnement : (Voir D. Res 1 , D. Res 2 et D. Res 3).**

1. Mise sous tension du système, sélection du programme souhaité et appui sur le bouton (**Marche /Arrêt**) du boîtier de commande.
2. Le dispositif d'ascension amène les balles du réservoir l'une après l'autre devant le frappeur (électroaimant) à travers la colonne d'ascension.
3. La balle détectée par le capteur de présence balle est frappée par l'électroaimant (frappeur) suite à un ordre venant du microcontrôleur selon le programme choisi, pour la mettre entre les galets d'éjection.
4. La balle, se trouvant entre les galets d'éjection qui tournent en sens inverses, est entraînée (par adhérence) et lancée à une vitesse qui dépend de la vitesse de rotation des galets d'éjection.

Pour simuler un joueur adverse et pour pouvoir atteindre le maximum de la surface de la table, la tête du robot lanceur est animée d'un mouvement de rotation horizontal, balayant un angle  $\alpha$  et d'un mouvement de rotation vertical balayant un angle  $\beta$ . (D. Res 1)

Ces mouvements de balayages horizontal et vertical ont des vitesses variables selon le programme choisi.

Une fois retournées par le joueur, les balles sont récupérées par un filet de récupération pour les conduire vers le réservoir.

**Volet 3 : Substrat de sujet**
**Situation d'évaluation n°1**
**/06,00 Pts**

Pour appréhender le système **robot lanceur de balles de tennis de table** en termes de services rendus, d'interactions avec le milieu environnant et de constituants ; vous êtes invités à faire les approches fonctionnelles externe et structurelle par la réalisation des tâches suivantes.

**Tâche n°1** : Fonction globale et identification des interactions du système étudié avec son environnement extérieur.

A partir du **volet n°2** et du **D.Res 1** sur le **D.Rep 1** :

**Q.01.** Compléter l'actigramme **A-0**.

**1,50 pt**

**Q.02.** Compléter le diagramme pieuvre et le tableau des fonctions correspondant.

**2,00 pts**

**Tâche n°2** : Analyse fonctionnelle et structurelle

A partir du **volet n°2**, du **D.Res 1**, **D.Res 2**, **D.Res 4**, **D.Res 5** et **D. Res 6** sur **D.Rep 2** :

**Q.03.** Compléter la chaine fonctionnelle du système.

**2,50 pts**
**Situation d'évaluation n°2**
**/05,75 Pts**

Dans le but d'appréhender le système pour un éventuel réglage et entretien convenables ; vous allez procéder dans cette situation à l'analyse de deux dispositifs, à savoir celui assurant la fonction d'ascension et celui assurant la fonction de lancement de la balle. Pour se faire, on vous demande de réaliser les tâches suivantes.

**Tâche n°1** : Dans cette tâche, on vous propose d'étudier le dispositif d'ascension des balles pour comprendre comment est assuré le réglage de la vitesse de rotation du moteur **M1**.

A partir du **D. Res 2** et **D. Res 3**; sur le **D.Rep 3** :

**Q.04.** Quel est le nombre  $n_b$  de balles entraînées par la roue d'entraînement pendant un tour de celle-ci ? justifier votre réponse.

**0,25 pt**

**Q.05.** Exprimer la vitesse de rotation de la roue d'entraînement  $N_R$  (en tr/min) en fonction de la fréquence de lancement  $f_b$  (en balles/min)

**0,25 pt**

**Q.06.** En déduire l'intervalle des vitesses de rotation  $N_R$  (en tr/min) de la roue d'entraînement.

**0,25 pt**

**Q.07.** Déterminer l'intervalle des vitesses de rotation  $N_{M1}$  (en tr/min) du moteur **M1**.

**0,25 pt**

**Tâche n°2** : A travers cette tâche vous allez analyser le dispositif de lancement des balles afin de pouvoir déterminer l'intervalle des vitesses de rotation des moteurs **M2** et **M3**.

A partir du **volet 2**, du **D. Res 2** et **D. Res 3**, sur le **D.Rep 3**.

**Q.08.** Quelles sont les conditions qu'il faut vérifier pour que l'**électroaimant** frappe une balle ?

**0,25 pt**

**Q.09.** Exprimer la vitesse de rotation  $N_g$  des galets en fonction de la vitesse de lancement de la balle  $V_b$  dans le cas où les deux galets tournent à la même vitesse angulaire :  $|\omega_2| = |\omega_3|$

**0,25 pt**

**Q.10.** Déterminer l'intervalle des vitesses de rotation  $N_{M2} = N_{M3}$  (en tr/min) des moteurs de lancement **M2** et **M3** dans ce cas.

**0,50 pt**

**Tâche n°3** : Etude des circuits électriques d'alimentation et de commande du moteur **M2**.

A partir du **D.Res 4** ; sur les **D.Rep 4** et **D.Rep 5**.

**Q.11.** Donner le nom et la fonction des blocs **1** et **2** constituants le circuit d'alimentation.

**1,00 pt**

**Q.12.** Calculer la valeur efficace de la tension  $U_2$  (en V).

**0,25 pt**

**Q.13.** Tracer l'allure de la tension  $U_s(t)$  pour une période T de  $U_2$ .

**0,25 pt**

**Q.14.** Calculer la valeur moyenne  $U_{s\text{moy}}$  (en V) de  $U_s(t)$ .

**0,25 pt**

**Q.15.** Tracer l'allure de la tension  $U_M(t)$  aux bornes du moteur **M2** pour une valeur du rapport cyclique  $\alpha = 0,7$ .

**0,25 pt**

**Q.16.** Calculer alors la valeur moyenne  $U_{M\text{moy}}$  (en V) de  $U_M(t)$

**0,25 pt**

**Q.17.** Calculer la vitesse de rotation  $N_{M2}$  (en tr/min) pour une tension moyenne d'alimentation  $U_M = 8,5 \text{ V}$ .

**0,25 pt**

**Tâche n°4 :** Etude de la commande de l'afficheur de type **BCD/7 segments** à **3 digits**.

Le système étudié utilise le capteur **Co** qui détecte la sortie des balles de la tête d'éjection, pour compter et indiquer au joueur le nombre de balles lancées. La chaîne d'acquisition est équipée d'un **afficheur sept segments à 3 digits**.

A partir du **D.Res 4** ; sur les **D.Rep 5**.

- Q.18.** Compléter le tableau pour les deux capteurs **Cp** et **Co**. 0,50 pt
- Q.19.** Compléter la table de vérité des états de sortie du décodeur **BCD/7 segments** pour afficher les chiffres **1** et **5**. 0,50 pt
- Q.20.** A l'instant où le digit **2** affiche le nombre « **5** ». 0,25 pt  
Donner l'information en sortie du microcontrôleur : **RB<sub>7</sub> RB<sub>6</sub> RB<sub>5</sub> RB<sub>4</sub> RB<sub>3</sub> RB<sub>2</sub> RB<sub>1</sub> RB<sub>0</sub>**.

### Situation d'évaluation n°3

/08,25 Pts

Pour permettre au joueur de recevoir des balles similaires à celles lancées par un joueur réel, des mouvements de balayage horizontal et vertical sont associés au lancement de la balle afin d'atteindre toute la surface de la table. À travers les tâches suivantes on vous propose de faire une étude d'identification et de vérification des différents composants permettant au robot de réaliser ces mouvements de balayage

**Tâche n°1 :** Dans cette tâche vous allez étudier le fonctionnement et la description structurelle du dispositif permettant le balayage horizontal

A partir de **D.Res 5** sur les **D.Rep 5**, **D.Rep 6** et **D.Rep 7**.

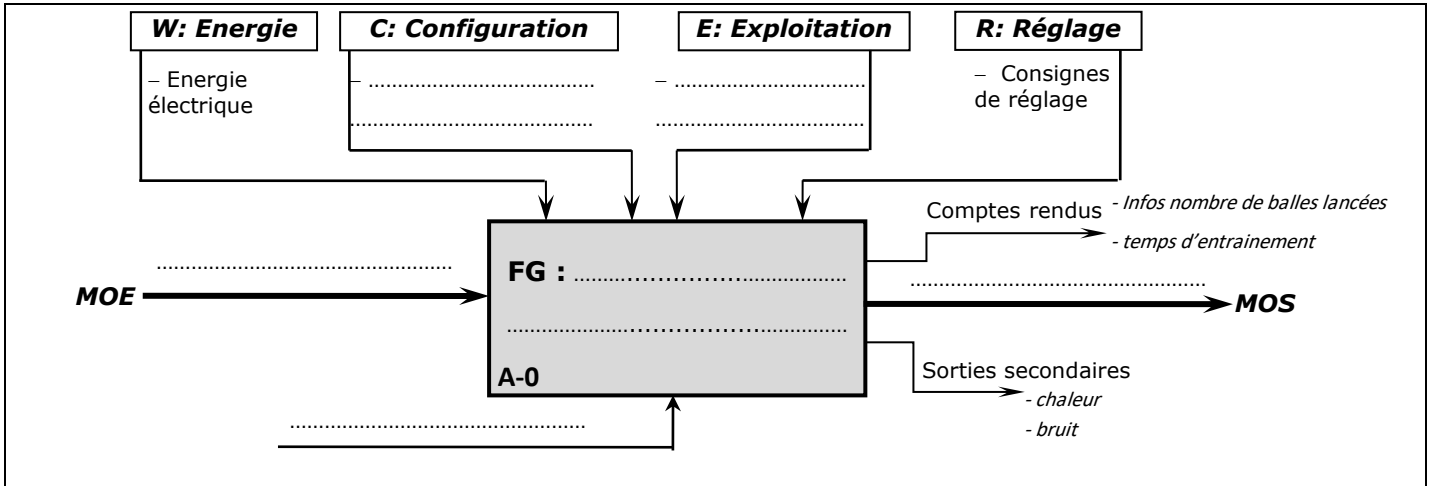
- Q.21.** Compléter le tableau par le nom et la fonction des pièces. 1,00 pt
- Q.22.** Comment est assurée la liaison en rotation du pignon **4/13** ? 0,25 pt
- Q.23.** Indiquer sur le tableau le nom de chacune des formes demandées. 0,75 pt
- Q.24.** Compléter la pièce **(3)** en vue de : 2,00 pts
- Face coupe **A-A** ;
  - droite.
- Q.25.** Exprimer  $\alpha_4$  que doit effectuer le pignon **(4)** en fonction de l'angle de balayage  $\alpha_5$ , du diamètre primitif  $d_4$  du pignon **(4)** et du diamètre primitif  $d_5$  du secteur denté **(5)**, puis calculer  $\alpha_4$  (en degré) pour  $\alpha_5 = \alpha_{5Maxi} = 43^\circ$ . 0,50 pt
- Q.26.** Si  $\alpha_{5Maxi}$  est balayé en un temps «  $t_\alpha$  » déduire l'expression littérale de la vitesse angulaire  $\omega_4$  (en rad/s) du pignon **(4)**. 0,25 pt
- Q.27.** Calculer  $\omega_{4\ mini}$  et  $\omega_{4\ Maxi}$  en (en rad/s) si  $1s \leq t_\alpha \leq 4s$ . 0,50 pt
- Q.28.** Exprimer puis calculer, en prenant 4 chiffres après la virgule, le rapport de transmission  $k_4$  du réducteur **R4**. 0,50 pt
- Q.29.** Exprimer  $\omega_{M4}$  en fonction de «  $\omega_4$  ». 0,25 pt
- Q.30.** Calculer  $\omega_{M4\ mini}$  et  $\omega_{M4\ Maxi}$  (en rad/s). 0,50 pt
- Tâche n°2 :** Dans cette tâche vous allez analyser le dispositif de balayage vertical.
- A partir de **D. Res 6**, sur le **D.Rep 7**.
- Q.31.** Par quel type de liaison, le vérin électromécanique est-il lié au carter supérieur ? 0,25 pt
- Q.32.** En vous aidant du modèle 3D de ce vérin compléter le tableau des liaisons. 1.50 pt

**D.Rep 1**

**/3,50 Pts**

**Q.01. Actigramme A-0.**

**1,50 pt**



**Q.02. Diagramme pieuvre**

**2,00 pts**

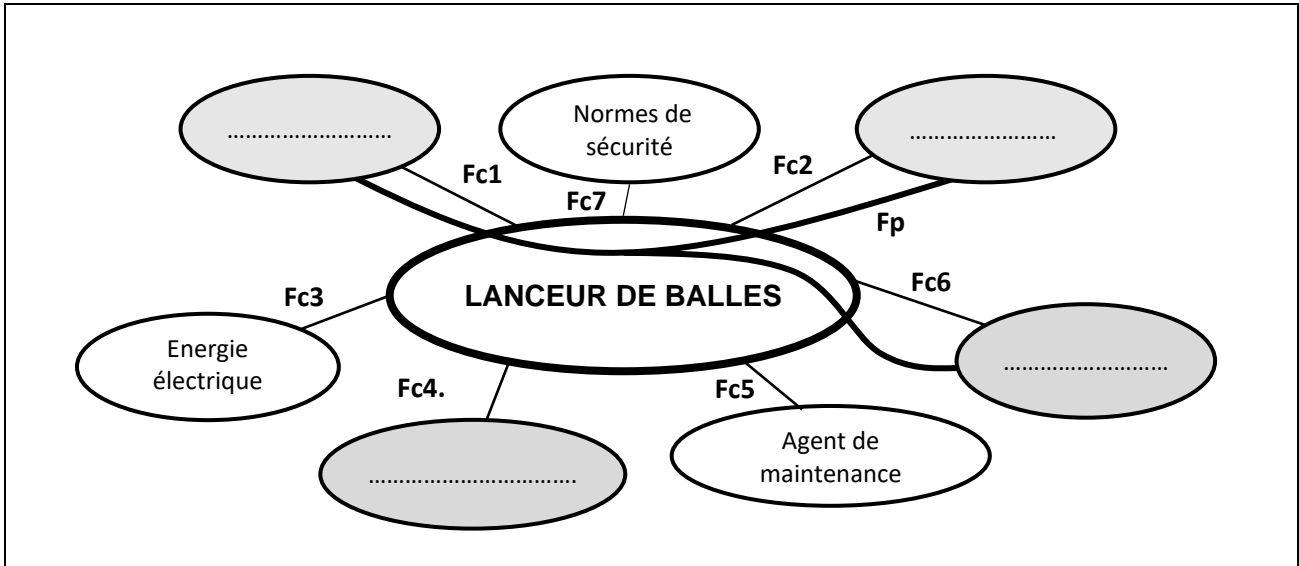


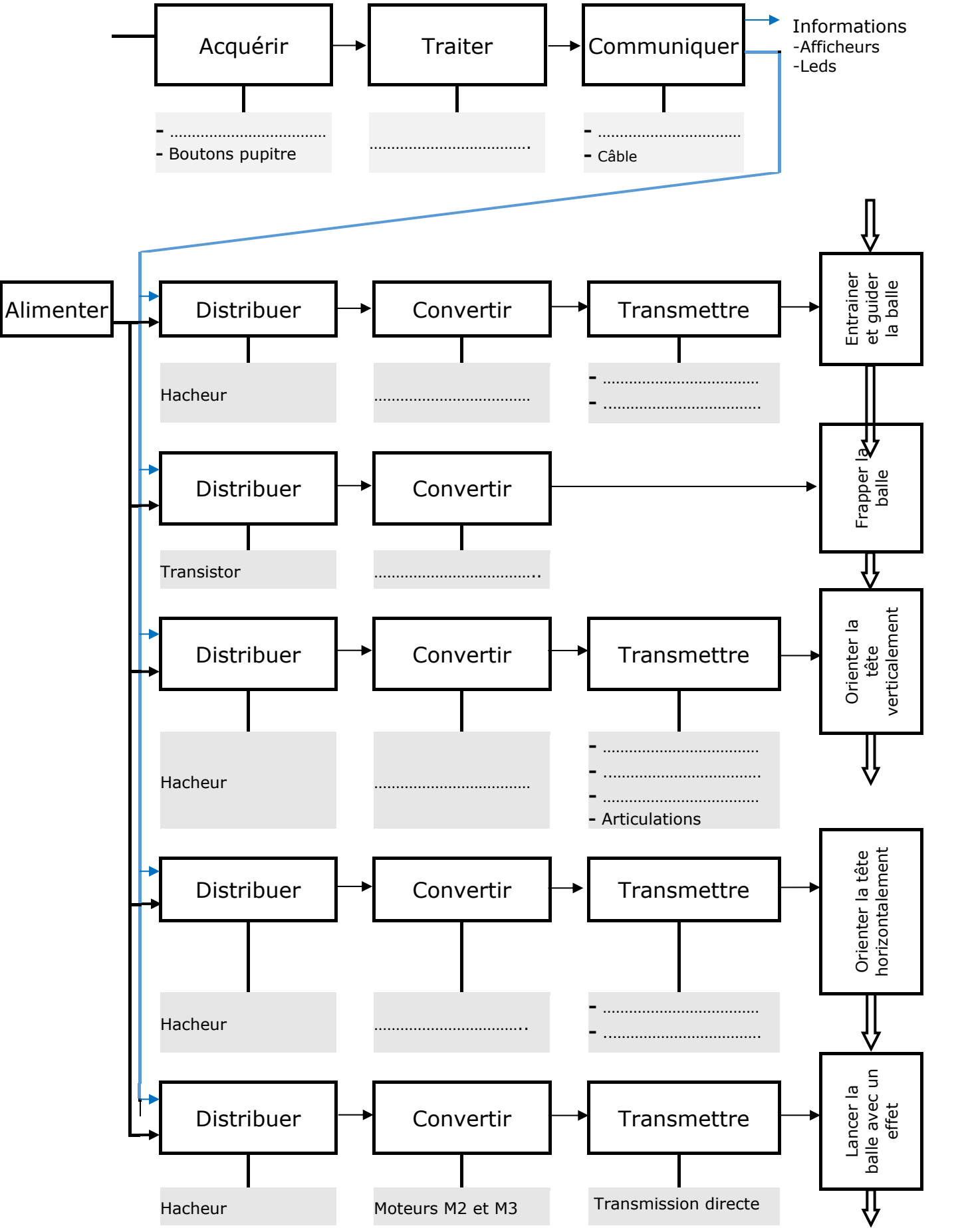
Tableau des fonctions de service.

Fs	Enoncés
<b>Fp</b>	.....
<b>Fc1</b>	Être ergonomique d'utilisation
<b>Fc2</b>	Être compatible avec la table de ping-pong
<b>Fc3</b>	.....
<b>Fc4</b>	Être adapté à l'environnement de jeu
<b>Fc5</b>	.....
<b>Fc6</b>	Être compatible aux balles de ping-pong (dimensions et masse)
<b>Fc7</b>	.....

D.Rep 2	/2,50 Pts
---------	-----------

Q.03. La chaine fonctionnelle et structurelle.

2,50 pts



**D.Rep 3**

/2,00 Pts

**Q.04.** Le nombre  $n_b$  de balles entrainées par la roue d'entrainement pendant un tour.

0,25 pt

--

Justification :

--

**Q.05.** L'expression de la vitesse de rotation  $N_R$  (en tr/min) de la roue d'entrainement en fonction de la fréquence de lancement  $f_b$  (en balles/min)

0,25 pt

--

**Q.06.** L'intervalle des fréquences de rotation  $N_R$  (en tr/min) de la roue d'entrainement.

0,25 pt

--

$\dots \leq N_R \leq \dots$

**Q.07.** L'intervalle des vitesses de rotation  $N_{M1}$  (en tr/min) du moteur M1.

0,25 pt

--

$\dots \leq N_{M1} \leq \dots$

**Q.08.** Les conditions qu'il faut vérifier pour qu'une balle soit frappée par le frappeur (l'électroaimant).

0,25 pt

--

**Q.09.** L'expression de la vitesse de rotation  $N_G$  des galets en fonction de la vitesse de lancement  $V_b$  de la balle dans le cas où les deux galets tournent à la même vitesse angulaire :  $|\omega_{G2}| = |\omega_{G3}|$ .

0,25 pt

--

$N_G = \dots$

**Q.10.** Détermination de l'intervalle des vitesses de rotation  $N_{M2} = N_{M3}$  (en tr/min) des moteurs de lancement M2 et M3

0,50 pt

--

$\dots \leq N_{M2} \leq \dots$

**D.Rep 4** /2,00 Pts

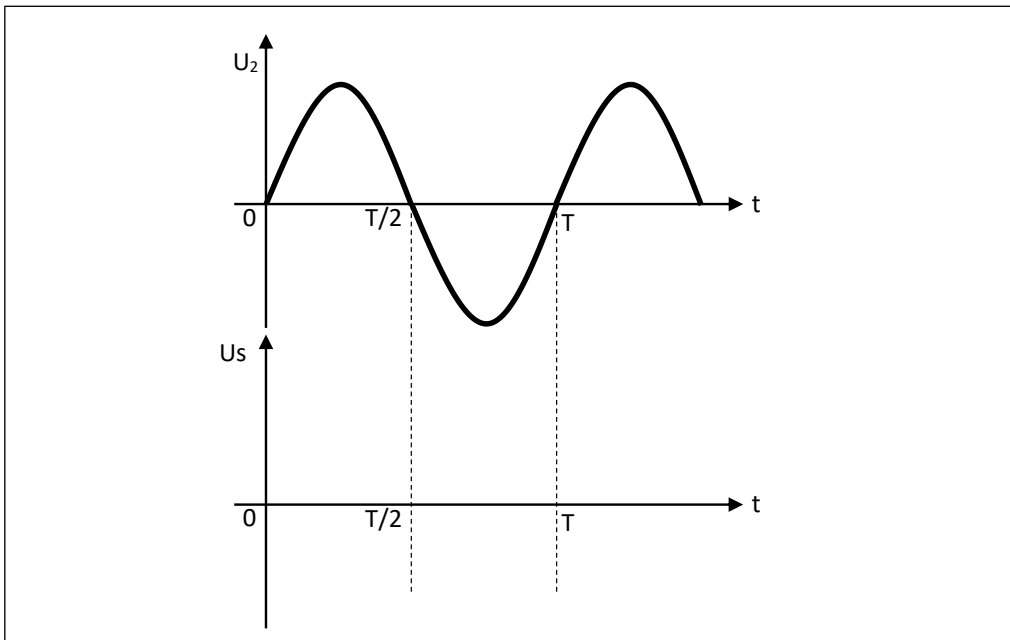
**Q.11.** Le nom et la fonction des blocs 1 et 2 constituant le circuit d'alimentation : 1,00 pt

Bloc	1	2	3
Nom	.....	.....	Condensateur
Fonction	.....	.....	Filtrer la tension

**Q.12.** La valeur efficace de la tension  $U_2$ . 0,25 pt

$U_2 = \dots\dots\dots V$
---------------------------

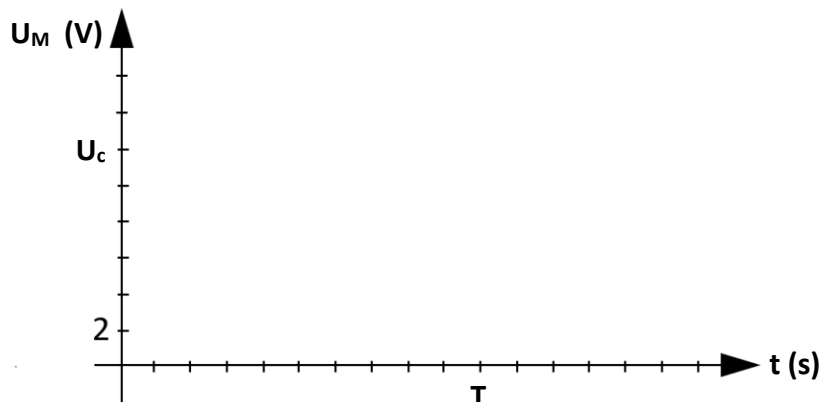
**Q.13.** L'allure de la tension  $U_s(t)$  pour une période. 0,25 pt



**Q.14.** La valeur moyenne  $U_{Smoy}$  de  $U_s(t)$  lorsque l'interrupteur  $k$  est ouvert 0,25 pt

$U_{Smoy} = \dots\dots\dots V$
--------------------------------

**Q.15.** L'allure de la tension  $U_M(t)$  aux bornes du moteur **M2** ou **M3** pour une valeur du rapport cyclique  $\alpha = 0,7$ . 0,25 pt





**D.Rep 5**

**/2,75 Pts**

**Q.16.** La valeur moyenne  $U_{Mmoy}$  (en V) de  $U_M(t)$ .

0,25 pt

<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	$U_{Mmoy} = \dots\dots\dots V$
---	--------------------------------


**Q.17.** La vitesse de rotation  $N_{M2}$  (en tr/min) pour une tension d'alimentation  $U_{Mmoy} = 8,5 V$ .

0,25 pt

<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	$N_{M2} = \dots\dots\dots tr/min$
---	-----------------------------------

**Q.18.** Tableau relatif aux capteurs  $C_p$  du capteur  $C_o$  :

0,50 pt

Capteur	Nom	Symbole
Cp	Capteur de position (présence)	
Co	.....	

**Q.19.** Table de vérité des états de sortie du décodeur BCD/7 segments pour afficher les chiffres 1 et 5..

0,50 pt

Décimal	Variables d'entrée				Variables de sorties : Segments						
	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/
1	0	0	0	1	/	/	/	/	/	/	/
2	0	0	1	0	/	/	/	/	/	/	/
3	0	0	1	1	/	/	/	/	/	/	/
4	0	1	0	0	/	/	/	/	/	/	/
5	0	1	0	1	/	/	/	/	/	/	/
6	0	1	1	0	/	/	/	/	/	/	/
7	0	1	1	1	/	/	/	/	/	/	/
8	1	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/
9	1	0	0	1	/	/	/	/	/	/	/

**Q.20.** Information à la sortie du microcontrôleur :  $RB_7 RB_6 RB_5 RB_4 RB_3 RB_2 RB_1 RB_0$ .

0,25 pt

RB <sub>7</sub>	RB <sub>6</sub>	RB <sub>5</sub>	RB <sub>4</sub>	RB <sub>3</sub>	RB <sub>2</sub>	RB <sub>1</sub>	RB <sub>0</sub>

**Q.21.** Tableau des noms et des fonctions des pièces :

1,00 pt

Repère	Nom	Fonction
6	.....	.....
7	.....	.....

D.Rep 6

/3,00 Pts

Q.22. Liaison en rotation du pignon 4/13 :

0,25 pt

Table grid for drawing response Q.22.

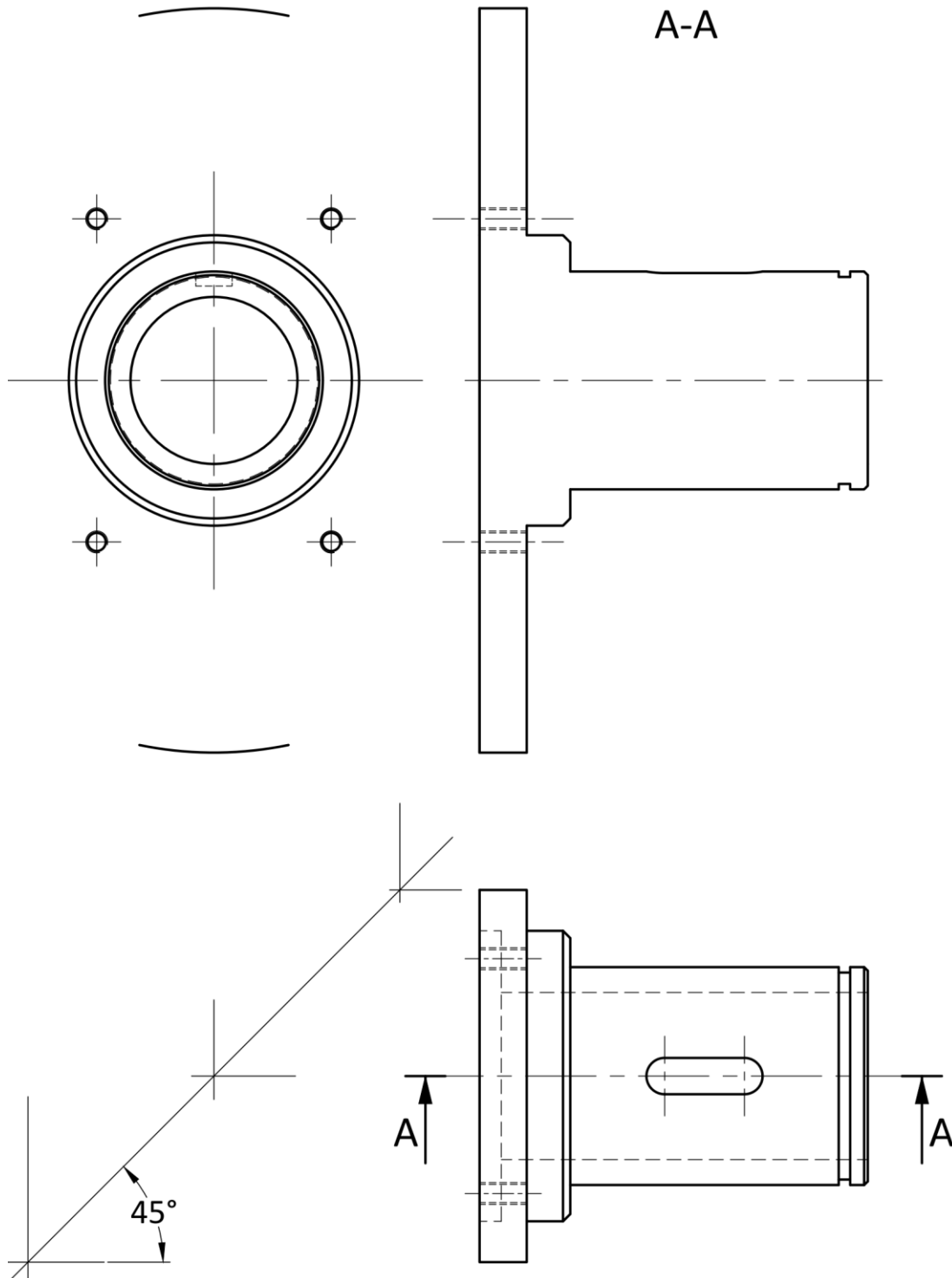
Q.23. Tableau des noms de chacune des formes demandées.

0,75 pt

Repère	Nom de la forme
F1	.....
F2	.....
F3	Epaulement
F4	.....

Q.24. Représentation graphique de la pièce (3).

2,00 pts



D.Rep 7

/4,25 Pts

Q.25. Expression et calcul de  $\alpha_4$  (en rad).

0,50 pt

Expression littérale :	$\alpha_4 = \dots\dots\dots$
	$\alpha_4 = \dots\dots\dots \text{ rad}$

Q.26. Dédution de l'expression littérale de la vitesse angulaire «  $\omega_4$  » du pignon (4).

0,25 pt

--

Q.27. Calcul de  $\omega_{4 \text{ mini}}$  et  $\omega_{4 \text{ Maxi}}$  si  $1s \leq t_\alpha \leq 4s$  en (rad/s).

0,50 pt

$\omega_{4 \text{ mini}}$	$\omega_{4 \text{ Maxi}}$

Q.28. Expression et calcul du rapport de transmission  $k_4$  du réducteur  $R_4$ . (En prenant 4 chiffres après la virgule)

0,50 pt

$k_4 = \dots\dots\dots$

Q.29. Détermination de  $\omega_{M4}$  en fonction de  $\omega_4$  (avec :  $\omega_4 = \omega_{13}$ )

0,25 pt

--

Q.30.  $\omega_{M4 \text{ mini}}$  et  $\omega_{M4 \text{ Maxi}}$  en (rad/s).

0,50 pt

$\omega_{M4 \text{ mini}}$	$\omega_{M4 \text{ Maxi}}$

Q.31. Liaison du vérin avec le carter supérieur.

0,25 pt

--

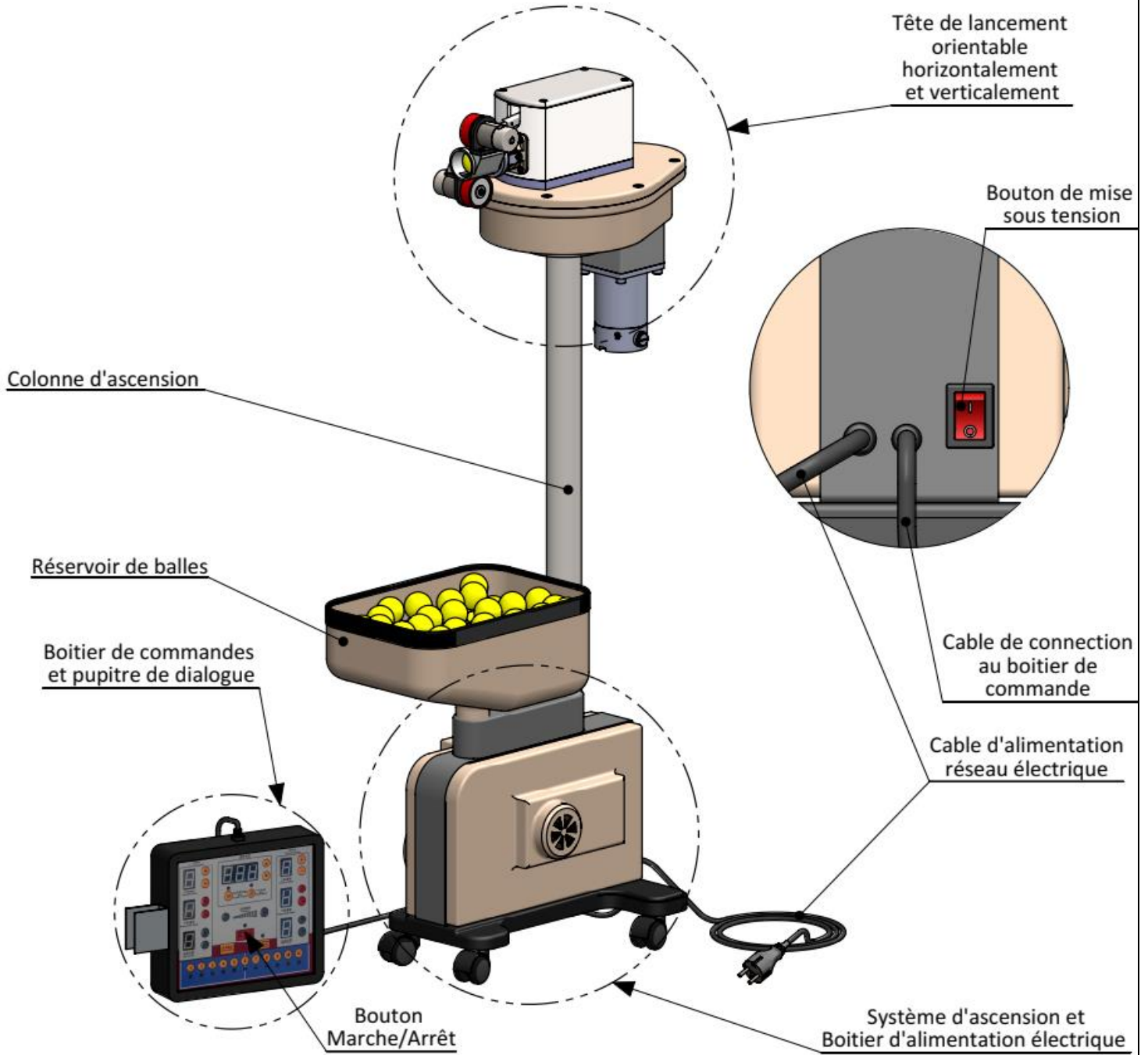
Q.32. Tableau des liaisons.

1,50 pt

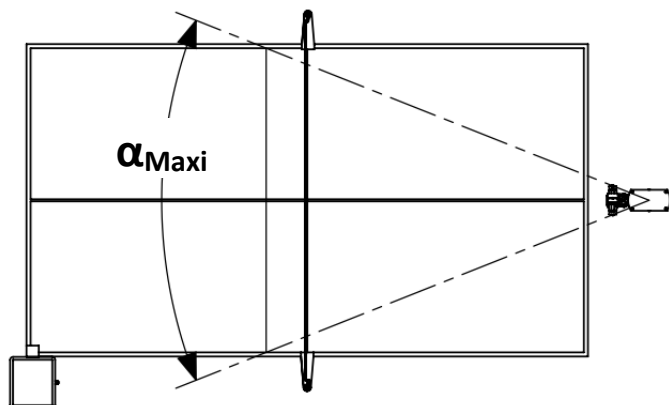
Repère	Nom	Symbole 2D normalisé
35/32	.....	
33/35	.....	
33/32	.....	

D.Res 1

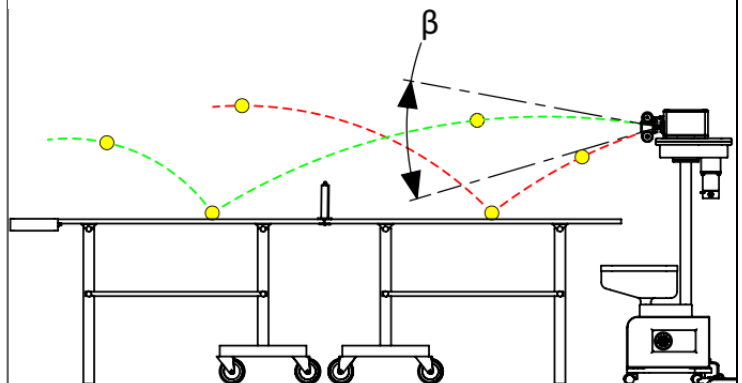
Constitutions



Balayage horizontal d'angle  $\alpha$

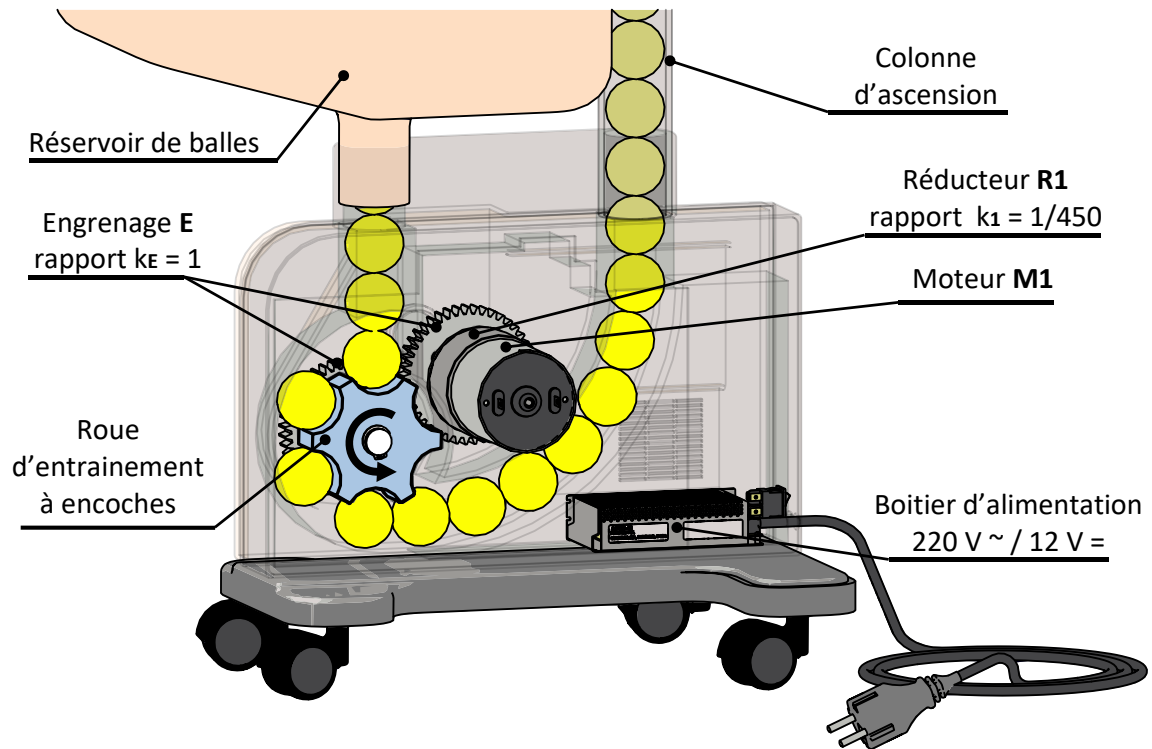


Balayage vertical d'angle  $\beta$

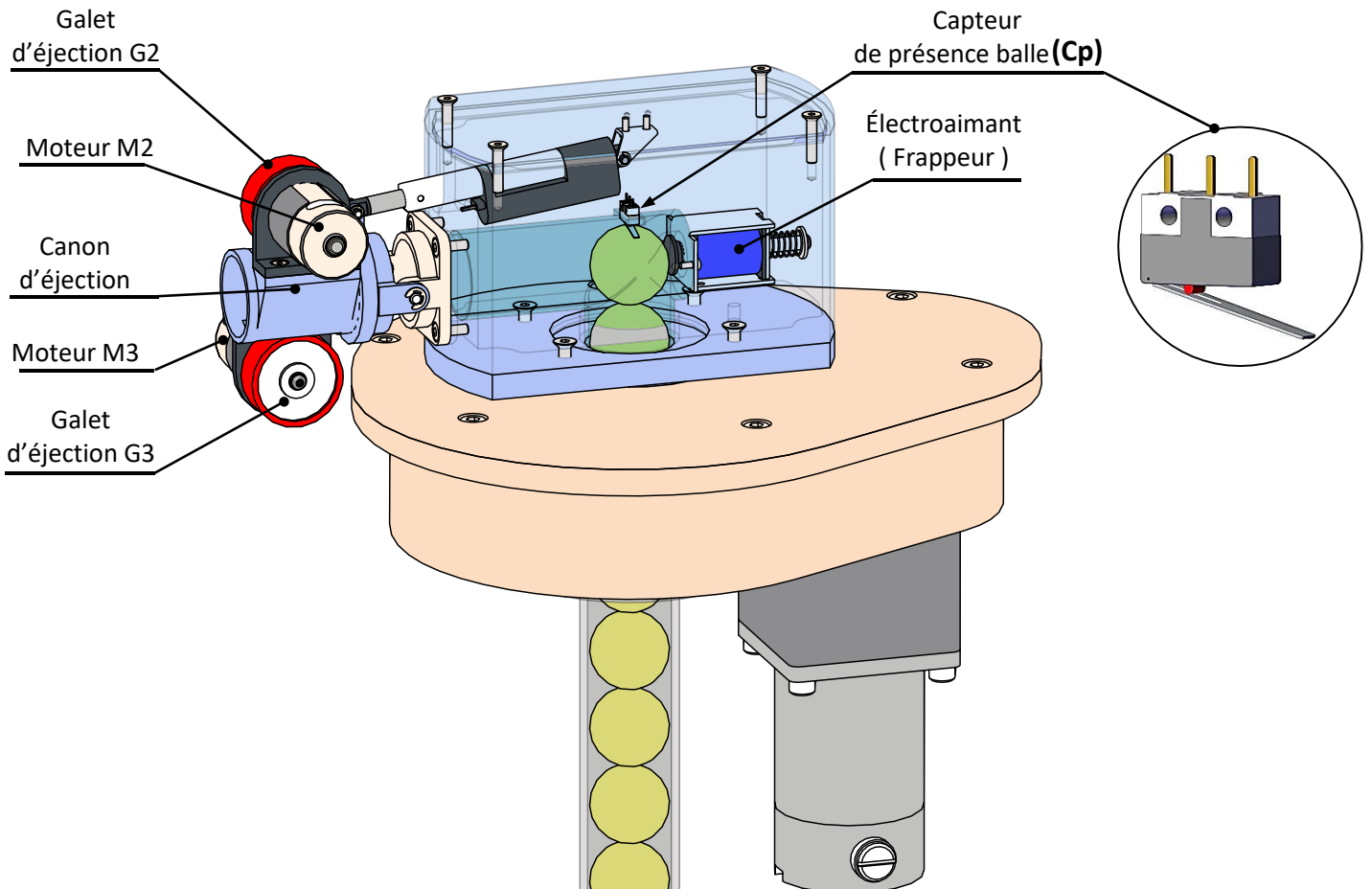


## D.Res 2

## Dispositif d'ascension des balles vers la tête de lancement



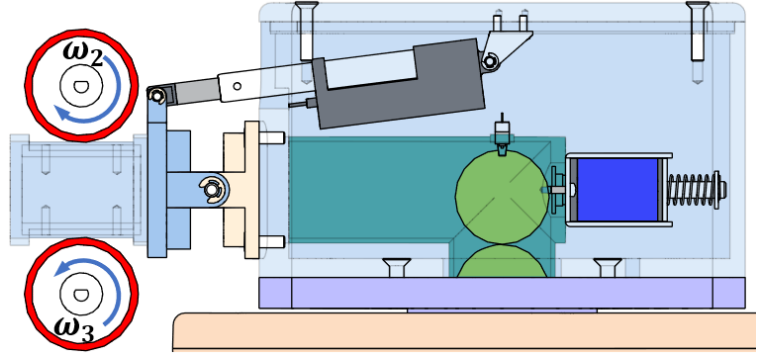
## Dispositif de frappe et d'éjection de la balle vers le joueur



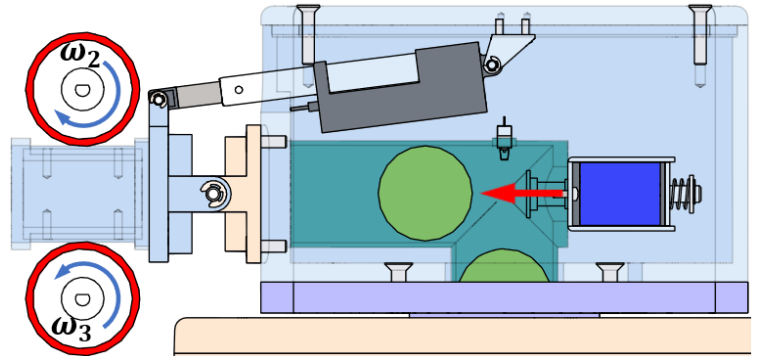
## D.Res 3

Etapes de lancement de la balle

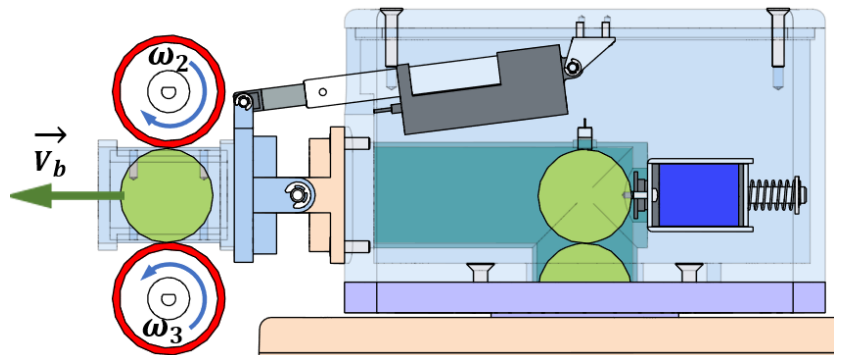
1. Balle devant le frappeur en attente d'un ordre du microcontrôleur



2. Ordre du microcontrôleur, excitation de l'électroaimant et frappe de la balle vers les galets d'éjection



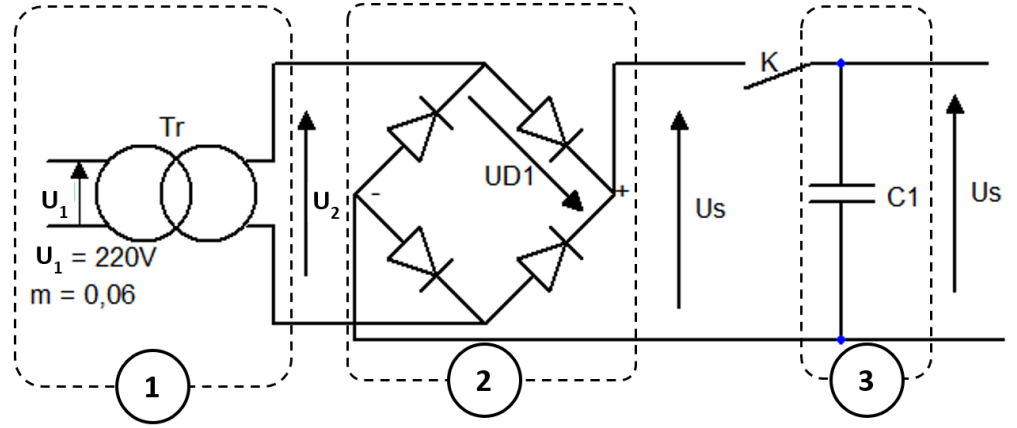
3. Ejection de la balle par les galets d'éjection



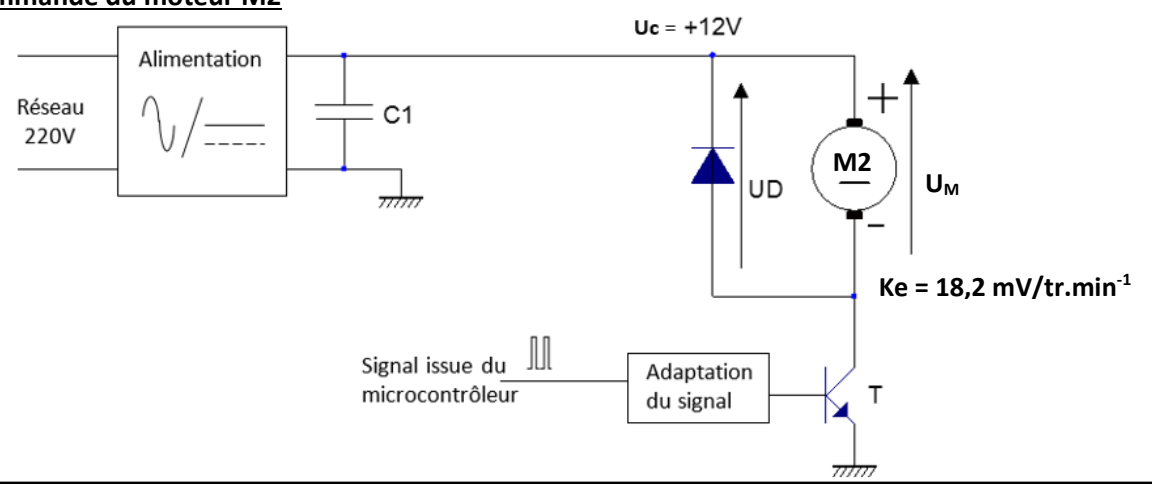
- Fréquence de lancement de balles  $f_b$  :  $30 \leq f_b \leq 120$  balles/min
- Vitesse de lancement  $V_b$  :  $12 \leq V_b \leq 40$  Km/h
- Diamètre de la balle  $D_b$  :  $D_b = 40$  mm
- Diamètre des galets  $D_G$  :  $D_G = 48$  mm

D.Res 4

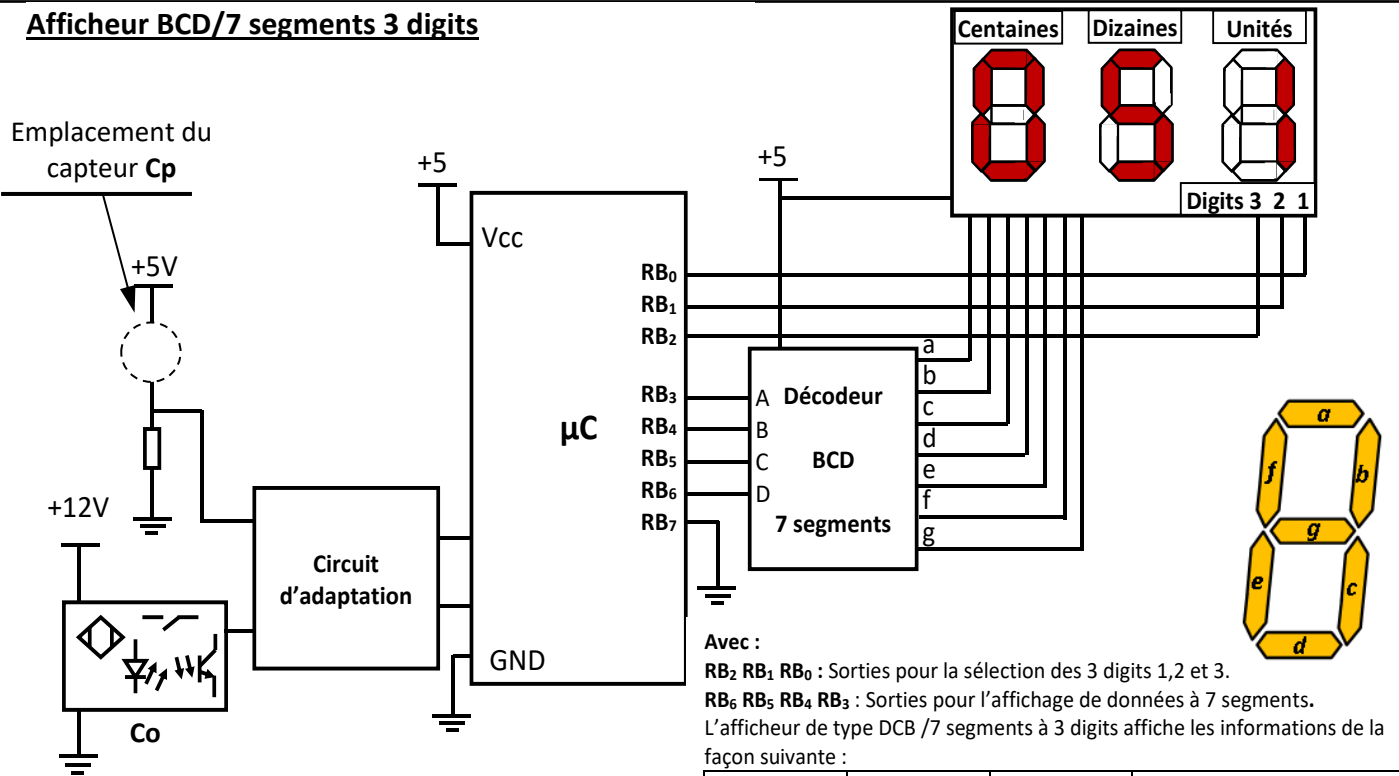
Alimentation en énergie électrique



Alimentation et commande du moteur M2



Afficheur BCD/7 segments 3 digits

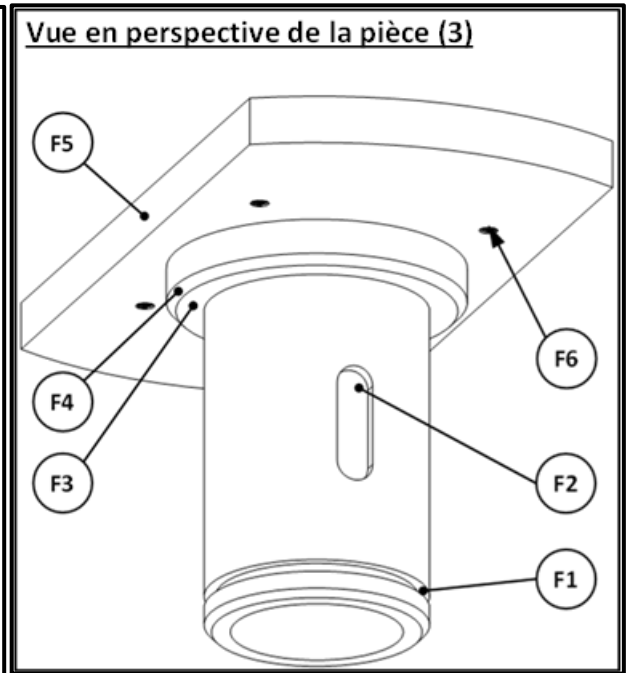
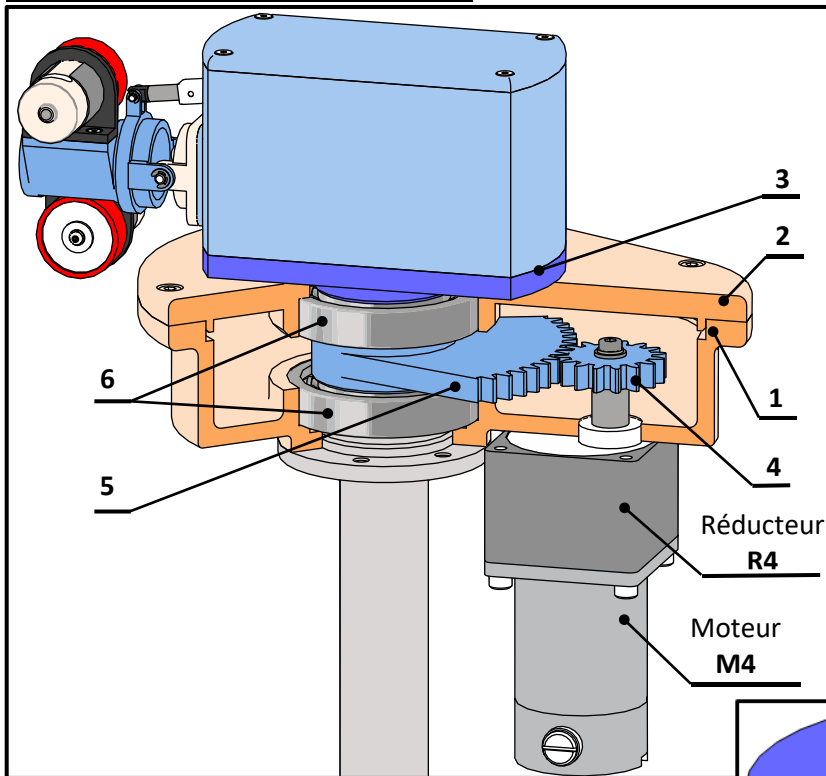


Avec :  
 RB<sub>2</sub> RB<sub>1</sub> RB<sub>0</sub> : Sorties pour la sélection des 3 digits 1,2 et 3.  
 RB<sub>6</sub> RB<sub>5</sub> RB<sub>4</sub> RB<sub>3</sub> : Sorties pour l'affichage de données à 7 segments.  
 L'afficheur de type DCB /7 segments à 3 digits affiche les informations de la façon suivante :

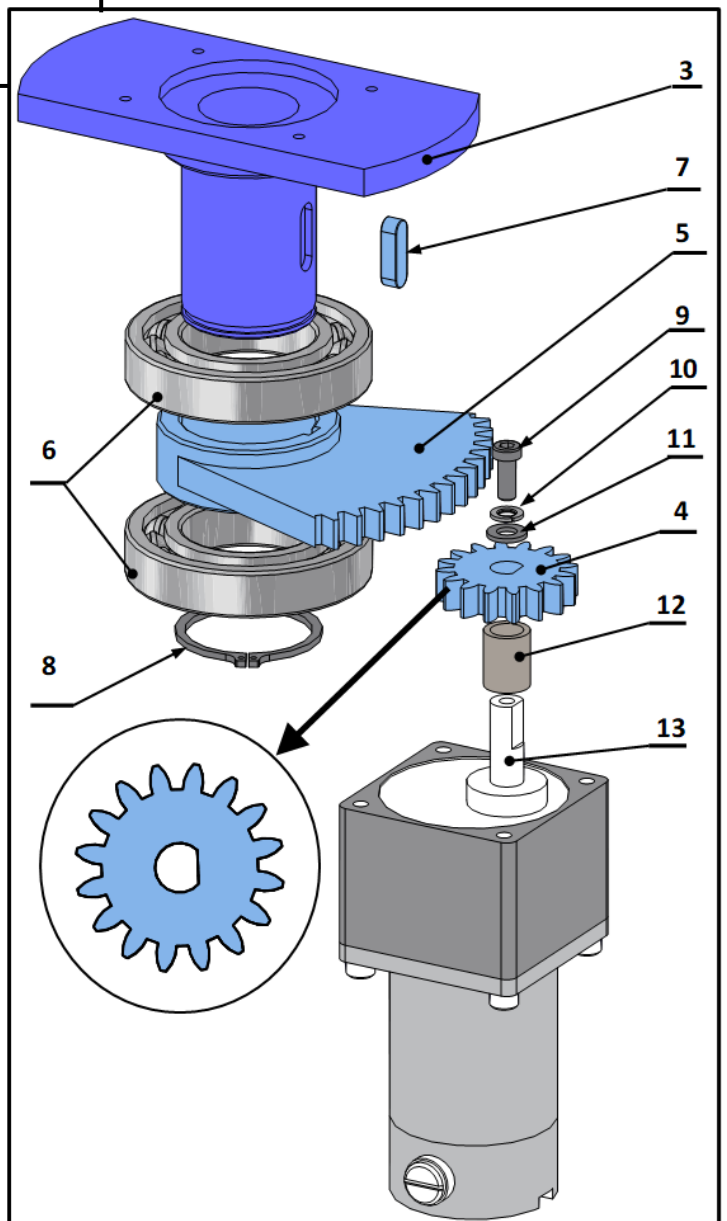
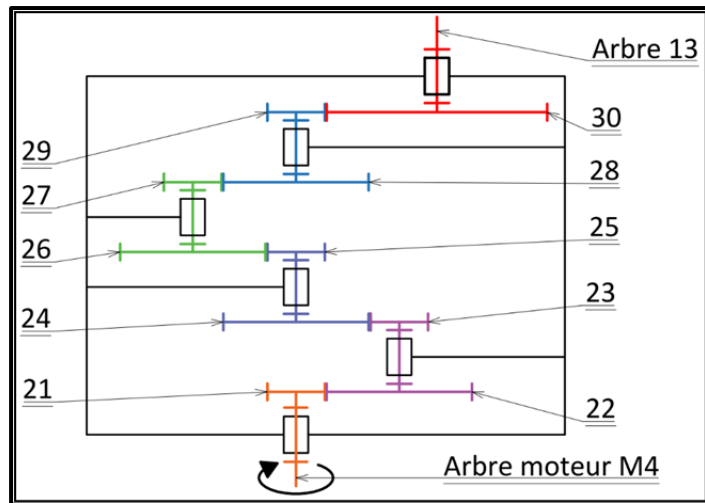
RB <sub>2</sub> (Digit 3)	RB <sub>1</sub> (Digit 2)	RB <sub>0</sub> (Digit 1)	Affichage
0	0	0	Rien n'est affiché
0	0	1	Affichage sur les unités
0	1	0	Affichage sur les dizaines
1	0	0	Affichage sur les centaines

D.Res 5

**Dispositif d'orientation horizontale**



**Schéma cinématique du réducteur R4**



Valeur maximale de l'Angle de balayage horizontale :

$\alpha_{Max} = 43^\circ$

Diamètres primitifs

Pignon (4) :  $d_4 = 55 \text{ mm}$

Secteur denté (5) :  $d_5 = 214 \text{ mm}$

Nombres de dents des différentes roues et pignons du réducteur R4 :

$Z_{21} = Z_{23} = Z_{25} = Z_{27} = Z_{29} = 12 \text{ dents}$

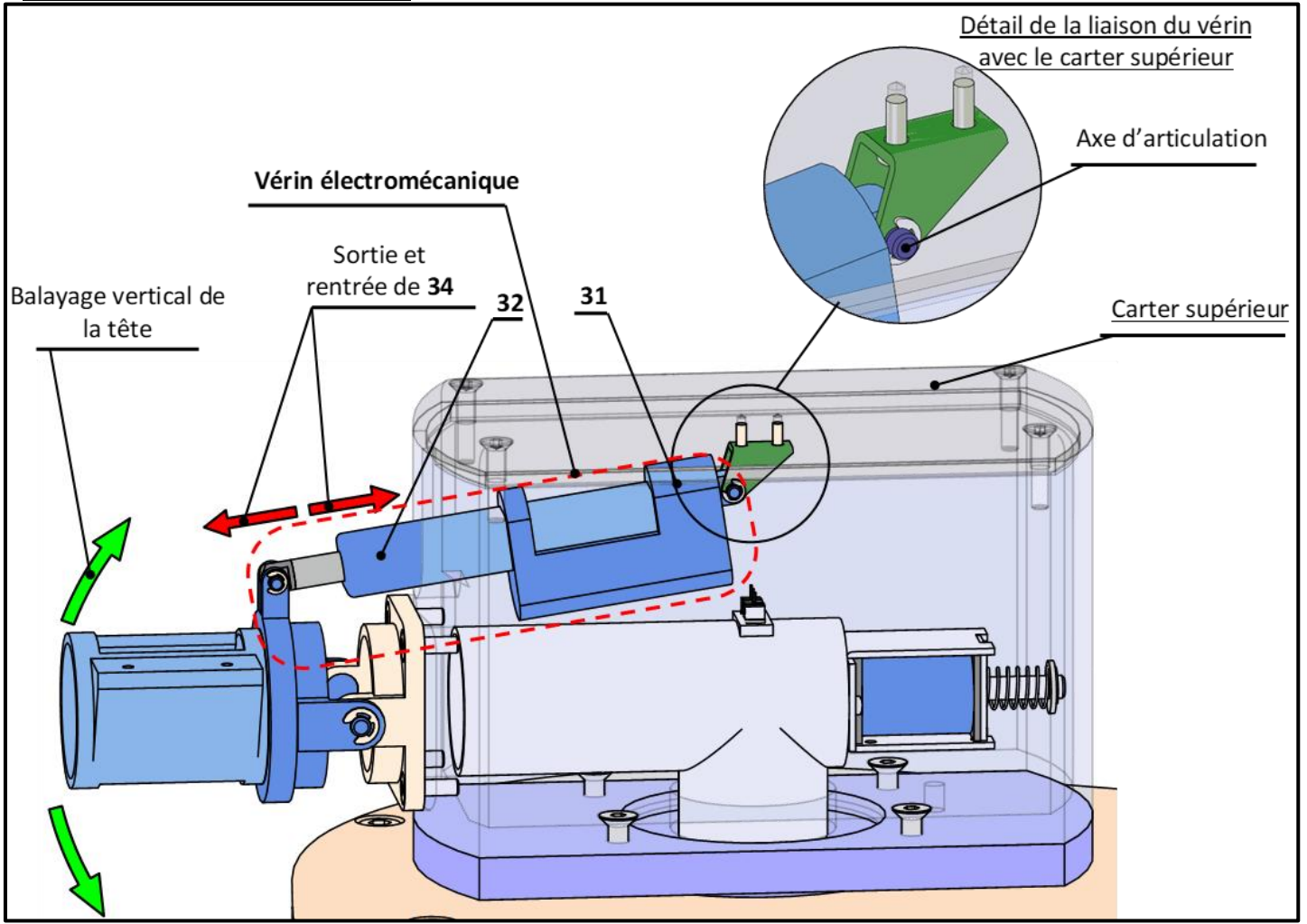
$Z_{22} = Z_{24} = Z_{26} = Z_{28} = 30 \text{ dents}$

$Z_{30} = 46 \text{ dents}$



D.Res 6

Dispositif d'orientation verticale



Modelé 3D du vérin électromécanique

