

**Constitution du sujet :**

Un dossier technique: pages 1/6 – 2/6 – 3/6 – 4/6 – 5/6 – 6/6.  
Un dossier réponses: (Génie mécanique – Génie électrique).

**Travail demandé:** Répondre aux questions de la:

**PARTIE GENIE MÉCANIQUE:** pages 1/4 – 2/4 – 3/4 – 4/4.

**PARTIE GENIE ELECTRIQUE:** pages 1/5 – 2/5 – 3/5 – 4/5 – 5/5.

Réalisée par:

**BEN AMMAR Mustapha**  
**BOUROUBA Mondher**  
**BEN ABDALLAH Hakim**  
**FRAJ Abdelbaset**

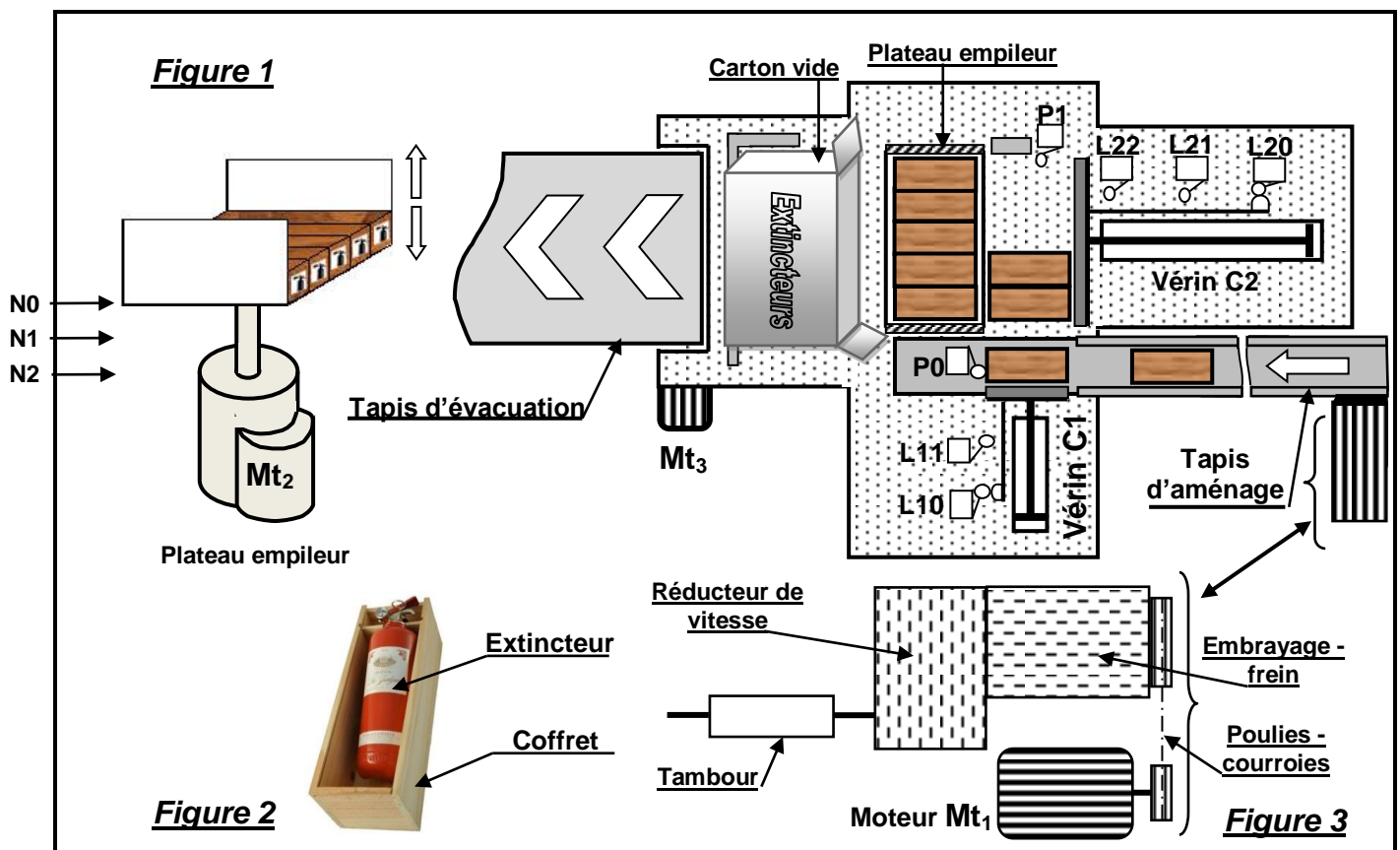
**Observation :** Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice non programmable est permise.

**SUJET: ENCAISSEUSE DE COFFRETS D'EXTINCTEURS**

**1) Présentation du système**

Le système technique (**figure 1**) est destiné à encaisser dans des cartons des lots de 15 extincteurs d'incendie mis chacun dans un coffret en bois (**figure 2**).

Chaque lot est formé par un empilage de trois couches dont chacune est constituée de 5 coffrets d'extincteurs.



**2) Constitution**

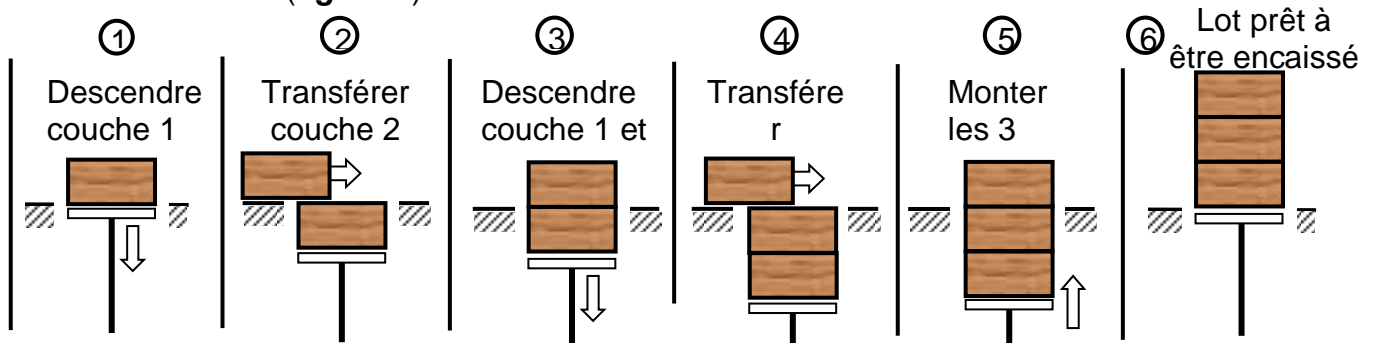
L'encaisseuse est constituée principalement d':

- un tapis d'aménagement des coffrets d'extincteur jusqu'au capteur P<sub>0</sub>,
- un vérin C<sub>1</sub> pour former une couche de 5 coffrets devant le vérin C<sub>2</sub> détectée par le capteur P<sub>1</sub>,
- un vérin C<sub>2</sub> pour transférer une couche vers le plateau empileur, puis le lot de trois couches dans le carton,
- un plateau empileur, à mobilité verticale, pour former le lot des 15 coffrets.

### 3) Fonctionnement

#### 3.1- Empilage

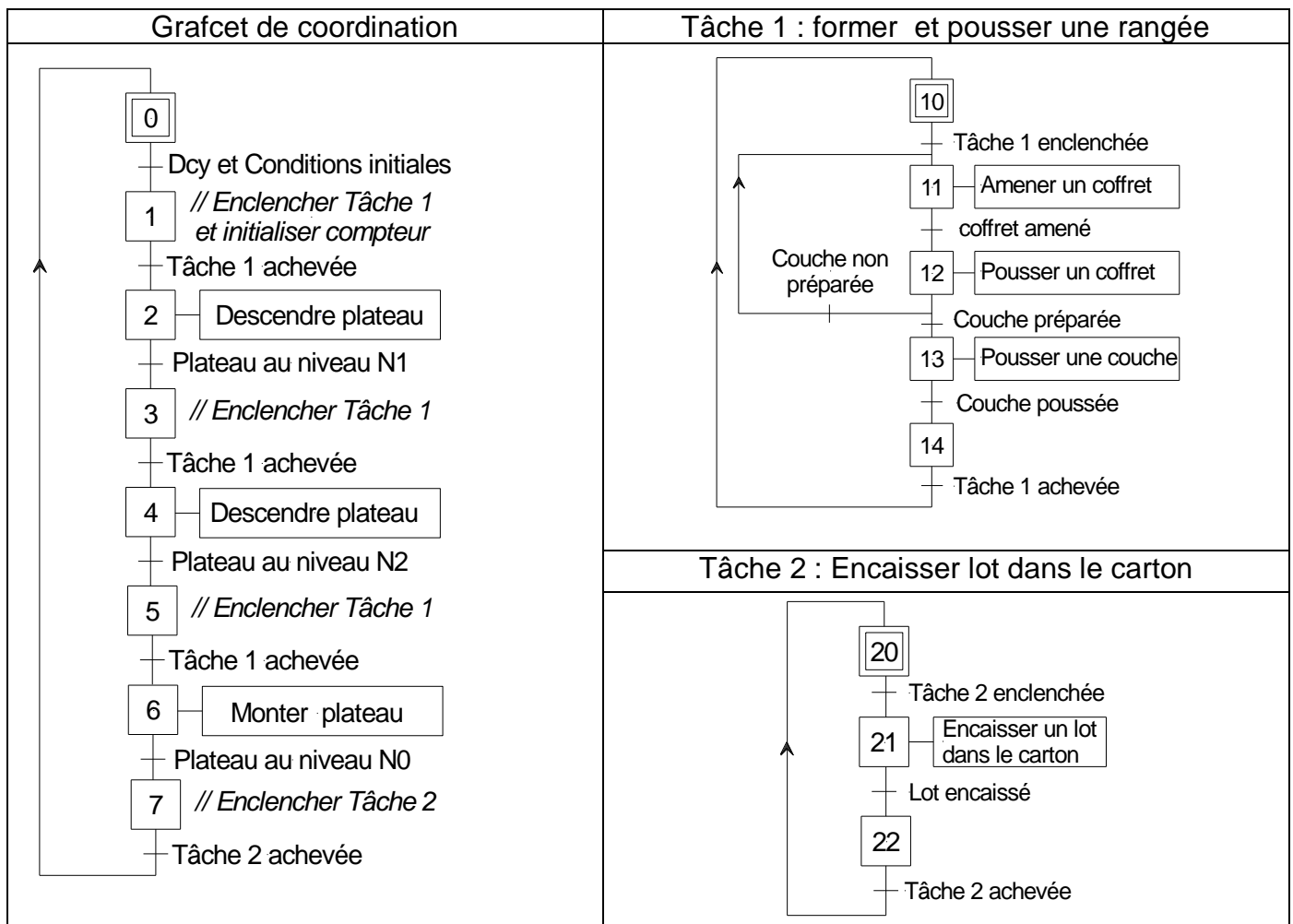
Les coffrets sont regroupés en couches de 5. Celles-ci seront placées l'une sur l'autre pour former un lot de trois couches à l'aide du plateau empileur (**figure 1**) selon six étapes décrites ci-dessous (**figure 4**):



**Figure 4**

#### 3.2- Description d'un cycle

Initialement, les tiges des vérins sont rentrées ( $L_{10} = L_{20} = 1$ ), le plateau empileur est en position haute ( $N_0 = 1$ ) et présence d'un carton vide détectée par le capteur  $P_2$  (non représenté). On donne ci-dessous le grafcet synchronisé d'un point de vue système.



#### Remarques

- la pose devant le plateau empileur et la mise sur le tapis d'évacuation du carton sont réalisées manuellement.
- le moteur  $Mt_2$  tourne en permanence, son étude ne fera pas l'objet du GRAFCET.

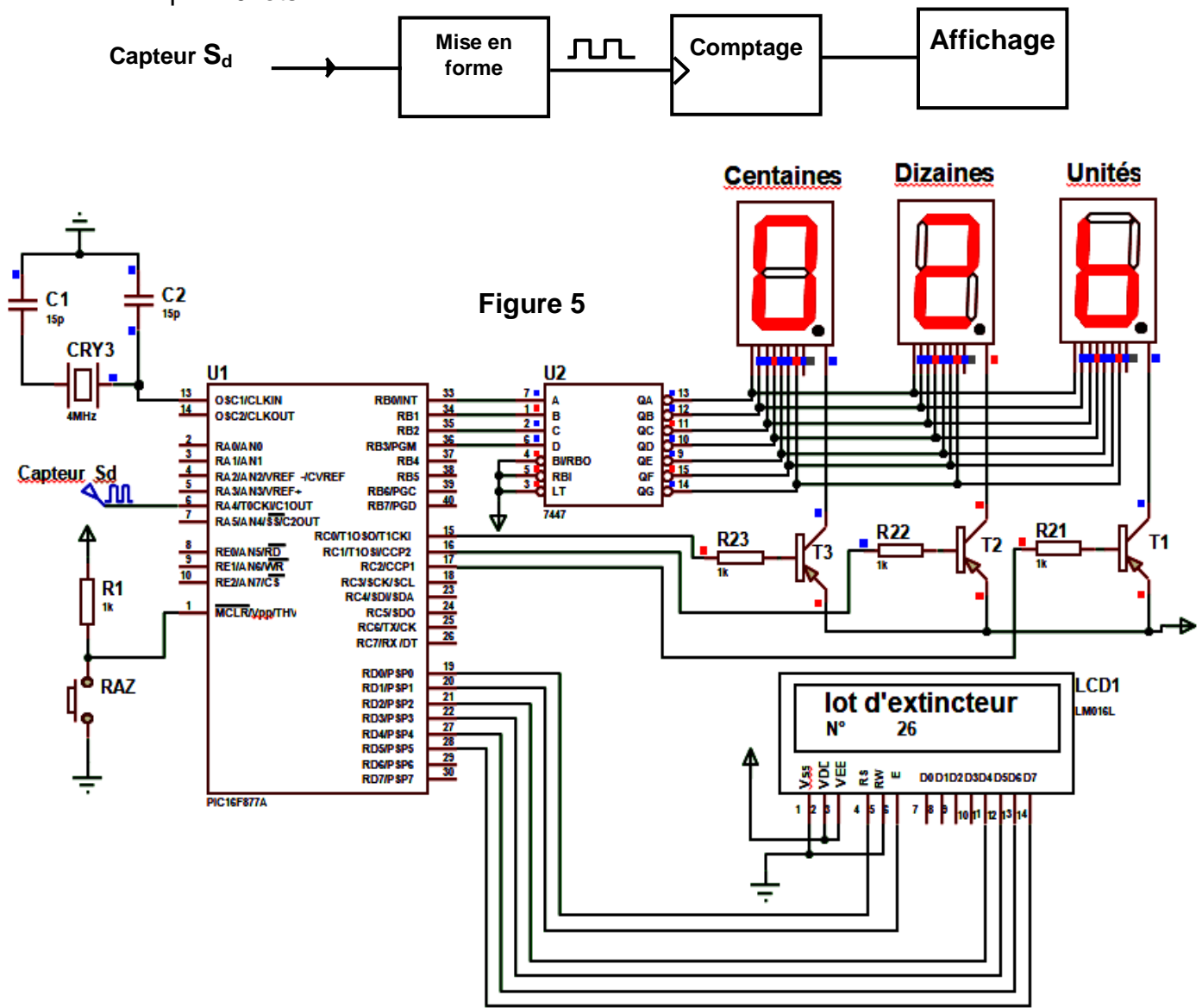
### 3.3- Choix des éléments technologiques

Action	Actionneur	Préactionneurs	Capteurs
Entraîner tapis d'aménagement	Mt <sub>1</sub> : Moteur asynchrone triphasé	KM1	P <sub>0</sub>
Former couche de 5 coffrets	Vérin C <sub>1</sub> : vérin à double effet	Sortie: 14M1 Rentrée: 12M1	L <sub>11</sub> L <sub>10</sub>
Pousser couche ou lot	Vérin C <sub>2</sub> : vérin à double effet	Sortie: 14M2 Rentrée: 12M2	L <sub>21</sub> L <sub>22</sub> L <sub>20</sub>
Monter plateau d'empilage	Embrayage électromagnétique E <sub>1</sub>	KA1	N <sub>0</sub> , N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>
Descendre plateau d'empilage	Embrayage électromagnétique E <sub>2</sub>	KA2	

### 4) Système du comptage des lots d'extincteurs

La gestion de stockage des lots d'extincteurs est assurée par un compteur modulo **200** à base d'un microcontrôleur Pic 16F877A, afficheur LCD, un décodeur et 3 afficheurs 7 segments avec affichage multiplexé. Le principe est de placer le nombre à afficher sur le décodeur puis commander le transistor correspondant pour l'afficher. (Voir Figure 5)

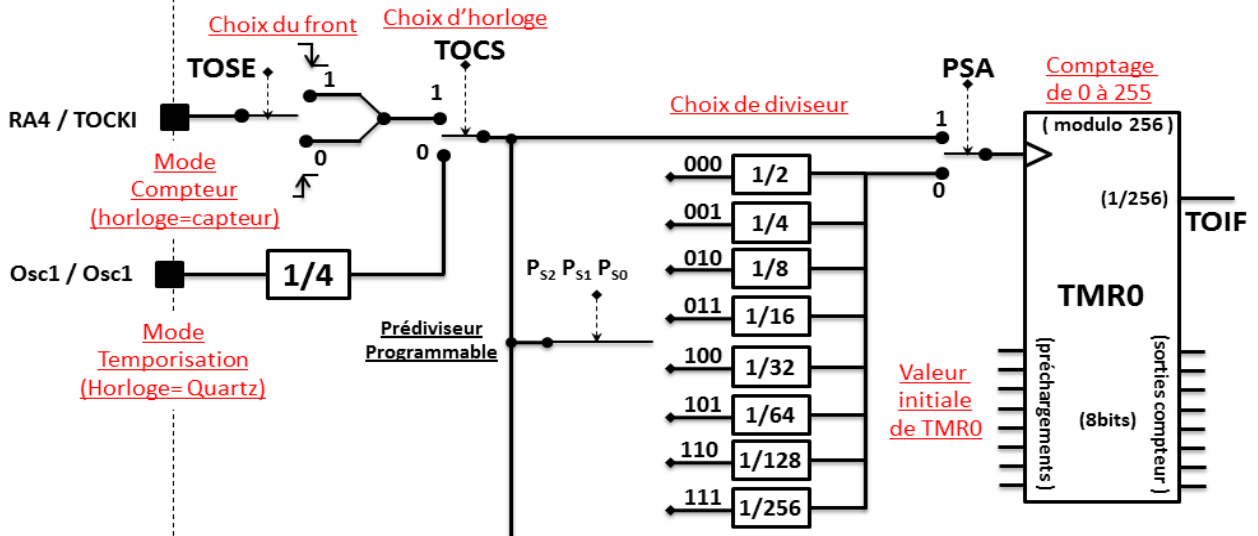
La figure ci-dessous représente le schéma synoptique du dispositif de comptage des lots d'extincteurs par **16** lots.



## 5) Timer0 :

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU TMR0 :

- Le registre **OPTION\_REG** est utilisé pour le contrôle et la gestion de TIMER0.



## 6) Etude des moteurs

### a - Caractéristique du moteur Mt 3:

Le moteur Mt3 est un moteur à courant continu à excitation séparée et supposée constante dont la plaque signalétique comporte les indications suivant :

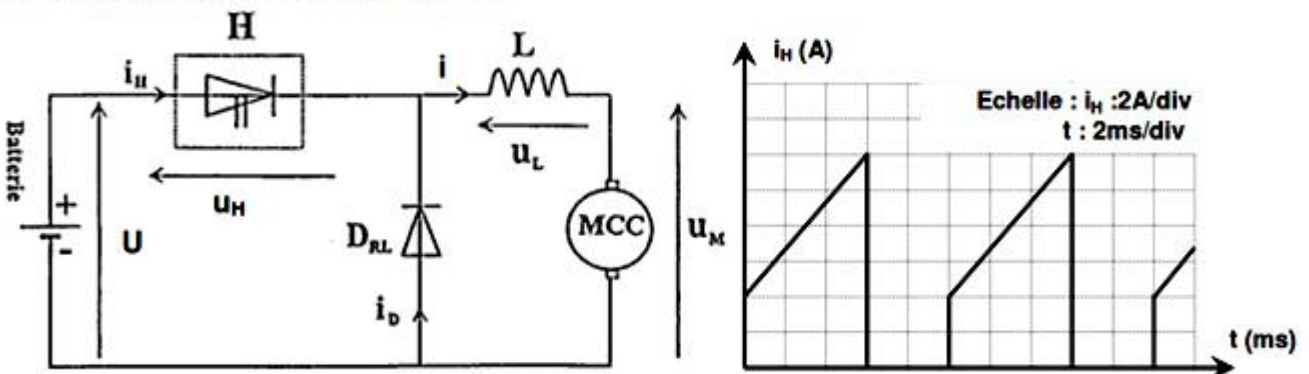


MOTEUR LEROY-SOMER			
MACHINE A COURANT CONTINUE			
LSC132	N	163916	
Excitation	Séparée		
	n	P Kw	Cm Kg
	Tr/mn		
Moteur	1200		
Génératrice			
Protection	P 22	Service	S
Inducteur	200 V		235,5Ω
Induit	270 V	9 A	1,22Ω

**Essai à vide :  $U_{a0} = 270V$ ,  $I_{a0} = 0.4A$  et  $n_0 = 1250tr/mn$**

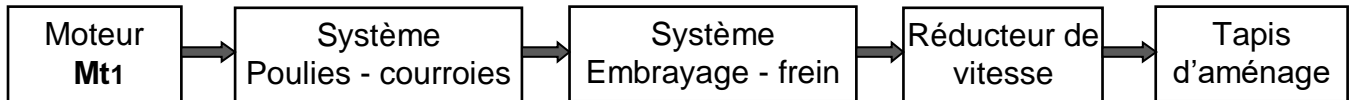
### b - Commande du moteur Mt2 :

Le moteur Mt2 est un moteur à courant continu à excitation séparée commandé par un hacheur série comme indique la figure suivante :



## 7) Description du mécanisme (embrayage – frein – réducteur)

L'entraînement du tapis d'aménagement (voir figure 2 – page 1/6) est assuré par l'enchaînement schématisé ci-dessous :



Le dessin d'ensemble du mécanisme (voir page 6/6), présente deux positions :

- en haut position freinage,
- en bas position embrayage.

### Description :

L'arrivée de l'huile sous pression dans la chambre **C** provoque le déplacement du piston (16) vers la droite qui attire les tiges (18) avec eux le plateau mobile (21), ce dernier fait rapprocher les disques (20) et (39) assurant le contact par adhérence donc (**embrayage**). Les ressorts (14) sont à compression maximale. En absence de la pression dans la chambre **C**, les ressorts (14) s'allongent un peu (toujours dans la phase compression), et font déplacer le plateau mobile (21) vers la gauche assurant un contact par adhérence entre la garniture (37) et le plateau fixe (22) donc (**freinage**).

## 8) Eléments standards

Tableau des caractéristiques d'un Moteur  
**SIEMENS**

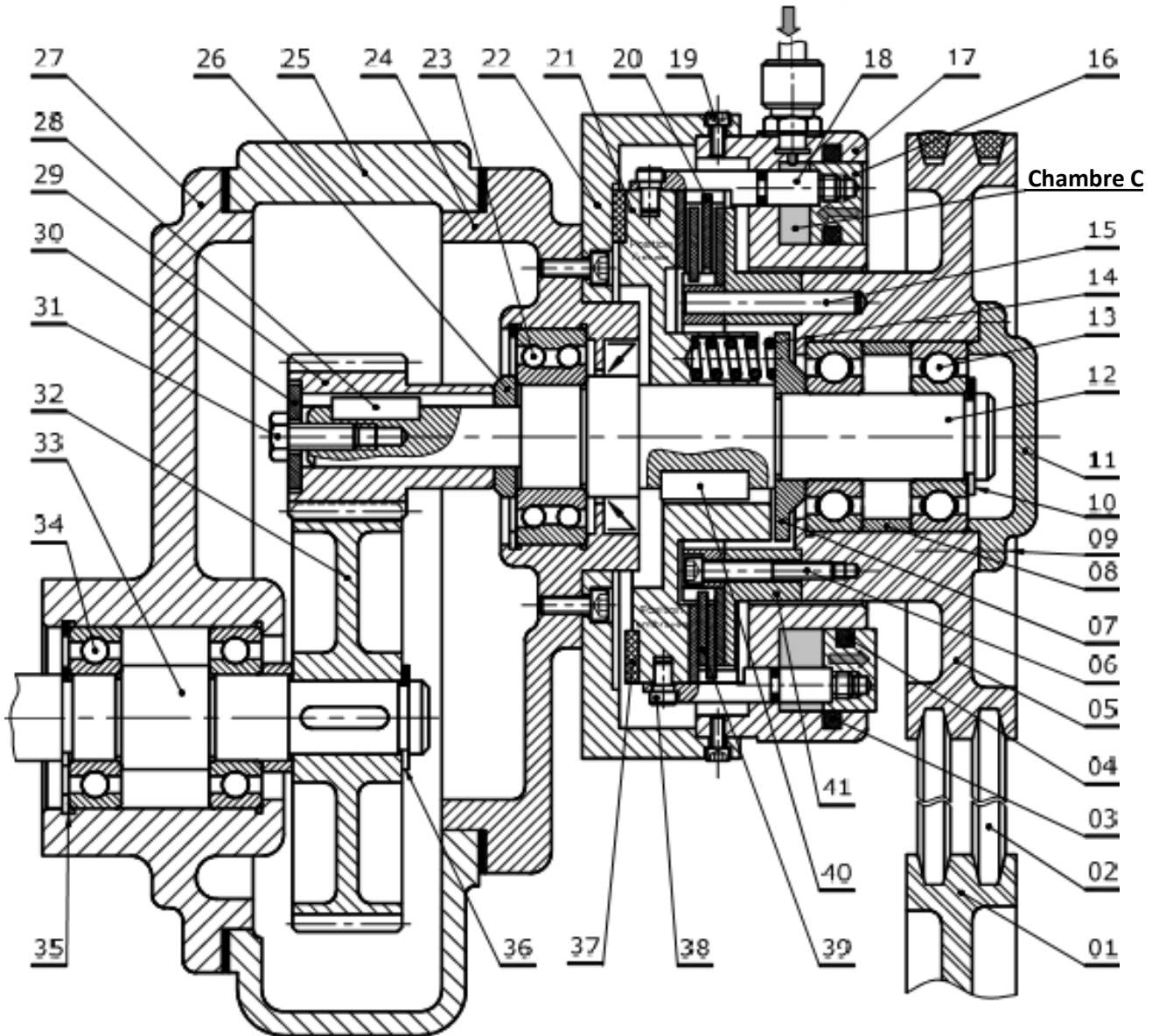
référence	Puissance (en W)	Nm (tr/min)
Sm-12	750	720
Sm-12C	450	1265
Sm-4C6	450	720
Sm-22-1	800	1265
A-S 38-X	1000	1265

d	a	b	j
de 17 à 22	6	6	d-3,5
22 à 30	8	7	d-4

D	E	C	L	G
45	1,75	31,6	1,85	47,5
70	2,5	53,4	2,65	73

dxpas	D	B	d1	G
M 17 x 1	28	5	15,5	1
25 x 1,5	38	7	23	1,25

Arrivée d'huile sous pression



14	3	Ressort	28	1	Clavette parallèle			
13	2	Roulements BC	27	1	Couvercle	41	1	Plateau
12	1	Arbre de poulie	26	1	Bague entretoise	40	1	Clavette parallèle
11	1	Couvercle	25	1	Carter	39	-	Disque
10	1	Anneau élastique	24	1	Corps	38	2	Doigt
9	4	Vis Chc	23	1	Roulement BC	37	1	Garniture
8	1	Bague entretoise	22	1	Plateau fixe	36	1	Anneau élastique
7	1	Butée	21	1	Plateau mobile	35	1	Anneau élastique
6	3	Vis	20	-	Disque	34	2	Roulements BC
5	1	Poulie réceptrice	19	4	Vis	33	1	Arbre vilebrequin
4	1	Joint torique	18	2	Tige	32	1	Roue dentée
3	4	Joint torique	17	1	Guide piston	31	1	Vis
2	2	Courroie	16	1	Piston	30	1	Rondelle d'appui
1	1	Poulie motrice	15	1	Goupille cylindrique	29	1	Piston
Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation

L. Ibn Elheythem Souk-Lahad		Section: Sciences Techniques	Devoir Synthèse N°02
Echelle: 1 / 2		LABORATOIRE MECANIQUE	Date: Mars 2020
		EMBRAYAGE – FREIN – REDUCTEUR	Classes: 4 <sup>ème</sup> T : 1 et 2

Nom et prénom : ..... Classe: 4 ST.... N° : .....

**NOTE**  
 ..... /20

**PARTIE: Génie Mécanique**

**1) Analyse fonctionnelle et technologiques [4.5 points]**

1.1- A partir du dessin d'ensemble de l'embrayage-frein dans sa position embrayée, demi bas, donner le cheminement de rotation entre les différentes pièces : 12 ; 20 ; 39 ; 5 et 21.



1.2- En se référant au dessin d'ensemble du mécanisme, compléter le tableau suivant en précisant l'état fonctionnel de chaque organe.

	Disques embrayage (20-39) (contact ou pas de contact)	Pression chambre C (pression ou pas de pression)	Ressorts (14) (moins comprimés ou très comprimés)
Position embrayée	.....	.....	.....

1.3- En se référant au dessin d'ensemble du mécanisme, préciser l'élément de commande de l'embrayage et le frein.

	Embrayage	Frein
Elément de commande	.....	.....

1.4- Donner le nom complet de l'embrayage.....

1.5- Quel est le type de l'embrayage (instantané ou progressif) ? .....

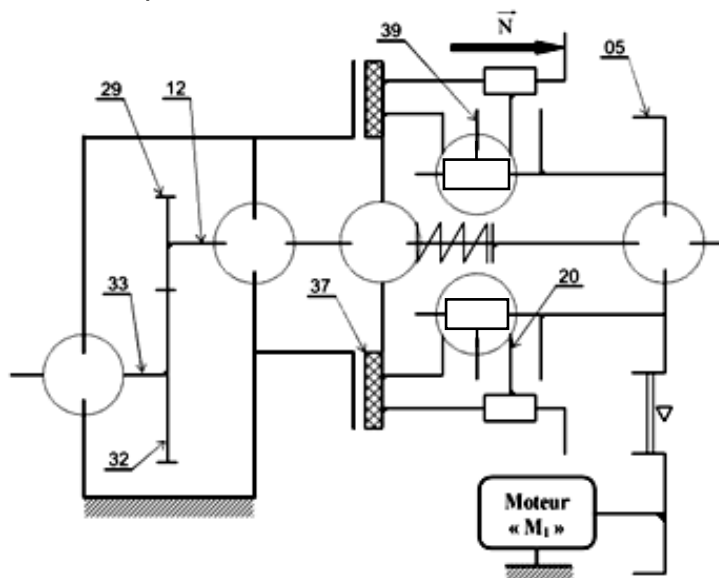
1.6- Préciser le type de surface de friction (cocher la bonne réponse).

Cylindrique       Plane       Conique

1.7- Pour chacune des liaisons suivantes, donner l'élément qui l'assure.

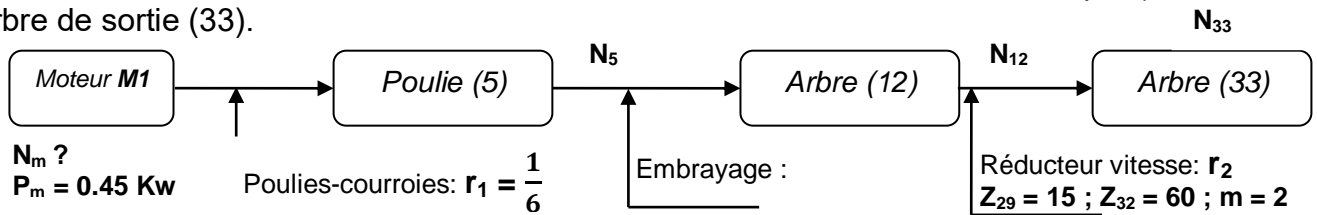
5 / 12	21 / 12	12 / 24	33 / 27
Par : .....	Par : .....	Par : .....	Par : .....

1.8- Compléter le schéma cinématique du mécanisme.



## 2) Calcul de transmission [04 points]

2.1- On donne la chaîne de transmission de mouvement entre le moteur électrique ( $M_1$ ) et l'arbre de sortie (33).



D'après les conditions du cahier de charges fonctionnelles, la vitesse de rotation de l'arbre (33) entraînant la chaîne de transfert des pièces est  $N_{33} = 30 \text{ tr/mn}$ .

a- Calculer la valeur de la vitesse de rotation de l'arbre (12),  $N_{12}$ .

.....

b- En phase embrayage, déduire la vitesse de rotation de la poulie (5),  $N_5$ .

.....

c- Calculer la vitesse de rotation de l'arbre moteur  $N_m$ , pour respecter les conditions du cahier des charges.

.....

d- Choisir alors le moteur qui convient en se référant au tableau des moteurs (*voir dossier technique*).

Référence : .....	Pm = .....	Nm = .....
-------------------	------------	------------

2.2- On veut calculer le couple transmissible par l'embrayage ( $C_e$ ).

On donne :  $\Rightarrow$  L'effort presseur  $F = 400 \text{ N}$

$\Rightarrow$  Le coefficient de frottement  $f = 0.4$

$$C_e = \frac{2.n.f.F}{3} \frac{(R^3 - r^3)}{(R^2 - r^2)}$$

a- Donner le nombre de surfaces frottantes entre les disques assurant l'embrayage,  $n = \dots\dots\dots$

b- Relever les valeurs de  $R$  et  $r$  à partir du dessin d'ensemble,  $R = \dots\dots\dots$  ;  $r = \dots\dots\dots$

c- Calculer le couple transmissible  $C_e$ .

.....

## 3) Cotation fonctionnelle [03 points]

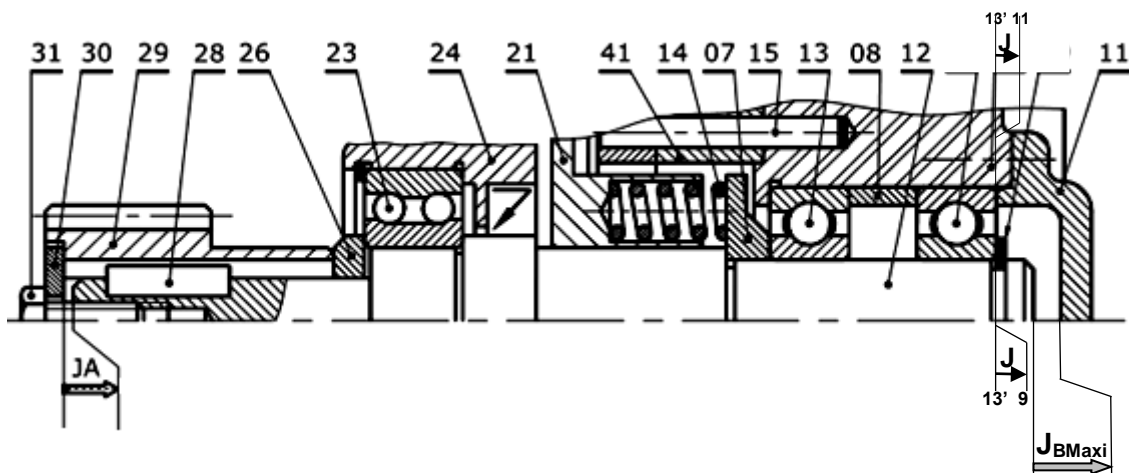
3.1- Quel est le rôle des conditions :

( $J_A$ ) : .....

( $J_B$ ) : .....

3.2- Tracer la chaîne de cotes installant la condition ( $J_A$ ).

3.3- Tracer la chaîne de cotes installant la condition ( $J_{BMaxi}$ ).





#### 4) Comportement d'un solide déformable [4.5 points]

L'arbre (12) est assimilé à une poutre cylindrique pleine de section constante, sollicité à la torsion plane simple sous l'action des moments opposés provenant de l'embrayage d'un coté ( $M_{t1}$ ) et de l'engrenage (29-32) de l'autre coté ( $M_{t2}$ ). Ces moments de couples  $C_1 = C_2 = C_e$ .

On donne :

- le couple transmissible fournit par l'embrayage,  $C_e = 2.10^4 \text{ N.mm}$ .
- la résistance élastique au glissement,  $R_{eg} = 460 \text{ N/mm}^2$ .
- un coefficient de sécurité adopté,  $s = 4$ .
- le module de coulomb  $G = 8.10^4 \text{ N/mm}^2$ .

4.1- Calculer la valeur du module de torsion minimale.

.....  
.....  
.....

4.2- Déduire de la question précédente le diamètre minimal de l'arbre (12).

.....  
.....  
.....

4.3- Vérifier sur le dessin d'ensemble si la valeur trouvée ( $d_{\text{mini}}$ ) est convenable pour l'arbre.

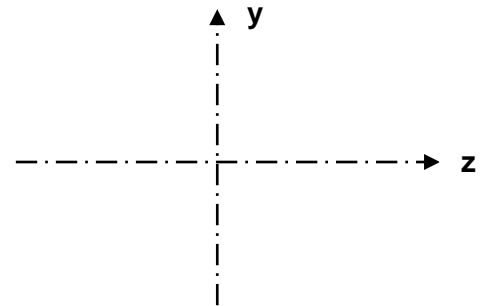
.....

Justifier : .....

4.4- Pour un diamètre ( $d = 18 \text{ mm}$ ) de l'arbre (12),

a- calculer la contrainte tangentielle maximale puis représenter la répartition des contraintes.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



b- Pour un point H situé à 6 mm du centre de la section, calculer la contrainte tangentielle en ce point,  $\tau_H$ .

.....  
.....

Echelles  $\left\{ \begin{array}{l} (\tau) : 1 \text{ mm} \rightarrow 4 \text{ N/mm}^2 \\ (d) : 1 \text{ mm} \rightarrow 2 \text{ mm} \end{array} \right.$

4.5- Calculer la déformation angulaire ( $\alpha$ ) en **degré** entre les sections extrêmes de l'arbre.

On prend  $d = 18 \text{ mm}$  et  $L = 180 \text{ mm}$ .

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 5) Guidage en rotation [04 points]

Le constructeur se propose de modifier le guidage en rotation de l'arbre (33) par des roulements à billes à contact oblique type BT ainsi que la liaison encastrement de la roue (32) sur l'arbre (33).

5.1- Indiquer par une croix le type de montage proposé sur le dessin ci-dessous.

Montage en X

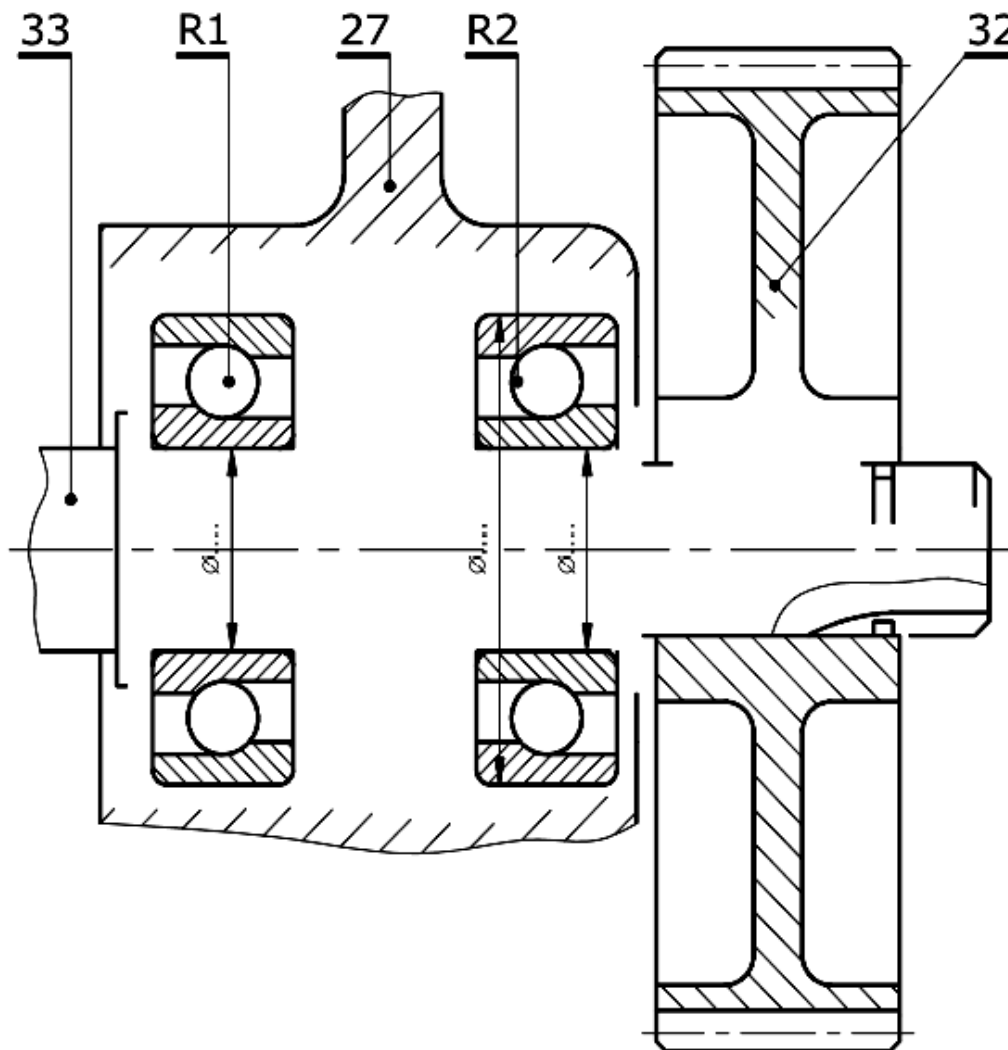
Montage en O

5.2- Donner les raisons du choix de ce montage.

.....  
.....

5.3- Compléter à l'échelle du dessin, le montage des roulements R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, la liaison encastrement de la roue (32) sur l'arbre (33) et inscrire les tolérances des roulements.

**NB :** La représentation de la clavette doit être normalisée (*utiliser le document ci-dessous*).



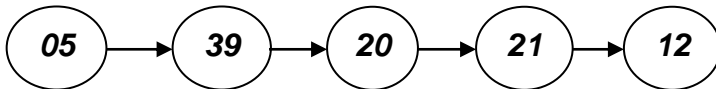
**CORRECTION**

**PARTIE: Génie Mécanique**

**NOTE**  
 ..... /20

**1) Analyse fonctionnelle et technologiques [4.5 points]**

1.1- A partir du dessin d'ensemble de l'embrayage-frein dans sa position embrayée, demi bas, donner le cheminement de rotation entre les différentes pièces : 12 ; 20 ; 39 ; 5 et 21.



(2 et 3) réponses : 0.25 pt  
 (4 et 5) réponses : 0.5 pt

**0.5 pt**

1.2- En se référant au dessin d'ensemble du mécanisme, compléter le tableau suivant en précisant l'état fonctionnel de chaque organe.

**0.75 pt**

	Disques embrayage (20-39) (contact ou pas de contact)	Pression chambre C (pression ou pas de pression)	Ressorts (14) (moins comprimés ou très comprimés)
Position embrayée	<b>Contact</b>	<b>Pression</b>	<b>Très comprimés</b>

1.3- En se référant au dessin d'ensemble du mécanisme, préciser l'élément de commande de l'embrayage et le frein.

**0.5 pt**

	Embrayage	Frein
Élément de commande	<b>Système hydraulique</b>	<b>Ressorts (14)</b>

1.4- Donner le nom complet de l'embrayage :

**Embrayage multidisques à commande hydraulique.**

1.5- Quel est le type de l'embrayage (instantané ou progressif) ? **progressif**

1.6- Préciser le type de surface de friction (cocher la bonne réponse).

Cylindrique  **Plane**  Conique

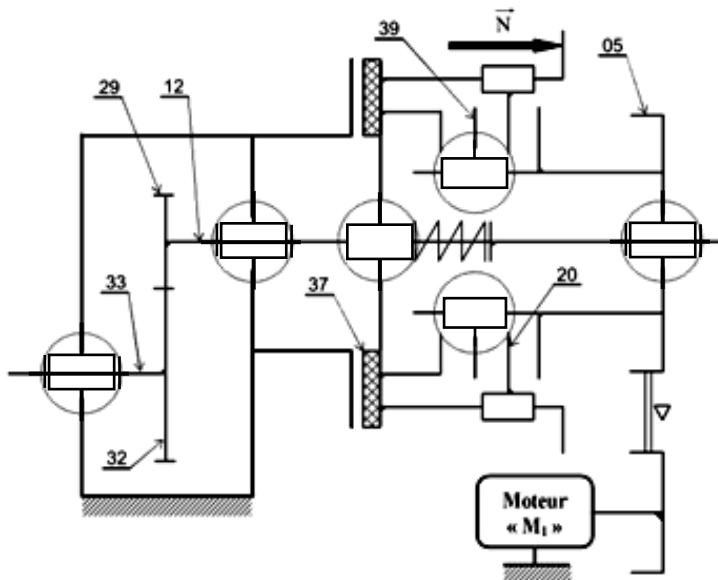
**0.75 pt = 0.25+0.25+0.25**

1.7- Pour chacune des liaisons suivantes, donner l'élément qui l'assure.

5 / 12	21 / 12	12 / 24	33 / 27
Par: Deux roulements (13)	Par: Clavette (40)	Par: Roulement (23)	Par: Deux roulements (34)

1.8- Compléter le schéma cinématique du mécanisme.

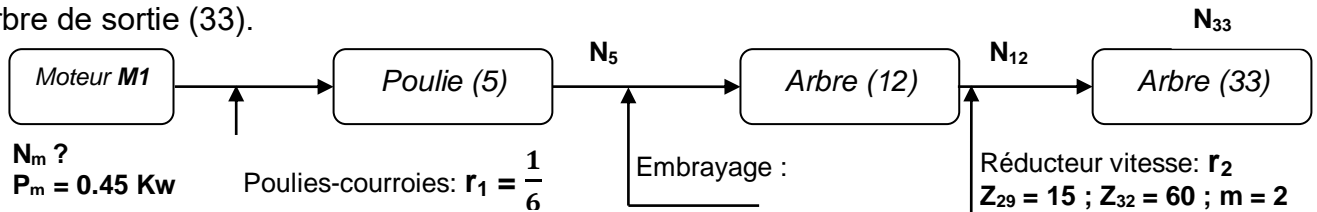
**01 pt = 0.25 x 4**



**01 pt = 0.25 x 4**

## 2) Calcul de transmission [04 points]

2.1- On donne la chaîne de transmission de mouvement entre le moteur électrique ( $M_1$ ) et l'arbre de sortie (33).



D'après les conditions du cahier de charges fonctionnelles, la vitesse de rotation de l'arbre (33) entraînant la chaîne de transfert des pièces est  $N_{33} = 30 \text{ tr/mn}$ .

a- Calculer la valeur de la vitesse de rotation de l'arbre (12),  $N_{12}$ .

$$r_2 = \frac{N_{33}}{N_{12}} \Rightarrow N_{12} = \frac{N_{33}}{r_2} \text{ avec } r_2 = \frac{Z_{29}}{Z_{32}} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4}$$

0.75 pt

$$\text{AN: } N_{12} = \frac{30}{\frac{1}{4}} = 30 \times 4 = 120 ; N_{12} = 120 \text{ tr/mn}$$

b- En phase embrayage, déduire la vitesse de rotation de la poulie (5),  $N_5$ .

$$N_5 = N_{12} = 120 \text{ tr/mn}$$

0.25 pt

c- Calculer la vitesse de rotation de l'arbre moteur  $N_m$ , pour respecter les conditions du cahier des charges.

$$r_1 = \frac{N_5}{N_m} \Rightarrow N_m = \frac{N_5}{r_1} ; \text{AN: } N_m = \frac{120}{\frac{1}{6}} = 120 \times 6 = 720 ; N_m = 720 \text{ tr/mn}$$

0.75 pt

d- Choisir alors le moteur qui convient en se référant au tableau des moteurs (voir dossier technique).

Référence : <b>Sm4C6</b>	$P_m = 0.45 \text{ KW}$	$N_m = 720 \text{ tr/mn}$
--------------------------	-------------------------	---------------------------

0.5 pt

2.2- On veut calculer le couple transmissible par l'embrayage ( $C_e$ ).

On donne :  $\Rightarrow$  L'effort presseur  $F = 400 \text{ N}$

$\Rightarrow$  Le coefficient de frottement  $f = 0.4$

$$C_e = \frac{2.n.f.F(R^3 - r^3)}{3(R^2 - r^2)}$$

a- Donner le nombre de surfaces frottantes entre les disques assurant l'embrayage,  $n = 3$

b- Relever les valeurs de  $R$  et  $r$  à partir du dessin d'ensemble,  $R = 80 \text{ mm}$  ;  $r = 60 \text{ mm}$

0.25 pt

c- Calculer le couple transmissible  $C_e$ .

0.5 pt

$$C_e = \frac{2.n.f.F(R^3 - r^3)}{3.(R^2 - r^2)} ; \text{AN: } C_e = \frac{2.3.0.4.400.(80^3 - 60^3)}{3.(80^2 - 60^2)} = 33828 \text{ N.mm}$$

01 pt

$$\Rightarrow C_e = 33.828 \text{ N.m}$$

## 3) Cotation fonctionnelle [03 points]

01 pt = 0.5 + 0.5

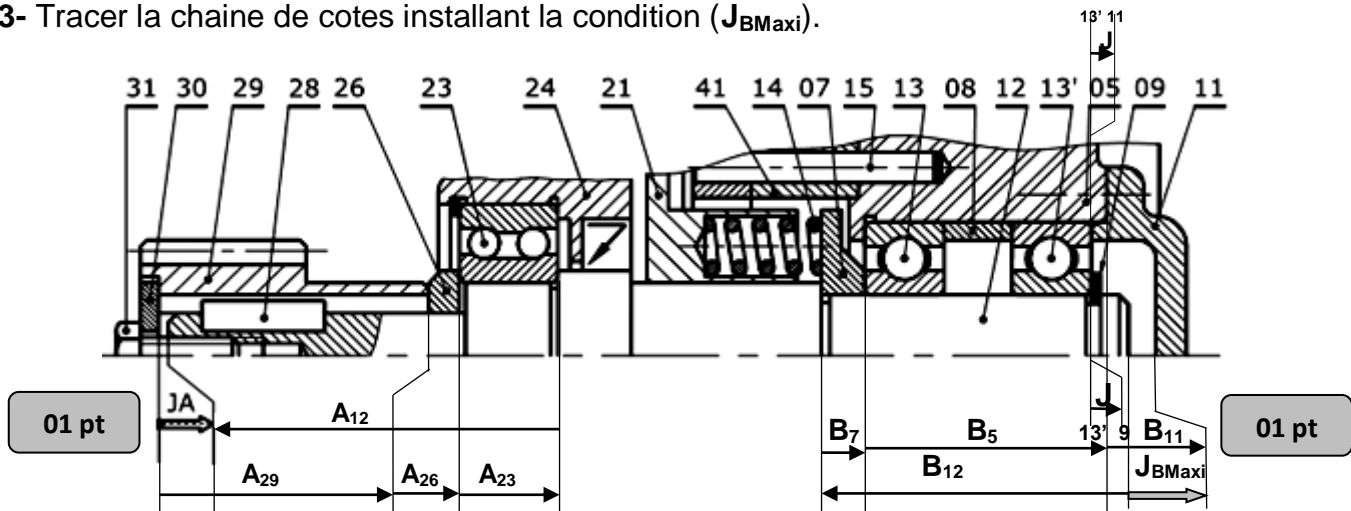
3.1- Quel est le rôle des conditions :

( $J_A$ ) : Pour avoir un bon serrage de la roue (29), éviter un double contact avec l'arbre (12).

( $J_B$ ) : Éviter le contact et le frottement entre un arbre (12) tournant et un couvercle (11) fixe.

3.2- Tracer la chaîne de cotes installant la condition ( $J_A$ ).

3.3- Tracer la chaîne de cotes installant la condition ( $J_{BMaxi}$ ).



01 pt

01 pt

#### 4) Comportement d'un solide déformable [4.5 points]

L'arbre (12) est assimilé à une poutre cylindrique pleine de section constante, sollicité à la torsion plane simple sous l'action des moments opposés provenant de l'embrayage d'un coté ( $M_{t1}$ ) et de l'engrenage (29-32) de l'autre coté ( $M_{t2}$ ). Ces moments de couples  $C_1 = C_2 = C_e$ .

On donne :

- le couple transmissible fournit par l'embrayage,  $C_e = 2.10^4 \text{ N.mm}$ .
- la résistance élastique au glissement,  $R_{pg} = 460 \text{ N/mm}^2$ .
- un coefficient de sécurité adopté,  $s = 4$ .
- le module de coulomb  $G = 8.10^4 \text{ N/mm}^2$ .

4.1- Calculer la valeur du module de torsion minimale.

$$\tau_{\text{Maxi}} \leq R_{pg} \text{ avec } \tau_{\text{Maxi}} = \frac{C_e}{I_o} \text{ alors } \frac{M_t}{I_o} \leq R_{pg} \Rightarrow \frac{C_e}{R_{pg}} \leq \frac{I_o}{v} \Rightarrow \frac{I_o}{v} \geq \frac{C_e}{R_{pg}} \text{ d'où } \left(\frac{I_o}{v}\right)_{\text{mini}} = \frac{C_e}{R_{pg}}. \quad \text{0.75 pt}$$

$$\text{Avec } R_{pg} = \frac{R_{eg}}{s} = \frac{460}{4} = 115 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{AN: } \left(\frac{I_o}{v}\right)_{\text{mini}} = \frac{2.10^4}{115} = 173.913 \text{ mm}^3; \left(\frac{I_o}{v}\right)_{\text{mini}} = 173.913 \text{ mm}^3$$

4.2- Dédurre de la question précédente le diamètre minimal de l'arbre (12).

$$\left(\frac{I_o}{v}\right)_{\text{mini}} = \left(\frac{\pi \cdot d^3}{16}\right)_{\text{mini}} = \frac{\pi \cdot d^3_{\text{mini}}}{16} = 173.913 \Rightarrow d^3_{\text{mini}} = \frac{16 \times 173.913}{\pi} \Rightarrow d_{\text{mini}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 173.913}{\pi}}$$

$$\text{AN: } d_{\text{mini}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 173.913}{\pi}} = 9.6 \text{ mm}; \quad \mathbf{d_{\text{mini}} = 9.6 \text{ mm}} \quad \text{0.75 pt}$$

4.3- Vérifier sur le dessin d'ensemble si la valeur trouvée ( $d_{\text{mini}}$ ) est convenable pour l'arbre.

**Oui cette valeur est convenable.**

0.5 pt

Justifier: **Car le diamètre de la portion minimale (coté roue (29)) est supérieur à 9.6 mm**

4.4- Pour un diamètre ( $d = 18 \text{ mm}$ ) de l'arbre (12),

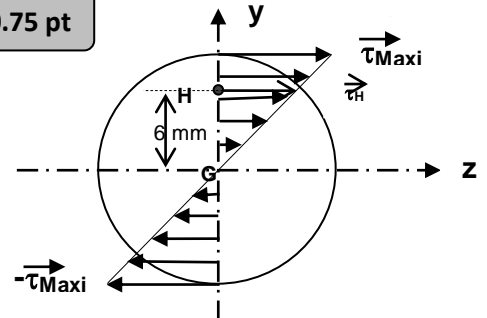
a- calculer la contrainte tangentielle maximale puis représenter la répartition des contraintes.

$$\tau_{\text{Maxi}} = \frac{C_e}{I_o} = \frac{C_e}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{16 \cdot C_e}{\pi \cdot d^3}$$

$$\text{AN: } \tau_{\text{Maxi}} = \frac{16 \cdot 20000}{\pi \cdot 18^3} = 17.47 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{Maxi}} = 17.47 \text{ N/mm}^2 \quad \text{0.5 pt}$$

0.75 pt



b- Pour un point H situé à 6 mm du centre de la section, calculer la contrainte tangentielle en ce point,  $\tau_H$ .

$$\mathbf{GH = y = 6 \text{ mm}}$$

0.5 pt

D'après le graphique  $\tau_H \rightarrow 11.5 \text{ mm} \Rightarrow \tau_H = 11.5 \text{ N/mm}^2$

Echelles  $\left\{ \begin{array}{l} (\tau) : 1 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ N/mm}^2 \\ (d) : 1 \text{ mm} \rightarrow 2 \text{ mm} \end{array} \right.$

4.5- Calculer la déformation angulaire ( $\alpha$ ) en degré entre les sections extrêmes de l'arbre.

On prend  $d = 18 \text{ mm}$  et  $L = 180 \text{ mm}$ .

$$\alpha = \theta \cdot L$$

$$\text{avec } \theta = \frac{C_e}{G \cdot I_o} = \frac{C_e}{G \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{32}} = \frac{32 \cdot C_e}{G \cdot \pi \cdot d^4} \text{ d'où } \alpha = \frac{32 \cdot C_e}{G \cdot \pi \cdot d^4} \cdot L$$

$$\text{AN: } \alpha = \frac{32 \cdot 20000}{80000 \cdot \pi \cdot 18^4} \cdot 180 = \frac{8 \cdot 180}{\pi \cdot 18^4} = \frac{80}{\pi \cdot 18^3} = 4.368 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \alpha = 4.368 \cdot 10^{-3} \text{ rd}$$

0.75 pt

$$\alpha = 4.368 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi} = 0.25^\circ \Rightarrow \alpha = 0.25^\circ$$

## 5) Guidage en rotation [04 points]

Le constructeur se propose de modifier le guidage en rotation de l'arbre (33) par des roulements à billes à contact oblique type BT ainsi que la liaison encastrement de la roue (32) sur l'arbre (33).

5.1- Indiquer par une croix le type de montage proposé sur le dessin ci-dessous.

Montage en X

Montage en O

0.25 pt

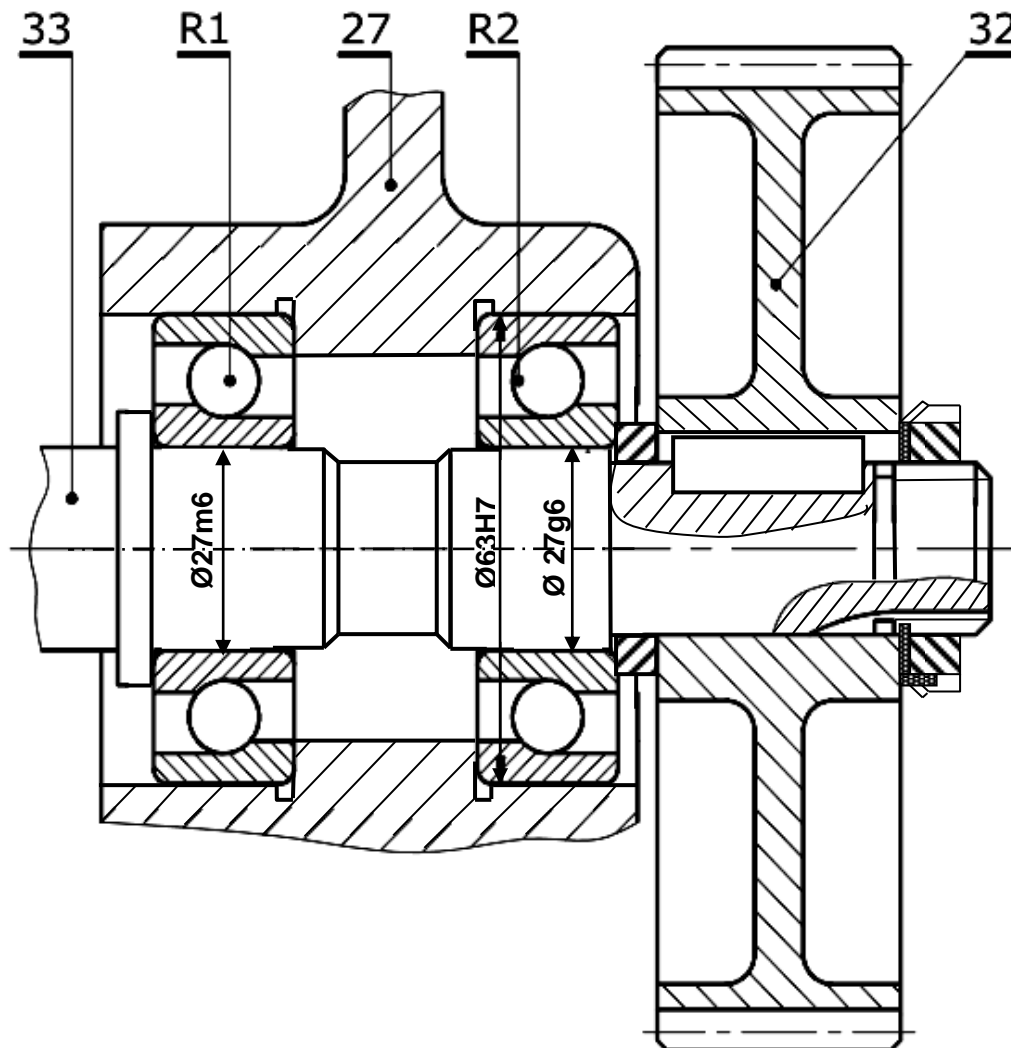
5.2- Donner les raisons du choix de ce montage.

**Élément de transmission à l'extérieur des roulements.**

0.25 pt

5.3- Compléter à l'échelle du dessin, le montage des roulements R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, la liaison encastrement de la roue (32) sur l'arbre (33) et inscrire les tolérances des roulements.

**NB :** La représentation de la clavette doit être normalisée (*utiliser le document ci-dessous*).



3.5 pt

### **BAREME** Question 5.3: (3.5 pts)

- Montage des roulements : **1.5 pt** = Arbre (0.75) + Moyeu (0.75).
- Liaison encastrement : **1.25 pt** = Ecrou (0.75) + Clavette (0.25) + Roue et Hachure (0.25)
- Tolérances des roulements : **0.75 pt** = (0.25 x 3)