

❧❧❧❧❧❧

## CONSTITUTION DU SUJET

- Un dossier technique : pages 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 et 7/7.
- Un dossier réponses : pages 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8.

## TRAVAIL DEMANDE

- A. Partie génie mécanique : pages 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8 (10 points).
- B. Partie génie électrique : pages 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8 (10 points).

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

## MACHINE DE PREPARATION DE BISCUITS

### 1. Présentation

La machine (figure 1) est un système technique conçu pour la mise en forme de pâte de biscuits rangés et placés sur un plateau.

Ce système est constitué :

- d'un vérin électrique pour le déplacement vertical de la table porte plateau ;
- d'un convoyeur à bandes pour le déplacement horizontal du plateau ;
- d'une trémie de remplissage de pâte ;
- d'un compresseur muni de buses pour la mise en forme de pâte de biscuits (figure 2).



Figure 2

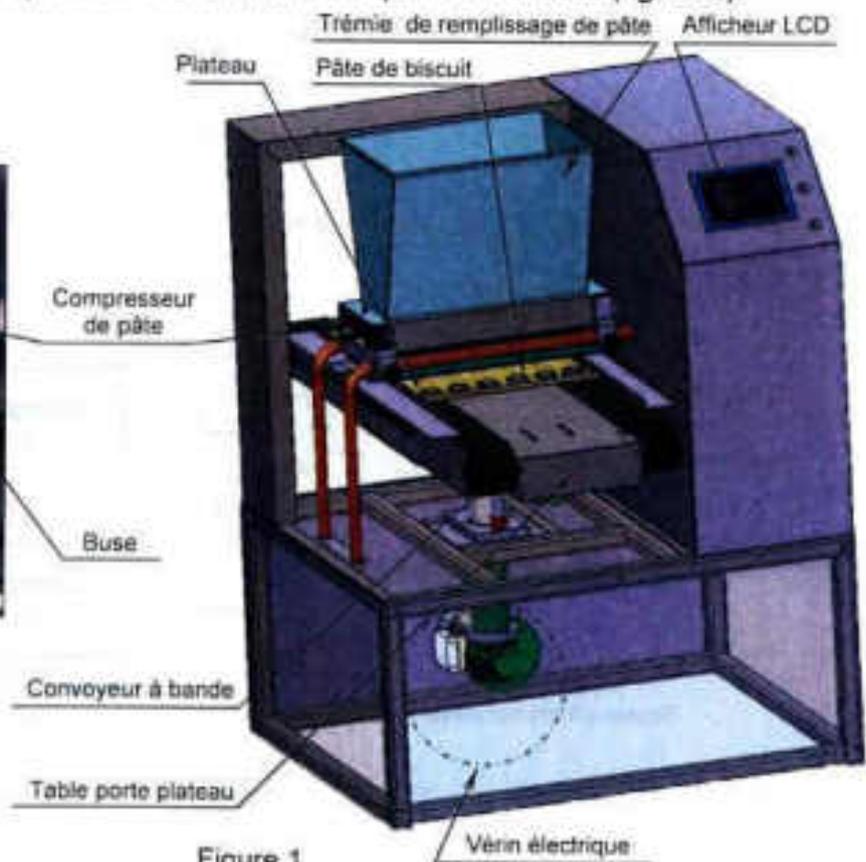


Figure 1

## 2. Description du mécanisme de déplacement vertical du plateau à pâtisserie

Le déplacement vertical de la table porte plateau à pâtisserie est assuré par un vérin électrique représenté par son dessin d'ensemble (page 7/7).

Ce vérin est composé :

- d'un moteur (1) à deux sens de rotation, muni d'un réducteur de vitesse à roue et vis sans fin (15,3).
- d'un système vis-écrou (7,6) qui assure la montée et la descente de la table porte plateau.
- d'un fourreau (8) guidé en translation verticale lié complètement à la table porte plateau.

## 3. Eléments standards

Clavettes parallèles ordinaires					
d	a	b	j	k	
]17,22]	8	6	d-3.5	d+2.2	
]22,30]	8	7	d-4	d+2.4	

## 4. Nomenclature

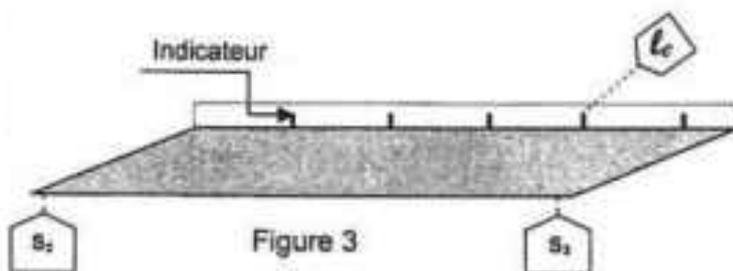
Rep.	Nb.	Désignation
1	1	Moteur
2	1	Corps
3	1	Vis sans fin
4	1	Boitier
5	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
6	1	Ecrou
7	1	Vis de manoeuvre
8	1	Fourreau
9	1	Clavette à ergot
10	1	Arbre
11	1	Ecrou à encoches
12	8	Vis à tête hexagonale
13	1	Rondelle frein
14	1	Roulement BC
15	1	Roue creuse
16		Cale clinquant
17		Cale clinquant
18	8	Rondelle plate
19	8	Vis à tête hexagonale
20	1	Couvercle
21	1	Clavette parallèle forme A

Rep.	Nb.	Désignation
22	1	Bague
23	1	Butée à billes
24	1	Douille à aiguilles
25	1	.....
26	4	Vis à tête hexagonale
27	2	Couvercle
28	4	Vis à tête cylindrique fondue
29	2	Goupille
30	6	Vis à tête hexagonale
31	12	Rondelle
32	2	Plateau
33	6	Ecrou H
34	1	Disque d'accouplement
35	1	Flasque
36	6	Vis à tête hexagonale
37	24	Rondelle belleville
38	1	Arbre moteur
39	1	Manchon
40	6	Ecrou H
41	1	Contre flasque

## 5. Fonctionnement de la machine

A l'état initial, la table support plateau est en position basse ( $b=1$ ). L'opérateur place un plateau sur la table support plateau ( $S_2=1$ ). Puis, il introduit le nombre de rangées de biscuits à préparer ( $N_1 > 0$ ) par impulsions successives sur le bouton  $S_0$  appliquées à l'entrée d'horloge du compteur C1. L'appui sur le bouton de départ cycle ( $S_1$ ) déclenche le cycle de fonctionnement décrit ci-dessous.

- Avance rapide du plateau jusqu'à l'action du capteur  $S_3$  ( $S_3=1$ ).
- Montée de la table support plateau jusqu'à l'action du capteur  $h$  ( $h=1$ ).
- Recul du plateau à une vitesse lente jusqu'au premier indicateur détecté par le capteur  $l_c$  (figure 3).
- L'action du capteur  $l_c$  provoque simultanément l'arrêt du plateau, la compression de pâte et la commande des buses pendant 5 secondes. Une fois la temporisation est écoulée, le compteur C2 du nombre de rangées préparées ( $N_2$ ) est incrémenté. Cette séquence se répète tant que  $N_2 < N_1$ .
- Descente de la table support plateau jusqu'à l'action du capteur  $b$  ( $b=1$ ) dès que  $N_2 = N_1$ .



L'évacuation du plateau est effectuée manuellement par l'opérateur en le déposant sur un tapis roulant non représenté.

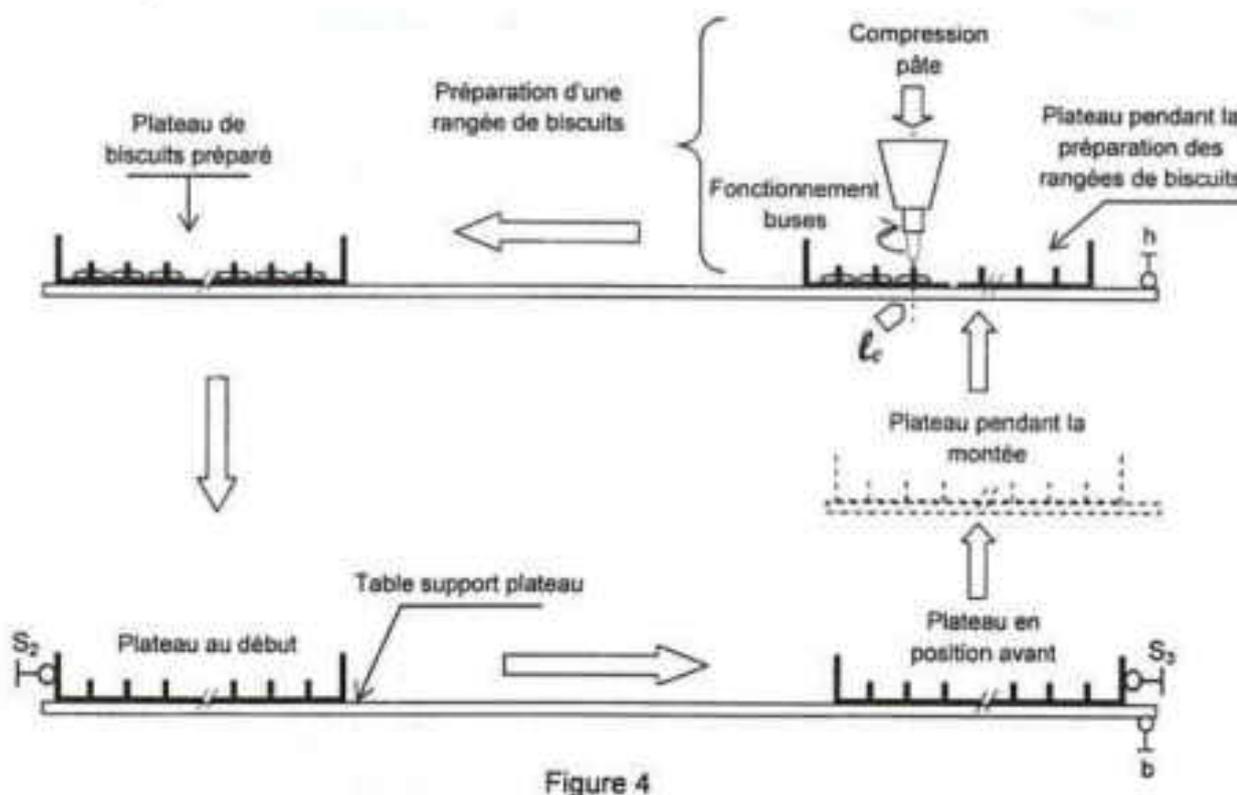


Figure 4

### N.B :

- Un compresseur de pâte et une buse sont utilisés pour préparer un biscuit. Une rangée de biscuits nécessite autant de buses que de biscuits.
- Les indicateurs, correspondants aux nombre de rangées de biscuits, sont gravés sur le plateau (figure 3).
- L'incrémentation du compteur C1 par le bouton  $S_0$  ne fera pas l'objet du GRAFCET.
- L'alimentation de la trémie par la pâte ne fait pas l'objet de cette étude.

## 6. Choix technologique

ENTREES		SORTIES		Fonction
Désignation	Fonction	Actionneurs	Pré-actionneurs	
$S_0$	Bouton d'incrémentement de C1	Moteur à courant continu Mt1	KM1	Avance plateau à vitesse rapide
RAZ	Bouton de mise à zéro de C1		KM2	Recul plateau à vitesse lente
$S_1$	Départ cycle	Moteur à courant Continu Mt2	KM3	Montée table support plateau
$S_2$	Présence plateau à l'entrée de la table		KM4	Descente table support plateau
$S_3$	Détection de la fin d'avance rapide du plateau	Moteur à courant continu Mt3	KM5	Compression de la pâte
h	Table support plateau en haut	moteur à courant continu Mt4	KM6	Commande des buses
b	Table support plateau en bas			
$\ell_0$	Détection des indicateurs du plateau		C1	Comptage des rangées de biscuits à préparer
$N_1$	Nombre de rangées à préparer		C2	Comptage des rangées de biscuits préparés
$N_2$	Nombre de rangées préparées			

## 7. Schéma synoptique du circuit de comptage et de comparaison

Le schéma synoptique (figure 5) présente :

- Le circuit de comptage C1 du nombre de rangées de biscuits à préparer ( $N_1$ ) qui est incrémenté par le bouton  $S_0$  lorsque  $X_0=1$ . Sa mise à zéro est assurée par le bouton RAZ.
- Le circuit de comptage C2 du nombre de rangées de biscuits préparées ( $N_2$ ) qui est incrémenté lorsque  $\ell_0=1$  et  $X_{13}=1$ . Sa mise à zéro est effectuée par la variable  $X_0$ .
- Le circuit de comparaison entre  $N_2$  et  $N_1$ .

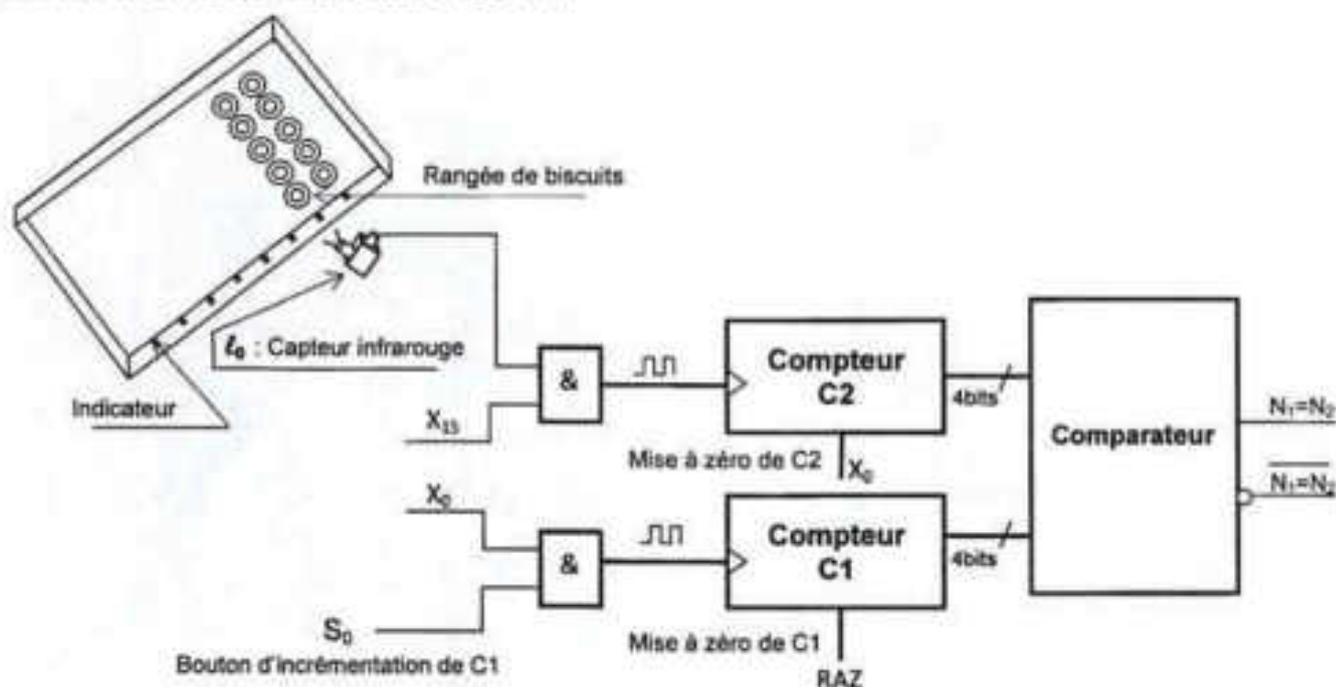


Figure 5

## 8. Extrait du document constructeur

### a. Circuit intégré 74191

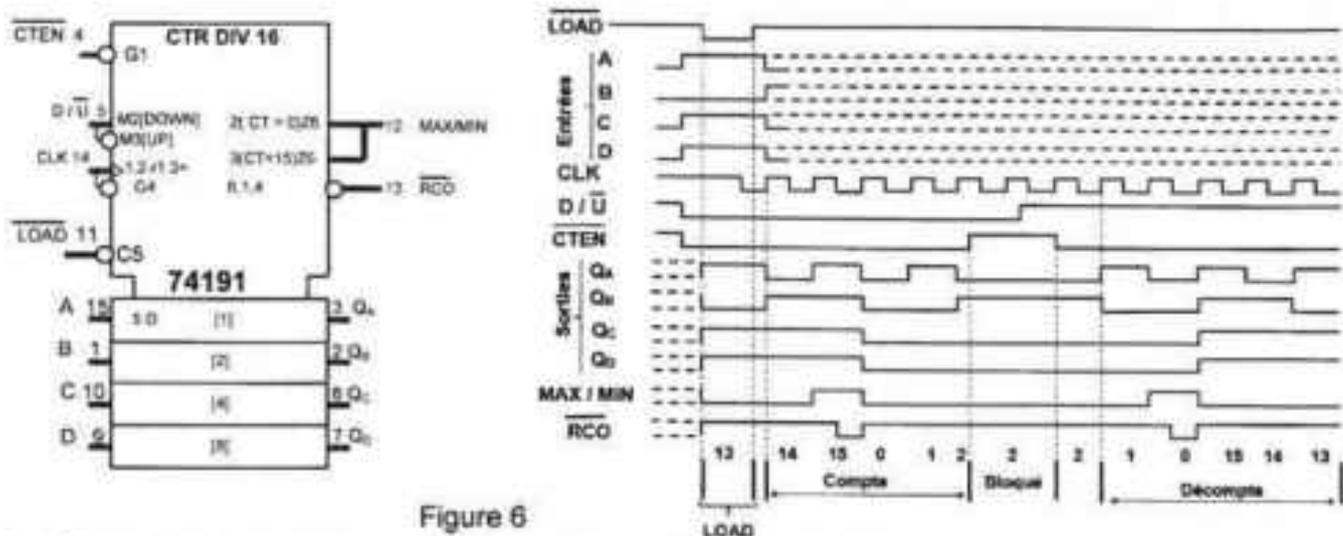


Figure 6

### b. Circuit intégré 7485

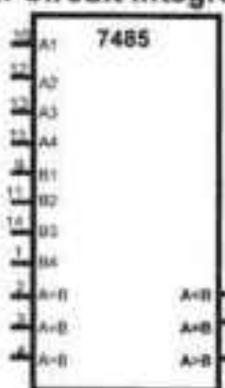


Figure 7

Entrées des nombres				Entrées de mise en cascade			Sorties		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A>B	A<B	A=B	A>B	A<B	A=B
A3 > B3	*	*	*	*	*	*	1	0	0
A3 = B3	*	*	*	*	*	*	0	1	0
A3 = B3	A2 > B2	*	*	*	*	*	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	*	*	*	*	*	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	*	*	*	*	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	*	*	*	*	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	*	*	*	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	*	*	*	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	A0 = B0	1	0	0	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	1	0	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	A0 = B0	0	0	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	*	*	*	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	1	0	0	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	0	1	1	0

## 9. Solution programmée et affichage par LCD

Une carte électronique à base de microcontrôleur du type PIC 16F876A (figure 8) permettant :

- le fonctionnement du compteur C1 et l'affichage de son contenu par un LCD ;
- le fonctionnement du compteur C2 et l'affichage de son contenu par un LCD ;
- la comparaison des contenus des deux compteurs ;
- la commande du convoyeur à bande (moteur Mt1) ;
- le fonctionnement de la buse et du compresseur de pâte ;
- L'affichage d'autres messages (TERMINE, PLATEAU PRES, ...) par l'LCD.

N.B :

- Une variable X est utilisée dans le programme pour assurer la commande simultanée du compresseur, de la buse, du recul du plateau (Mt1) et de l'incrémentation du compteur C2.
- Le capteur (L) est noté dans le programme (L0).
- Le fonctionnement de la table (Mt2) ne fait pas partie de cette étude.

La configuration du registre ADCON1 du PIC16F876A est obtenue à partir du tableau suivant :

ADCON1						
ADFM	ADFM	ADFM	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
1	.	.	0	0	0	0
1	.	.	0	0	1	0
1	.	.	0	1	0	0
1	.	.	0	1	1	x
1	.	.	1	0	0	1
1	.	.	1	1	1	0

A:analogique

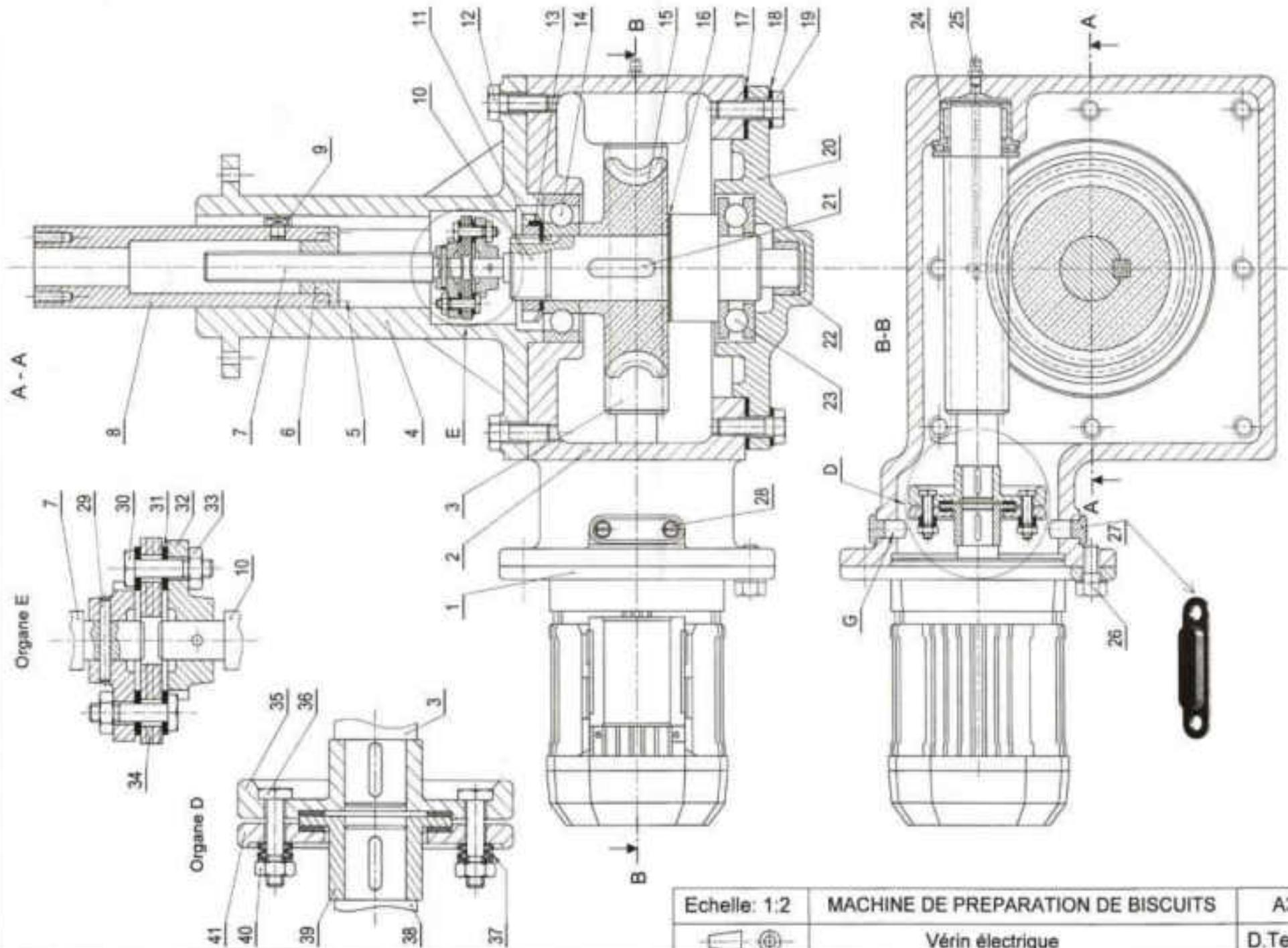
D:numérique

PORTA					Tensions de références	
AN4/RAS	AN3/RAS	AN2/RA2	AN1/RA1	AN0/RA0	VREF+	VREF-
A	A	A	A	A	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub>
A	A	A	A	A	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub>
D	A	D	A	A	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub>
D	D	D	D	D	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub>
A	A	A	A	A	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub>
D	D	D	D	A	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub>

V<sub>DD</sub> = V<sub>CC</sub> = 5V

V<sub>SS</sub> = GND = 0V





Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants  
.....  
.....

X

.....

## A. PARTIE GÉNIE MÉCANIQUE

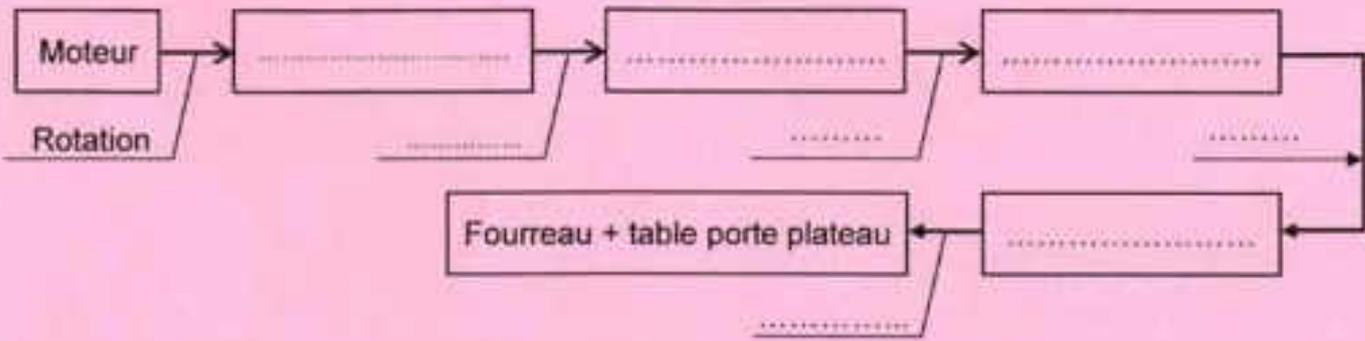
Se référer au dossier technique pour l'étude de cette partie.

### 1. Analyse fonctionnelle

En se référant au dossier technique.

1.1. La montée et la descente du plateau sont assurées par des organes de transmission de mouvement de l'arbre moteur (1) à la table porte plateau.

Compléter la chaîne de transmission de puissance suivante par les noms des organes et les types de mouvements proposés : *Système vis-écrou ; Vis sans fin et roue ; Translation ; Accouplement ; Limiteur de couple ; Rotation.*



1.2. Compléter le tableau ci-dessous permettant d'identifier les organes de transmission (E) et (D).

Organe	Nom	Fonction	Symbole
D	.....	.....	
E	.....	.....	

1.3. Citer les déplacements possibles que permet l'organe (E) entre l'arbre (10) et la vis (7).

.....

.....

1.4. Indiquer les repères des pièces tournantes et des pièces fixes de l'organe (D) si le vérin se trouve accidentellement bloqué.

Pièces tournantes : .....

Pièces fixes : .....

1.5. Quelle est l'utilité du trou oblong (G) ?

.....

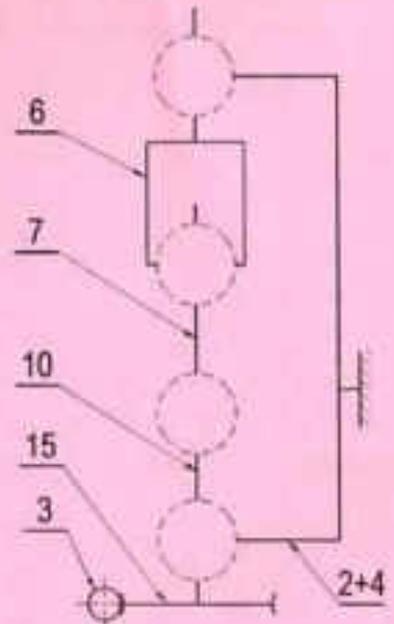
1.6. Quel est le nom et le rôle de la pièce (25) ?

.....

Ne rien écrire ici

### 2. Schéma cinématique

Compléter le schéma cinématique ci-contre du vérin par les symboles normalisés.



### 3. Etude des liaisons

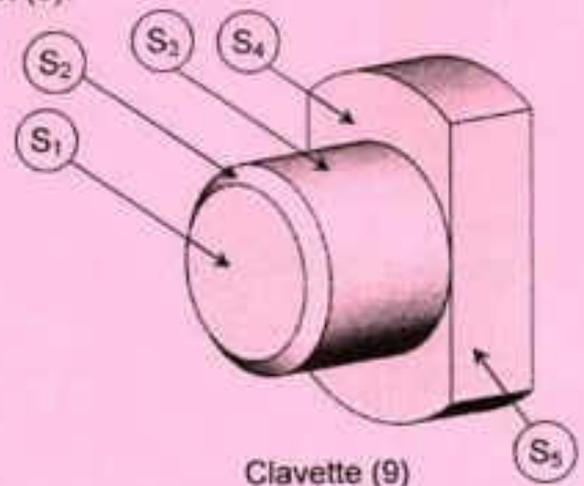
Analyser les liaisons demandées en complétant le tableau ci-dessous.

Liaison	Nature des surfaces de contact	Moyen de positionnement	Éléments de fixation
Roue creuse (15) avec l'arbre (10)	Surfaces cylindrique et plane	.....	.....
Ecrou (6) avec le fourreau (8)	.....	.....	.....
Couvercle (20) avec le boîtier (2)	.....	.....	.....

### 4. Etude de fabrication de la clavette à ergot (9)

Préciser sur le tableau ci-dessous, les machines utilisées et les opérations réalisées pour l'usinage des surfaces indiquées sur le dessin de la clavette à ergot (9).

Surface	Opération d'usinage	Machine
S <sub>1</sub>	Dressage	Tour parallèle
S <sub>2</sub>	.....	.....
S <sub>3</sub>	.....	.....
S <sub>4</sub>	.....	.....
S <sub>5</sub>	.....	.....



### 5. Cotation fonctionnelle

5.1. Justifier la présence de la condition A

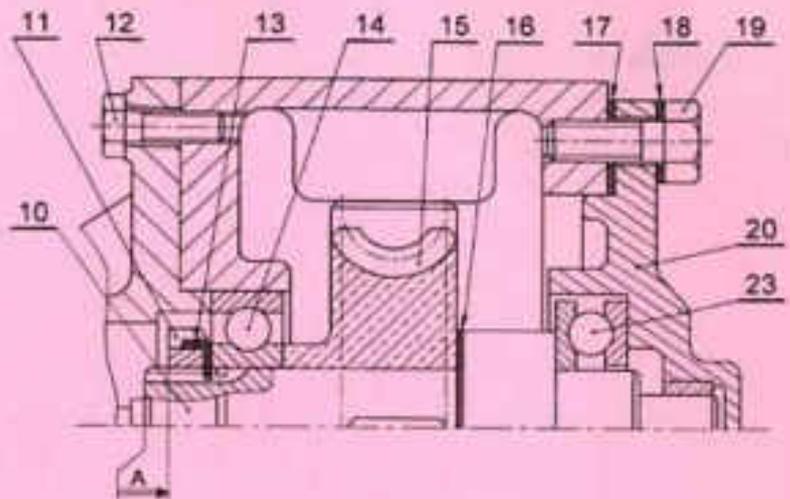
.....

.....

.....

5.2. Tracer la chaîne de cotes relative à la condition A.

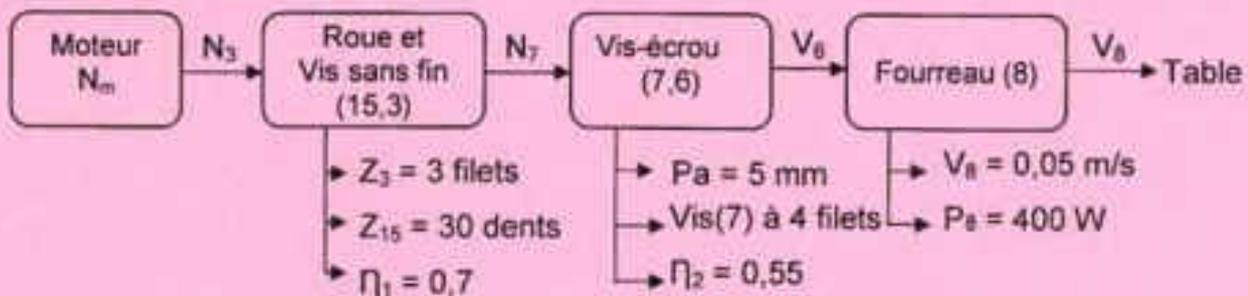
5.3. Installer une cote condition (B) permettant le mouvement de rotation correct de l'arbre (10) en évitant tout contact avec pièces fixes.



### 6. Etude cinématique

L'objectif de cette étude est le choix d'un moteur électrique convenable pour la validation de la vitesse de déplacement ( $V_8$ ) de la table porte plateau.

La chaîne cinématique simplifiée ci-dessous représente la transmission de mouvement de la montée et de la descente de la table.



NB :  $\eta_1$  : rendement du système roue et vis sans fin.

$\eta_2$  : rendement du système vis écrou.

6.1. Déterminer la vitesse de rotation de la vis (7).

.....

.....

.....

$N_7 =$  .....

6.2. Déterminer la vitesse de rotation de la vis sans fin (3).

.....

.....

.....

$N_3 =$  .....

Ne rien écrire ici

6.3. Calculer la puissance  $P_m$  du moteur (1).

$P_m = \dots\dots\dots$

6.4. A partir du tableau ci-dessous choisir le type de moteur le plus économique pour ce vérin.

Type	LS 80 P	LS 90 S	LS 90 L	LS 90 LU	LS 100 L	LS 100 LK
Nm (tr/min)	1500	1500	1445	1450	1439	1450
Puissance (KW)	0,75	1,1	1,5	1,8	2,2	3

Choix : .....

### 7. Conception

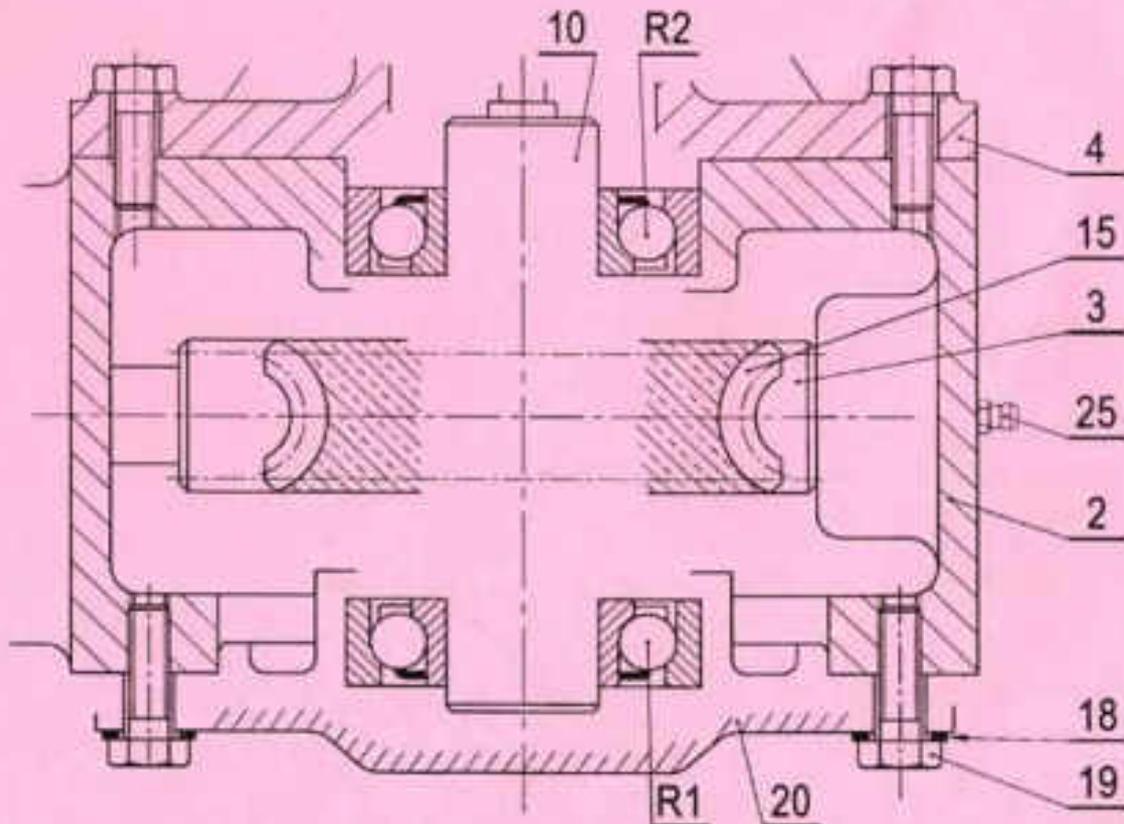
Pour améliorer le rendement du vérin et mieux encaisser l'effort axial sur l'arbre (10), le concepteur se propose de changer la butée (23) et le roulement (14) par deux roulements de type BT (R1) et (R2).

On demande de compléter à l'échelle de dessin :

7.1. Le montage des roulements (R1) et (R2).

7.2. La liaison encastrement de la roue (15) avec l'arbre (10).

7.3. Les tolérances des portées des roulements et l'ajustement nécessaire au montage de la roue dentée (15).



Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

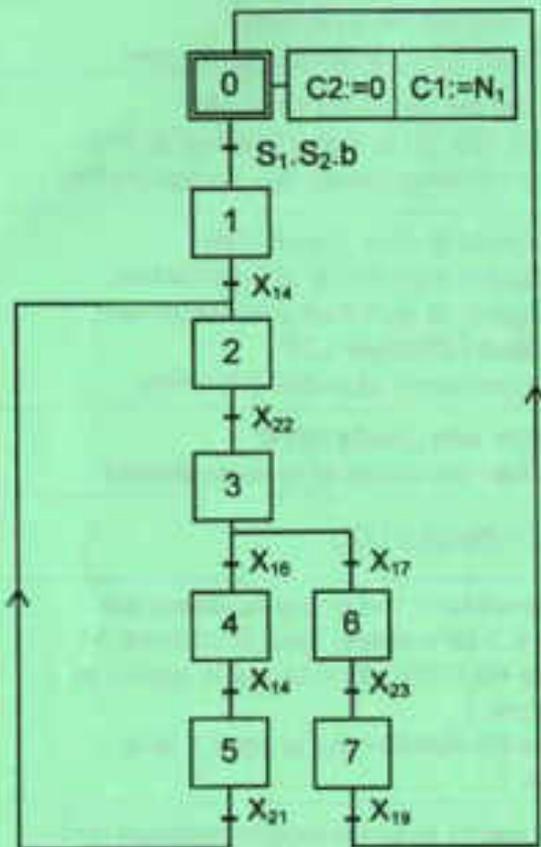
Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants  
.....  
.....

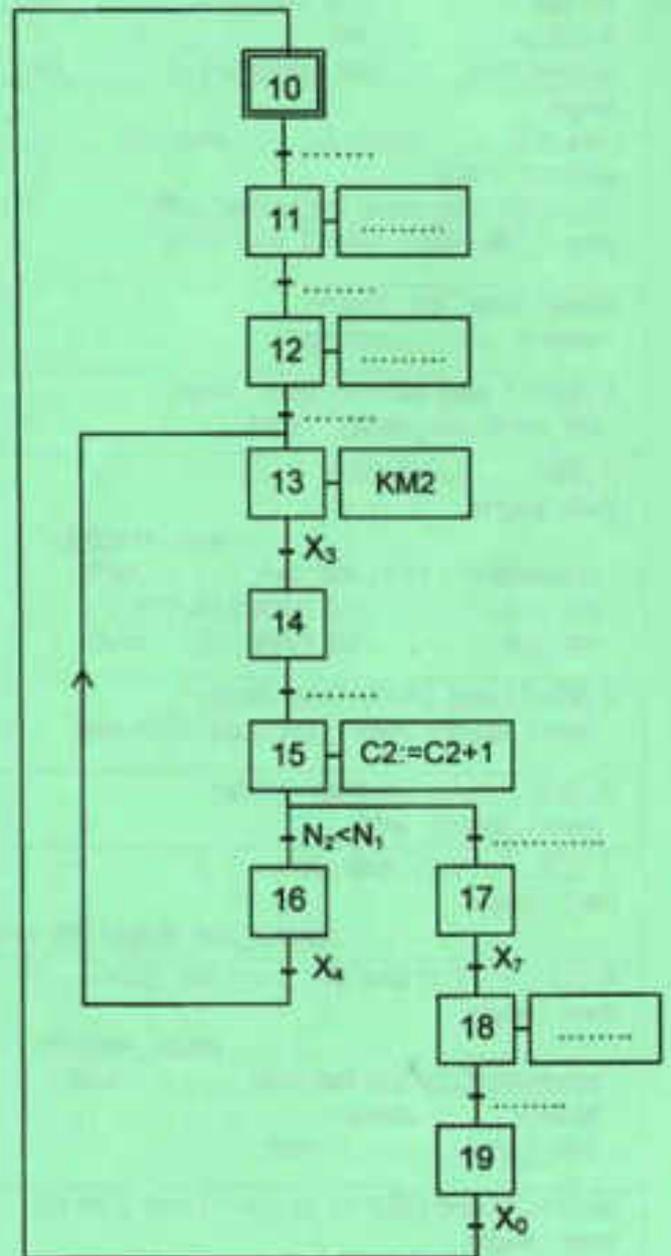
## B. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

1. En se référant aux pages 1, 3 et 4 du dossier technique, compléter le Grafcet synchronisé, ci-dessous, correspondant à la préparation d'un plateau de biscuits.

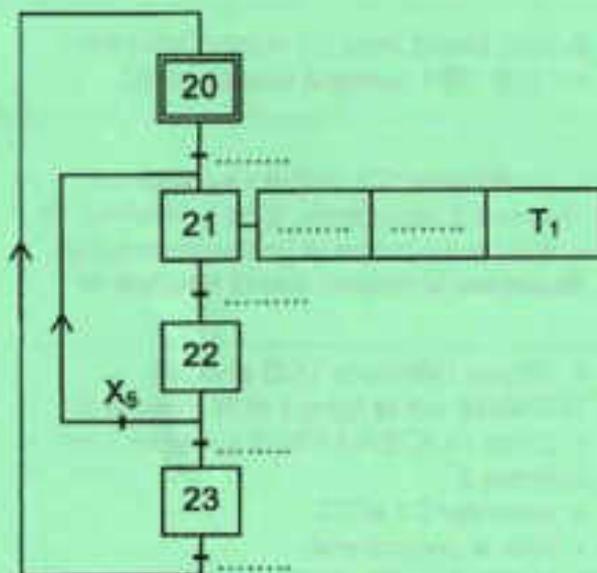
Grafcet de conduite



Tâche1 : plateau



Tâche2 : buses et compresseur de pâte



## 2. Etude du circuit de comptage et de comparaison du nombre de rangées de biscuits

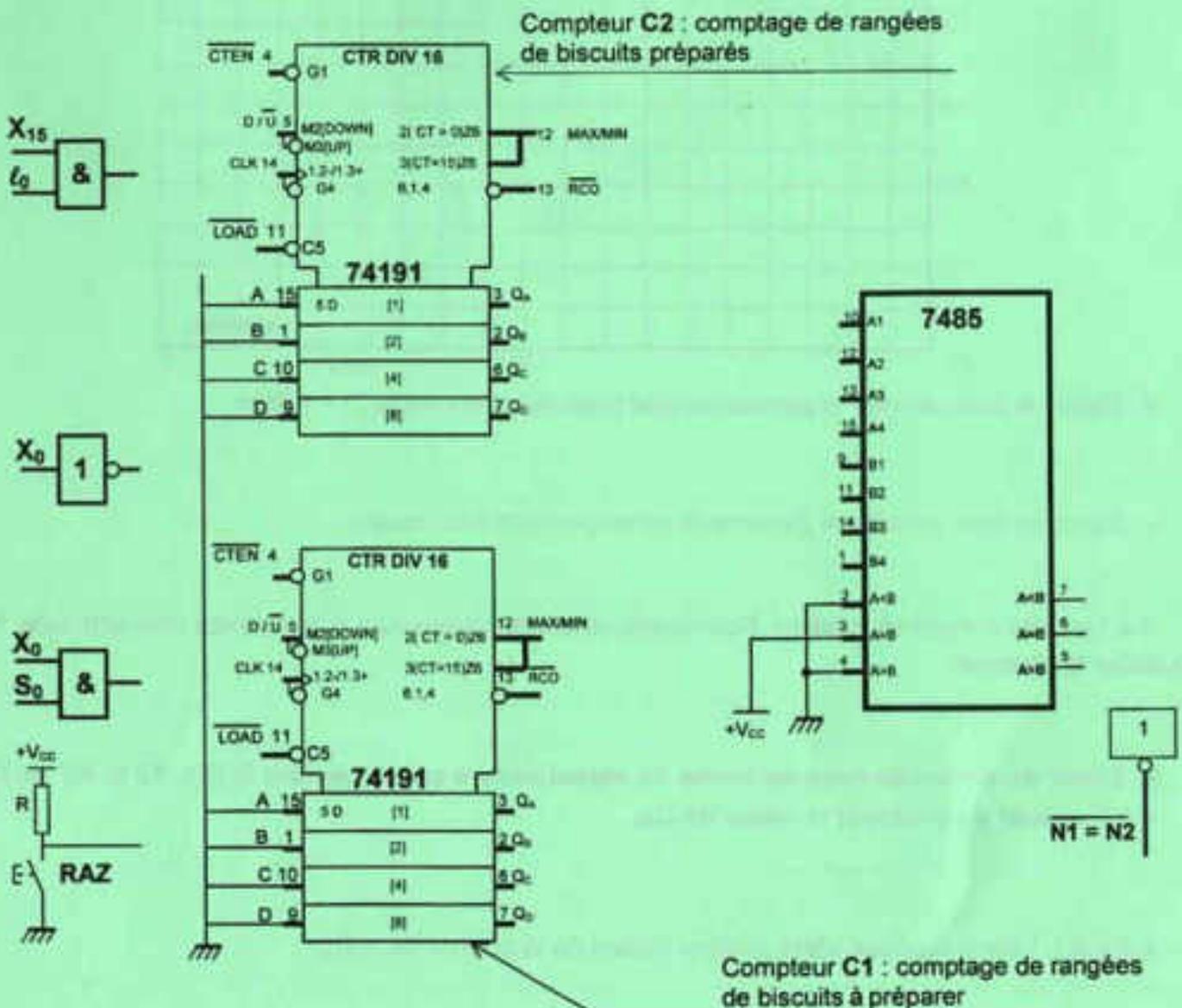
Se référer, dans cette partie, aux pages 4 et 5 du dossier technique.

2.1. Compléter le tableau ci-dessous par les états logiques (0 ou 1) correspondant aux entrées  $D/\bar{U}$  et  $\overline{CTEN}$  afin d'assurer l'utilisation du circuit intégré 74191 en mode comptage ou décomptage.

Entrée	Comptage	Décomptage
$D/\bar{U}$	.....	.....
$\overline{CTEN}$	.....	.....

2.2. Compléter le schéma du circuit ci-dessous par :

- L'entrée de validation des deux compteurs C1 et C2 ;
- L'entrée d'horloge de chaque compteur en fonction de la variable de l'étape du GRAFCET correspondante, du capteur  $\ell_0$  et du bouton  $S_0$  ;
- La remise à zéro de chaque compteur ;
- Les entrées du comparateur des deux nombres  $N_1$  et  $N_2$  ;
- La sortie du résultat de la comparaison ( $N_1 = N_2$ ).



**3. Etude du convoyeur de plateaux**

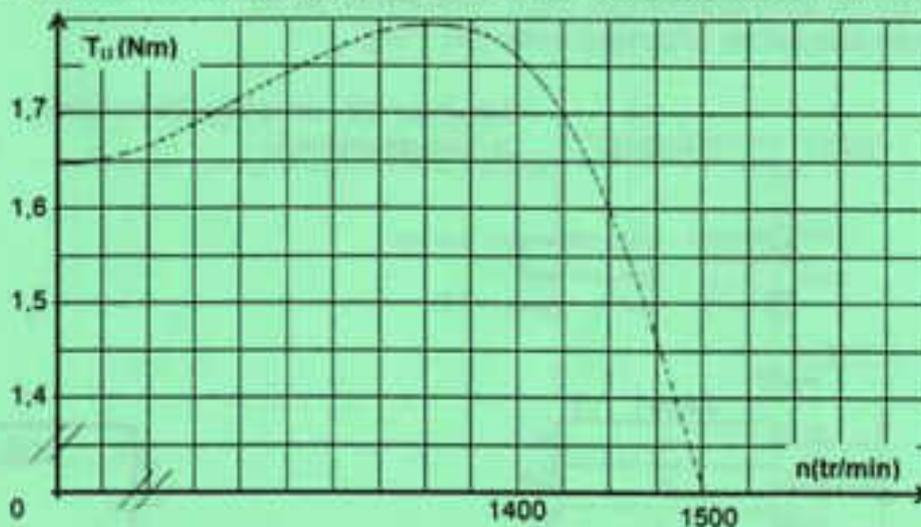
Se référer dans cette étude à la page 6 du dossier technique.

3.1. Quel est le moteur qui répond au besoin de l'utilisateur ? Donner sa référence. Justifier la réponse.

3.2. Donner la tension aux bornes d'un enroulement du moteur choisi en (3.1). Justifier la réponse.

3.3. Le tapis roulant oppose un couple résistant constant  $T_r = 1,6\text{Nm}$  lorsqu'il amène un maximum de plateaux remplis de biscuits.

- a. Tracer la caractéristique  $T_u(n)$ .
- b. Indiquer, sur la courbe ci-dessous, le point de fonctionnement nominal  $P_N$ .
- c. En déduire la vitesse correspondante du moteur.



d. Exprimer puis calculer la puissance utile produisant le couple  $T_r = 1,6\text{Nm}$ .

e. Exprimer puis calculer le glissement correspondant à ce couple.

3.4. Le moteur étant en rotation. Pour quelle valeur du glissement la puissance utile soit nulle ? Justifier la réponse.

**4. Etude du circuit de mise en forme du signal délivré par le capteur  $\ell_c$  (fig. 10 p. 6/7 du D.T)**

4.1. Exprimer puis calculer la valeur de  $U_{R0}$ .

4.2. L'A.L.I étant supposé idéal, justifier l'allure de la courbe de  $U_2(t)$ .

## Ne rien écrire ici

### 5. Solution programmée

En se référant aux pages 4, 5 et 6 du dossier technique, compléter les instructions du programme, en MikroPascal pro.

**N.B** :- Le sous-programme de connexion de l'afficheur LCD au port A est hors étude.

- Les commentaires ne sont pas donnés en ligne par ligne d'instructions. Ils décrivent le sous-programme correspondant à chaque case.

program biscuit,	Nom du programme
var C1,C2.....; txt1,txt2 : string[3];	Les sorties compteurs C1 et C2 sont : • Des variables de type octet • Affichées sur chaînes à 3 caractères
S0:sbit at ....._bit; S2:sbit at ....._bit; S3:sbit at ....._bit; L0:sbit at ....._bit; X:sbit at ....._bit; buse:sbit at ....._bit; comp:sbit at ....._bit;	Connecter les variables binaires : • S0, S2, S3, L0 et X aux entrées du Pic • buses et compresseur aux sorties du Pic
begin trisa:= \$.....; trisb:= \$.....; trisc:= \$.....; adcon1 := \$06; lcd_init(); lcd_cmd(_lcd_cursor_off); pwm1_init(1000); pwm2_init(1000);	• Configurer le Port A en entrée • Configurer les ports B et C en sorties • Configurer le port A en port numérique • Initialiser l'afficheur LCD • Initialiser pwm1 et pwm2 à f=1KHz
While true do begin buse:= .....; comp:= ..... ;	• Débuter une boucle infinie • Initialiser les buses et le compresseur
if (S2=1) and (C1=0) then begin lcd_cmd(_lcd_clear); end;	Effacer l'afficheur LCD
if (S0=.....) and (S2=.....) then begin .....; delay_ms(50); bytetoStr(C1,txt1); lcd_out(.....,txt1); lcd_out(.....,'Nb RANG PLAT='); lcd_out(.....,'Nb RANG='); end;	• Incrémenter C1 et écrire sa valeur sur chaîne à 3 caractères, ligne 2, colonne 14 • Ecrire Nb RANG PLAT= sur la ligne 2 et la colonne 1 • Ecrire Nb RANG= sur la ligne 1 et la colonne 1
if (S2=1) and (X=0) then begin pwm1_start(); pwm1_set_duty(255); end;	Activer pwm1 avec un rapport cyclique $\alpha=1$ (Mt1 tourne à vitesse rapide)
if (S3=.....) then begin pwm1_stop(); end;	Désactiver le module pwm1
if (C2 ..... C1) and (X=.....) then begin .....; pwm2_set_duty(128); end;	Activer pwm2 avec un rapport cyclique $\alpha = 0,5$ (Mt1 tourne à vitesse lente)
if (C2 ..... C1) and (X=.....) and (L0=.....) then begin .....; delay_ms(50); bytetoStr(C2,txt2); lcd_out(.....,txt2); buse:=.....; comp:=.....; ..... ; delay_ms(.....); end;	• Incrémenter C2, écrire sa valeur sur chaîne à 3 caractères, ligne 1, colonne 14 • Activer les buses et le compresseur et désactiver le module pwm2 pendant 5s
if(C2=C1) and ((C2>0) or ((X=1) and (L0=1))) then begin lcd_cmd(_lcd_clear);lcd_out(.....,'.....'); lcd_out(.....,'.....'); .....; ..... ; end; end; end.	• Effacer l'afficheur LCD et écrire TERMINE sur la ligne 1 et la colonne 5 • Ecrire PLATEAU PRES sur ligne 2 et colonne 3 • Initialiser C1 et C2 • Finir le programme