

REPUBLIQUE TUNISIENNE ***** MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION	DEVOIR DE SYNTHESE N° 1	DECEMBRE 2007 D.R.E.F. KAIROUAN	
EPREUVE : TECHNOLOGIE	SECTION : SCIENCES TECHNIQUES	<i>Durée : 4 heures</i> <i>Coefficient : 3</i>	

SYSTEME DE MANUTENTION DES CAISSES « TRANSGERBEUR »

CONSTITUTION DU SUJET :

- Dossier technique : pages 1/5, 2/5, 3/5, 4/5 et 5/5.
- Dossier réponses : pages 1/9, 2/9, 3/9, 4/9, 5/9, 6/9, 7/9, 8/9 et 9/9

TRAVAIL DEMANDE :

- 1^{ère} partie (génie mécanique) : pages 1/9, 2/9, 3/9 et 4/9
- 2^{ème} partie (génie électrique) : pages 5/9, 6/9, 7/9, 8/9 et 9/9

NB :

- Le candidat doit disposer les pages 1/5 à 5/5 du **dossier technique**.
- Les pages 1/9 à 9/9 du **dossier réponse** sont à rendre obligatoirement.
- Aucune documentation n'est autorisée. Sauf les calculatrices et le matériel habituel du dessinateur.

1 – Présentation :

Le transgerbeur, objet d'étude, est un système automatisé qui permet le stockage et le déstockage des caisses d'un magasin (figure 1) en raison d'améliorer ses performances économiques en réduisant au minimum les délais entre les besoins et les disponibilités de produits placés en caisses métalliques.

Le magasin envisagé comporte 2160 alvéoles de rangement ou peuvent être déposées des caisses de produits, ces alvéoles sont aménagées dans deux structures rectangulaires ayant une configuration matricielle de 18 niveaux et 60 colonnes, gauche et droite se faisant face.

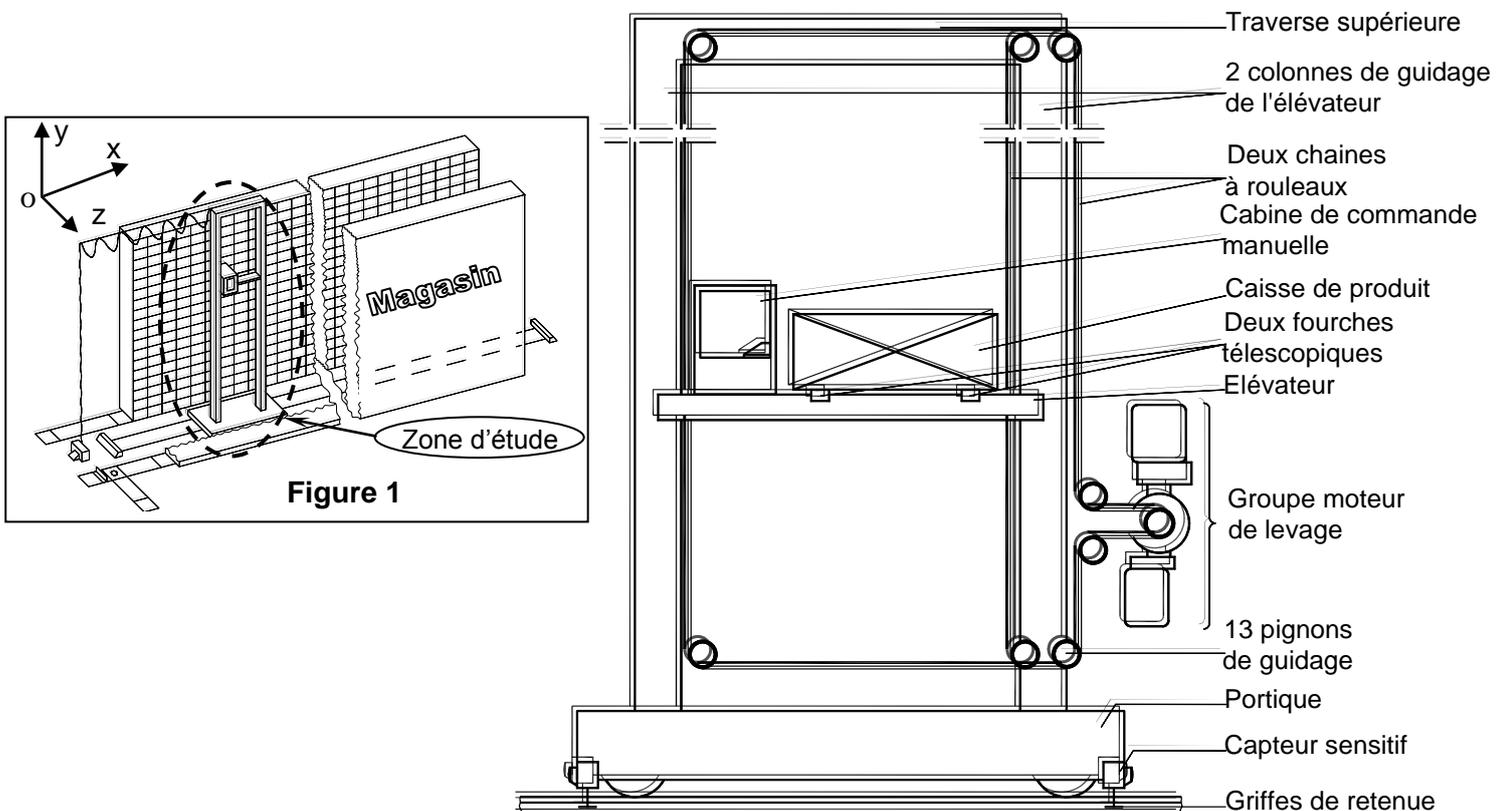


Figure 2

2 – Constitutions du système de manutention « Transgerbeur » :

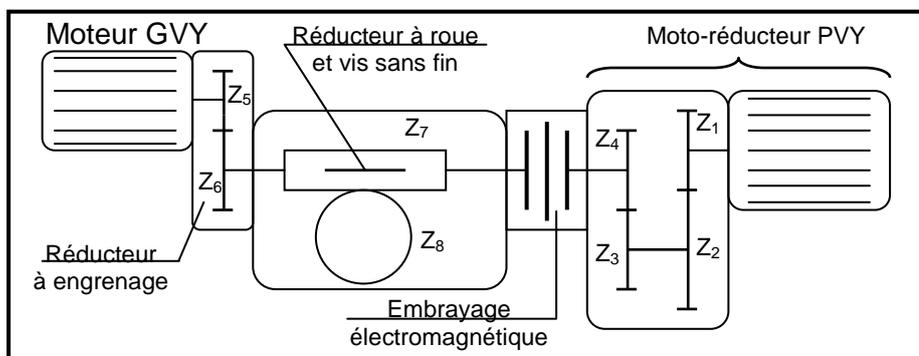
Le système de manutention "transgerbeur" partiellement représenté par la figure 2 est constitué :

- D'un portique roulant au sol sur 2 rails (mouvement X).
- D'un système de levage constitué essentiellement :
 - * D'un ensemble mobile, comportant :
 - L'élévateur, caisson rigide, guidé le long des deux colonnes par des jeux de galets (mouvement Y) qui supporte :
 - Une cabine de commande manuelle.
 - Un ensemble de deux fourches télescopiques permettant la prise et la pose de caisses dans les alvéoles de gauches et de droite (mouvement Z).
 - Un palpeur mobile suivant l'axe Z permet à l'arrêt du transgerbeur « TG » de vérifier que l'alvéole droite ou gauche, est vide ou pleine.
 - Un contrepoids qui équilibre le poids de l'élévateur (non représenté).
 - * D'un groupe moteur de levage situé au pied d'une des colonnes et solidaire du portique qui entraîne deux chaînes permettant la translation verticale de l'élévateur. ce groupe comprend :
 - Sous groupe d'entraînement rapide, comportant :
 - Un moteur à courant continu « GVY » muni d'un frein électromagnétique à manque de courant pour arrêt d'urgence
 - Un réducteur à engrenages cylindriques à denture droite.
 - Un réducteur à roue et vis sans fin.
 - Sous groupe d'entraînement lent, comportant :
 - Un moto-réducteur « PVY »
 - Un embrayage électromagnétique.
- D'un système de plaques réfléchissantes, d'une certaine longueur, donnant l'adresse de la colonne d'alvéoles en face de laquelle se trouve le portique. Ces plaques sont disposées régulièrement le long de la voie (X) suivant un pas égal à celui des colonnes d'alvéoles.
- D'un système de cellules photo-sensibles (XP0 à XP5), solidaire du portique, permettant le codage en binaire de l'adresse de la colonne d'alvéole en face de laquelle se trouve le portique.
- D'un système de plaques réfléchissantes disposées le long de la voie (Y), donnant l'adresse du niveau d'alvéole en face duquel se trouve l'élévateur.
- D'un système de cellules photo-sensibles (YP0 à YP4), solidaire de l'élévateur, permettant le codage en binaire l'adresse du niveau d'alvéole en face duquel se trouve les deux fourches.

Remarques :

- La prise et la pose des charges nécessitent des mouvements verticaux d'une amplitude voisine de 20 cm qui sont obtenus grâce à ce même groupe de levage.

Schéma du groupe moteur de levage :



Extrait de la notice du constructeur du groupe moteur de levage :

Élément	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	d ₁₁	Nm GVY (tr/mn)	Nm PVY(tr/mn)
Caractéristique	20	40	20	40	20	30	3	30	100	3000	1500

3 – Description du fonctionnement du Tansgerbeur :

Pour le fonctionnement automatique, il suffit d'introduire les coordonnées (Xd ;Yd) des points de prise ou de dépose de la caisse et l'automate se charge de l'opération.

Notre étude se limitera à l'opération de prise de caisse.

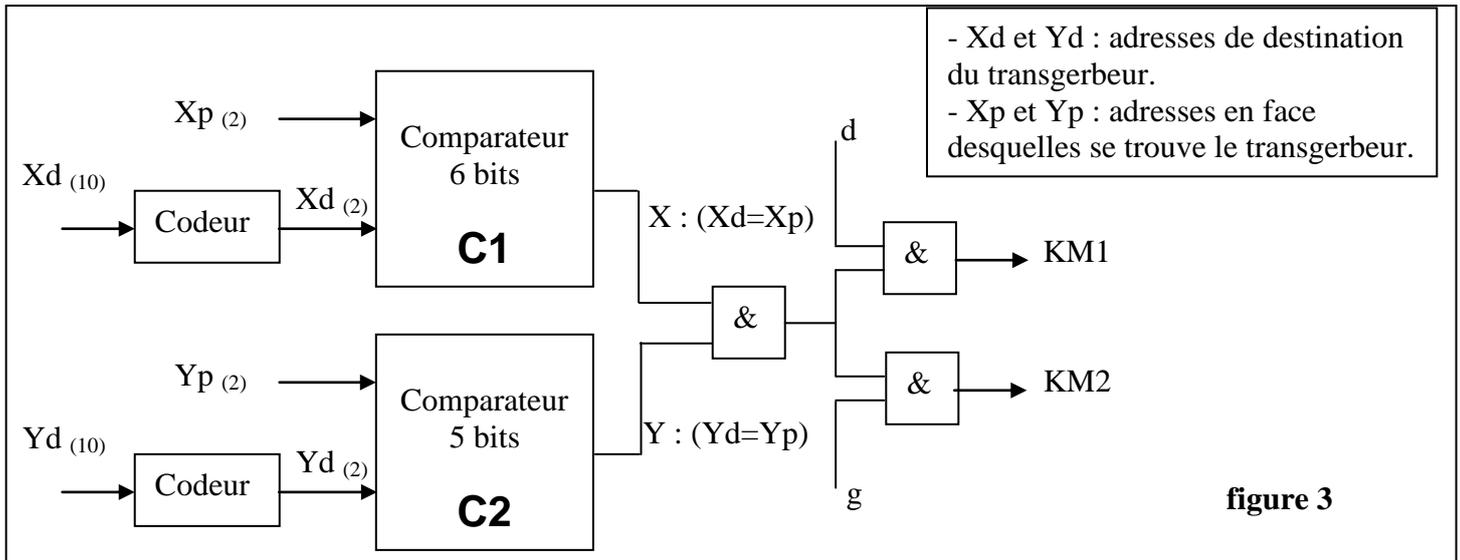
Initialement les fourches sont en face de l'alvéole demandée (position validée par les capteur X et Y), un opérateur choisi grâce à un pupitre de commande l'alvéole droite (d=1) ou celle de gauche (g=1). Si le choix est déterminé, le cycle de préhension commence :

- Sortie du palpeur à droite (si d=1) ou à gauche (si g=1), pour vérifier que l'alvéole est vide ou pleine.
 - **si l'alvéole est vide (v=0) :**
 - le palpeur rentre à sa position initiale et une alarme s'active.
 - l'alarme reste encore activée pendant 20s (pour la préparation à un nouveau cycle de fonctionnement).
 - **si l'alvéole est pleine (v=1) :**
 - le palpeur rentre à sa position initiale (jusqu'à l'action du capteur **Pr**).
 - les deux fourches sortent à droite (jusqu'à l'action du capteur **fd**) ou à gauche (jusqu'à l'action du capteur **fg**).
 - les fourches montent de 20 cm, pour prendre la caisse.
 - la fin de la montée (capteur **h** actionné), provoque l'arrêt du système pendant 20s.
 - après le découlement des 20s, les fourches rentrent au centre(jusqu'à l'action du capteur fc).

- Tableau des affectations :

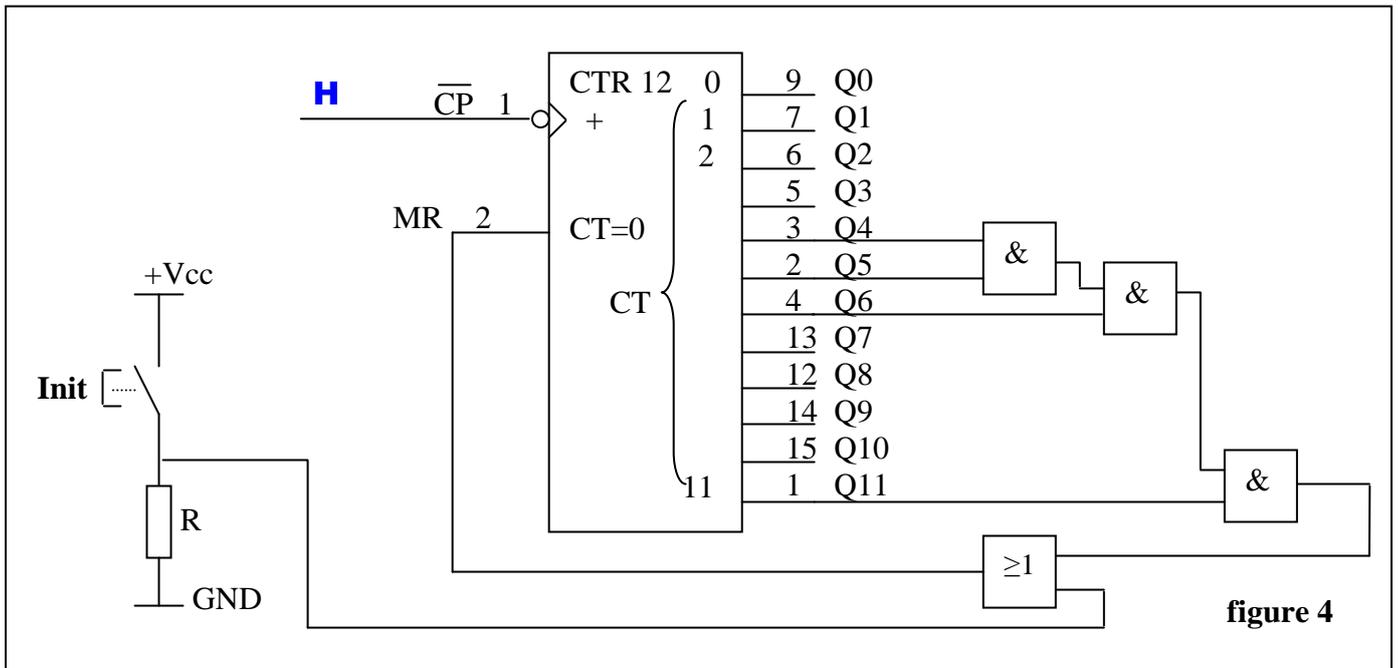
Actions	Sorties système	Sorties Automate TSX	Sorties Automate AEG	Entrées système	Entées Automate TSX	Entées Automate AEG
sortir le palpeur à droite	KM1	%Q2.1	Q1	Pd	%I1.1	I1
sortir le palpeur à gauche	KM2	%Q2.2	Q2	Pg	%I1.2	I2
Rentrer le palpeur	KM3	%Q2.3	Q3	Pr	%I1.3	I3
Sortir les fourches à droite	KM4	%Q2.4	Q4	fd	%I1.4	I4
Sortir les fourches à gauche	KM5	%Q2.5	Q5	fg	%I1.5	I5
Rentrer les fourches au centre	KM6	%Q2.6	Q6	fc	%I1.6	I6
Monter les fourches de 20 cm	KM7	%Q2.7	Q7	h	%I1.7	I7
Activer alarme	AL	%Q2.8	Q8	-	-	-
Enclencher une temporisation de 20s	T1	%Q2.9	T1	t1	%I1.8	T1
Enclencher une temporisation de 20s	T2	%Q2.10	T2	t2	%I1.9	T2
				d	%I1.10	I8
				g	%I1.11	I9
				X	%I1.12	I10
				Y	%I1.13	I11
				V	%I1.14	I12

• **Schéma synoptique de commande de la sortie du palpeur**

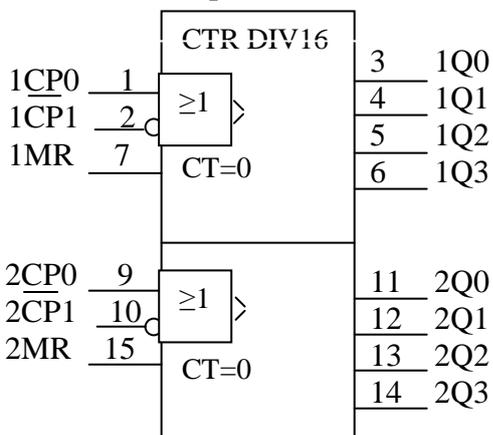


• **Gestion de comptage**

La figure ci-dessous représente le circuit de comptage des caisses prises du magasin, réalisé par le CI 4040.

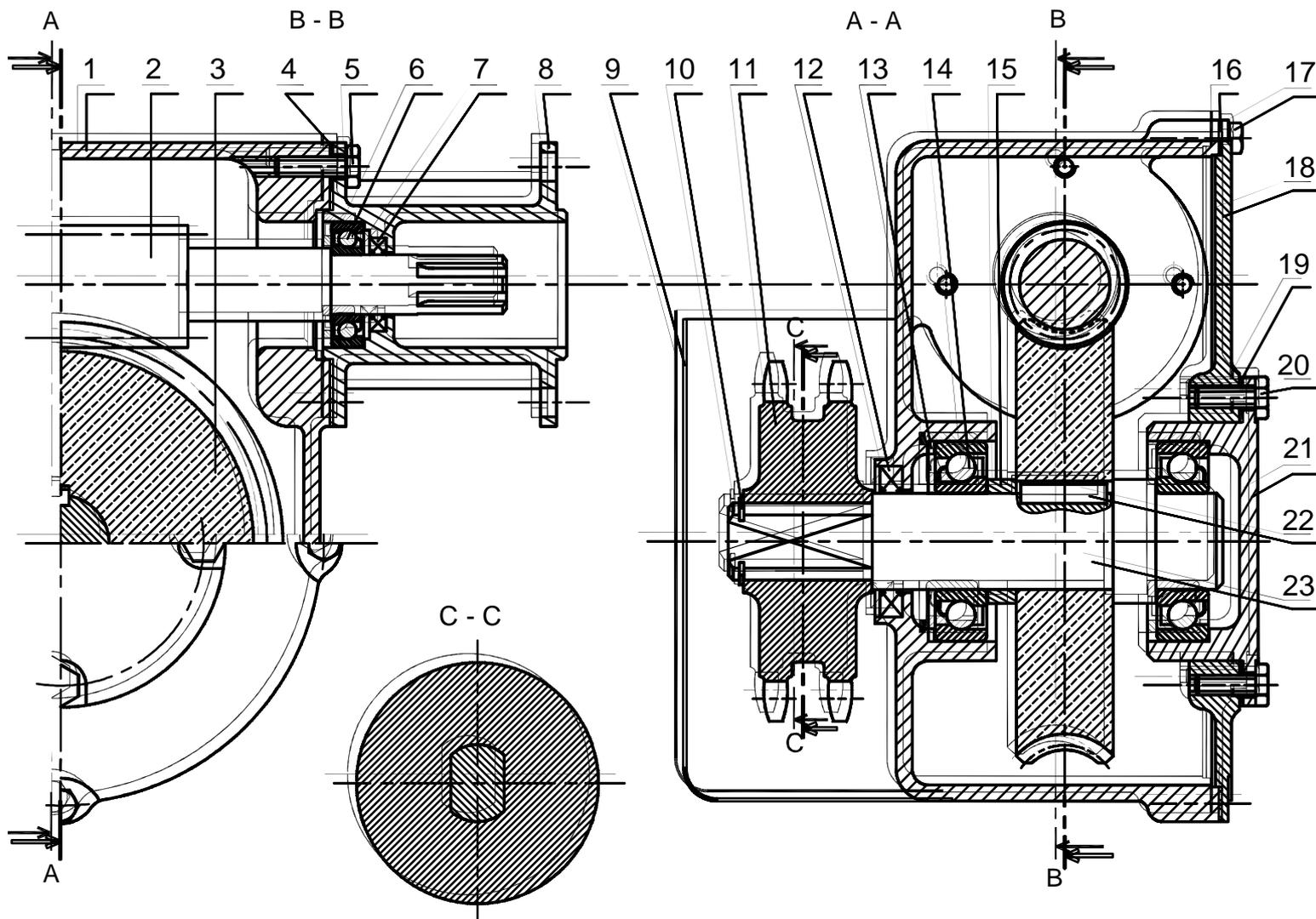


Double compteur binaire « 4520 »

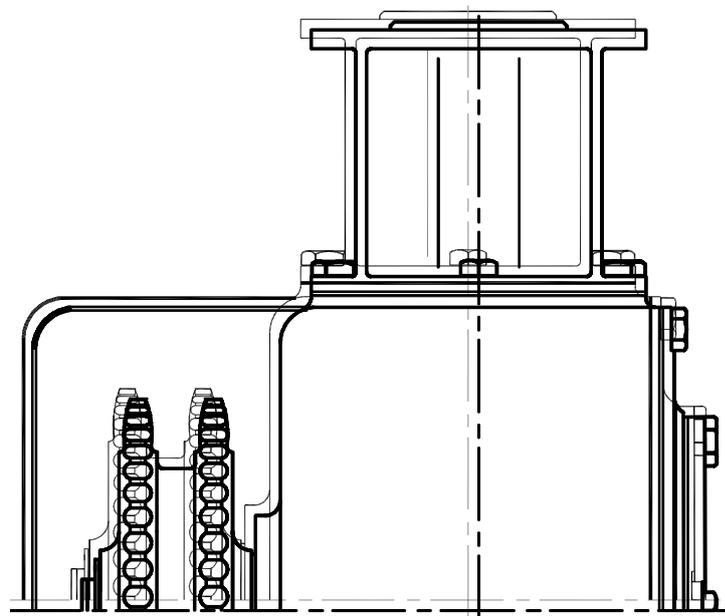


CP ₀	CP ₁	MR	Mode
	1	0	Incréméntation du compteur
0		0	Incréméntation du compteur
	X	0	Sans changement
X		0	Sans changement
	0	0	Sans changement
H		0	Sans changement
X	X	1	Q ₀ à Q ₃ = 0

4- Montage du système : « Roue et vis sans fin »



23	1	Arbre	C60
22	1	Clavette parallèle	
21	1	Boîtier coté arbre	EN-GJL-200
20	4	Vis à tête hexagonale M6	
19	1	Cale de clinquant	E295
18	1	Couvercle	EN-GJL-200
17	5	Vis à tête hexagonale M6	
16	1	Joint plat	Carton
15	1	Bague entretoise	E295
14	2	Roulement à une rangée de billes à contact oblique	
13	1	Cale	E295
12	1	Joint à deux lèvres	Caoutchouc
11	1	Pignon double	C60
10	1	Anneau élastique pour arbre	C80
9	1	Protège	E275
8	2	Boîtier pour vis sans fin	EN-GJL-200
7	2	Joint à deux lèvres	Caoutchouc
6	2	Roulement à une rangée de billes à contact oblique	
5	8	Vis à tête hexagonale M6	
4	1	Joint plat	Carton
3	1	Roue dentée	CuSn12PbP
2	1	Vis sans fin	C60
1	1	Carter	EN-GJL-200
Rep	Nb	Désignation	Matière



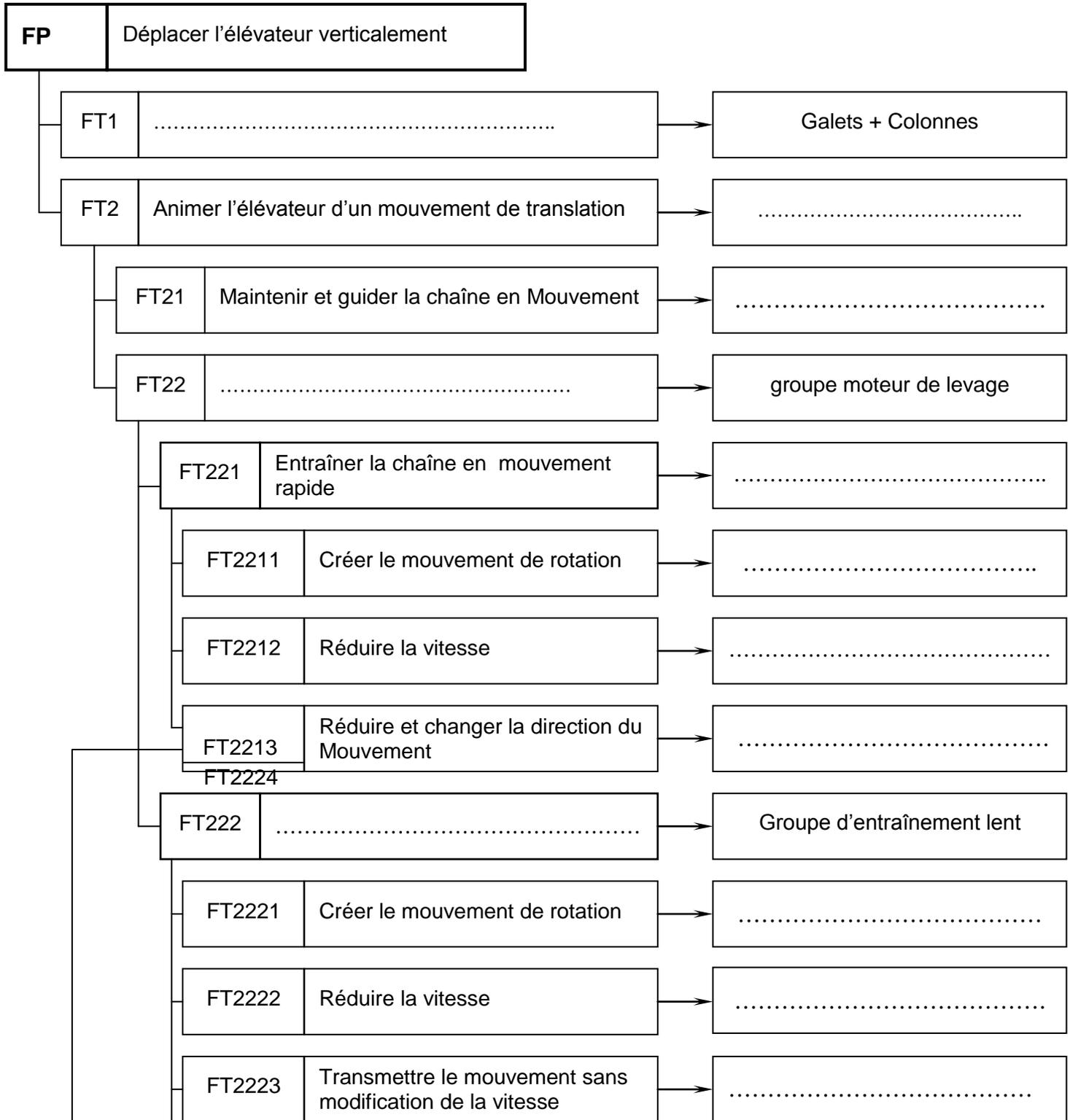
Ech : 1/2

1^{ère} Partie « génie mécanique »

Etude du groupe moteur de levage :

1- Analyse et compréhension du système : (3Pts)

En se référant au dossier technique (pages 1/5 et 2/5), compléter le diagramme FAST ci dessous.



2- Détermination du temps de travail : (3.5 Pts)

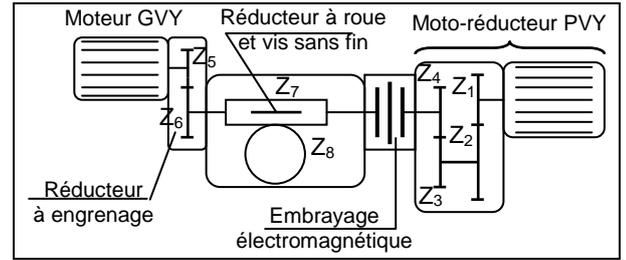
On se propose de calculer le temps de travail pour le soulèvement d'une caisse à une hauteur de 12.5 m, le soulèvement se fait en deux phases (phase rapide de 10.5 m et phase lente de 2 m)

En se référant au dossier technique (pages 1/5 et 2/5).

• Sur la figure si contre, limiter par deux couleurs différentes et préciser le chemin de mouvement de la phase rapide (par R) et le chemin de mouvement de la phase lente (par L).

- Comparer le sens de rotation des deux moteurs lors de la montée. Mettre une croix dans la case correspondante à la bonne réponse.

Même sens	<input type="checkbox"/>	Sens contraire	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	----------------	--------------------------



- Phase rapide :

- Calculer le rapport de réduction r_R .

.....

- Calculer la vitesse de rotation (N_R) du pignon double.

.....

- Déduire la vitesse (V_R) de translation de l'élévateur en m/s.

.....

- Calculer le temps (t_R) nécessaire pour terminer la phase.

.....

- Phase lente :

- Calculer le rapport de réduction r_L .

.....

- Calculer la vitesse de rotation (N_L) du pignon double.

.....

- Déduire la vitesse (V_L) de translation de l'élévateur en m/s.

.....

- Calculer le temps (t_L) nécessaire pour terminer la phase.

.....

- Comparer t_R et t_L et conclure.

.....

- Calculer le temps de travail du groupe moteur de levage pour mettre la caisse à sa place.

.....

3- Etude du système roue et vis sans fin :

* Etude technologique : (3.5 Pts)

En se référant au dossier technique (page 5/5).

- Donner le rôle des pièces suivantes :

- Cal (14):.....

- Cal de clinquant (12):.....

- Pignon double (12):

- Expliquer brièvement le choix des matériaux de la roue (3) et de la vis (2) :

.....

- Soit le dessin partiel de l'ensemble :
 - Donner le nom et la fonction de la forme repérée « N » sur le boîtier (8)

.....

- Pour quelle raison a-t-on prévu un chanfrein extérieur sur le boîtier (8).

.....

- Justifier la présence de la condition J.

.....

- - Préciser le nom de la solution adoptée pour assurer le centrage de (8) sur (1).
 Mettre une croix dans la case correspondante à la bonne réponse.

Emboîtement	<input type="checkbox"/>
-------------	--------------------------

Pieds de positionnement	<input type="checkbox"/>
-------------------------	--------------------------

- Indiquer le nom et le nombre des éléments qui assurent le maintien de contact de (8) sur (1).

.....

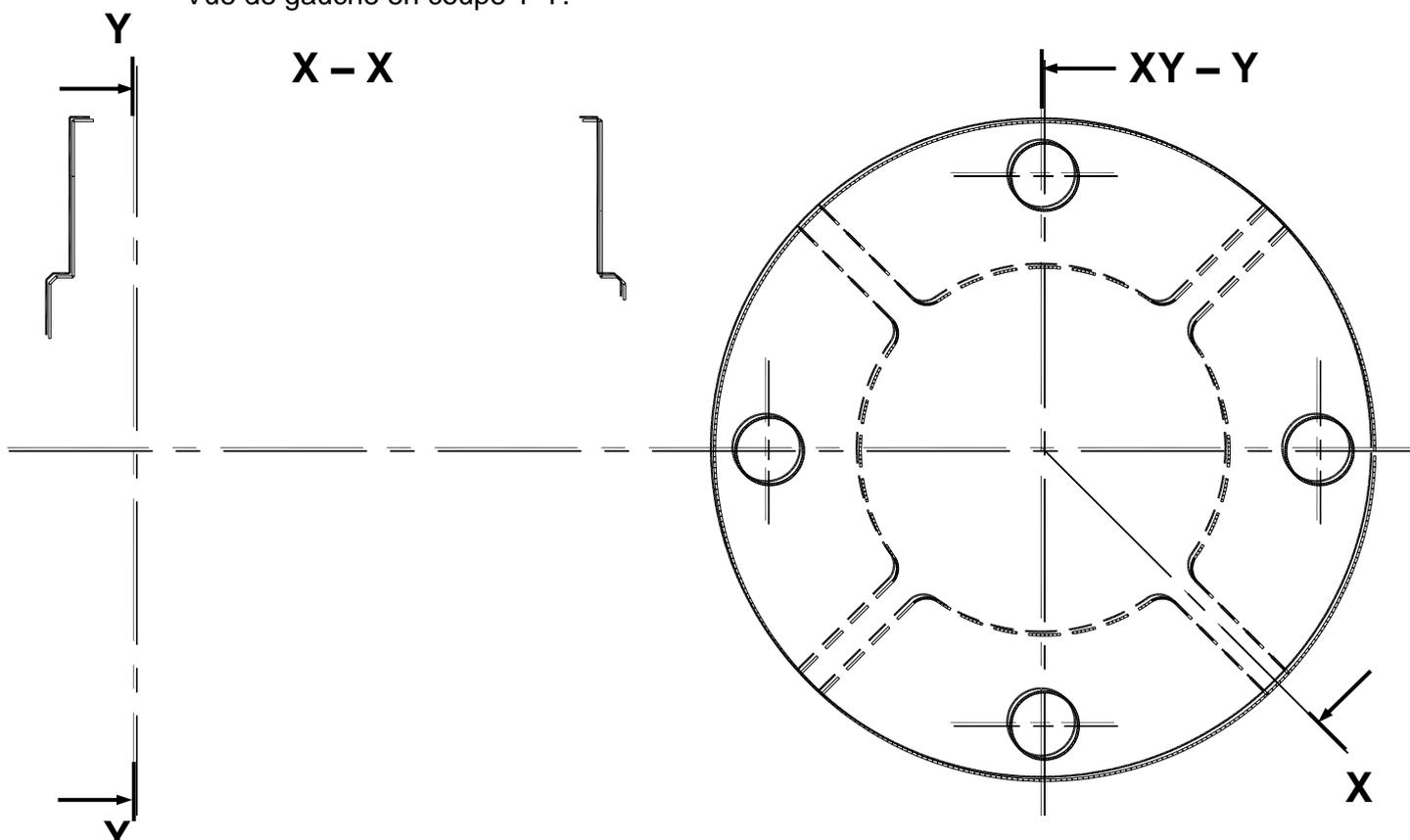
- Donner l'ajustement entre (8) et (1).

.....

*** Dessin de définition : (5 Pts)**

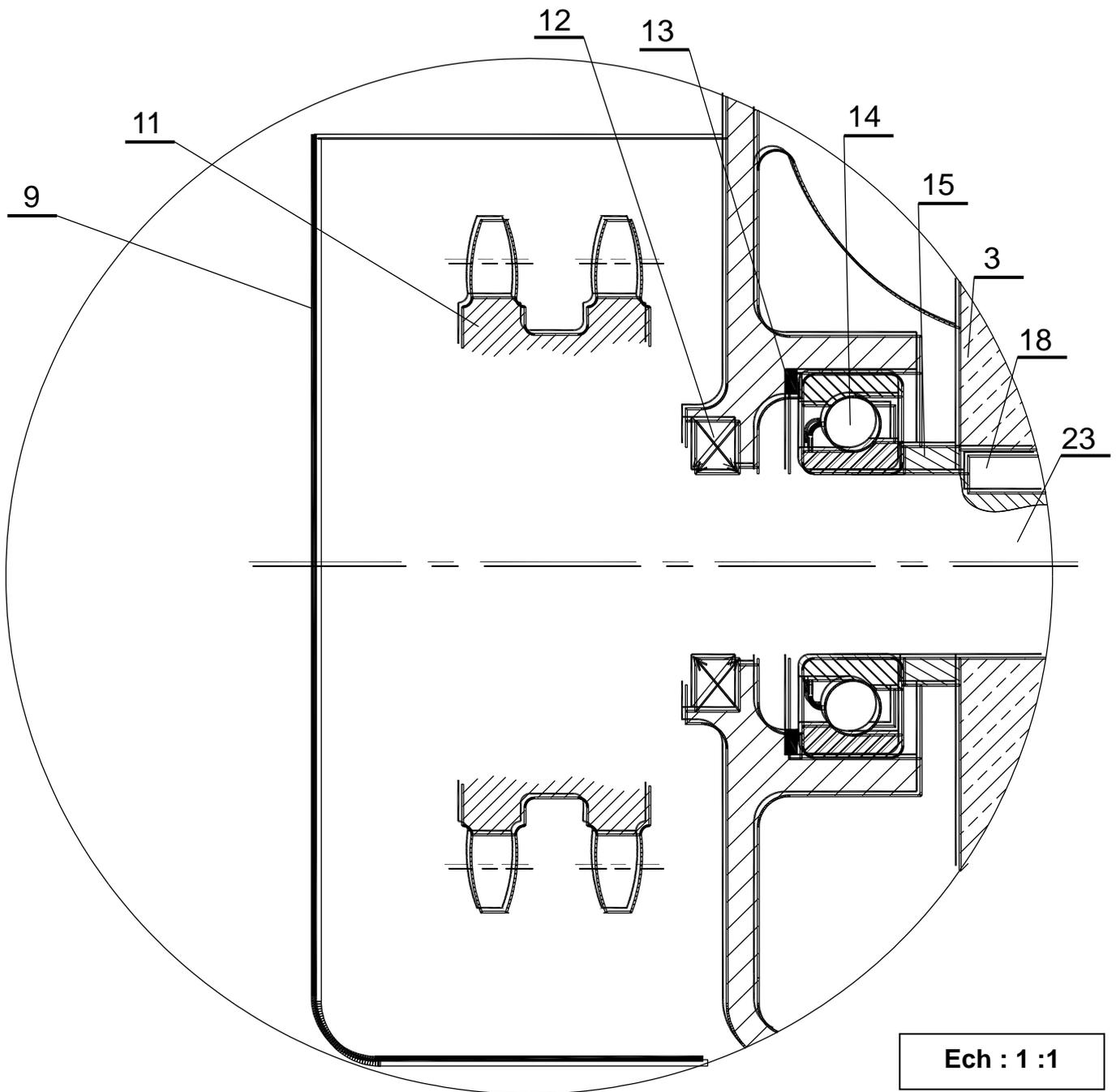
En se référant au dessin d'ensemble du dossier technique (page 5/5), compléter le dessin de définition du boîtier (8) à l'échelle 1 par :

- Vue de face en coupe X-X.
- Vue de gauche en coupe Y-Y.



*** Etude de conception : (5 Pts)**

- Pour des raisons technologiques on désire modifier la solution encastrement du pignon double (11) sur l'arbre (19).
- Compléter le dessin d'ensemble partiel (DR page 4/9) en utilisant des éléments normalisés choisis parmi ce qui est donné.
 - Indiquer l'ajustement nécessaire au montage du pignon.



Ech : 1 : 1

	<p>Rq : Ne pas représenter les chanfreins sur le dessin d'étude.</p>	<p>Rq : $l = x$ si $l \leq 40$</p>																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>d x pas</th> <th>D</th> <th>B</th> <th>S</th> <th>d₁</th> <th>E</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M17x1</td> <td>28</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>15.5</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>M20x1</td> <td>32</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>18.5</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>M25x1.5</td> <td>38</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>23</td> <td>5</td> <td>1.25</td> </tr> </tbody> </table>	d x pas	D	B	S	d ₁	E	G	M17x1	28	5	4	15.5	4	1	M20x1	32	6	4	18.5	4	1	M25x1.5	38	7	5	23	5	1.25	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>e</th> <th>j</th> <th>k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">5</td> <td>6.5</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>d-4.5</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">d+2.3</td> </tr> <tr> <td>7.5</td> <td>19</td> <td>17.5</td> <td>d-5.5</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>22</td> <td>20.5</td> <td>d-7</td> </tr> </tbody> </table>	a	b	c	e	j	k	5	6.5	16	15	d-4.5	d+2.3	7.5	19	17.5	d-5.5	9	22	20.5	d-7	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>Pas</th> <th>s</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M6</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>1.25</td> <td>13</td> <td>5.3</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>1.5</td> <td>16</td> <td>6.4</td> </tr> </tbody> </table>	d	Pas	s	K	M6	1	10	4	M8	1.25	13	5.3	M10	1.5	16	6.4
d x pas	D	B	S	d ₁	E	G																																																												
M17x1	28	5	4	15.5	4	1																																																												
M20x1	32	6	4	18.5	4	1																																																												
M25x1.5	38	7	5	23	5	1.25																																																												
a	b	c	e	j	k																																																													
5	6.5	16	15	d-4.5	d+2.3																																																													
	7.5	19	17.5	d-5.5																																																														
	9	22	20.5	d-7																																																														
d	Pas	s	K																																																															
M6	1	10	4																																																															
M8	1.25	13	5.3																																																															
M10	1.5	16	6.4																																																															

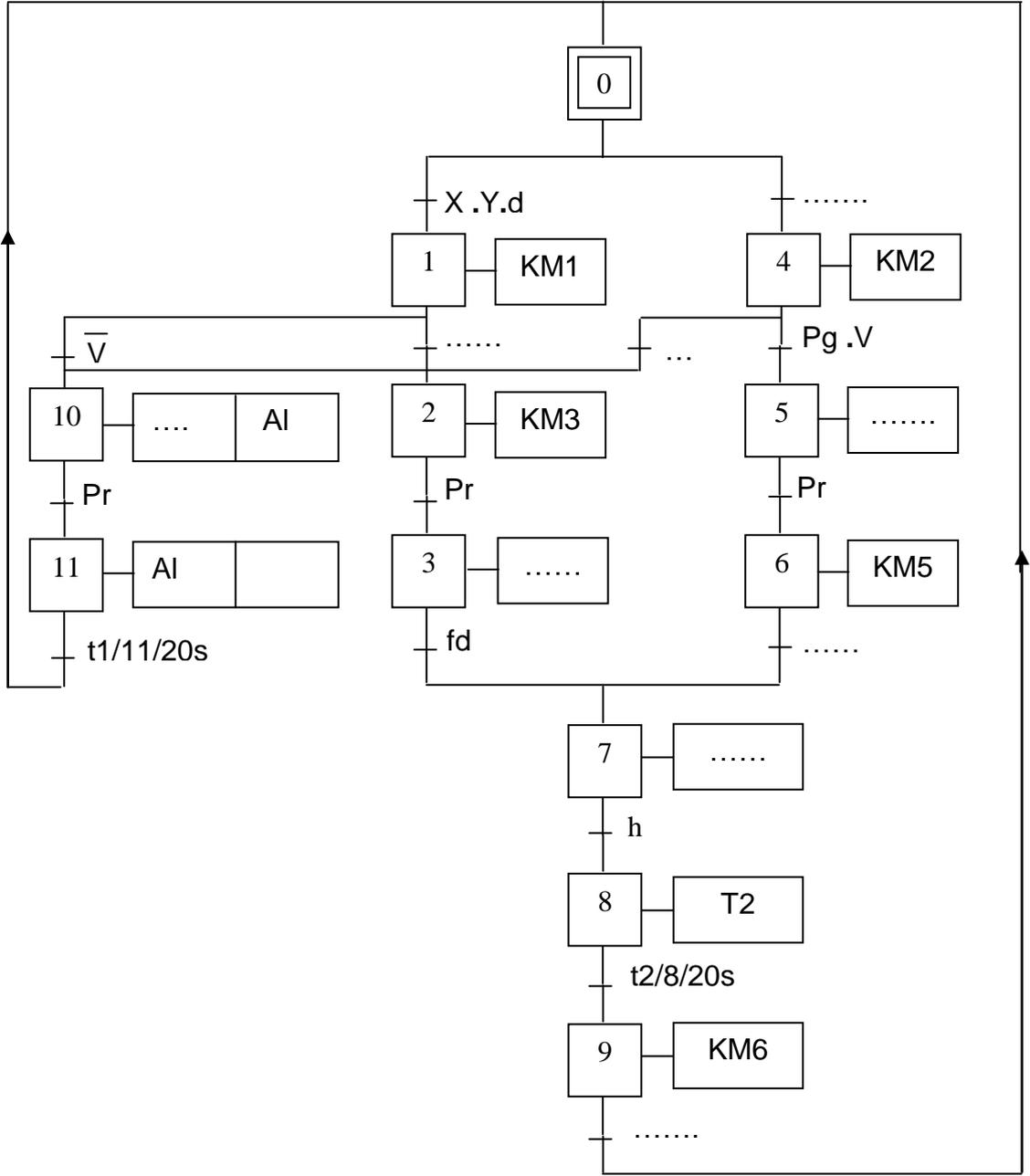
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>dvis</th> <th>d</th> <th>D</th> <th>e</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>18</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>9</td> <td>22</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>11</td> <td>27</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	dvis	d	D	e	6	7	18	1.2	8	9	22	1.5	10	11	27	2
dvis	d	D	e														
6	7	18	1.2														
8	9	22	1.5														
10	11	27	2														

/ 20

I- ETUDE DU DISPOSITIF DE PREHENSION DE CAISSES :

(/ 6 points)

1) En se référant à la description de l'opération de prise de caisse réalisée par le transgerbeur et le tableau des affectations (voir dossier technique page 3/5), compléter le GRAFCET de prise de caisse d'un point de vue partie commande ci-dessous :

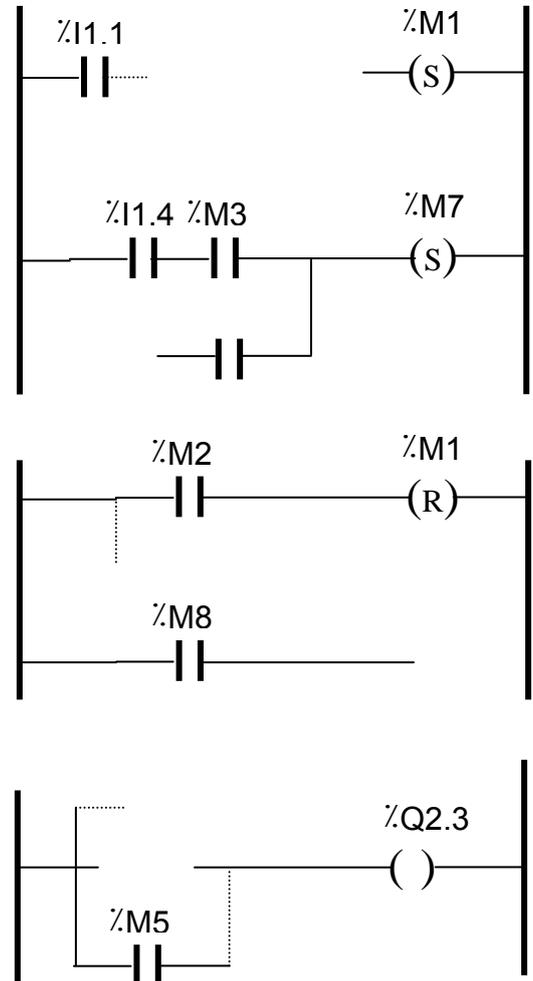


2) En se référant au GRAFCET de point de vue partie commande et au tableau des affectations, Compléter la programmation des étapes (1 et 7) ainsi que celles de la sortie **KM3** (au **choix** : automate AEG A020 ou TSX 3721)

• **Programmation sur API AEG 020**

Ad:instruction	commentaire
1 : AM1	Activation de l'étape 1
2 :	
3 :	
4 :	
5 :	
6 :	Désactivation de l'étape 1
7 :	
8 :	
9 :	Activation de l'étape 7
10 :	
11 :	
12 :	
13 :	
14 :	Désactivation de l'étape 7
15 :	
16 :	
17 :	KM3
18 :	
19 :	
20 :	
21 :	

• **Programmation sur TSX 3721**
Activation Etapes :



II- ETUDE DU CIRCUIT DE COMMANDE DU PALPEUR :

(/ 5.5 points)

1) En se référant au schéma de circuit de commande de la sortie du palpeur à droite ou à gauche (voir figure3 du dossier technique page 3/5, on demande de déterminer les expressions logiques de commande de la sortie du palpeur à droite (KM1) ou à gauche (KM2) .

- KM1=.....
- KM2=.....

2) Pour le fonctionnement automatique, l'opérateur introduit les coordonnées (Xd, Yd) de l'alvéole de destination en décimale, qui seront par la suite codés en binaire à l'aide de deux codeurs comme le montre la figure 3 (dossier technique page 3/5).

a/ Coder en binaire les coordonnées donnés par l'opérateur dans un format de 8 bits :

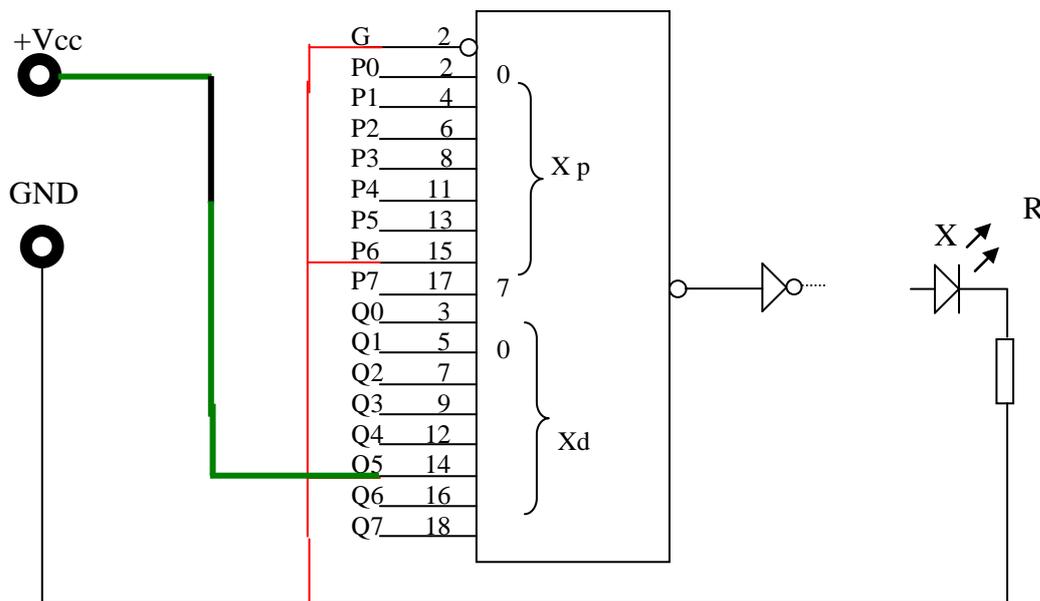
- $X_d_{(10)} = 47_{(10)} = \dots\dots\dots$
- $Y_d_{(10)} = 13_{(10)} = \dots\dots\dots$

3) Sachant que le transgerbeur est initialement au point A de coordonnées (30 ;16) :

a/ Coder en binaire les coordonnées du point A donnés ci-dessous dans un format de 8 bits :

- $X_p_{(10)} = 30_{(10)} = \dots\dots\dots$
- $Y_p_{(10)} = 16_{(10)} = \dots\dots\dots$

b/ compléter le schéma de câblage du comparateurs (C1) (voir **dossier technique** page 3/5 **figure 3**), en utilisant le circuit intégré 74688 ci-dessous :



III- ETUDE DU MOTEUR DE LEVAGE A VITESSE LENTE (PVY) :

(/ 5.5 points)

Le moteur de levage PVY est un moteur à courant continu à excitation indépendante dont la caractéristique à vide à la fréquence de rotation de 1500 tr/mn passe par le point :

$$(i_{ex} = 0,6 \text{ A} , E = 206 \text{ V})$$

La résistance R_a de l'induit, supposée constante, a pour valeur $R_a = 0,8 \Omega$. La réaction magnétique d'induit est supposée négligeable, ainsi que le moment du couple résistant parasite dû aux pertes à vide.

Ce moteur entraîne une charge dont la variation du moment du couple résistant C_r en fonction de la fréquence de rotation n exprimée en tours par minute est donnée par la courbe jointe (sur document réponse).

Fonctionnement à excitation constante : $i_{ex} = 0,6 A$

- Etablir la relation liant le moment **C** du couple d'origine électromagnétique à la tension **U** aux bornes de l'induit et à la fréquence de rotation **n** exprimée en tours par minute et montrer quelle peut s'écrire sous la forme : $C = a.U - b.n$ tout en précisant les expressions de a et b.

C=.....
 C=.....
 Avec a= et b=

- calculer a et b

a=	b=
.....
.....
.....

- On donne : $U = 225 V$:

- Calculer C pour $n = 1640 \text{ tr/mn}$;

C=

- Calculer C pour $n = 1500 \text{ tr/mn}$;

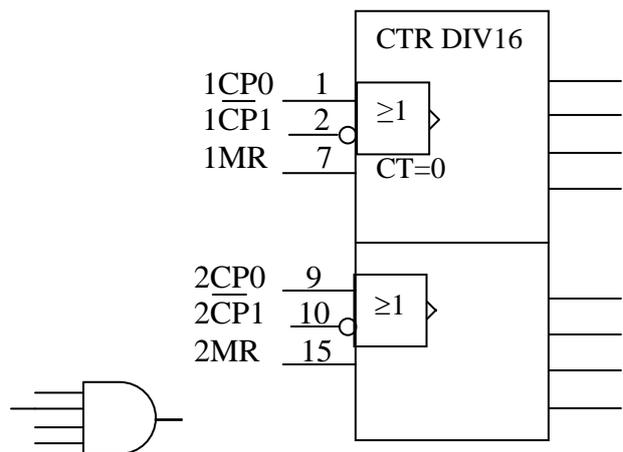
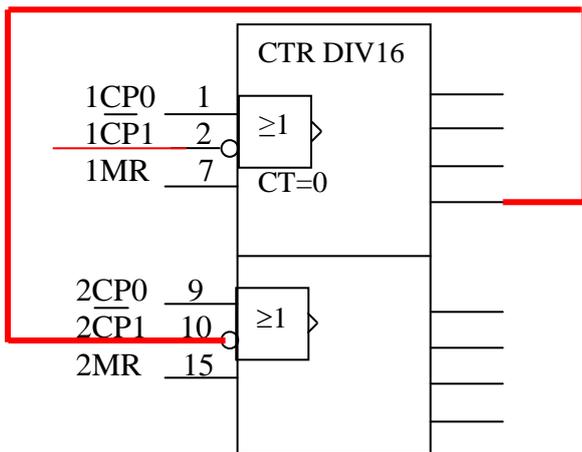
C=

- Tracer la caractéristique mécanique : $C = f(n)$ sur le même document réponse ci-joint.
- Déduire les coordonnées du point de fonctionnement F1 ($n_1 ; C_1$)=(..... ;

IV- ETUDE DU CIRCUIT DE COMPTAGE :

En se référant au dossier technique page 4/5 figure 4 ;

- Quel est le modulo de ce compteur ?.....
- Proposer le schéma de câblage de ce compteur pouvant réaliser le même modulo mais en utilisant le CI 4520 (voir dossier technique page 4/5)



C

$$C_r = f(n)$$

Echelles :
1 cm pour 100 tr/mn
1 cm pour 2 Nm

0

n