Constitution de l'épreuve

Volet 1 : *Présentation de l'épreuve* — *page 1.*

Volet 2 : *Présentation du support* — *page 2.*

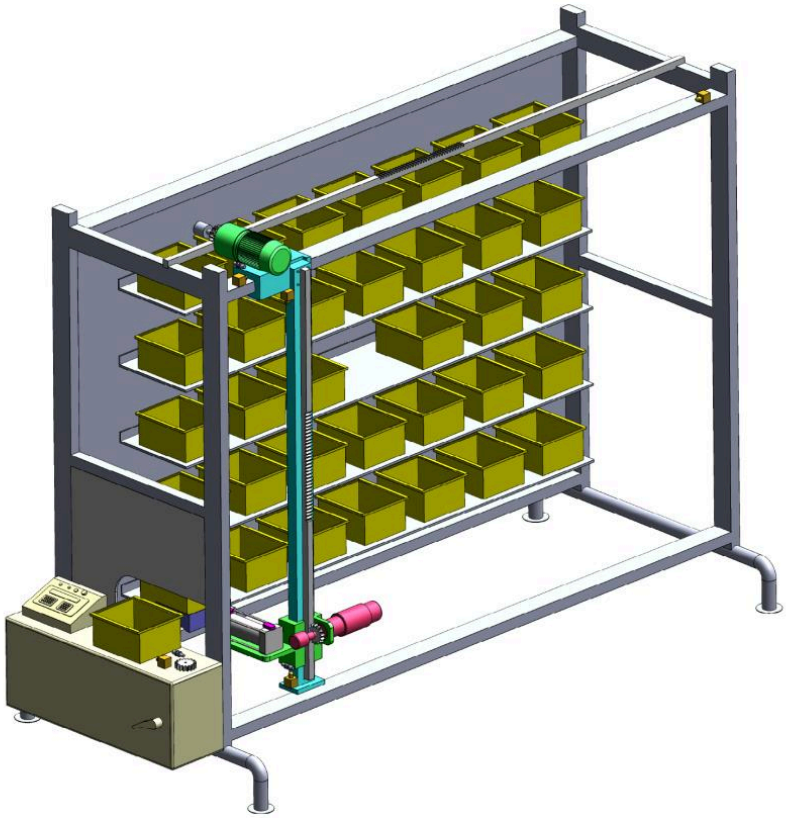
Volet 3 : *Substrat du sujet :*

Situations d'évaluation N°1 ; N°2 ; N°3 : — *pages 3, 4.*

Documents réponses D.Rep : — *pages 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.*

Documents ressources D.Ress : — *pages 12, 13, 14, 15, 16, 17.*

Volet 4 : *Grille d'évaluation :* — *page 18.*



Volet 1 : Présentation de l'épreuve

Système à étudier :	***Le transgerbeur***
Durée de l'épreuve :	*3 h*
Coefficient :	*3*
Moyens de calcul autorisés :	*Calculatrices scientifiques non programmables autorisées*
Documents autorisés :	*Aucun*

➢ *Vérifier que vous disposez bien de tous les documents (1/18 à 18/18).*

➢ *Faire une lecture attentive afin de vous imprégner du sujet.*

➢ *Rédiger les réponses aux questions posées sur les documents réponses* ***D.Rep*** *prévus.*

NB : Tous les documents réponses D.Rep sont à rendre.

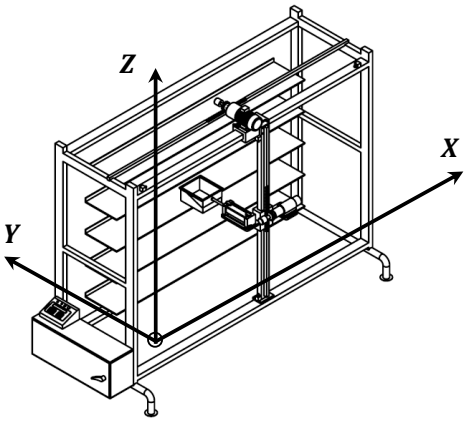
Volet 2 : Présentation du support

1. Présentation du transgerbeur

Le transgerbeur est un magasin automatisé, capable de stocker et déstocker déférents produits dans des caisses référencées sur ordre d'un opérateur. Il est destiné à être intégré dans un atelier de production.

Le système comprend :

- *Un magasin de 35 caisses.*
- *Un transgerbeur assurant le déplacement en X, Y et Z pour **stocker et déstocker des caisses**.*
- *Un poste de commande permettant de commander le système.*
- *Un poste de chargement et déchargement des caisses*
- *Une cage de protection, délimite la zone dangereuse d'évolution de la partie mobile du système automatisée.*

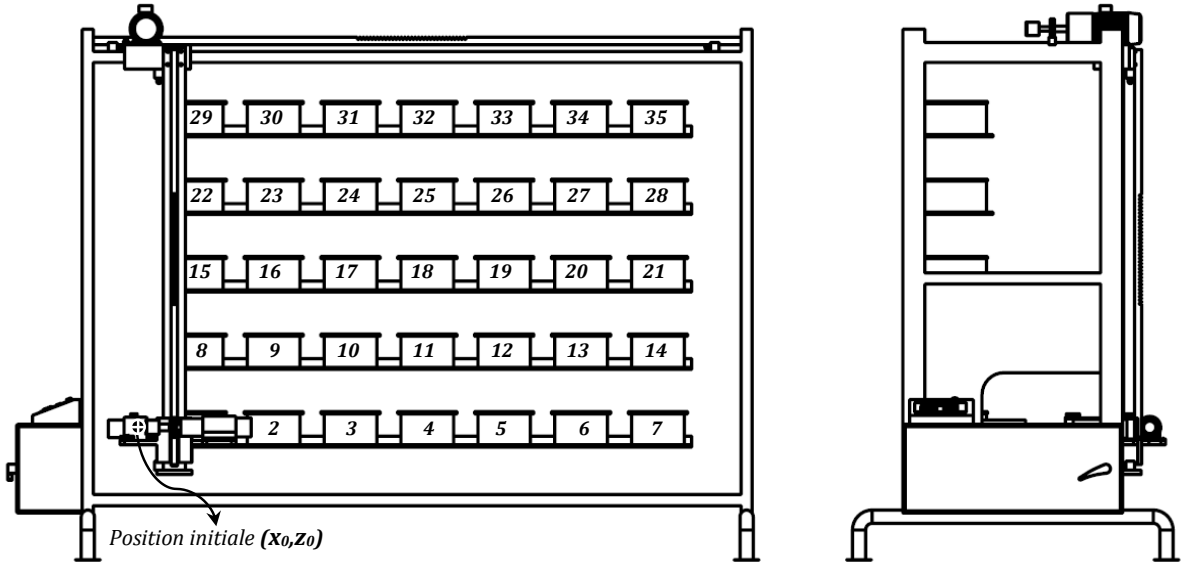


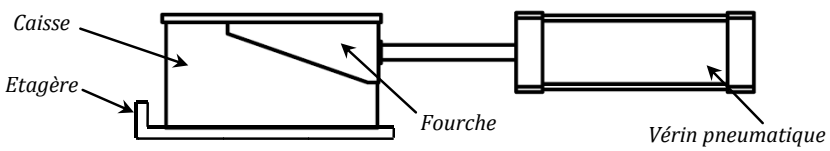
2. Fonctionnement du transgerbeur

*Un automate programmable industriel (**API**) assure la gestion complète du système.*
Au départ :

- *Le transgerbeur se positionne en face du poste de chargement : position initiale **(x_0, z_0)***
- *L'opérateur donne l'ordre de **stocker** (ou déstocker) une caisse par son numéro.*
- *Le transgerbeur se déplace et vient se placer en face de la caisse désirée.*
- *La sortie de la fourche et un léger mouvement de **montée** (ou descente) assure la **prise** (ou la dépose) de la caisse.*
- *La fourche rentre et reprend sa position initiale.*
- *Le transgerbeur se déplace à nouveau et vient se placer en face du poste de déchargement : position initiale **(x_0, z_0).***
- *L'operateur charge ou décharge le contenu de la caisse.*
- *Le transgerbeur est en attente, prêt à assurer une autre mission.*

***N.B** : le transgerbeur mémorise les caisses déstockées, pour éviter les trajets vides.*





Volet 3 : Substrat du sujet

L'intégration du transgerbeur au sein d'une entreprise industrielle nécessite une installation et une manipulation convenables. Vous êtes chargé(e) de découvrir ce système en réalisant les tâches suivantes, définies par les situations d'évaluation :

Situation d'évaluation N°1

Après avoir pris connaissance de la présentation du système, on vous demande de découvrir le transgerbeur et son environnement à travers les outils de l'analyse fonctionnelle.

Documents ressources à consulter : ***D.Ress 1 – D.Ress 2***

Compléter sur les documents réponses ***D.Rep 1*** *et* ***D.Rep 2*** *:*

Tâche n°1 : Analyse externe du système

1.1.1 *La bête à cornes.*

1.1.2 *Le diagramme pieuvre.*

Tâche n°2 : Analyse interne du système

1.2.1 *L'actigramme A0.*

1.2.2 *La chaîne fonctionnelle.*

Tâche n°3 : Analyse interne de l'unité de déplacement Z

1.3.1 *L'extrait du FAST de la fonction principale FP1 concernant l'unité de déplacement suivant l'axe Z.*

Situation d'évaluation N°2

Pour le service de maintenance, connaître le fonctionnement mécanique et le choix des actionneurs du système s'avère important. Vous êtes appelé(e) à réaliser les tâches suivantes :

Tâche n°1 : Analyse cinématique et choix des moyens de transmission convenables

Documents ressources à consulter : ***D.Ress 2 & D.Ress 3***

Compléter sur le document réponses ***D.Rep 3*** *:*

2.1.1 *Le schéma cinématique du transgerbeur par les symboles des liaisons manquantes.*

2.1.2 *L'actigramme A-0 et le type de l'accouplement utilisé. (Cocher la bonne réponse)*

2.1.3 *Indiquer la fonction du frein de l'unité de déplacement suivant Z. (Cocher la ou les bonnes réponses)*

Tâche n°2 : Choix du moteur suivant l'axe Z

Document ressource à consulter : ***D.Ress 3***

Compléter sur le document réponses ***D.Rep 4*** *:*

2.2.1 *Calculer la vitesse angulaire du pignon* ω_p *en* ***rad/s****, sachant que la vitesse de déplacement de la caisse est* $V_{Cmax} = 0{,}5$ ***m/s****.*

2.2.2 *Calculer le rapport global de transmission* k_g *du réducteur 2.*

2.2.3 *Calculer la vitesse angulaire du moteur CC Z* ω_m*, puis en déduire sa vitesse de rotation* N_m*.*

2.2.4 *Calculer le couple nécessaire* C_p *pour soulever toute la charge, en* $N \cdot m$*.*

2.2.5 *Calculer la puissance utile* P_u *et la puissance absorbée* P_a *du moteur CC Z, en* ***W****.*

2.2.6 *Proposer d'autres réducteurs qui ont un rapport de transmission élevé comme le rapport calculé du réducteur 2.*

Tâche n°3 : Valider le choix du vérin

*Document ressource à consulter : **D.Ress 4***

*Compléter sur le document réponses **D.Rep 4** :*

2.3.1 *Calculer la vitesse de sortie V_t de la tige du vérin en **m/s**. (voir les caractéristiques du vérin dans le D.Ress 4)*

2.3.2 *Calculer la section **S** du piston (sortie de la tige) en **m²**.*

2.3.3 *Calculer le débit d'air Q_v pendant la sortie de la tige en **m³/s**.*

2.3.4 *Calculer la puissance utile du vérin P_{uv} sachant que le rendement du vérin est $\eta_v = 0,9$.*

2.3.5 *Calculer la force de sortie F_v de la tige du vérin en **N**.*

Tâche n°4 : Étude cinématique du vérin

*Compléter sur le document réponses **D.Rep 5** :*

2.4.1 *À partir du dessin d'ensemble du vérin, repérer les pièces qui constituent les classes d'équivalence : le corps et la tige.*

2.4.2 *Compléter le tableau des liaisons.*

2.4.3 *Indiquer l'ajustement (avec jeu ou avec serrage) pour assurer la liaison entre la tige et le corps.*

2.4.4 *Indiquer la fonction du joint à lèvre (3).*

Tâche n°5 : Représentation graphique

2.5.1 *Compléter la vue de gauche en coupe A-A du demi-piston (4). La vue de face est complète (ne pas représenter les arêtes cachées).*

Situation d'évaluation N°3

L'objet de cette situation est d'identifier les solutions permettant l'alimentation et la distribution de l'énergie pour les différents composants qui constituent le transgerbeur, ainsi que le traitement des informations.

Tâche n°1 : Identifier la nature d'alimentation, le niveau d'appréciation, les préactionneurs ainsi que les capteurs utilisés

*Documents ressources à consulter : **D.Ress 5 et D.Ress 6***

*Compléter sur le document réponses **D.Rep 6** :*

3.1.1 *Le tableau des composants du transgerbeur, en précisant la nature d'alimentation, le niveau (en volts ou en bars) et les préactionneurs utilisés.*

3.1.2 *Donner la désignation normalisée du distributeur **2D**.*

3.1.3 *Le tableau des noms et des fonctions des composants utilisés.*

3.1.4 *Relier par des lignes les capteurs et leurs symboles.*

Tâche n°2 : Élaboration des équations logiques ainsi que du chronogramme correspondant au fonctionnement du transgerbeur

*Compléter sur le document réponses **D.Rep 7** :*

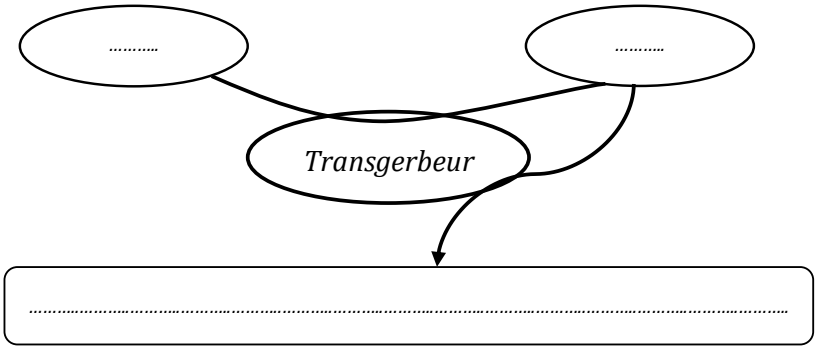
3.2.1 *Les équations logiques du voyant **V2** et de la bobine du contacteur **KM1** à partir du circuit de commande.*

3.2.2 *Indiquer la nature de l'équation logique de **KM1**, et justifier votre réponse.*

3.2.3 *Le chronogramme correspondant au fonctionnement du transgerbeur pour la prise d'une caisse (déstockage). Voir le fonctionnement du transgerbeur page 2/18.*

D.Rep 1

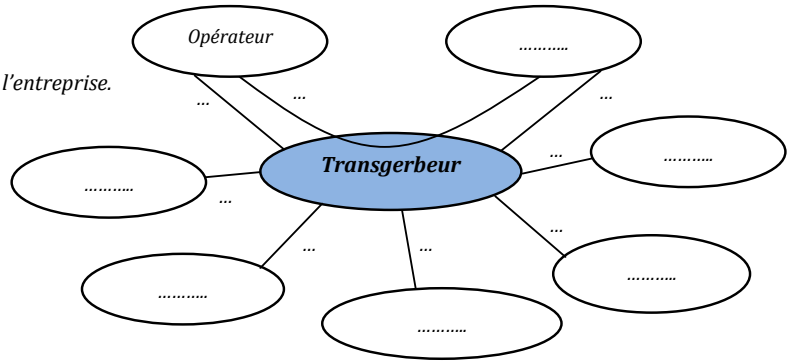
1.1.1 La bête à corne.



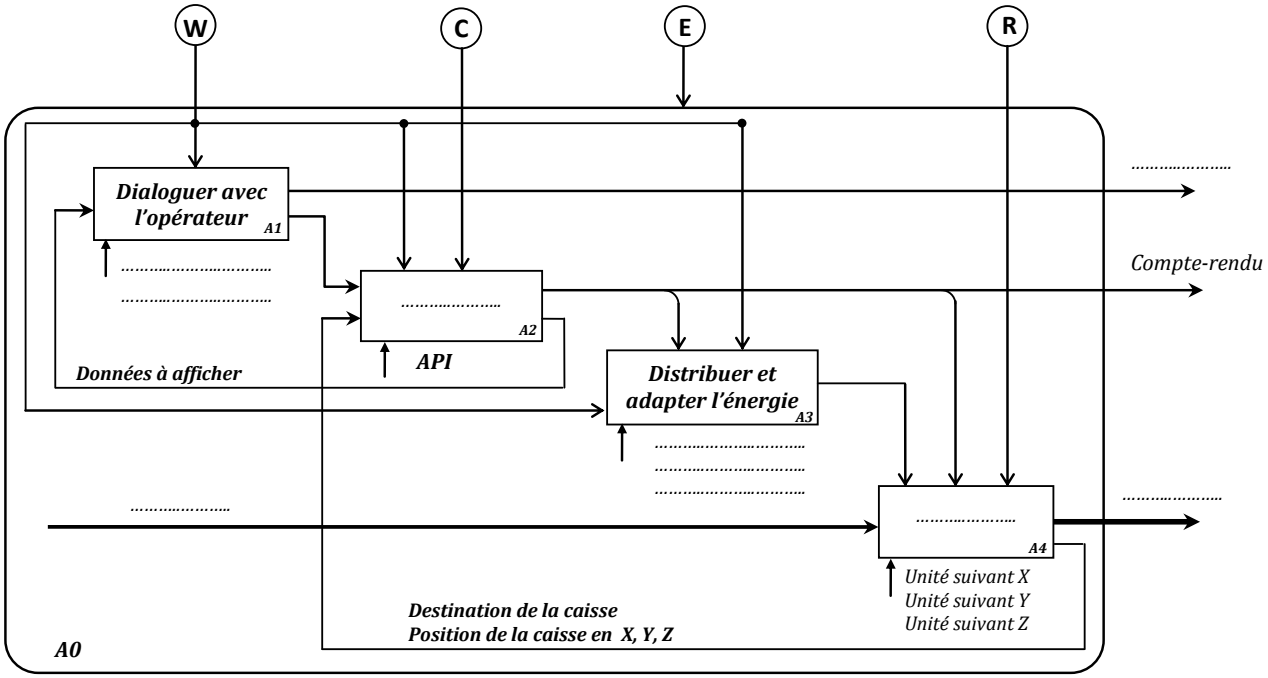
1.1.2 Le diagramme pieuvre.

FP1 : .....

FC1 : *Etre facilement manipulé par l'opérateur.*
FC2 : *Etre capable de recevoir les caisses.*
FC3 : *S'adapter à l'énergie électrique du réseau.*
FC4 : *S'adapter à l'énergie pneumatique du réseau de l'entreprise.*
FC5 : *Résister à l'environnement.*
FC6 : *Respecter les normes de sécurité.*
FC7 : *S'intégrer dans le local.*



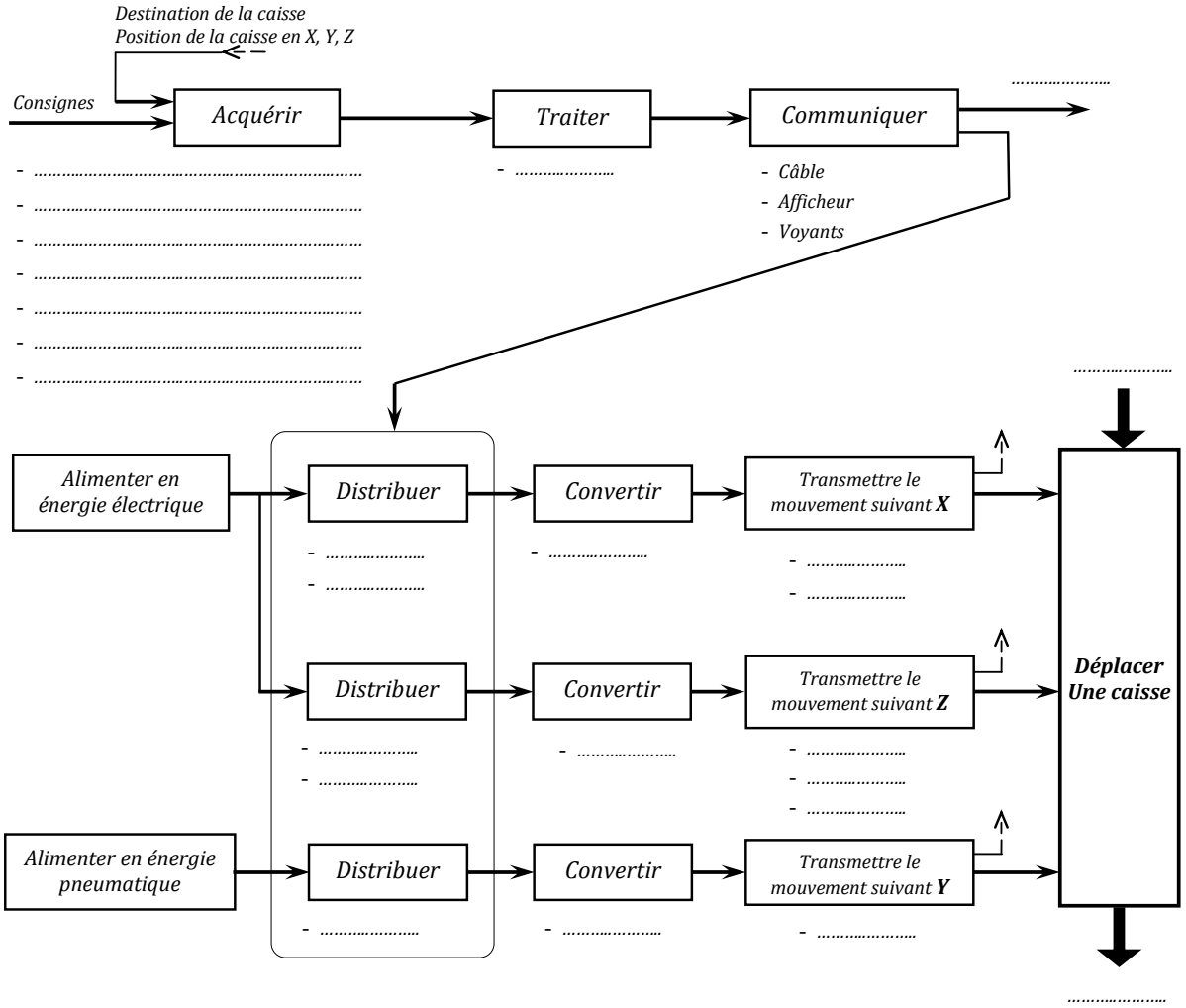
1.2.1 L'actigramme A0.



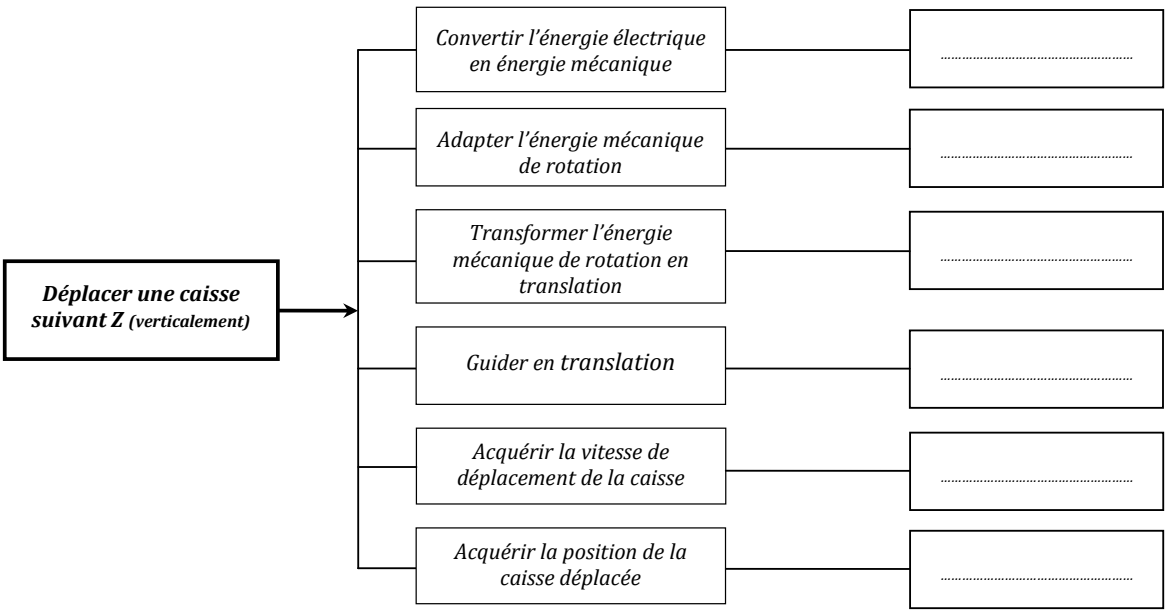
Nom et prénom :.....

D.Rep 2

1.2.2 *La chaine fonctionnelle.*



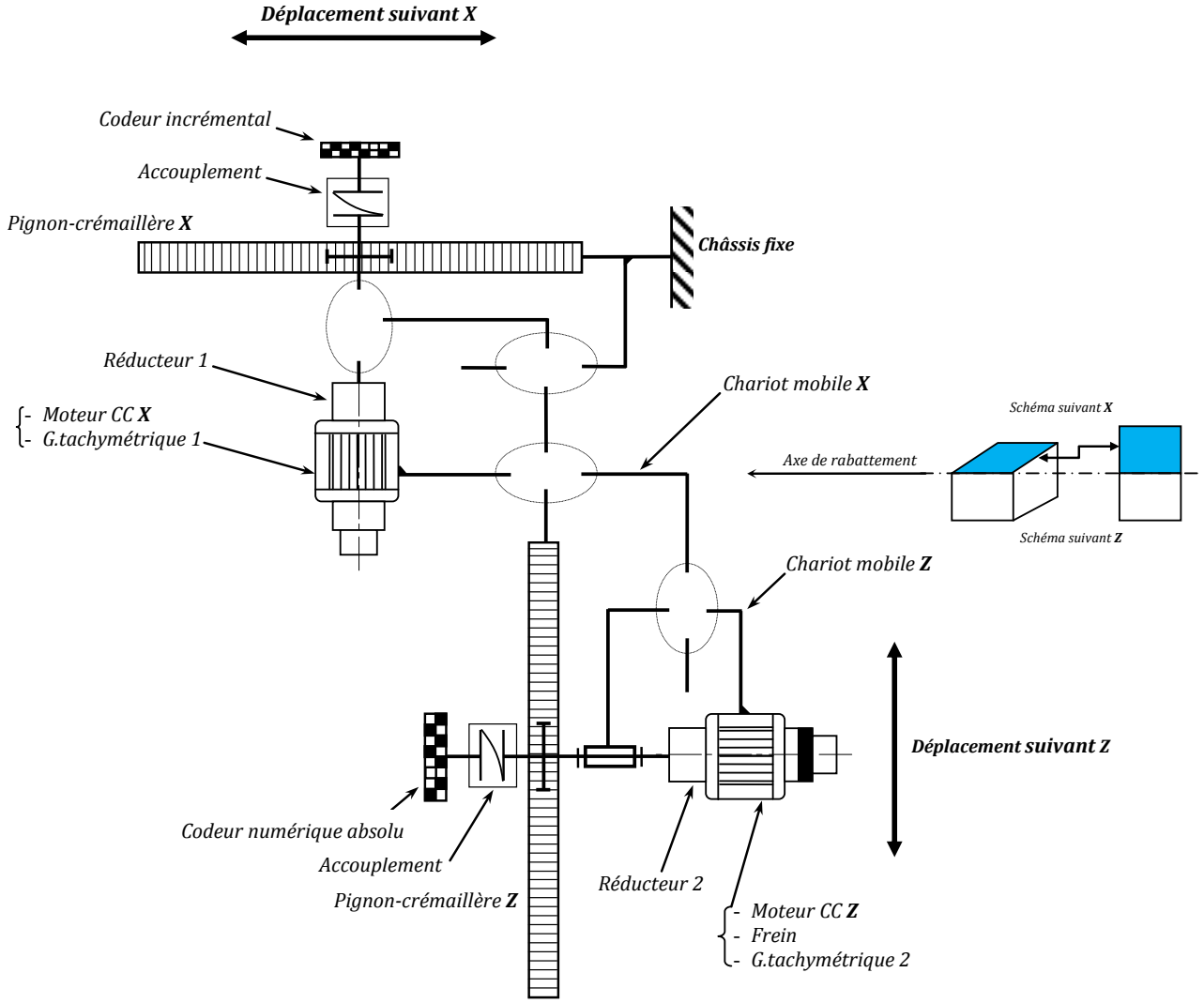
1.3.1 *FAST de l'unité de déplacement suivant Z.*



Nom et prénom :……

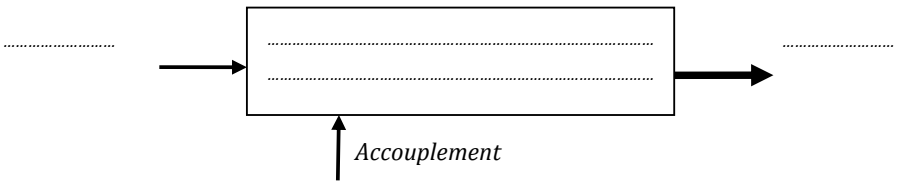
D.Rep 3

2.1.1 *Le schéma cinématique.*



2.1.2 *Type et actigramme A-0 de l'accouplement.*

☐ *Rigide* ☐ *Elastique* ☐ *Positif*



2.1.3 *Fonctions du frein.*

☐ *Immobiliser le chariot mobile **Z** à l'arrêt*

☐ *Guider en translation le chariot mobile **Z***

☐ *Protéger le moteur CC **Z** contre les surcharges mécaniques*

☐ *Ralentir le mouvement du chariot mobile **Z***

Nom et prénom : .....

D.Rep 4

2.2.1 *Calcul de la vitesse angulaire du pignon* ω_p.

.....

.....

..... ω_p = rad/s

2.2.2 *Calcul du raport de transmission* k_g *du reducteur 2.*

.....

.....

..... k_g =

2.2.3 *Calcul de la vitesse angulaie et de rotation du moteur CC* **Z**.

.....

.....

..... ω_m = rad/s

..... N_m = tr/mn

2.2.4 *Calcul du couple nécessaire* C_p *pour soulever la charge.*

.....

.....

..... C_p = N.m

2.2.5 *Calcul de la puissance utile* P_u *et la puissance absorbée* P_a *par le moteur CC* **Z**.

.....

..... P_u = W

..... P_a = W

2.2.6 *Proposition d'autres réducteurs.*

- ☐ *Roue et vis sans fin*
- ☐ *Système vis-écrou*
- ☐ *Transmission par Pignon-crémaillère*
- ☐ *Train épicycloïdal*

2.3.1 *Calcul de la vitesse de sortie* V_t *de la tige du vérin.*

.....

.....

..... V_t = m/s

2.3.2 *Calcul de la section* **S** *du piston -sortie de la tige-.*

.....

..... S = m²

2.3.3 *Calcul du débit* Q_v *pendant la sortie de la tige.*

.....

.....

..... Q_v = m³/s

2.3.4 *Calcul de la puissance utile du vérin* P_{uv}.

.....

.....

..... P_{uv} = w

2.3.5 *Calcul de force de sortie* F_v *de la tige du vérin.*

.....

.....

..... F_v = N

Nom et prénom :.....

D.Rep 5

2.4.1 *Les deux classes d'équivalences.*

Corps **:** { **1,**.....}

Tige **:** { **2,**.....}

2.4.2 *Le tableau des liaisons.*

Liaison entre	*Nom*	*Symbole*	*Caractéristique*
Tige/Corps	...		❑ *Contact direct* ❑ *Coussinet* ❑ *Roulement*
Demi-piston/Tige	...		❑ *Démontable* ❑ *Indémontable* ❑ *Par adhérence* ❑ *Par obstacle*

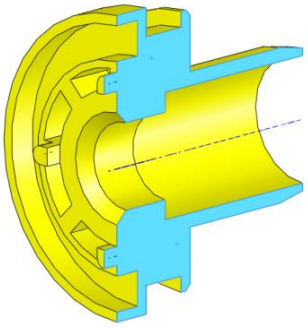
2.4.3 *L'ajustement par jeu ou serrage.*

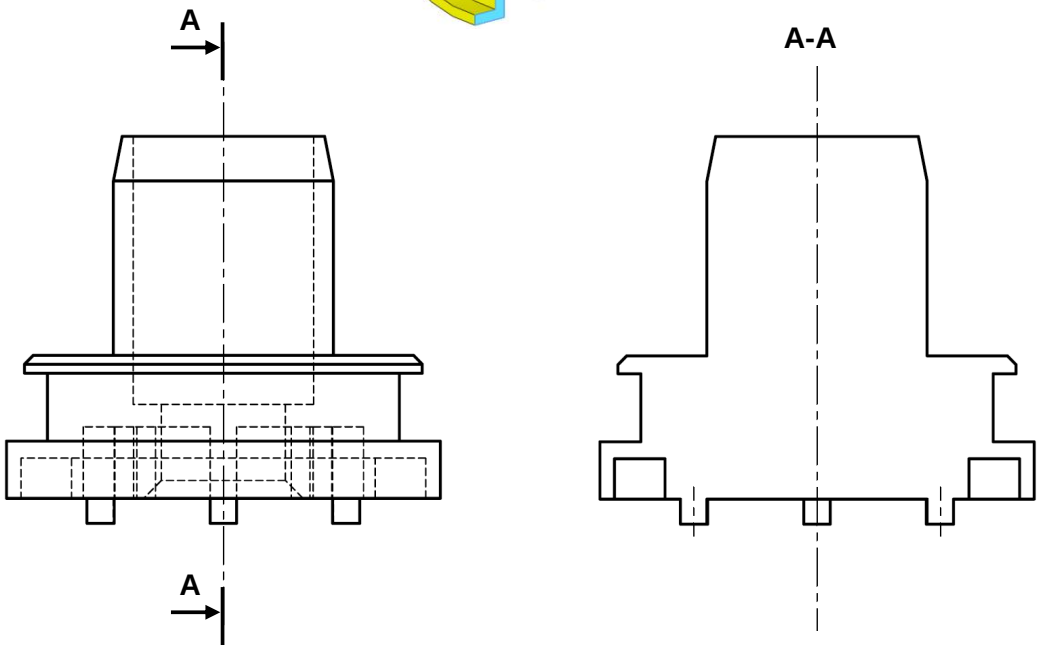
- *L'ajustement entre la* ***tige*** *et la* ***bague de guidage*** *est avec* :.....
- *L'ajustement entre la* ***bague de guidage*** *et le* ***fond avant*** *est avec* :.....

2.4.4 *La fonction du joint à lèvre* ***(3)*** *(Cocher la ou les bonnes réponses) :*

- ☐ *Assurer l'étanchéité entre les deux chambres du vérin*
- ☐ *Guider le demi-piston* ***(4)*** *dans le corps* ***(1)***
- ☐ *Eliminer la rotation du piston*

2.5.1 *La vue de gauche coupe A-A du demi-piston* ***(4)*** *(ne représenter pas les arêtes cachées).*





Nom et prénom :.....

D.Rep 6

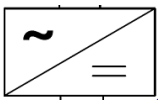
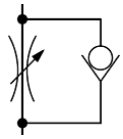
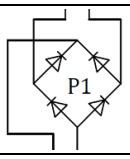
3.1.1 *Tableau d'alimentation et distribution de l'énergie.*

Composant	*Nature d'alimentation* (Alternatif AC/ Continu DC / E. Pneumatique p)	*Niveau (en V,bar,..)*	*Contacteur/Distributeur (KM1, ...)*
AUTOMATE TSX1720	...	...	
Alimentation du transformateur T2	...	...	...
Alimentation du moteur CC Z	...	...	...
La commande du frein C.F	...	...	...
Vérin pneumatique	...	...	...

3.1.2 *Désignation normalisée du dustributeur* ***2D****.*

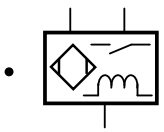
.....

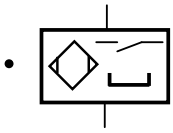
3.1.3 *Tableau des noms et fonctions.*

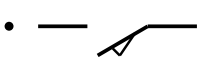
Composant	*Nom*	*Fonction*
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....

3.1.4 *Liaison entre les capteurs et leurs symboles.*

- *Interrupteur de position* •
- *Détecteur de proximité inductif* •
- *Interrupteur à lame souple* •







D.Rep 7

3.2.1 *Les équations logiques de **V2** et **KM1.***

V2 = ...

KM1 = ...

3.2.2 *Nature de l'équation logique **KM1.***

❑ *Logique combinatoire* ❑ *Logique séquentielle*

Justifier votre réponse

.....

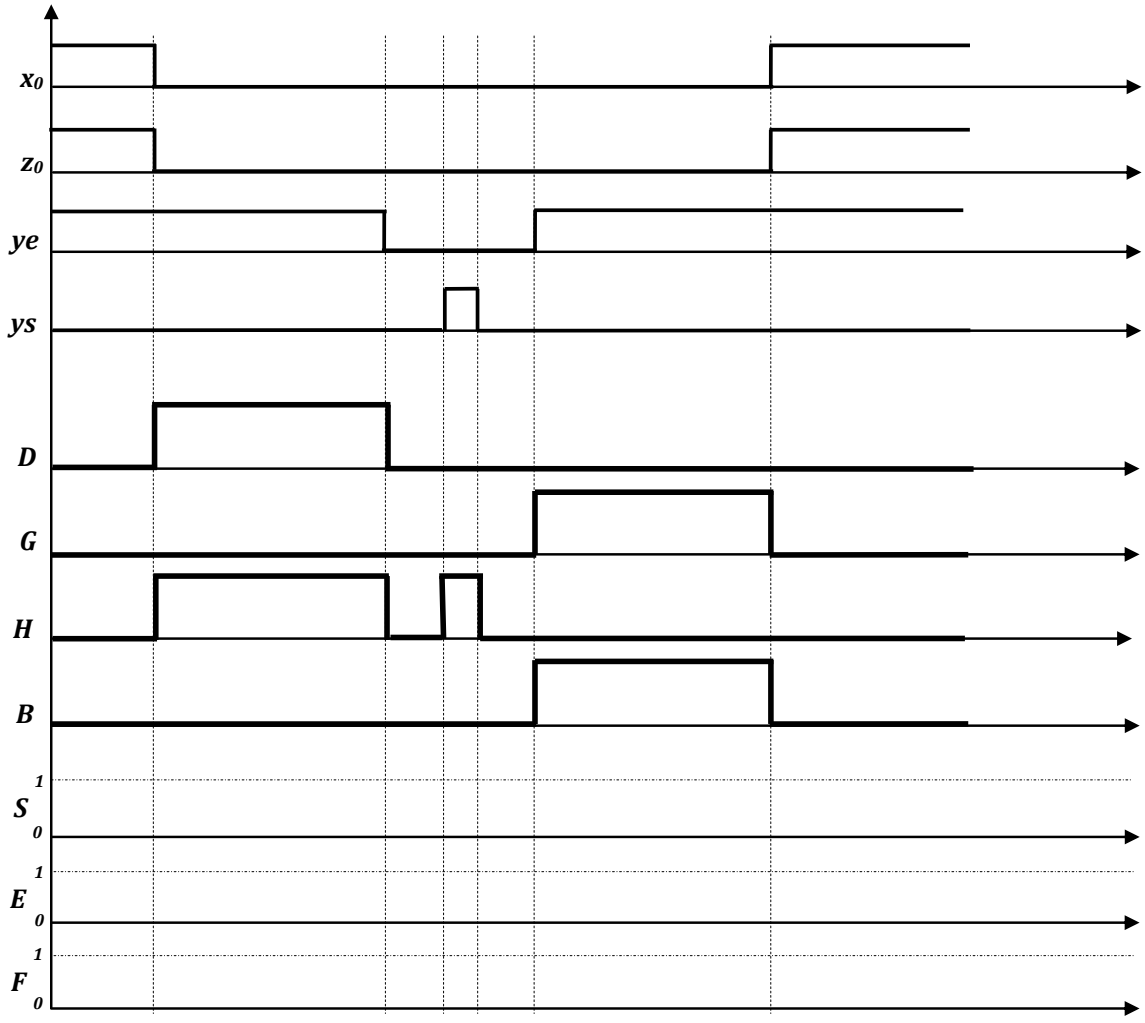
.....

3.2.3 *Le chronogramme de : **S, E** et **F**.*

Pour la simplificaton on donne :

Variables d'entrée	***Variables de sortie***
x_0 : *Capteur de position initiale* ***x_0***	***D*** *: Déplacement de la fourche vers la droite*
z_0 : *Capteur de position initiale* ***z_0***	***G*** *: Déplacement de la fourche vers la gauche*
ye : *Capteur de fin de course de l'entrée de la fourche*	***H*** *: Déplacement de la fourche vers Le haut*
ys : *Capteur fin de course de la sortie de la fourche*	***B*** *: Déplacement de la fourche vers Le bas*
	E *: Entrée de la fourche*
	S *: Sortie de la fourche*
	F *: Freinage du chariot mobile Z*

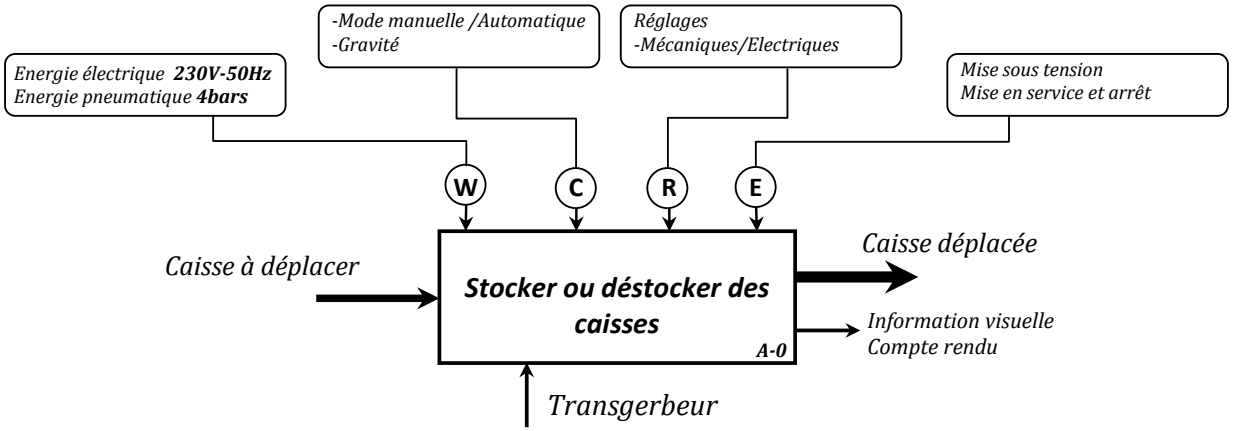
On suppose que la caisse à déstocker se situe à la même distance par rapport à la position initiale (x_0,z_0).



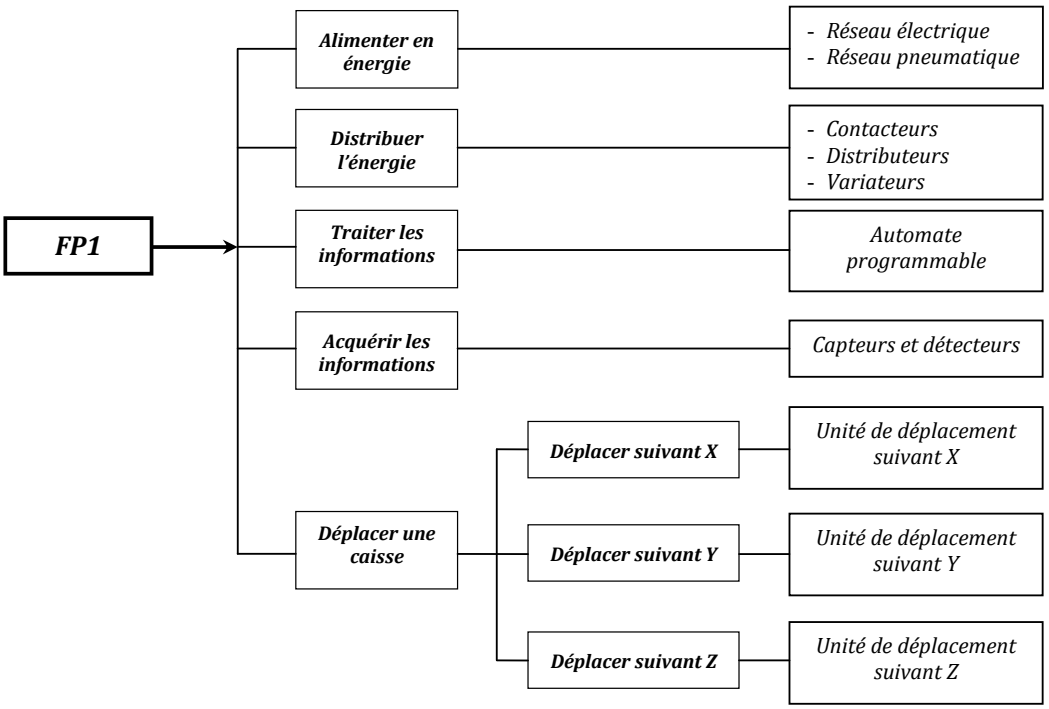
Nom et prénom : .....

D.Ress 1

1. L'actigramme A-0 :



2. FAST de la fonction FP1 :



3. Extrait du cahier de charge fonctionnelle du transgerbeur :

Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP1 : ...	*Vitesse de déplacement des caisses.* *Masse maximale de la caisse.* *Durée d'une vacation (entrée et sortie de caisse).*	V_{Cmax} = 0,5 m/s Mc_{max} = 10 kg t_{Cmax} = 30 s	F0 F1
FC2 : Etre capable de recevoir les caisses.	Dimension d'une caisse (en mm)	300 x 200 x 150	F0
FC3 : S'adapter à l'énergie électrique du réseau.	- Tension d'alimentation :	230V – 50Hz	F1
FC4 : S'adapter à l'énergie pneumatique du réseau de l'entreprise.	- Pression maximale :	4 bars	F1
FC7 : S'intégrer dans le local.	Dimensions du transgerbeur: - Largeur : - Hauteur : - Profondeur :	3 m 2 m 1 m	F1

D.Ress 2

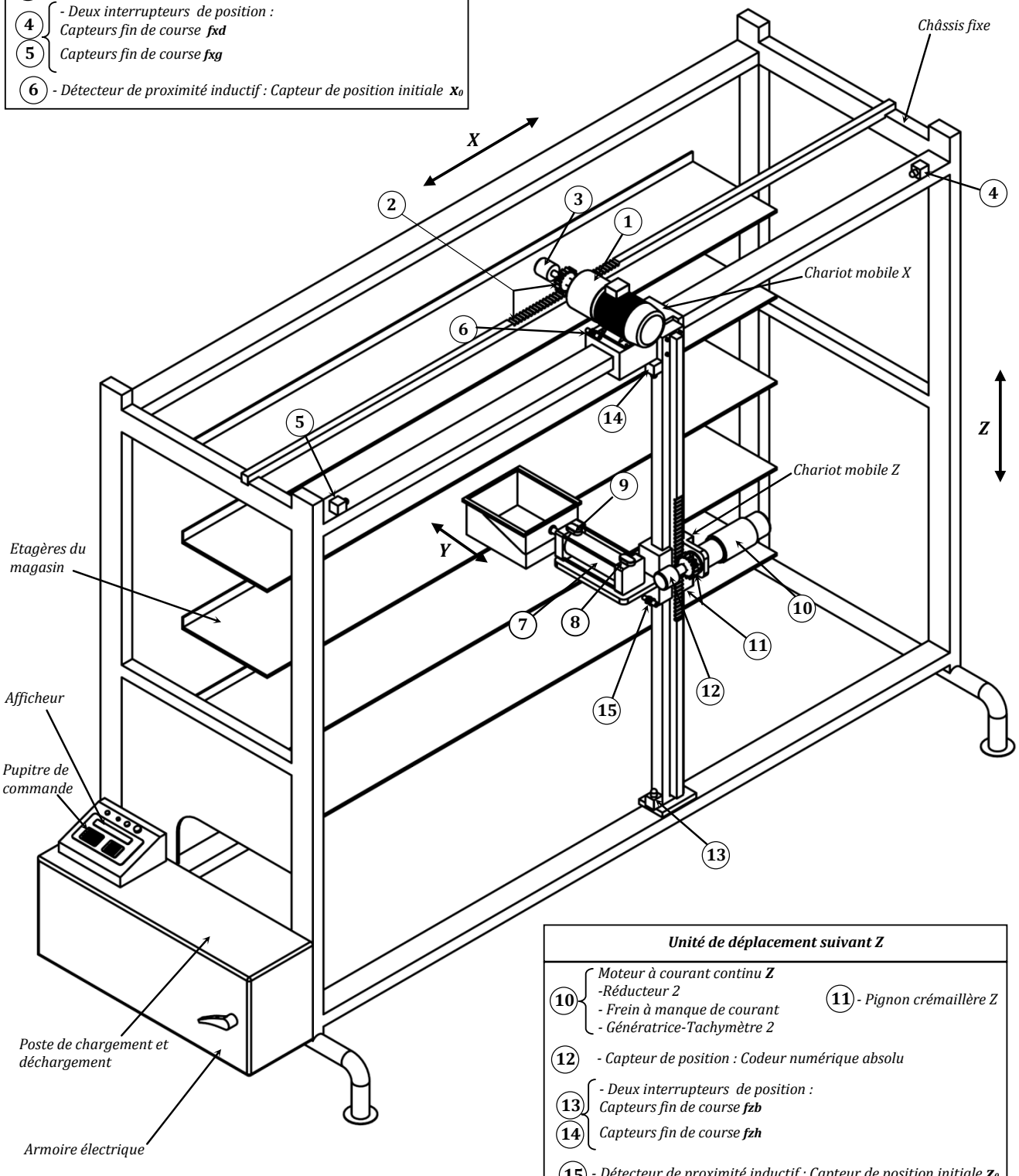
4. Constituants du transgerbeur :

Unité de déplacement suivant X

- (1) *- Moteur à courant continu* ***X***
  - Réducteur 1
  - Génératrice-Tachymètre 1
- (2) *- Pignon crémaillère X*
- (3) *- Capteur de position : Codeur numérique incrémental*
- (4) *- Deux interrupteurs de position :*
  (5) *Capteurs fin de course* ***fxd*** *et* ***fxg***
- (6) *- Détecteur de proximité inductif : Capteur de position initiale* x_0

Unité de déplacement suivant Y

- (7) *- Vérin pneumatique*
- (8) *- Deux interrupteurs à lame souple :*
  (9) *Capteurs fin de course* ***fye*** *et* ***fys***

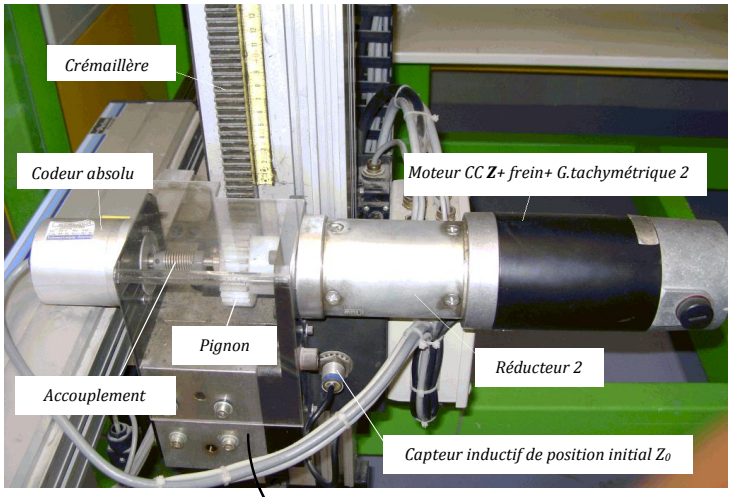


Unité de déplacement suivant Z

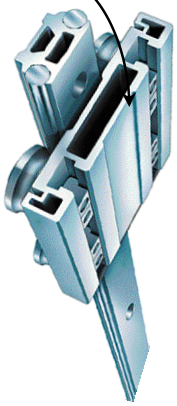
- (10) *Moteur à courant continu* ***Z***
  -Réducteur 2
  - Frein à manque de courant
  - Génératrice-Tachymètre 2
- (11) *- Pignon crémaillère Z*
- (12) *- Capteur de position : Codeur numérique absolu*
- (13) *- Deux interrupteurs de position :*
  (14) *Capteurs fin de course* ***fzb*** *et* ***fzh***
- (15) *- Détecteur de proximité inductif : Capteur de position initiale* z_0

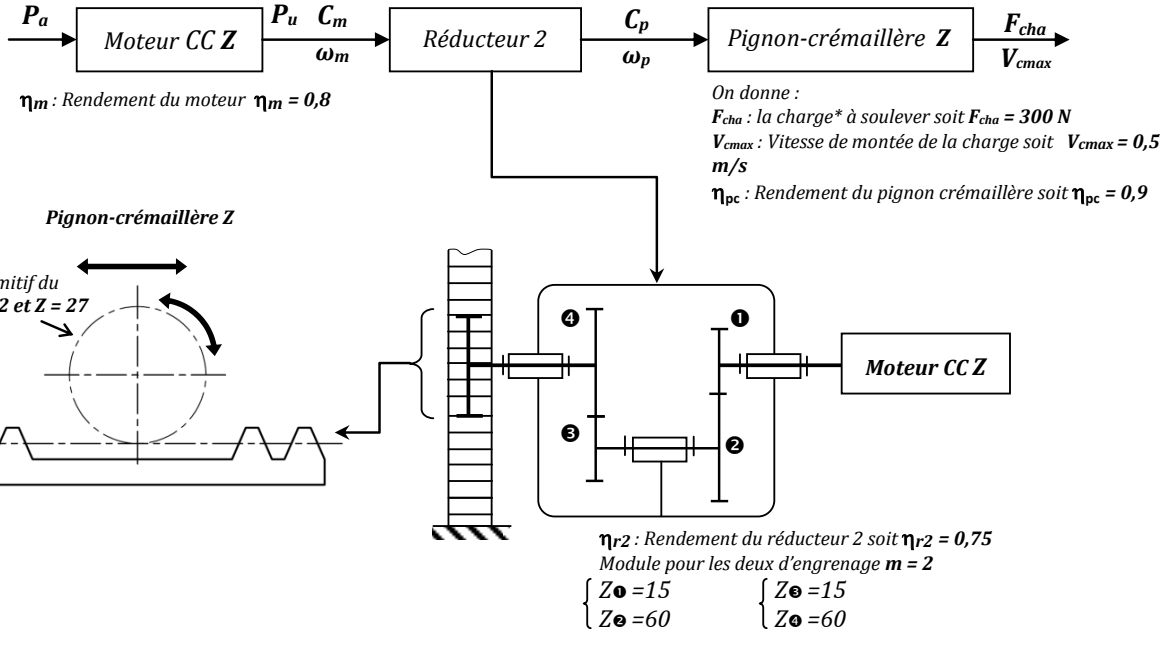
D.Ress 3

5. Unité de déplacement suivant Z :



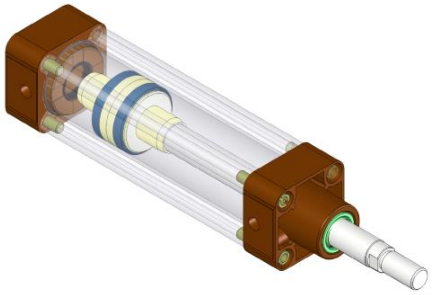
Guidage en translation par galets





D.Ress 4

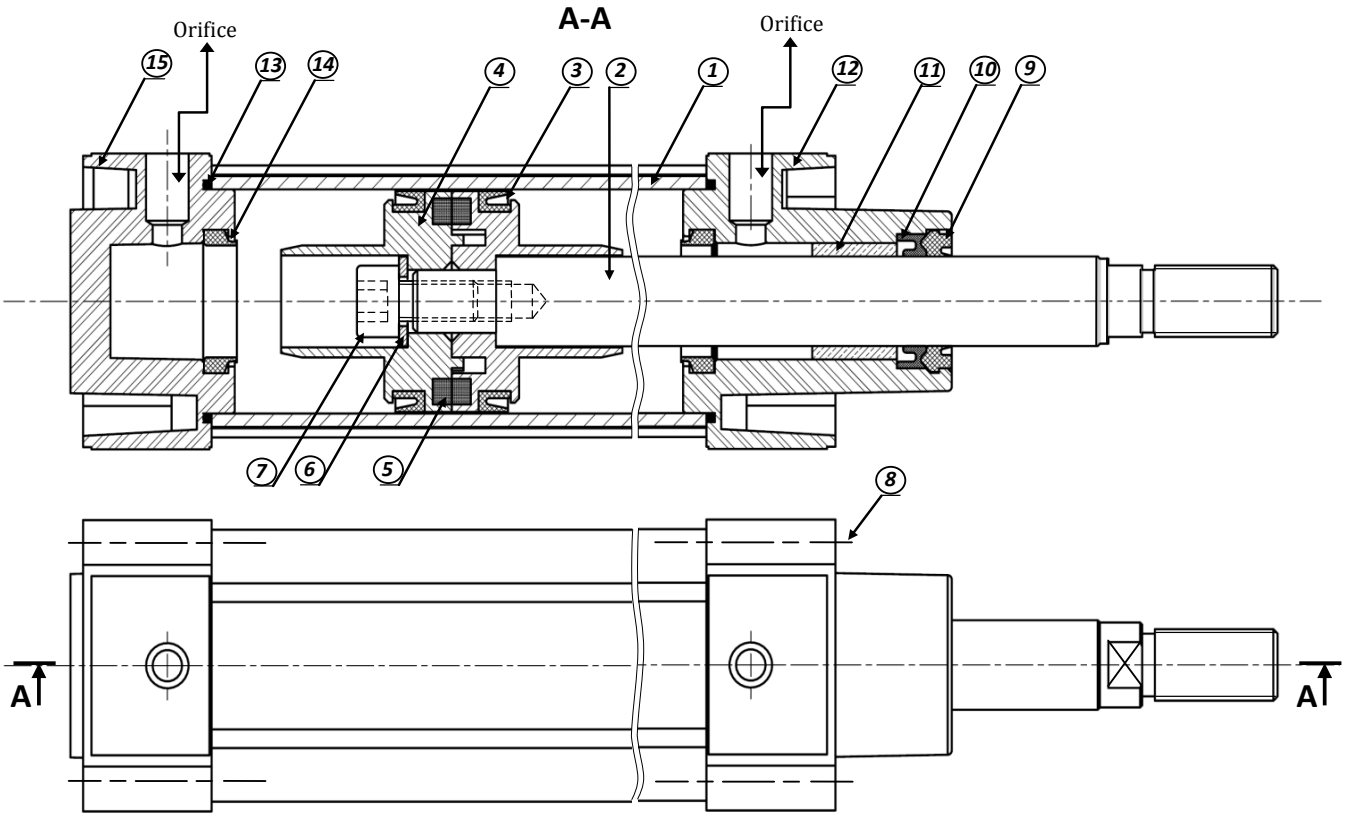
6. *Unité de déplacement suivant Y*



Caractéristiques du vérin pneumatique :

- *Course* : ***C = 400 mm***
- *Temps de sortie* : ***ts = 2 s***
- *Diamètre de la tige* : ***dt = 24 mm***
- *Diamètre du piston* : ***Dp = 64 mm***
- *Pression pneumatique* : ***p = 4 bars***
- *Rendement* : η_v ***= 0,9***

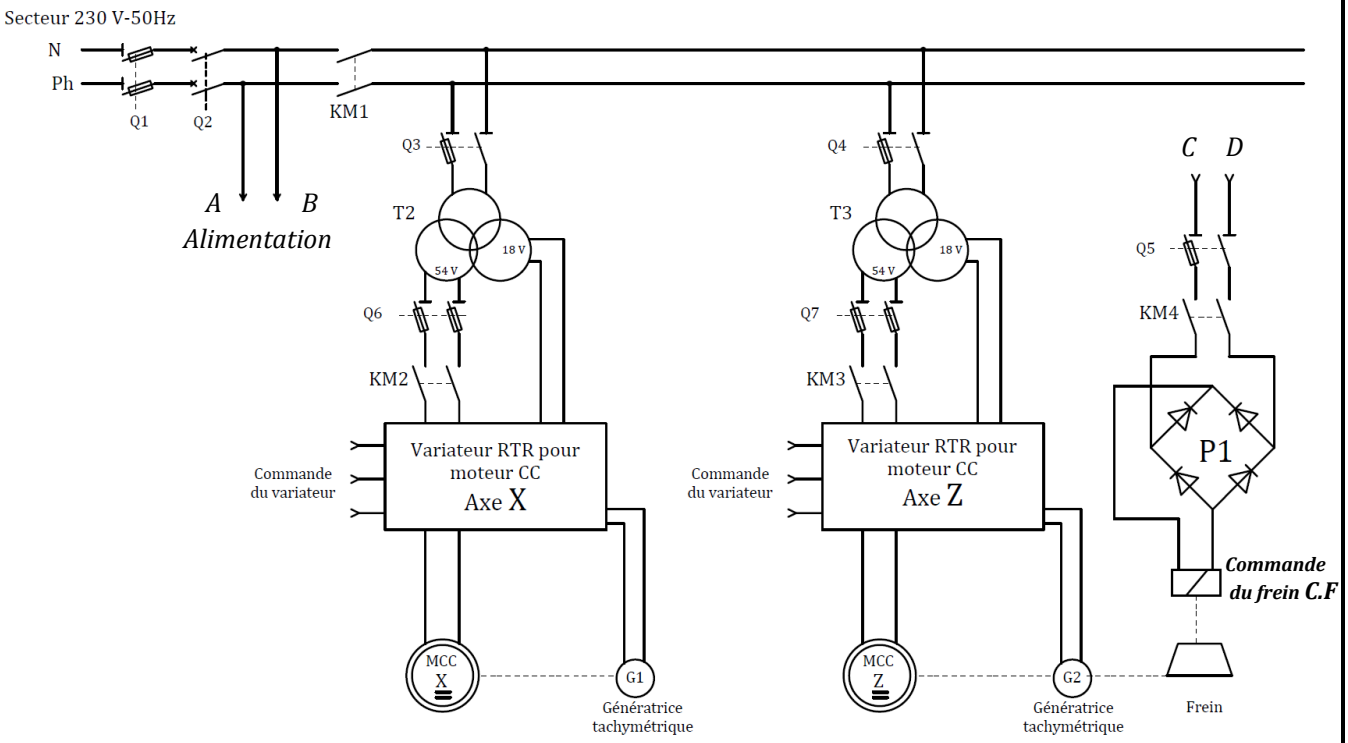
Dessin d'ensemble du vérin pneumatique
(Echelle : 1: 2)



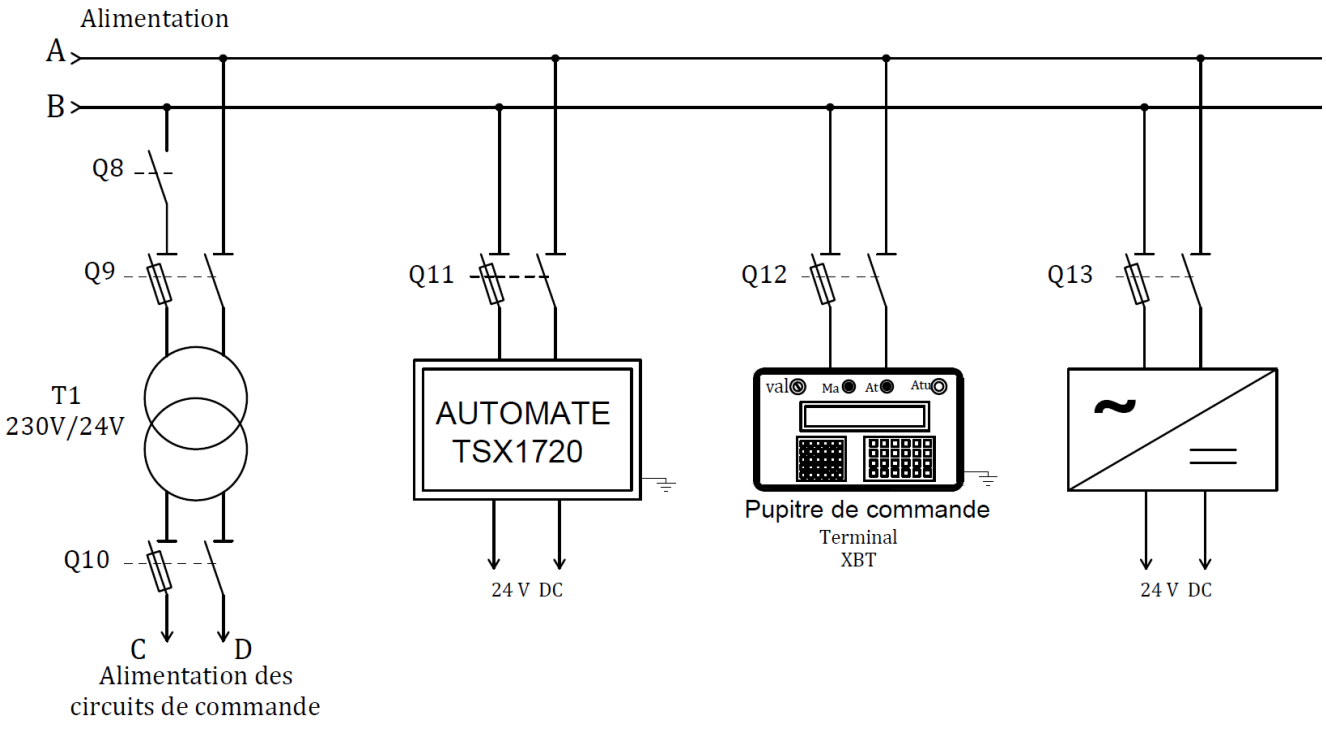
Rep	Nb	Désignation	Matière /Observation
15	1	**Fond arrière**	*EN-AB 44200 [Al Si 12]*
14	2	**Joint interne**	
13	2	**Joint torique**	
12	1	**Font avant**	*EN-AB 44200 [Al Si 12]*
11	1	**Bague de guidage**	*CW453K [Cu Sn 8]*
10	1	**Joint U**	
9	1	**Joint racleur**	
8	8	**Vis** *(ne sont pas représentés)*	*X 5 Cr Ni 18-8*
7	1	**Vis CHC M10 25-8-8**	
6	1	**Rondelle M10 Z**	
5	2	**Aimant**	
4	2	**Demi-piston**	*PA 11 (Polyamide)*
3	2	**Joint à lèvre**	
2	1	**Tige**	*X 2 Cr 13*
1	1	**Corps**	*EN-AW 6060 [Al Mg Si 0,5]*

D.Ress 5

7. Circuit de puissance



8. Alimentation électrique



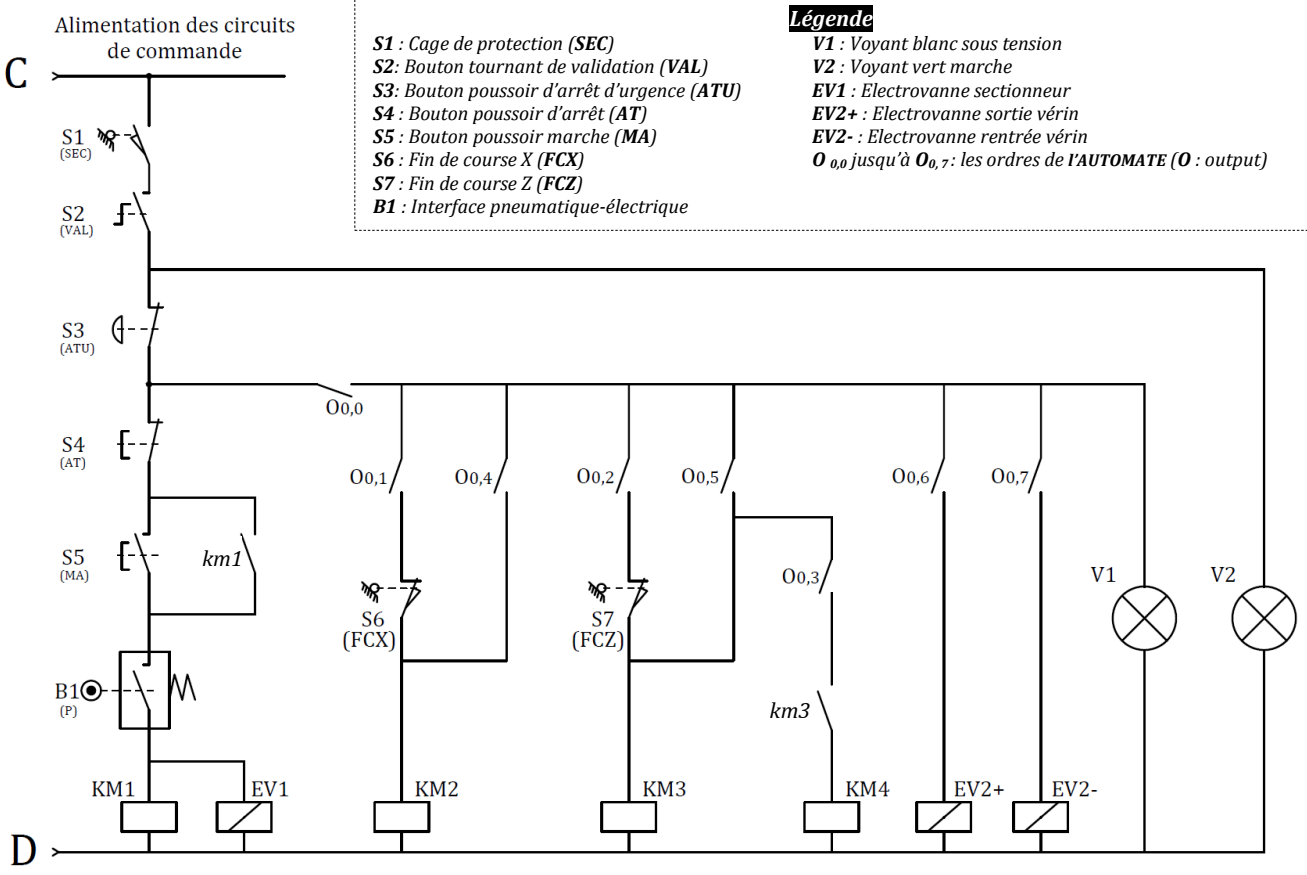
D.Ress 6

9. Circuit de commande

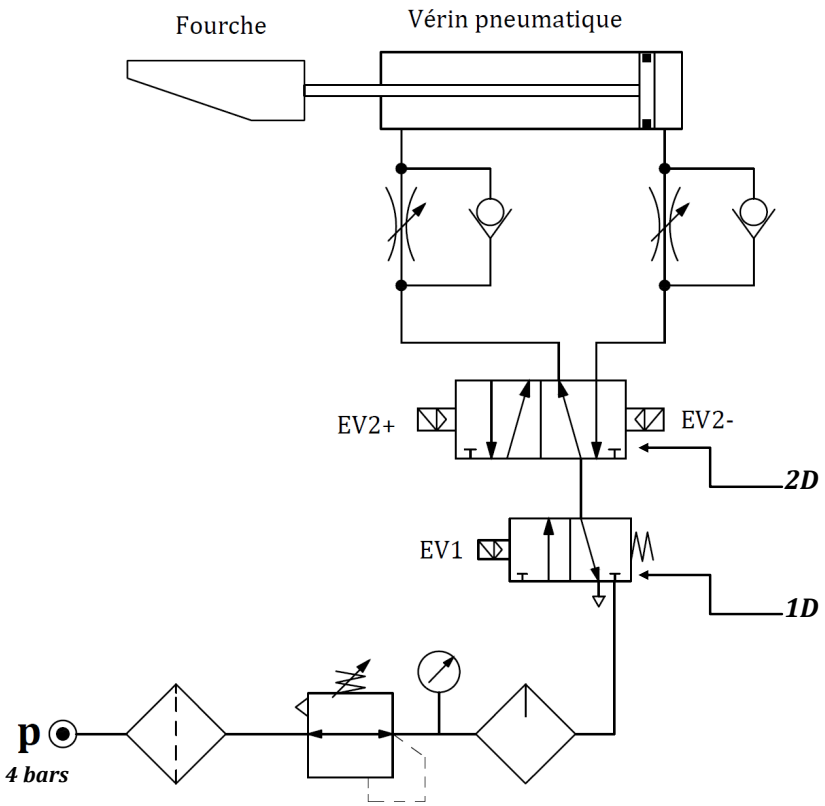
Légende

S1 *: Cage de protection* ***(SEC)***
S2*: Bouton tournant de validation* ***(VAL)***
S3*: Bouton poussoir d'arrêt d'urgence* ***(ATU)***
S4 *: Bouton poussoir d'arrêt* ***(AT)***
S5 *: Bouton poussoir marche* ***(MA)***
S6 *: Fin de course X* ***(FCX)***
S7 *: Fin de course Z* ***(FCZ)***
B1 *: Interface pneumatique-électrique*

V1 *: Voyant blanc sous tension*
V2 *: Voyant vert marche*
EV1 *: Electrovanne sectionneur*
EV2+ *: Electrovanne sortie vérin*
EV2- *: Electrovanne rentrée vérin*
O $_{0,0}$ *jusqu'à* ***O*** $_{0,7}$ *: les ordres de* ***l'AUTOMATE*** *(****O*** *: output)*



10. Alimentation pneumatique



Volet 4 : Grille d'évaluation

Situation d'évaluation		
1.1.1	*La bête à corne.*	*0,5*
1.1.2	*Le diagramme pieuvre.*	*1*
1.2.1	*L'actigramme A0.*	*1*
1.2.2	*La chaine fonctionnelle.*	*2*
1.3.1	*FAST de l'unité de déplacement suivant Z.*	*1*
Total situation d'évaluation n°1		***5,5***
2.1.1	*Le schéma cinématique.*	*1*
2.1.2	*Type et actigramme A-0 de l'accouplement.*	*0,25*
2.1.3	*Fonctions du frein.*	*0,25*
2.2.1	*Calcul de la vitesse angulaire du pignon* ω_p.	*0,25*
2.2.2	*Calcul du raport de transmission* k_g *du reducteur 2.*	*0,25*
2.2.3	*Calcul de la vitesse angulaie et de rotation du moteur CC* ***Z.***	*0,5*
2.2.4	*Calcul du couple nécessaire* C_p *pour soulever la charge.*	*0,25*
2.2.5	*Calcul de la puissance utile* P_u *et la puissance absorbée* P_a *par le moteur CC Z.*	*0,5*
2.2.6	*Proposition d'autres réducteurs.*	*0,25*
2.3.1	*Calcul de la vitesse* ***V*** *de sortie du vérin.*	*0,25*
2.3.2	*Calcul de la section* ***S*** *du piston.*	*0,25*
2.3.3	*Calcul du débit* Q_v *pendant la sortie de la tige.*	*0,25*
2.3.4	*Calcul de la puissance utile du vérin* P_{uv}.	*0,5*
2.3.5	*Calcul de force de sortie* F_v *de la tige du vérin.*	*0,25*
2.4.1	*Les deux classes d'équivalences.*	*0,5*
2.4.2	*Compléter le tableau des liaisons.*	*1*
2.4.3	*L'ajustement par jeu ou serrage.*	*0,25*
2.4.4	*La fonction du joint à lèvre* ***(3).***	*0,25*
2.5.1	*La vue de gauche coupe A-A du demi-piston* ***(4).***	*1*
Total situation d'évaluation n°2		***8***
3.1.1	*Tableau d'alimentation et distribution de l'energie.*	*1,5*
3.1.2	*Désignation normalisée du distributeur* ***2D.***	*0,25*
3.1.3	*Tableau des noms et fonctions.*	*1,5*
3.1.4	*Liaison entre les capteurs et leurs symboles.*	*0,5*
3.2.1	*Les équations logiques de* ***V2*** *et* ***KM1.***	*0,75*
3.2.2	*Indiquer la nature de l'équation logique.*	*0,5*
3.2.3	*Le chronogramme du transgerbeur pour la prise d'une caisse (déstockage).*	*1,5*
Total situation d'évaluation n°3		***6,5***
Total		***20***