

Lycée Moulay Youssef de Tanger	3 المعامل مدة الإنجاز 3 س	Examen Blanc Le transgerbeur	المادة : علوم المهندس شعبة العلوم الرياضية ب
-----------------------------------	------------------------------	---	---

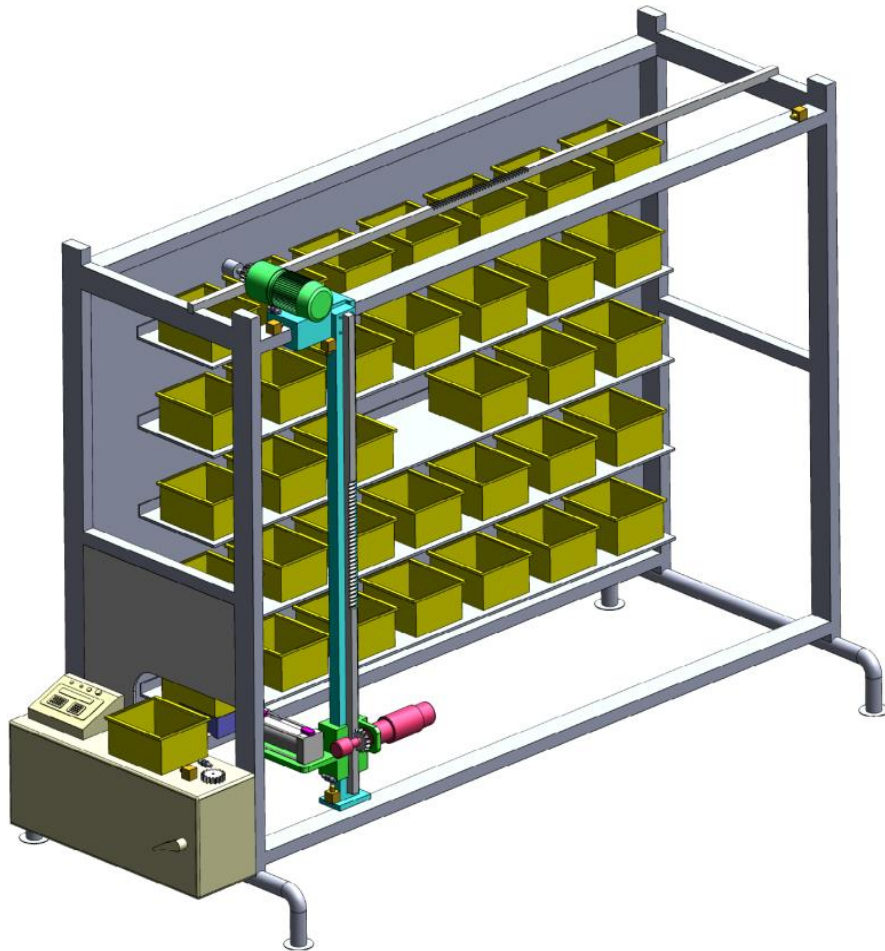
المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية

1 / 18



Constitution de l'épreuve

Volet 1 :	Présentation de l'épreuve	page 1.
Volet 2 :	Présentation du support	page 2.
Volet 3 :	Substrat de 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.**

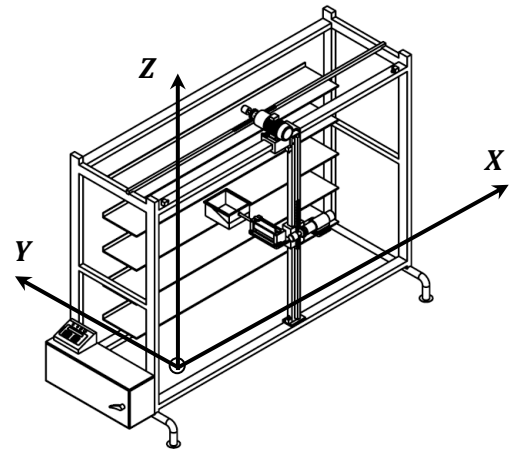
Volet 2 : Présentation du support

1. Présentation du transgerbeur

Le transgerbeur est un magasin automatisé, capable de stocker et déstocker différents 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.



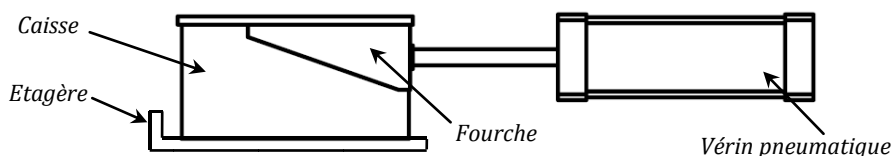
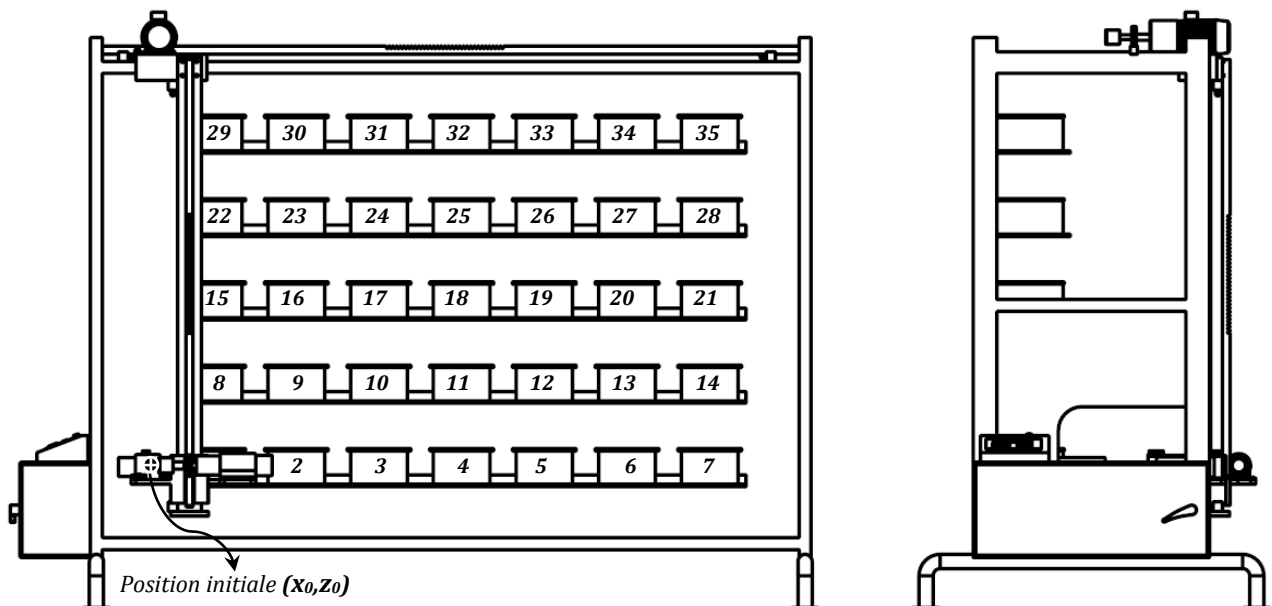
2. Fonctionnement du transgerbeur

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'opérateur 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 manipulation convenable. Vous êtes chargé 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 de réponses **D.Rep 1** et **D.Rep 2** :

Tache n°1 : Analyse externe du système

- 1.1.1 La bête à corne.
- 1.1.2 Le diagramme pieuvre.

Tache n°2 : Analyse interne du système

- 1.2.1 L'actigramme A0.
- 1.2.2 La chaîne fonctionnelle.

Tache 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 appelés à réaliser les tâches suivantes :

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

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

Compléter sur les documents de 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)

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

Documents ressources à consulter : D.Ress 3

Compléter sur les documents de 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 déduire sa vitesse de rotation N_m .
- 2.2.4 Calculer le couple nécessaire C_p pour soulever toute la charge en N.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.

Tache n°3 : Valider le choix du vérin**Documents ressources à consulter : D.Ress 4**

Compléter sur les documents de 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**.

Tache n°4 : Etude cinématique du vérin

Compléter sur les documents de réponses **D.Rep 5** :

- 2.4.1 Apartir du dessin d'ensemble du verin. Repérer les pièces qui constituent les classes d'équivalences : le corps et la tige.
- 2.4.2 Compléter le tableau des liaisons.
- 2.4.3 Indiquer l'ajustement par jeu ou serrage pour assurer la liaison entre la tige et le corps.
- 2.4.4 Indiquer la fonction du joint à lèvres (3).

Tache n°5 : Représentation graphique

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

Situation d'évaluation N°3

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

Tache n°1 : Identifier la nature d'alimentation, le niveau d'appréciation, les préactionneurs ainsi les capteurs utilisés**Document ressource à consulter : D.Ress 5 et D.Ress 6**

Compléter sur les documents de réponses **D.Rep 6** :

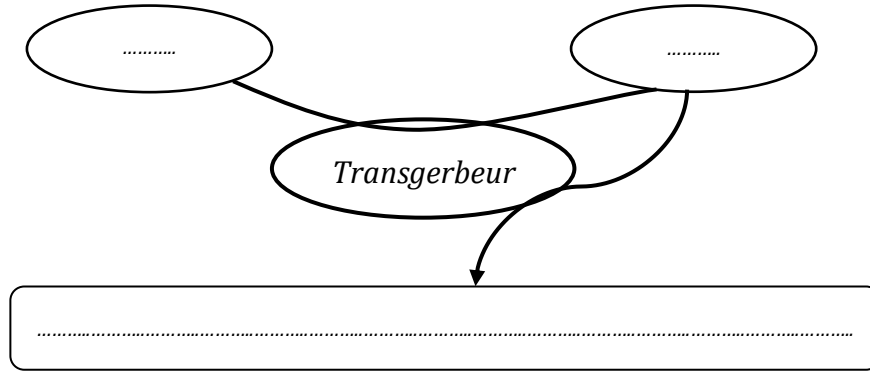
- 3.1.1 Le tableau des composants du transgerbeur, en précisant la nature d'alimentation, le niveau en (volte-bar) et les préactionneurs utilisés.
- 3.1.2 Donner la désignation normalisée du distributeur **2D**.
- 3.1.3 Le tableau des noms et les fonctions des composants utilisés.
- 3.1.4 Relier par des lignes les capteurs et leurs symboles.

Tache n°2 : Elaboration des équations logiques ainsi le chronogramme correspondant au fonctionnement du transgerbeur

Compléter sur les documents de réponses **D.Rep 7** :

- 3.2.1 Les équations logiques du voyant **V2** et la bobine du contacteur **KM1** à partir du circuit de commande.
- 3.2.1 Indiquer la nature de l'équation logique **KM1**, et justifier votre réponse.
- 3.2.2 Le chronogramme correspondant au fonctionnement du transgerbeur pour la prise d'une caisse (déstockage). Voir le fonctionnement du transgerbeur page **2/18**

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.

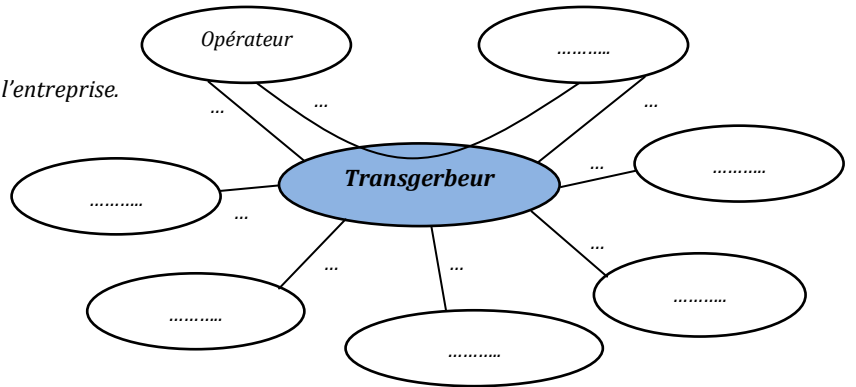
FC3 : S'adapter à l'énergie électrique du réseau.

FC4 : S'adapter à l'énergie pneumatique du réseau de l'entreprise.

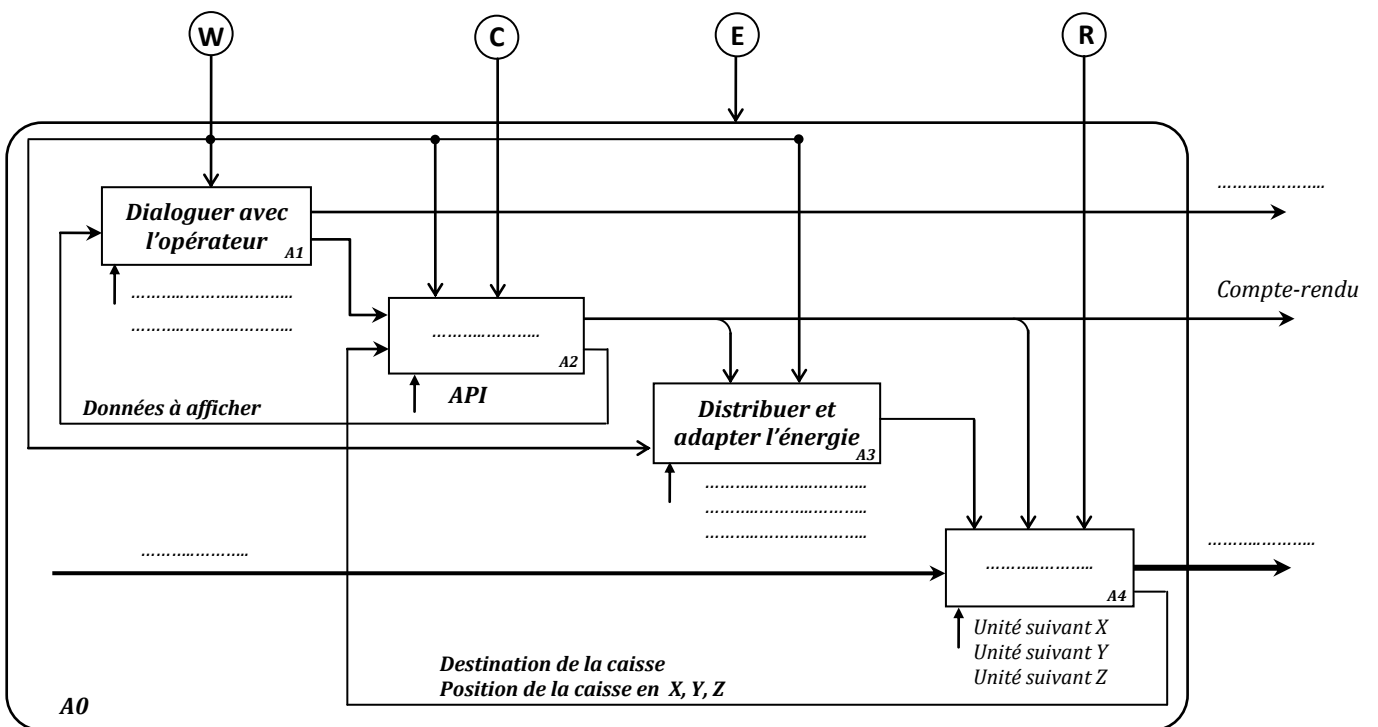
FC5 : Résister à l'environnement.

FC6 : Respecter les normes de sécurité.

FC7 : S'intégrer dans le local.

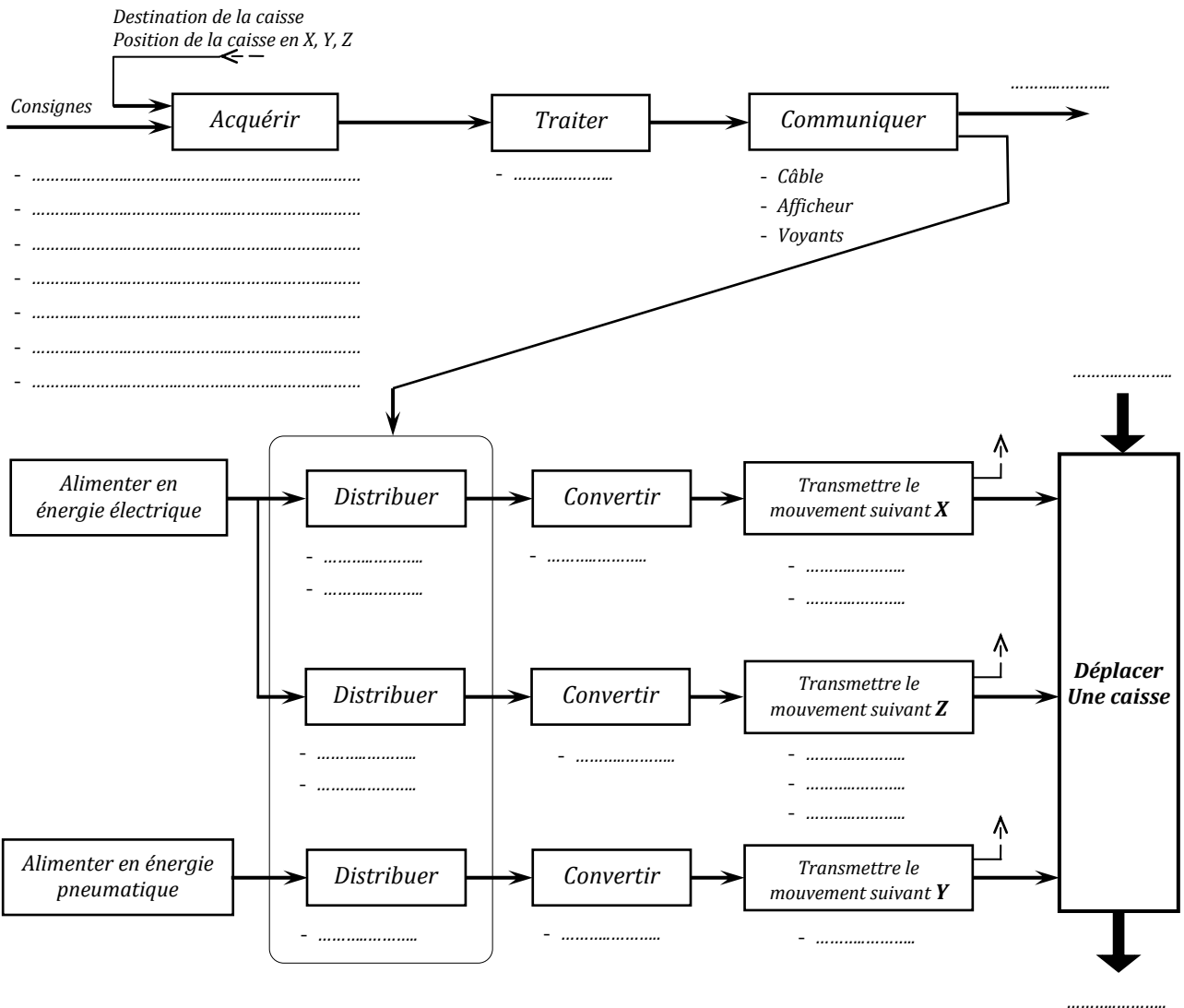


1.2.1 L'actigramme A0.

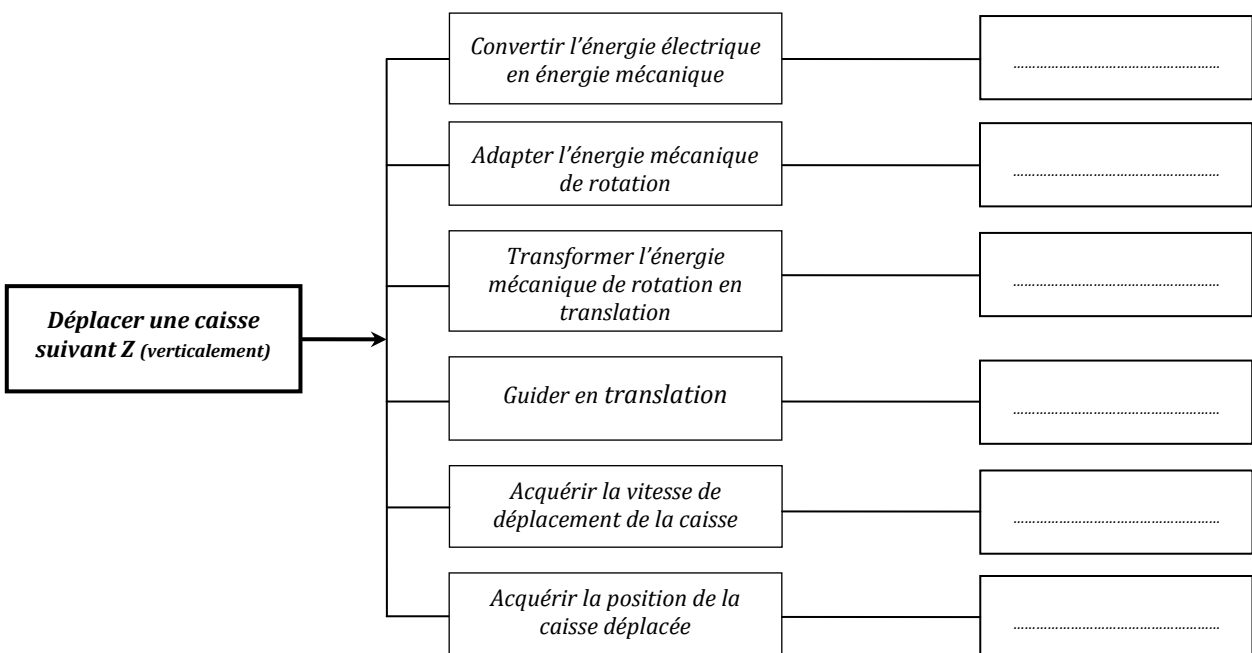


Nom et prénom :

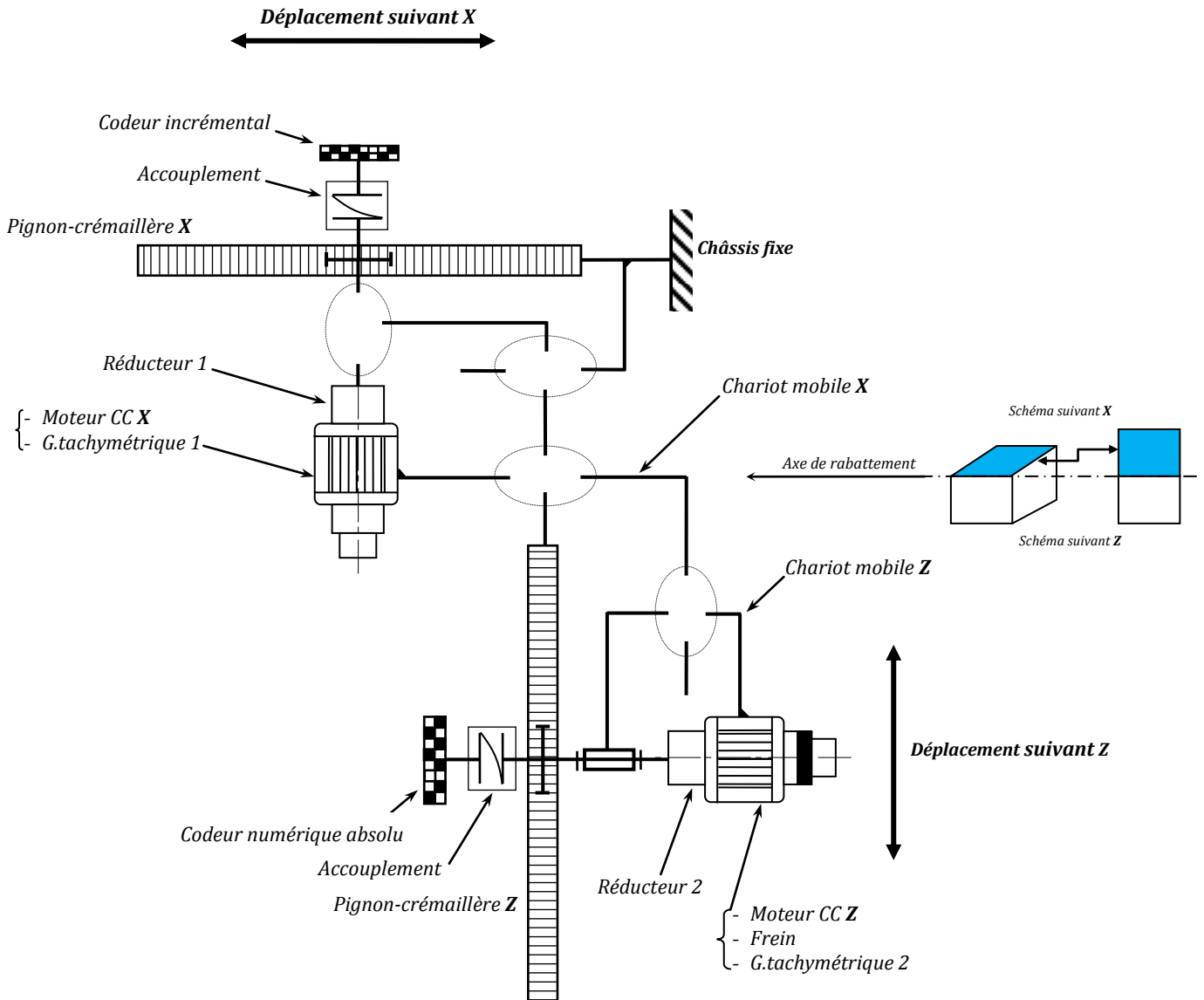
1.2.2 La chaîne fonctionnelle.



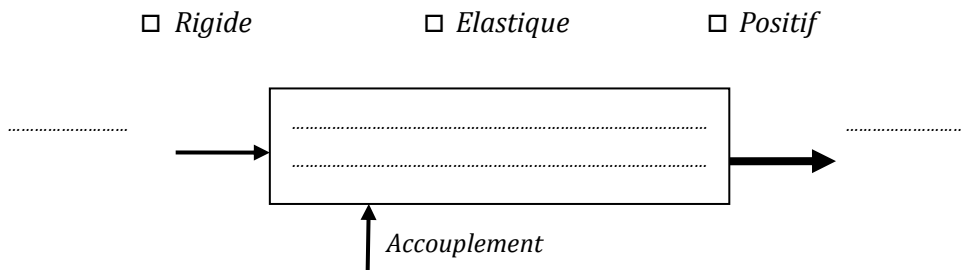
1.3.1 FAST de l'unité de déplacement suivant Z.



2.1.1 Le schéma cinématique.



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



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

2.2.1 Calcul de la vitesse angulaire du pignon ω_p .

.....

 $\omega_p =$ rad/s

2.2.2 Calcul du rapport de transmission k_g du reducteur 2.

.....

 $k_g =$

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

.....

 $\omega_m =$ 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.

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Roue et vis sans fin | <input type="checkbox"/> Système vis-écrou |
| <input type="checkbox"/> Transmission par Pignon-crémaillère | <input type="checkbox"/> Train épicycloidal |

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 :

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	...		<input type="checkbox"/> Contact direct <input type="checkbox"/> Coussinet <input type="checkbox"/> Roulement
Demi-piston/Tige	...		<input type="checkbox"/> Démontable <input type="checkbox"/> Indémontable <input type="checkbox"/> Par adhérence <input type="checkbox"/> Par obstacle

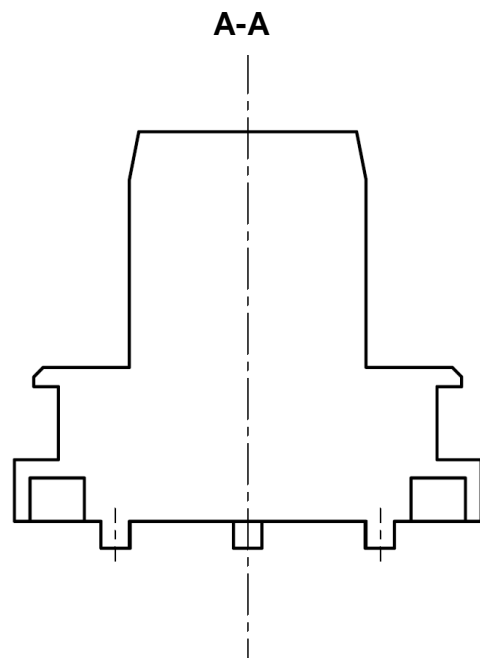
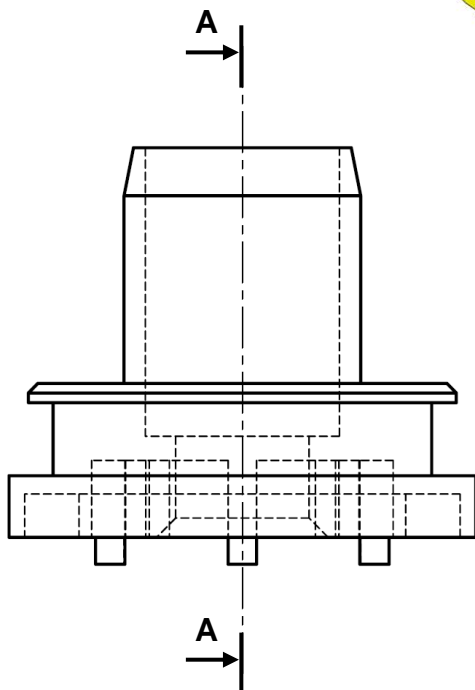
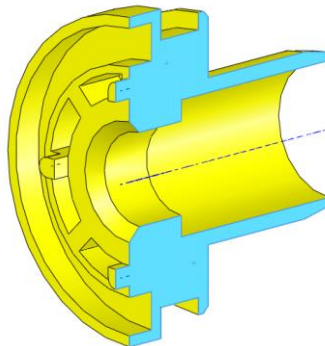
2.4.3 L'ajustement par jeu ou serrage.

- 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 lèvres (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 :

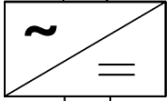
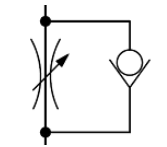
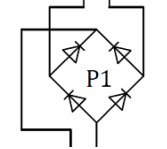
3.1.1 Tableau d'alimentation et distribution de l'énergie.

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

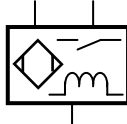
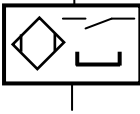

3.1.2 Désignation normalisée du distributeur 2D.

.....

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 • 

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

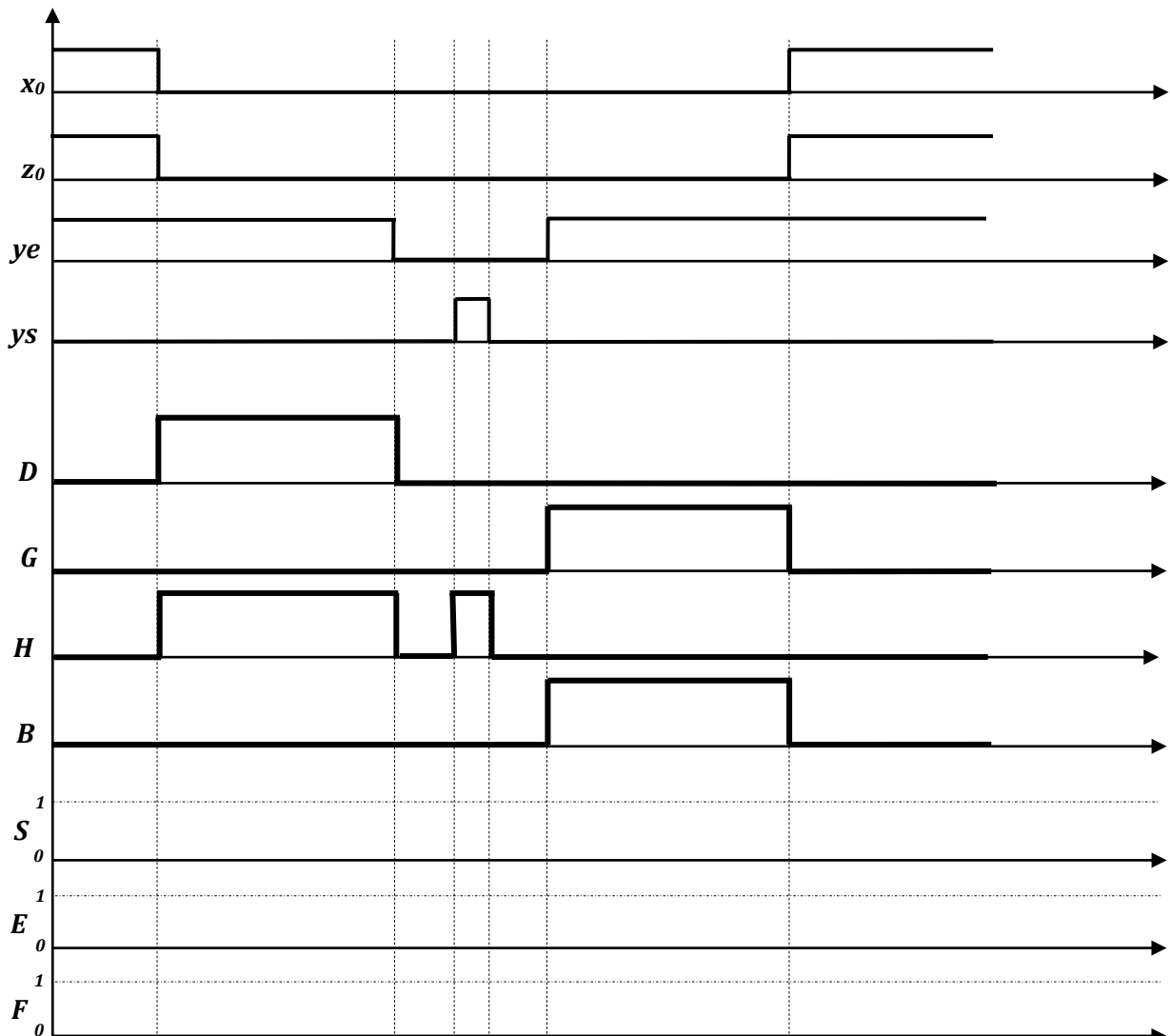
.....

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

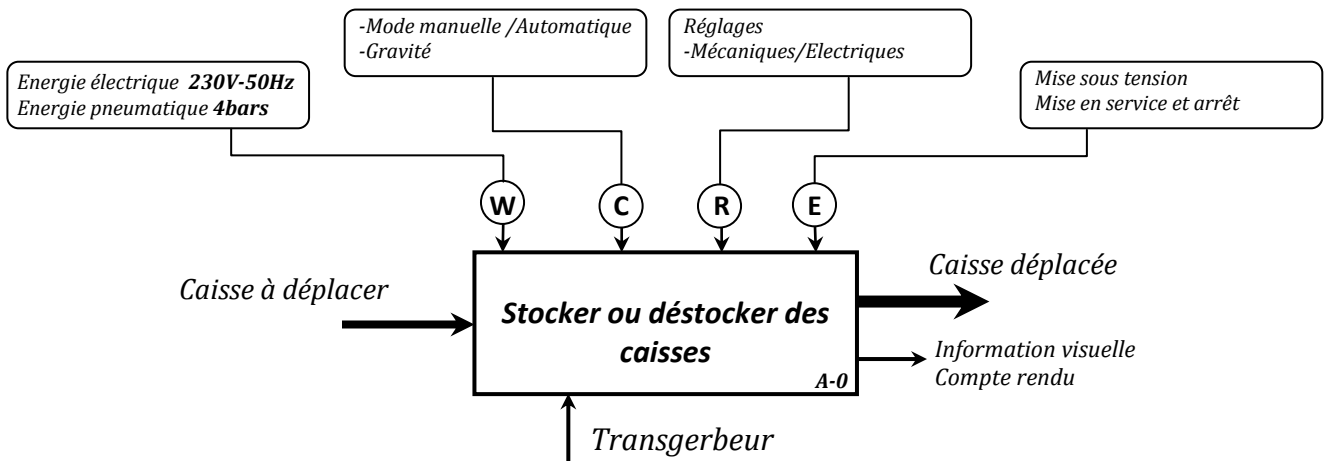
Pour la simplification on donne :

Variables d'entrée	Variables de sortie
x₀ : Capteur de position initiale x₀	D : Déplacement de la fourche vers la droite
z₀ : Capteur de position initiale z₀	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

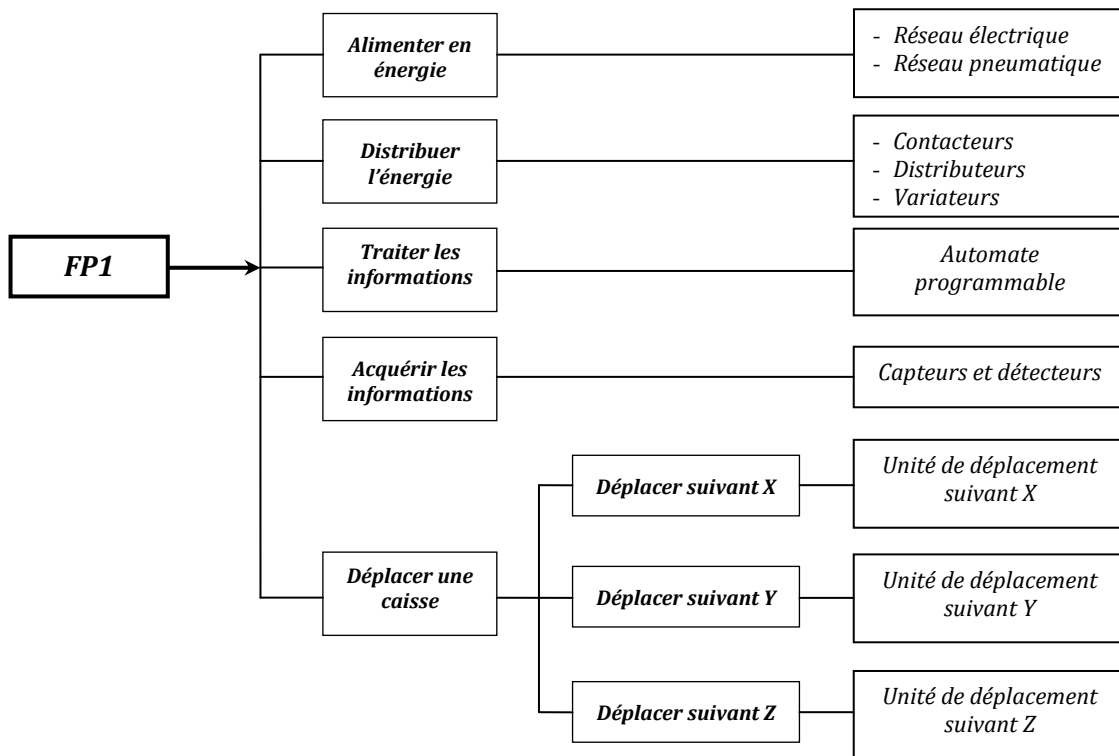
On suppose que la caisse à déstocker se situe à la même distance par rapport à la position initiale (**x₀, z₀**).



1. L'actigramme A-0 :



2. FAST de la fonction FP1 :



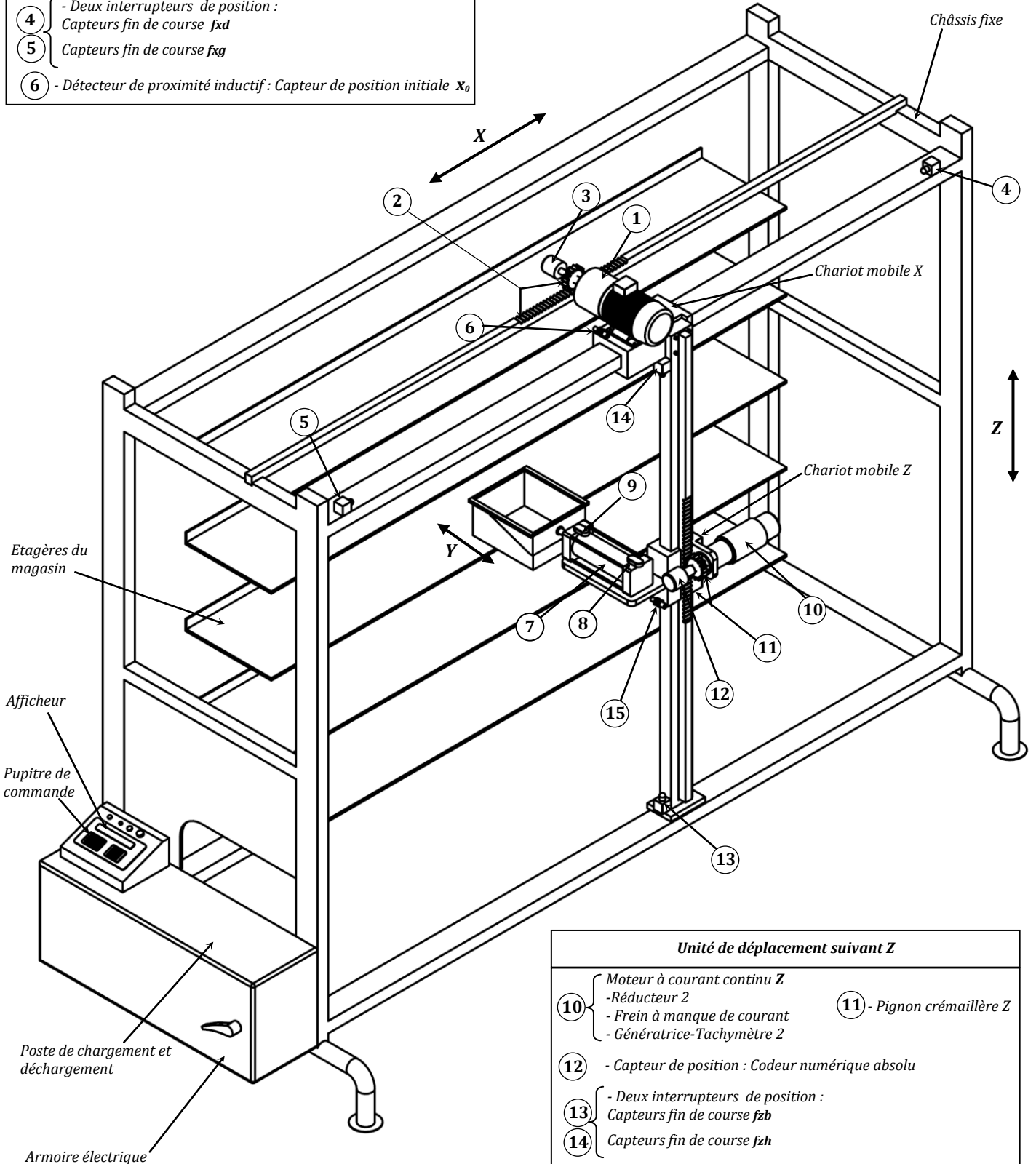
3. Extrait du cahier de charge fonctionnelle du transgerbeur :

Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP1 : ...	Vitesse de déplacement des caisses.	$V_{Cmax} = 0,5 \text{ m/s}$	F0
	Masse maximale de la caisse.	$M_{Cmax} = 10 \text{ kg}$	F1
	Durée d'une vacation (entrée et sortie de caisse).	$t_{Cmax} = 30 \text{ s}$	
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 :	3 m	F1
	- Hauteur :	2 m	
	- Profondeur :	1 m	

4. Constituants du transgerbeur :

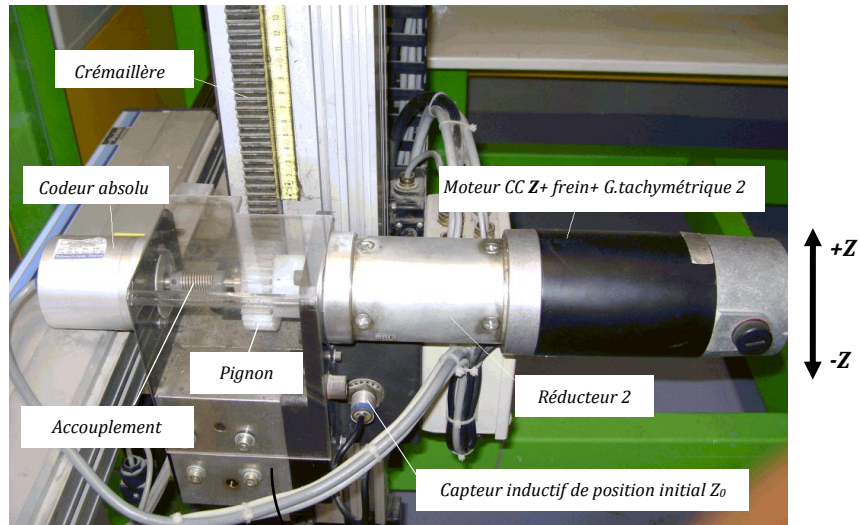
Unité de déplacement suivant X	
①	- Moteur à courant continu X - Réducteur 1 - Génératrice-Tachymètre 1
②	- Pignon crémaillère X
③	- Capteur de position : Codeur numérique incrémental
④	- Deux interrupteurs de position : Capteurs fin de course f_{xd}
⑤	- Capteurs fin de course f_{xg}
⑥	- Détecteur de proximité inductif : Capteur de position initiale x_0

Unité de déplacement suivant Y	
⑦	- Vérin pneumatique
⑧	- Deux interrupteurs à lame souple : Capteurs fin de course f_{ye}
⑨	- Capteurs fin de course f_{ys}

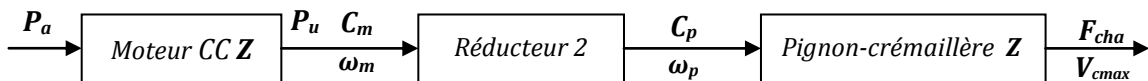
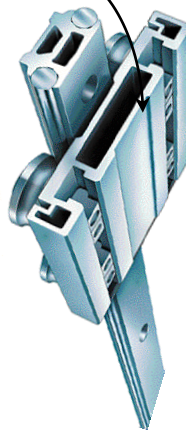


Unité de déplacement suivant Z	
⑩	- Moteur à courant continu Z - Réducteur 2 - Frein à manque de courant - Génératrice-Tachymètre 2
⑪	- Pignon crémaillère Z
⑫	- Capteur de position : Codeur numérique absolu
⑬	- Deux interrupteurs de position : Capteurs fin de course f_{zb}
⑭	- Capteurs fin de course f_{zh}
⑮	- Détecteur de proximité inductif : Capteur de position initiale z_0

5. Unité de déplacement suivant Z :



Guidage en translation par galets



η_m : Rendement du moteur $\eta_m = 0,8$

On donne :

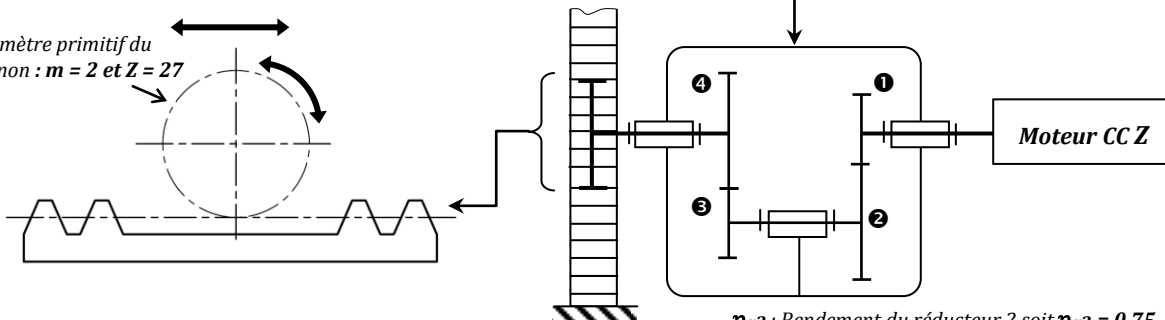
F_{cha} : la charge* à soulever soit $F_{cha} = 300\text{ N}$

V_{cmax} : Vitesse de montée de la charge soit $V_{cmax} = 0,5\text{ m/s}$

η_{pc} : Rendement du pignon crémaillère soit $\eta_{pc} = 0,9$

Pignon-crémaillère Z

Diamètre primitif du pignon : $m = 2$ et $Z = 27$



η_{r2} : Rendement du réducteur 2 soit $\eta_{r2} = 0,75$

Module pour les deux d'engrenage $m = 2$

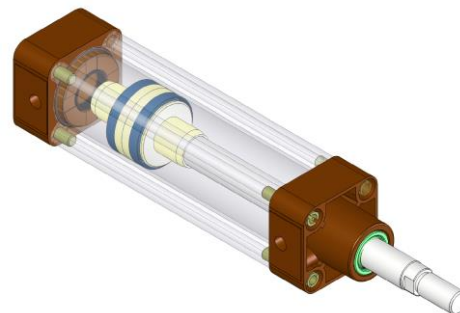
$$\begin{cases} Z_1 = 15 \\ Z_3 = 60 \end{cases} \quad \begin{cases} Z_2 = 15 \\ Z_4 = 60 \end{cases}$$

D.Ress 4

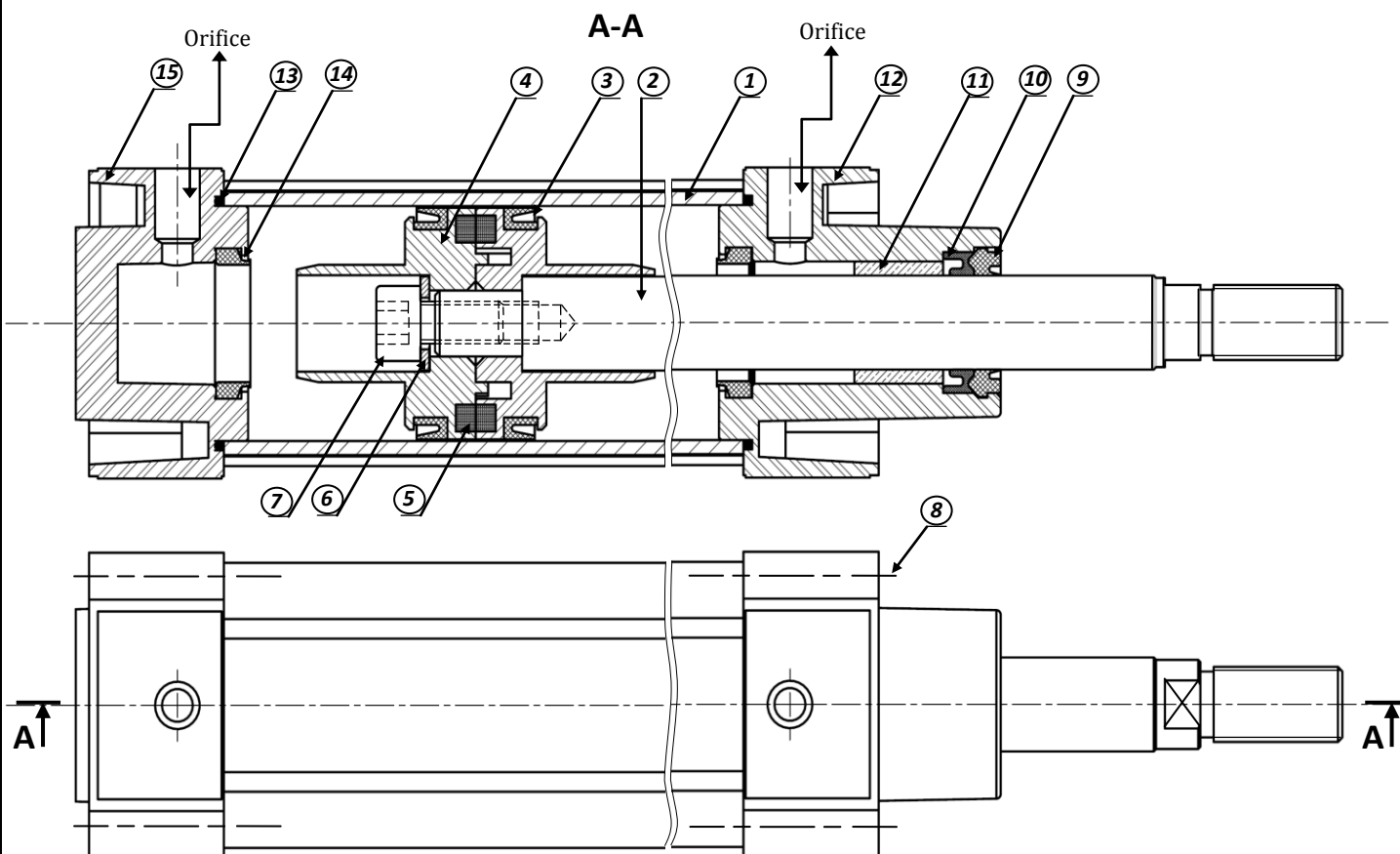
6. Unité de déplacement suivant Y

Caractéristiques du vérin pneumatique :

- Course : $C = 400 \text{ mm}$
- Temps de sortie : $t_s = 2 \text{ s}$
- Diamètre de la tige : $dt = 24 \text{ mm}$
- Diamètre du piston : $D_p = 64 \text{ mm}$
- Pression pneumatique : $p = 4 \text{ bars}$
- Rendement : $\eta_v = 0,9$



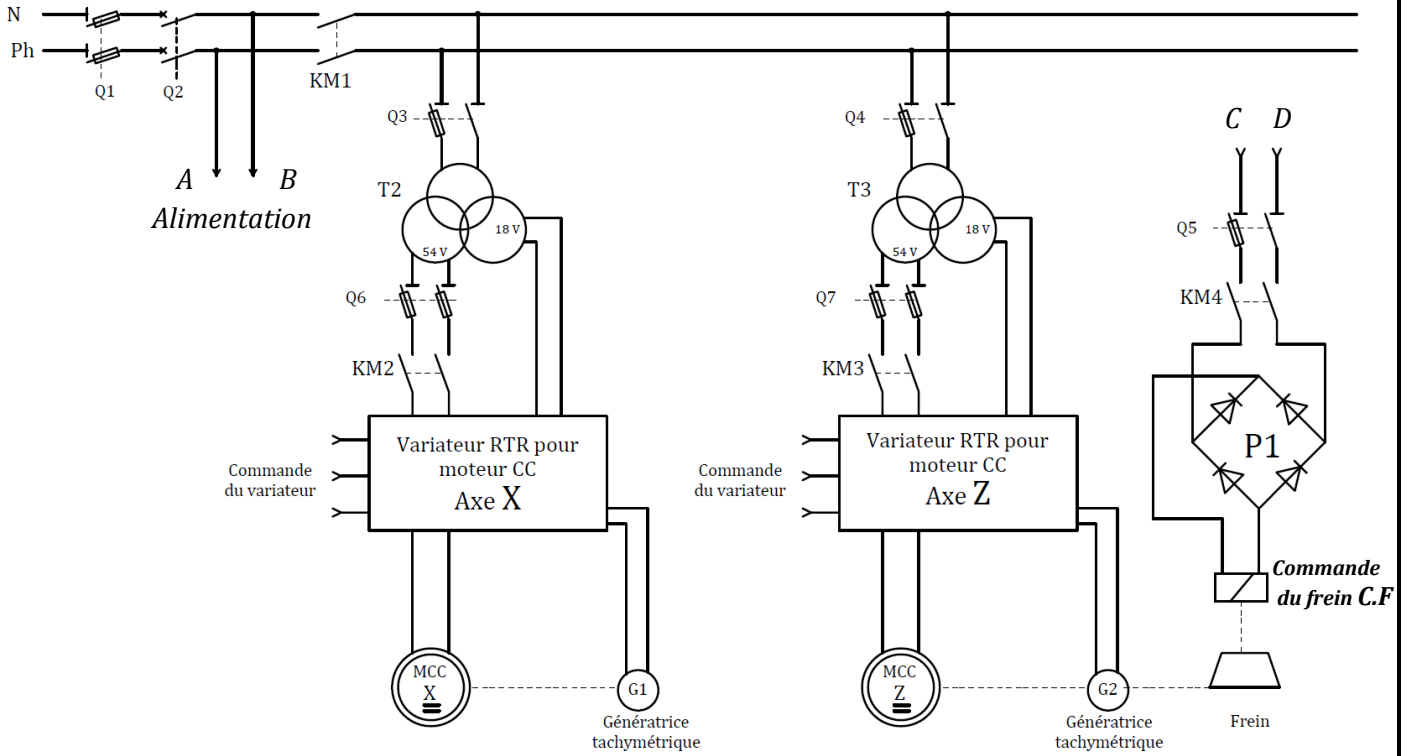
Dessin d'ensemble du vérin pneumatique
(Echelle : 1: 2)



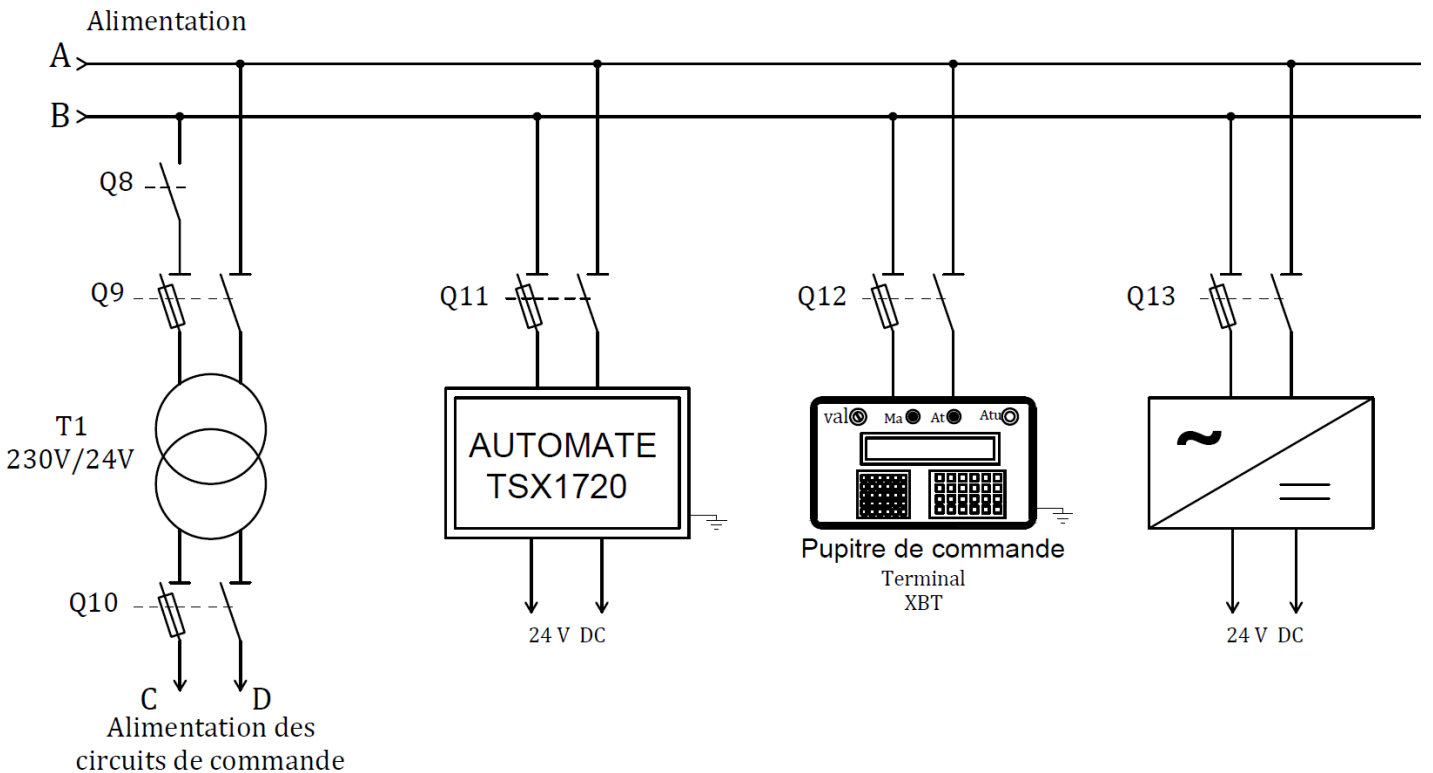
15	1	Fond arrière	EN-AB 44200 [Al Si 12]
14	2	Joint interne	
13	2	Joint torique	
12	1	Font avant	EN-AB 44200 [Al Si 12]
11	1	Bague de guidage	CW453K [Cu Sn 8]
10	1	Joint U	
9	1	Joint racleur	
8	8	Vis (ne sont pas représentés)	X 5 Cr Ni 18-8
7	1	Vis CHC M10 25-8-8	
6	1	Rondelle M10 Z	
5	2	Aimant	
4	2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

7. Circuit de puissance

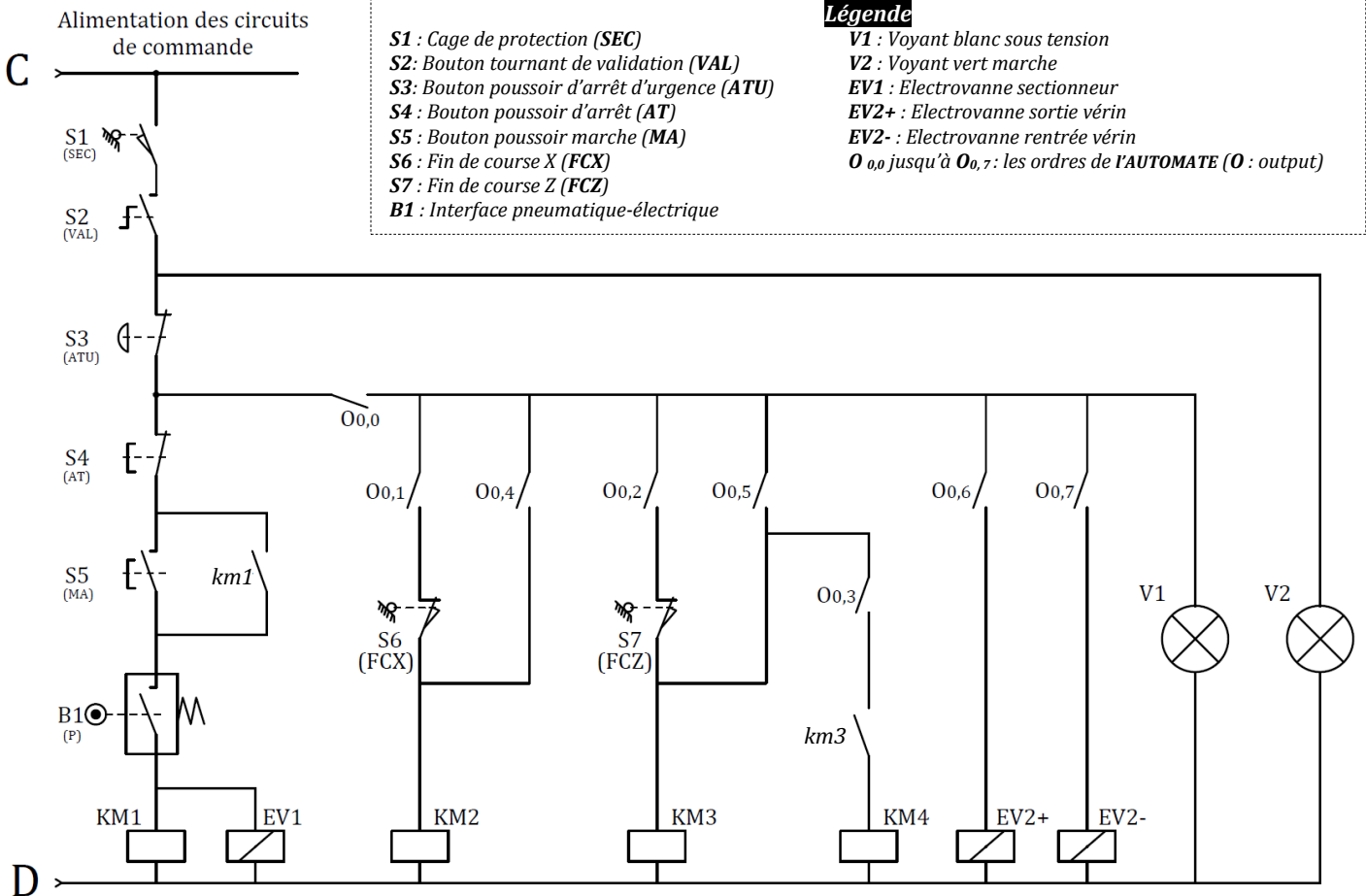
Secteur 230 V-50Hz



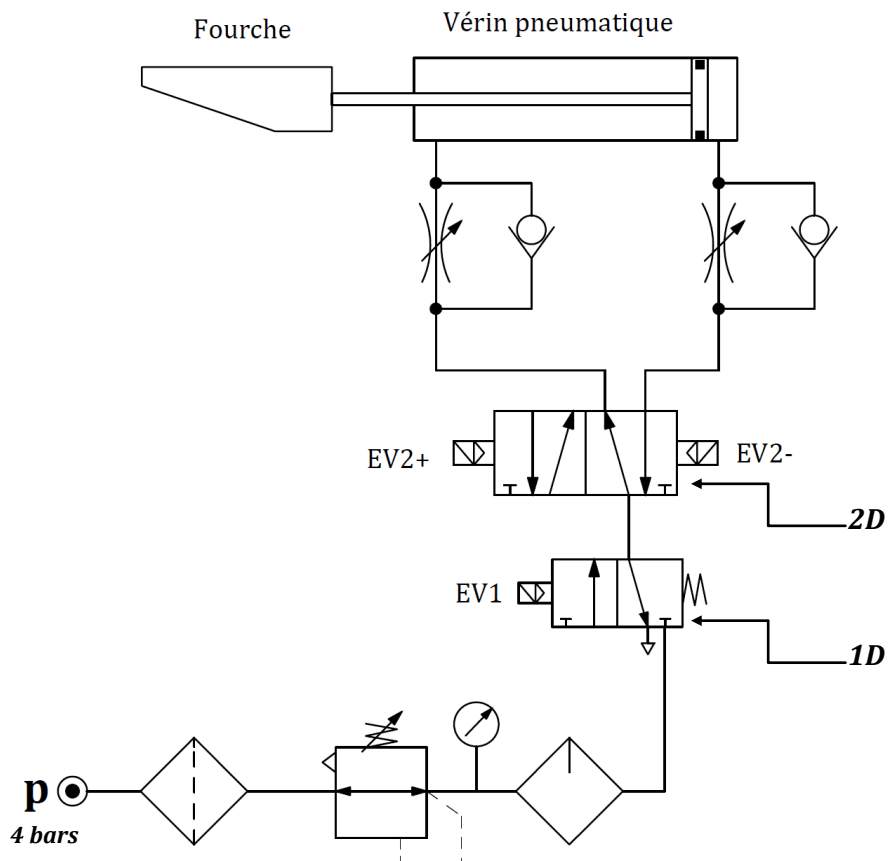
8. Alimentation électrique



9. Circuit de commande



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 rapport de transmission k_g du reducteur 2.	0,25
2.2.3	Calcul de la vitesse angulaire 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 lèvres (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'énergie.	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