

**SESSION 2020**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

**ÉPREUVE E4**

**CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME  
MICROTECHNIQUE**

**IMPRIMANTE D'ÉTIQUETTE  
CORRIGÉ**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 1/14</b>

## Activité 1 - Conception de l'acquisition « couleur de cassette »

**Objectif:**

### Question 1

**Combien** de détecteurs sont nécessaires pour distinguer les 26 types de cassettes ? **Justifiez** votre réponse.

**Cinq détecteurs sont nécessaires car  $2^4 < 26 < 2^5$  : 26 est codé sur 5 bits**

### Question 2

Sur quel type de broche du  $\mu$ Contrôleur les détecteurs doivent-ils être câblés ? Cf. **DR2**

**Question 3** Sur le **DR2**, **câbler** un détecteur pour satisfaire ces spécifications. Cf. **DR2**

## Activité 2 - Validation du moteur d'entraînement des rubans

### Question 4

Pour éviter toute discontinuité d'impression du ruban, on doit respecter une zone de recouvrement de 20% (Cf **DT4 et DT5** et schéma rappelé **Fig. 2** ci dessous). **Calculer** la largeur de la zone de recouvrement que l'on appellera  $\Delta s$  (**Fig. 1 et 2**). **En déduire** la distance de déplacement utile  $X_{\text{dépl}}$ .

**$\Delta s = 20\%$  de  $0,18\text{mm} = 0,036\text{mm}$  On en déduit  $X_{\text{dépl}} = 0,18\text{mm} - 0,036 = 0,144\text{mm}$ .**

### Question 5

En s'aidant du schéma ci-dessus, **en déduire** l'angle de rotation unitaire du galet 2 :  $\Delta\theta_2$  en degré, permettant d'obtenir ce recouvrement de 20%.

**$\Delta s = R \Delta\theta_2 \rightarrow \Delta\theta_2 = \Delta s/R = 0.036/7 = 0.051 \text{ rad} = 0.296^\circ$**

### Question 6

Le moteur pas à pas choisi a une résolution de 15 degrés par pas. **Calculer** le rapport de réduction  $i_2$  permettant d'obtenir la précision souhaitée.

**$i_2 = 0.296/15 = 0.00197 = 1/51$ .**

### Question 7

**Calculer** l'angle  $\theta_2$  du galet 2 en degré permettant d'obtenir la rotation pour une largeur d'impression. **En déduire** le nombre de pas pour obtenir l'avance souhaitée pour un élément chauffant.

**Largeur souhaitée 0.144 mm.**

**Corde  $s = R \times \theta_2 \rightarrow \theta_2 = 0.144/7 = 0.0206 \text{ rad} = 1.18^\circ$  d'où  $\theta_M = 51 \times 1.18 = 60.14^\circ \rightarrow 4 \text{ pas}$**

### Question 8

**Déterminer** la fréquence de rotation du galet 2:  $N_{\text{galet 2}}$  (en tr/min) permettant d'obtenir la vitesse d'avance de la bande.

**$\omega_{\text{galet 2}} = 30/7 = 4.29 \text{ rad/s} \rightarrow N_{\text{galet 2}} = 40.93 \text{tr/min}$ .**

### Question 9

Quelle que soit la valeur  $i_2$  trouvée à la question 7, on donne le rapport de réduction du réducteur 2:  $i_2 = 1/51$ . **Déterminer** la fréquence de rotation du moteur  $N_{\text{moteur}}$  en tr/min. **En déduire** la fréquence en pas/s.

**$N_{\text{galet 2}} / N_{\text{moteur}} = 1/51 \rightarrow N_{\text{moteur}} = 51 \times 40.93 = 2087 \text{ tr/min} = 34.8 \text{ tr/s}$**

**$1 \text{ pas} \rightarrow 15^\circ = 0.0417 \text{tr}$  soit  $34.8/0.0417 = 834.8 \text{ pas} \rightarrow \text{en } 1 \text{ s}$ . **Fréquence 835 pas/s.****

### Question 10

**Déterminer** le couple moteur nécessaire permettant l'avance du galet 2.

**$C_{\text{galet 2}} = 56 \text{ mN.m} \rightarrow C_{\text{moteur}} = C_{\text{galet 2}} \times i_2 / \eta_g = 56 \times 1/51 / 0.7 = 1.57 \text{ mN.m}$**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 2/14</b>

### Question 11

Sur le **DR2**, **tracer** le point obtenu et **indiquer** si le moteur pas à pas choisi convient, en tenant compte de cette dernière donnée. **Justifiez** votre réponse. **Le moteur convient. Pour une fréquence de 835pas/s et  $C_m = 4mN.m$ , le point trouvé est en dessous de la courbe pull-in.**

## Activité 3 - Conception de la commande du moteur d'entraînement des rubans

### Question 12

**Justifier** la présence du driver BD6380 pour piloter le moteur pas à pas

**Le driver BD6380 est un double pont en H qui permet d'adapter la puissance entre le  $\mu C$  et le moteur.**

### Question 13

**Compléter** le câblage du driver BD6380 (broches 9, 10, 11, 14, 15, 16 et 24).

La broche 23 sera laissée en l'air. (cf. **DT16**)

Cf. **DR3**

### Question 14

Calculer la tension  $MCU\_VREF$  pour que le courant soit de 210mA dans chaque phase

**$MCU\_VREF = R132 \times I_{phase1} = R133 \times I_{phase2} \rightarrow MCU\_VREF = 0,68 \times 0,21 = 143mV$**

### Question 15

Quel type de sortie du microcontrôleur doit-on utiliser pour fournir  $MCU\_VREF$  ?

**On doit utiliser une sortie Analogique : le  $\mu C$  doit disposer de la ressource CNA**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 3/14</b>

## Activité 4 - Conception de la communication et du traitement de l'information.

### Question 16

**Quelle est** la valeur de **Nlignes** ? **Quel est** son format au minimum (booléen [1 bit], octet [8 bits] ou entier [16 bits]) ?

**Nlignes = Letquette / 0,144mm = 500      Format : entier (16 bits de 0 à 65535)**

### Question 17

A partir du **DT10** du moteur pas à pas, compléter les 2 dernières lignes du tableau **DR4**  
Cf. **DR4**

### Question 18

Sur le **DR4**, **compléter** l'algorithme de la tâche Ejection/Impression Etiquette  
Cf. **DR4**

### Question 19

Pour quel état logique de **CMD\_LED** la led est-elle allumée ?

**Etat logique haut ou 1**

### Question 20

**Calculer R** pour que D1 éclaire convenablement.

**REPONSE :**  $R = \frac{3V3 - BV - Vf}{If} \rightarrow R = 73\Omega$

### Question 21

**Choisir** la valeur normalisée de R dans la série E12 (cf. **DT15**)

**On choisit  $R_{E12} = 68\Omega$       ou  $R_{E12} = 82\Omega$**

### Question 22

**Choisir** le boîtier le moins volumineux pour R tout en respectant un facteur de sécurité de 2 pour la puissance dissipée. (cf. **DT15**)

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{1,1^2}{82} = 14,8mW \quad \times 2 \sim 30mW$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{1,1^2}{68} = 17,8mW \quad \times 2 \sim 36mW$$

**$\rightarrow$  on choisit le boîtier 0402 (1/16W = 62,5mW)**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 4/14</b>

## Activité 5 – Choix du système de coupe de l'étiquette

### Question 23

Sur le document réponse **DR5**, proposer un choix argumenté d'une solution en complétant le tableau fourni

Cf. DR5

### Question 24

**24.1)** Voir DR6

**24.2)** On isole la lame mobile 4

En appliquant le théorème des moments au point **B**, **déterminer** l'effort en **C** dû à la roue excentrique 3 noté  $\vec{C}_{3 \rightarrow 4}$ .

**Figure a :**  $AB.FA = BC \times C3/4$   
 $C3/4 = AB/BC \times FA = 34/57 \times 7 = 4,17 \text{ N}$

**Figure b :**  $AB.FA = BC \times C3/4$   
 $C3/4 = AB/BC \times FA = 34/39 \times 7 = 6.1 \text{ N}$

**24.3)** En déduire le couple d'entraînement sur la **roue excentrique 3**, noté sur la chaîne d'énergie  $C_{red}$ . Pour cela on isolera la **roue excentrique 3** et on appliquera le théorème des moments au point **D**. Pour les deux cas de figure du DR6

**Figure a :**  $C_{red} = e \times C3/4 = 9 \times 4,17 = 37,53 \text{ mN.m}$  → Comparable aux résultats de simulation (37mNm en moyenne).

**Figure b :**  $C_{red} = e \times C3/4 = 9 \times 6.1 = 54.9 \text{ mN.m}$

### Question 25

**Quel sens** de rotation faut-il prendre pour la roue excentrique 3 (sens horaire ou trigo)? **justifier** votre choix. **En déduire** le sens de rotation moteur (sens horaire ou trigo), **justifier** votre réponse.

- **Sens de rotation qui permet d'avoir le plus grand bras de levier pour la découpe,(horaire-fig.a) et donc le plus petit couple moteur nécessaire.**
- **3 contacts engrenages extérieurs, donc le sens de rotation du moteur doit être inverse.(trigo).**

### Question 26

**Calculer** le rendement global du réducteur à engrenages parallèles  $\eta_g$ .

$$\eta_g = (\eta_1)^3 \times (\eta_{pivot})^3 = 0,625$$

### Question 27

**Déterminer** le rapport de réduction  $r = \omega_{red} / \omega_m$ .

$$r = 14 \cdot 14 \cdot 14 / 63 \cdot 76 \cdot 64 = 1/111,7$$

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 5/14</b>

### Question 28

Calculer le couple moteur  $C_m$ .

$$P_{red} = \eta_g \times P_m$$

$$C_{red} \times \omega_{exc4} = \eta_g \times C_m \times \omega_m$$

$$C_m = (C_{red} \times \omega_{exc4} / \omega_m) / \eta_g = (C_{red} \times r) / \eta_g = (37,53 \times 1/111,7) / 0,625$$

$$C_m = 0,54 \text{ N.mm}$$

### Question 29

A partir des données du CdCF (cf. **DT6** - on rappelle que la découpe s'effectue pour un tour de la roue excentrique), rechercher le temps imposé pour la découpe et en déduire la fréquence de rotation du pignon moteur  $N_m$ .

$$N_{red} = 1 \text{tr}/2\text{s} = 30 \text{ tr/mn}$$

$$N_m = N_{red} \times 111,7 = 3351 \text{ tr/mn (minimum car 2s max)}$$

Quelle que soit la réponse à la question 32 on prendra  $C_m = 0,5 \text{ mNm}$

Afin de limiter la consommation de l'objet, on impose que le courant moteur soit au maximum de 100mA.

### Question 30

A partir des résultats précédents et des caractéristiques du moteur fournies (cf. **DT14**),

- **Compléter** le tableau sur le **DR6**.
- **Repérer** par une croix les caractéristiques qui conviennent.
- **Choisir** un moteur en **justifiant** sa réponse.

**Moteur Mabushi RF-300EA-8Z485 car sur courbe pour  $C_m = 0,54 \text{ mN.m}$  :**

- $N_m = 4150 \text{ tr/mn} > 3350 \text{ tr/mn}$
- $I_m = 80 \text{ mA} < 100 \text{ mA}$
- **encombrement minimum.**

## Activité 7 - Recherche d'une solution pour actionner le détecteur « Fin de découpe »

**Problématique 8:** On souhaite réaliser la détection de la rotation de la roue excentrique correspondant à 1 tour de celle-ci.

### Question 31

**Concevoir** un système ainsi que les formes de la roue excentrique permettant d'ouvrir et fermer le capteur de position, donné sur **DT15**, correspondant à 1 tour complet de la roue excentrique. A définir sur les deux vues de la feuille réponse **DR7**.

Cf. **DR7**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 6/14</b>

## Activité 8 - Validation de la contrainte d'autonomie

### Question 32

**Calculer** la valeur moyenne du courant lors du cycle complet d'éjection/impression en tenant compte d'un temps de repos de 10s entre chaque impression ( $T_{\text{cycle}} = 16,7\text{s}$ ).

$$I_{\text{moyen}} = (600\text{mA} \times 1\text{s} + 120\text{mA} \times 2\text{s} + 800\text{mA} \times 1,7\text{s} + 120\text{mA} \times 2\text{s} + 60\text{mA} \times 10\text{s}) / 16,7\text{s} \\ = 182\text{mA}$$

### Question 33

**Calculer** la quantité d'électricité consommée (en mA.s puis en mA.h) lors de l'impression d'une étiquette.

$$I_{\text{moyen}} \times T_{\text{cycle}} = 182\text{mA} \times 16,7\text{s} = 3040\text{mA.s} \quad \text{soit } 3040\text{mA.s} / (3600\text{s/h}) = 0,84\text{mA.h}$$

### Question 34

En **déduire** le nombre d'étiquettes pouvant être imprimées sans changer les piles et **conclure** quant au respect de la spécification d'autonomie.

$$N = C_{\text{piles}} / C_{\text{étiquette}} = 3000\text{mA.h} / 0,84\text{mA.h} = 3500 \text{ étiquettes}$$

**C'est supérieur aux 3000 étiquettes escomptées, la spécification relative à l'autonomie est donc respectée.**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2020
Code de l'épreuve : 20-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>COR 7/14</b>

# 1 - Conception de l'acquisition « Couleur de cassette ».

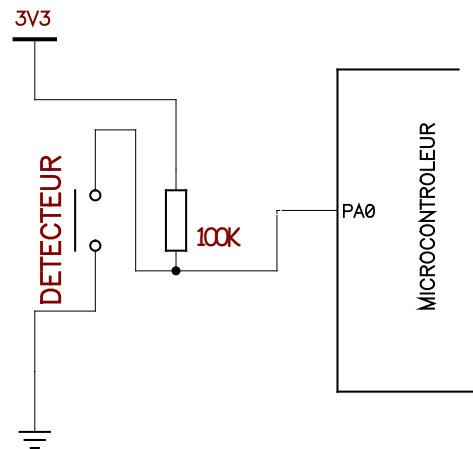
## Question 2

Type des broches du microcontrôleur pour câbler les détecteurs (rayer les propositions fausses)

1	<del>ENTREE</del>	<del>SORTIE</del>
2	<del>ANALOGIQUE</del>	LOGIQUE

## Question 3.

Câbler un détecteur pour satisfaire ces spécifications.

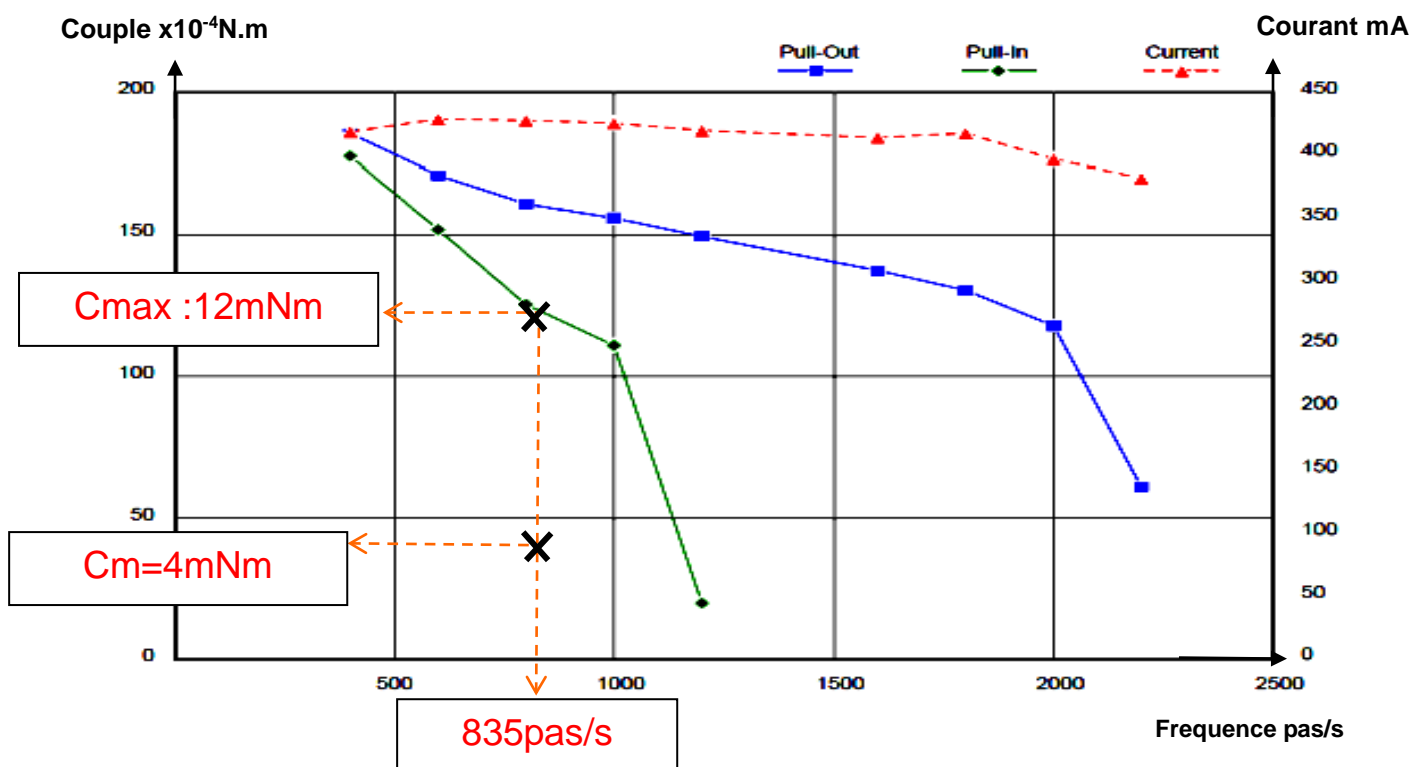


## 2 – Validation du choix du moteur d'entraînement des rubans

### Question 11

- Tracé du point Couple/Fréquence

### Courbe moteur : Couple et Courant = f(Fréquence des pas)



- **Pull-in (Zone de démarrage et d'arrêt):** plage de fréquence des pas dans laquelle le moteur peut démarrer ou s'arrêter sans perte de pas, donnée en fonction du couple à fournir.
- **Pull-out (Zone d'entraînement):** plage de fréquence des pas dans laquelle le moteur peut être entraîné sans perte de pas, donnée en fonction du couple à fournir. Dans cette zone, le moteur ne peut ni démarrer ni s'arrêter sans perte de pas.





## 4 – Etude de la communication et du traitement de l'information

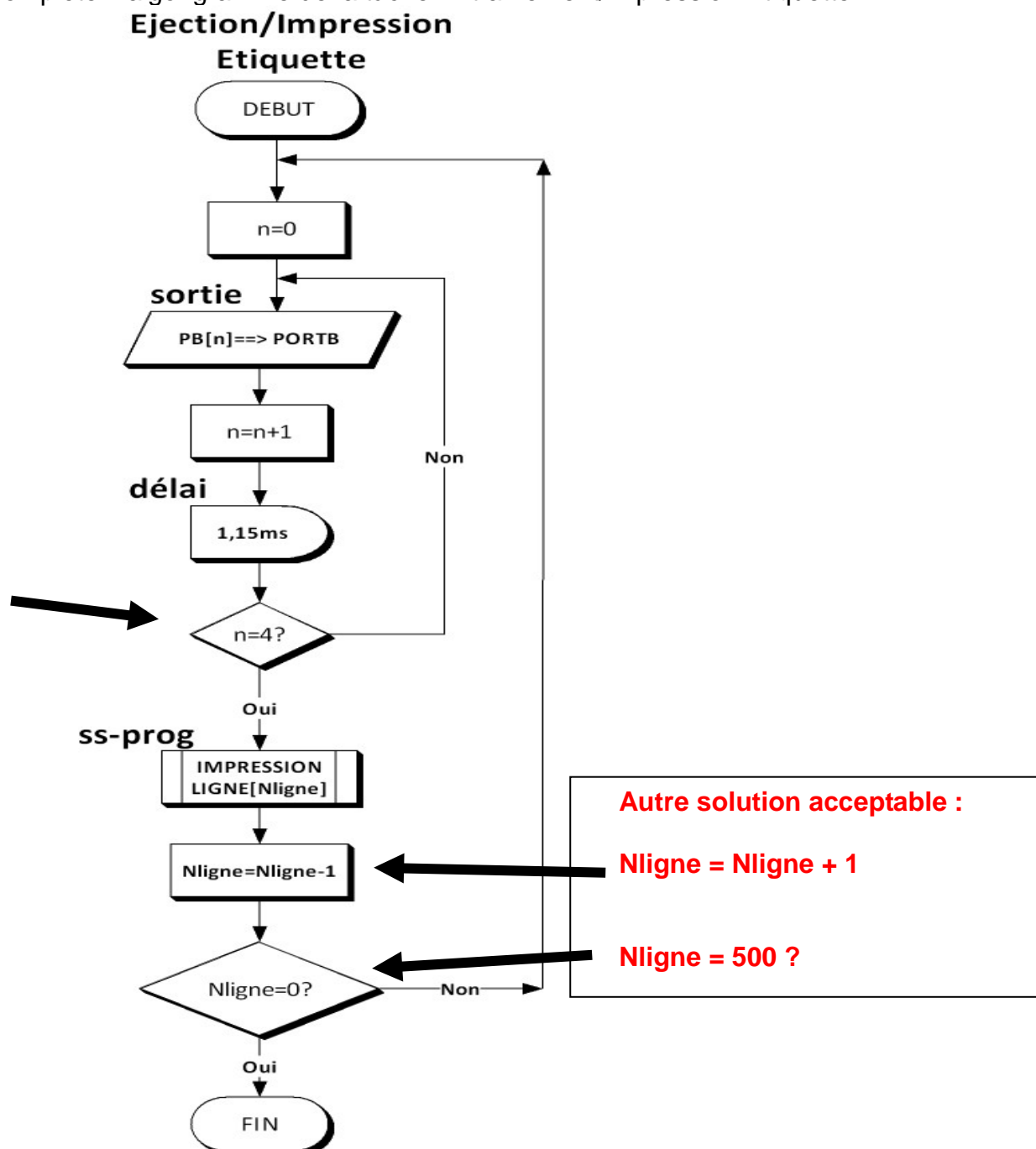
### Question 17

A partir du DT10 du moteur pas à pas, compléter les 2 dernières lignes du tableau ci-dessous :

n	LIGNE PB[n]	PHASE B		PHASE A	
		PB3 B3 - YELLOW	PB2 B1 - ORANGE	PB1 A3 - BROWN	PB0 A1 - BLACK
0	1001	1	0	0	1
1	0101	0	1	0	1
2	0110	0	1	1	0
3	1010	1	0	1	0

### Question 18

Compléter l'algorithme de la tâche Entraînement/Impression Etiquette :



## 5 – Choix du système de découpe de l'étiquette

### Question 23

*Recherche d'une solution adaptée de conception préliminaire*

Notation pour chaque critère = 1 mauvais - 2 moyen - 3 bon - 4 très bon

<b>Solution :</b> Critères Choix	N°1 : ENGRENAGE	N°2 : PIGNON - CREMAILLE	N°3 : EXCENTRIQUE- LEVIER RAINURE OBLONGUE
<b>Critère 1 :</b> inversion ou non rotation moteur	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Critère 2 :</b> <i>couple moteur nécessaire</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Critère 3:</b> <i>complexité relative du mécanisme</i>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Synthèse</b> (somme)	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>11</b>
<b>Classement</b> (1° à 3°)	<b>2°</b>	<b>3°</b>	<b>1°</b>

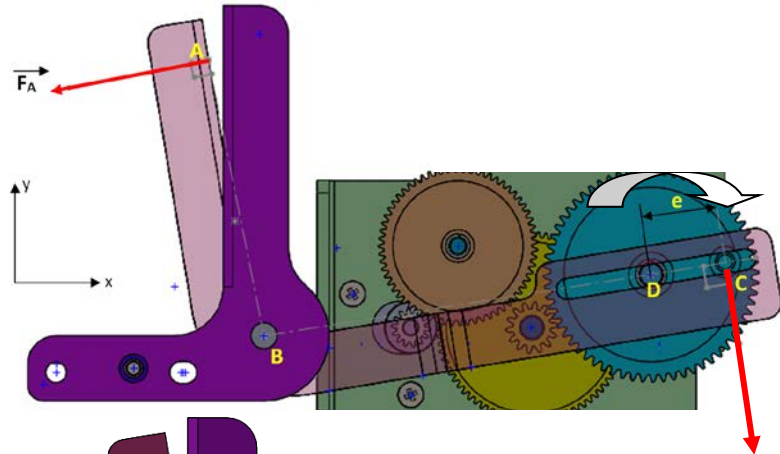
## 6 – Choix de l'actionneur de la chaîne d'énergie du coupe étiquette

### Question 24

24.1) Sur le document réponse DR6 tracer, pour les deux cas de figure, l'effort en C.

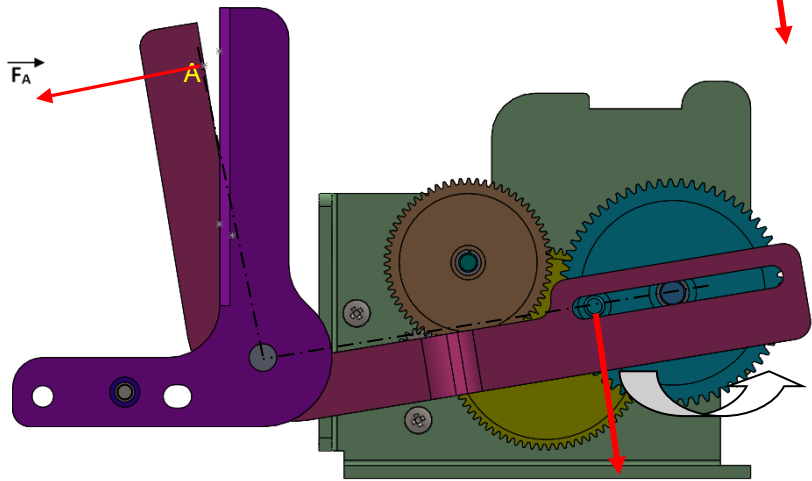
- Figure a :

sens de rotation de la roue excentrique (sens horaire)  
et axe excentrique à droite.



- Figure b :

sens de rotation de la roue excentrique (sens trigo)  
et axe excentrique à gauche.



### Question 30

Pour $C_m = 0.5 \text{ N.mm}$	Moteur Mabuchi RF-300EA-1D390		Moteur Mabuchi RF-300EA-8Z485		Moteur DC-Maxon RE10-118387	
N (tr/mn)	5780 tr/mn	X	4200 tr/mn	X	5900 tr/mn	X
I (mA)	110mA		70mA	X	130mA	
P (mW)	330 mW	X	220 mW	X	350 mW	X

2

3

2

X

VALIDE



NON VALIDE

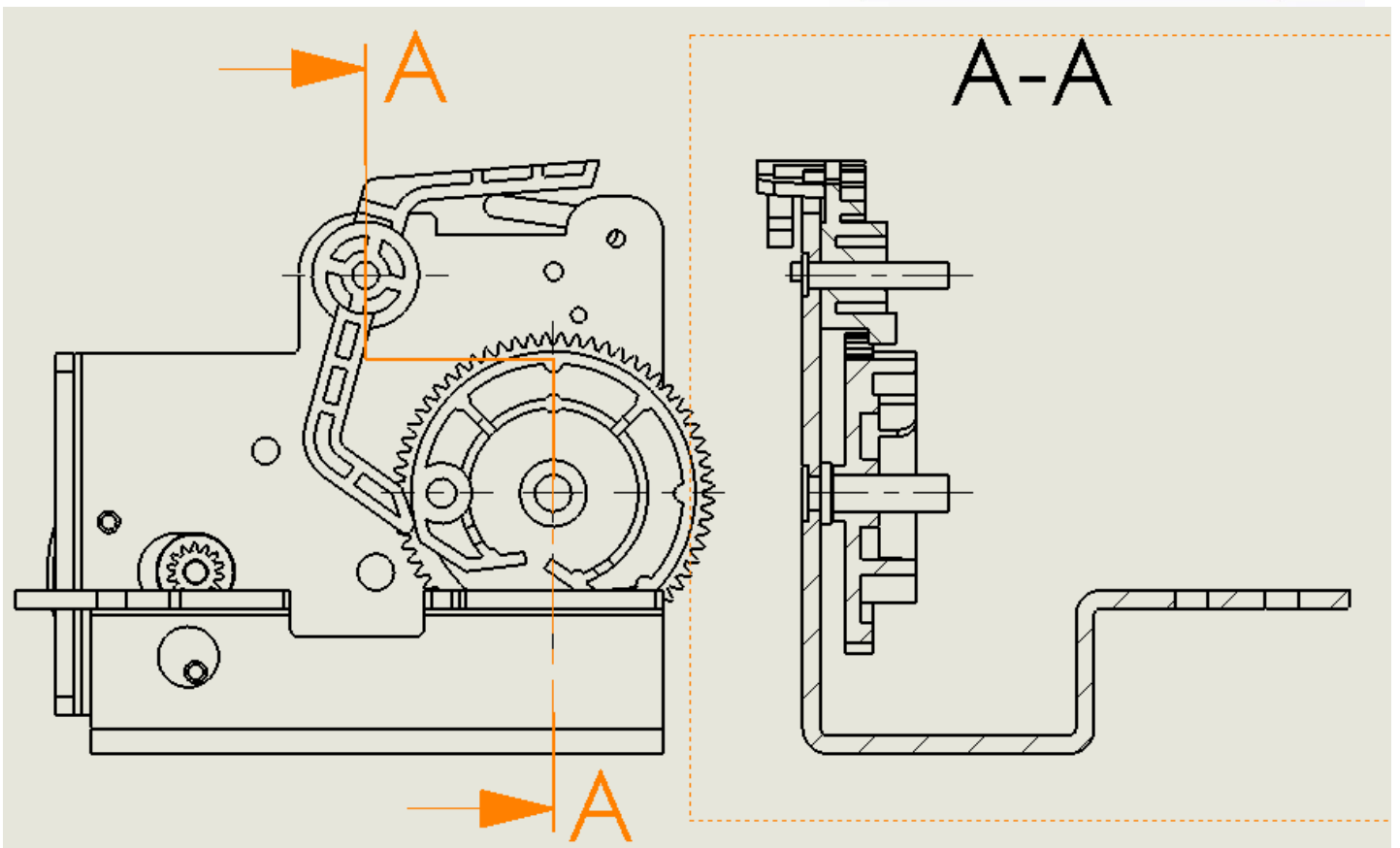
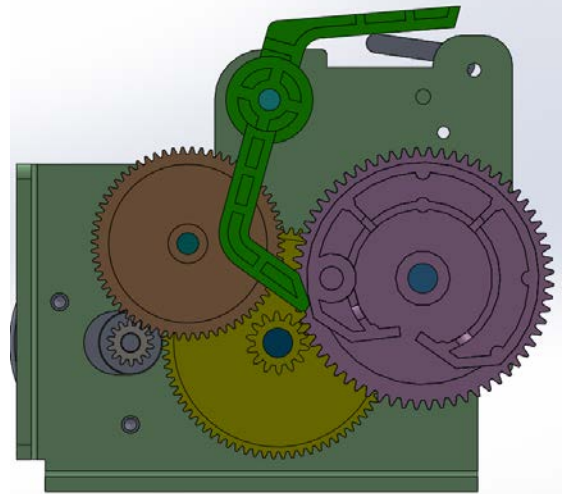
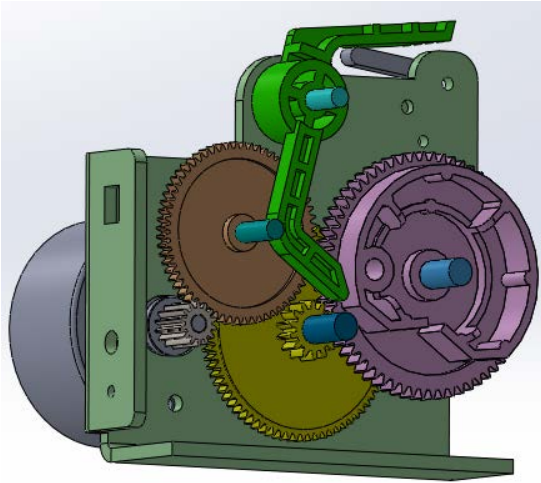
**REFERENCES MOTEUR :** Moteur Mabushi RF-300EA-8Z485

**JUSTIFICATIONS :** car  $N_m = 4200 \text{ tr/mn} > 3350 \text{ tr/mn}$  et  $I_m = 70 \text{ mA} < 100 \text{ mA}$  sur courbe pour  $C_m = 0,5 \text{ N.mm}$  et encombrement minimum.

## 7 – Recherche d'une solution pour actionner le détecteur « Fin de Coupe »

### Question 31

Concevoir les formes d'un levier ainsi que les formes de la roue excentrique permettant d'ouvrir et fermer le capteur de position.



## BTS CIM E4 2020

DOMAINE	ACTIVITE	QUESTION	PTS	PTS	ENONCE
G. ELEC	1	1	1		N bits
G. ELEC	1	2	2		Type de broche
G. ELEC	1	3	2		Cablage contact
G. MECA	3	4	2		Recouvrement Impression
G. MECA	3	5	2		Calcul Angle Galet 2
G. MECA	3	6	1		Calcul Réduction i2
G. MECA	3	7	1		Calcul Nombre de pas
G. MECA	3	8	1		Calcul Vitesse Galet 2
G. MECA	3	9	2		Calcul Fréquence MPP
G. MECA	3	10	2		Calcul Couple MPP
G. MECA	3	11	2		Tracé C=f(F) Valid. MPP
G. ELEC	4	12	2		Justification BD6380
G. ELEC	4	13	4		Cablage BD6380
G. ELEC	4	14	2		Calcul MCU_VREF
G. ELEC	4	15	1		Ressource CNA
G. ELEC	5	16	2		Calcul & Format Nlignes
G. ELEC	5	17	2		Tableau Cde MPP
G. ELEC	5	18	3		Algorigramme
G. ELEC	5	19	2		NL Cde Led
G. ELEC	5	20	2		Calcul R Led
G. ELEC	5	21	2		Choix R E12
G. ELEC	5	22	2		Choix Boitier/Puissance
G. MECA	6	23	3		Choix Solution Découpe Etiquette parmi 3
G. MECA	7	24 1	1		Tracé effort C 3=>4
G. MECA	7	24 2	1		Calcul effort C 3=>4
G. MECA	7	24 3	1		Calcul couple Cred
G. MECA	7	25	3		Choix du sens de Rotation/Valeur Effort
G. MECA	7	26	1		Calcul Rendement Global
G. MECA	7	27	1		Calcul Rapport de Réduction
G. MECA	7	28	2		Calcul Couple Moteur
G. MECA	7	29	1		Calcul Vitesse Moteur
G. MECA	7	30	2		Choix du Moteur parmi 3
G. MECA	8	31	6		Conception / Dessin Levier + Excentrique
G. ELEC	9	32	2		Calcul Imoyen
G. ELEC	9	33	2		Calcul Capacité/Etiquette
G. ELEC	9	34	2		Calcul Nbre Etiquettes

	<b>TOTAL</b>	<b>34 QUESTIONS</b>	70	0	
		/20	20	0	

G. MECA	17/34	50 %	35/70	50 %
G. ELEC	17/34	50 %	35/70	50 %