

Calcul de verification et de validation

lakhil

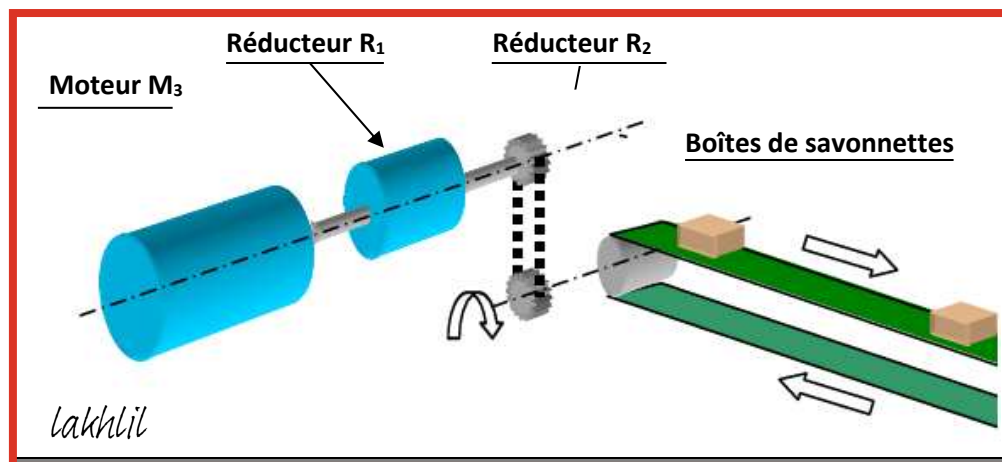


ETUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT

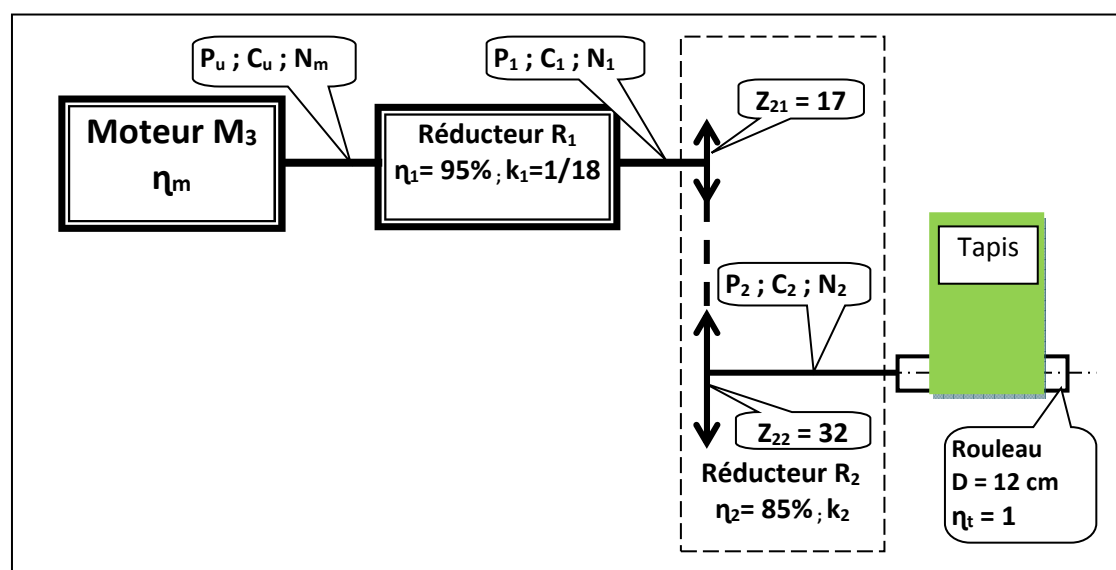


Le convoyeur de l'unité d'emballage est entraîné par un moteur asynchrone triphasé M_3 associé à deux réducteurs (R_1 et R_2), transfère les boîtes de savonnettes et les évacue vers le magasin de stockage.

Cette unité d'emballage est prévue pour évacuer les boîtes à une cadence maximale de **1200** boîtes par heure.



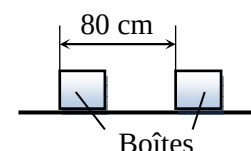
Le synoptique, les repères et les caractéristiques de l'ensemble sont donnés ci-après :



Tâche1

DETERMINATION DES FREQUENCES DE ROTATION

Lorsque la cadence de la machine est maximale, les boîtes sortent à intervalle régulier, distant de **80 cm** (figure ci-contre).



1 – Déterminer le temps t_1 nécessaire pour l'évacuation d'une boîte.

.....

.....

2– Calculer la vitesse linéaire v_t du tapis en m/s.

.....

.....

lakhil

ETUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT

3 – En prenant $v_t = 27.10^{-2} \text{ ms}^{-1}$, calculer la vitesse angulaire ω_2 du rouleau et en déduire sa vitesse de rotation N_2 .

.....

4 – Calculer le rapport de réduction k_2 du réducteur R_2 .

.....

5 – En déduire la vitesse de rotation N_1 en sortie du réducteur R_1 .

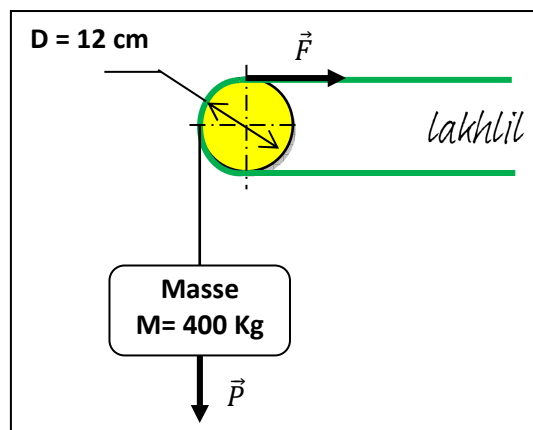
.....

6 – Calculer la vitesse de rotation N_m du moteur M_3 .

.....

Tâche 2

DETERMINATION DES PUISSANCES MECANQUES



La force tangentielle développée sur le rouleau du tapis est équilibrée par une masse de **400 Kg**.

On donne : $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

1 – Calculer l'effort tangential F sur le rouleau du tapis.

.....

2 – Calculer le moment du couple C_2 sur le rouleau du tapis.

.....

3 – En prenant $\omega_2 = 4,5 \text{ rad s}^{-1}$, calculer la puissance P_2 développée sur le rouleau du tapis.

.....

4 – Calculer la puissance P_u développée par le moteur M_3 .

.....

5 – En considérant que le moteur tourne à **1460 tr/min**, calculer le couple utile C_u du moteur M_3 .

.....

lakhilil

Correction**ETUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT****Tâche 1 : Détermination des fréquences de rotation**

1 – Le temps t_1 nécessaire pour l'évacuation d'une savonnette :

$$t_1 = 3600/1200 = 3s$$

2- La vitesse linéaire v_t du tapis :

$$v_t = l/t_1 = 80.10^{-2} / 3 = 26,66 . 10^{-2} \text{ m/s}$$

3 – La vitesse angulaire ω_2 du rouleau et la vitesse de rotation N_2 du rouleau

$$\omega_2 = v_t / R = 27.10^{-2} / 6.10^{-2} = 4,5 \text{ rad/s} \quad N_2 = 60 \omega_2 / 2\pi = 42,97 \text{ tr/min}$$

4 – Le rapport de réduction k_2 du réducteur R_2 ;

$$k_2 = Z_{21}/Z_{22} = 17/32 = 0,53 \quad \text{lakhlil}$$

5 – La vitesse de rotation N_1 en sortie du réducteur R_1 ;

$$k_2 = N_2/N_1 \quad N_1 = N_2/k_2 = 42,97/0,53 = 81,07 \text{ tr/min}$$

6 – La vitesse de rotation N_m en sortie du moteur M_3 .

$$k_1 = N_1/N_m \quad N_m = N_1/k_1 = 81,07 \times 18 = 1459,26 \text{ tr/min}$$

Tâche 2 : Détermination des puissances mécaniques

1 - L'effort tangentiel sur le rouleau du tapis ;

$$F = 400 \times 10 = 4000 \text{ N}$$

2 – Le moment du couple C_2 sur le rouleau du tapis ;

$$C_2 = F \times D/2 = 4000 \times 6.10^{-2} = 240 \text{ N.m}$$

3 - La puissance P_2 développée sur le rouleau du tapis ;

$$P_2 = C_2 \times \omega_2 = 240 \times 4,5 = 1080 \text{ W}$$

4 - La puissance P_u développée par le moteur ;

$$\eta_1 \times \eta_2 = P_2/P_u \quad P_u = P_2 / \eta_1 \times \eta_2 = 1080 / (0,95 \times 0,85) = 1337,46 \text{ W}$$

5 - Le couple utile C_u sur le moteur ;

$$C_m = P_u / \omega_m = 1337,46 \times 60 / (2\pi \times 1460) = 8,74 \text{ N.m}$$



Etude de la transmission de puissance colonne de levage

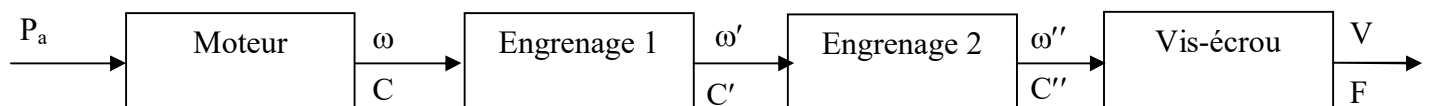
lakhilil

Pour effectuer les différentes interventions : contrôles, réglages, remplacement des éléments défectueux..., l'atelier de maintenance peut être équipé de systèmes de levage de trame (objet de notre étude) pour soulever les rames du tramway.



lakhilil

Chaîne cinématique de la colonne de levage



On donne :

ω'' : Vitesse angulaire de sortie de l'engrenage 2

C'' : Couple de sortie de l'engrenage 2

F : Charge à soulever soit $F = 82\,000\text{ N}$

V : Vitesse de montée de la charge soit $V = 10\text{ mm/s}$

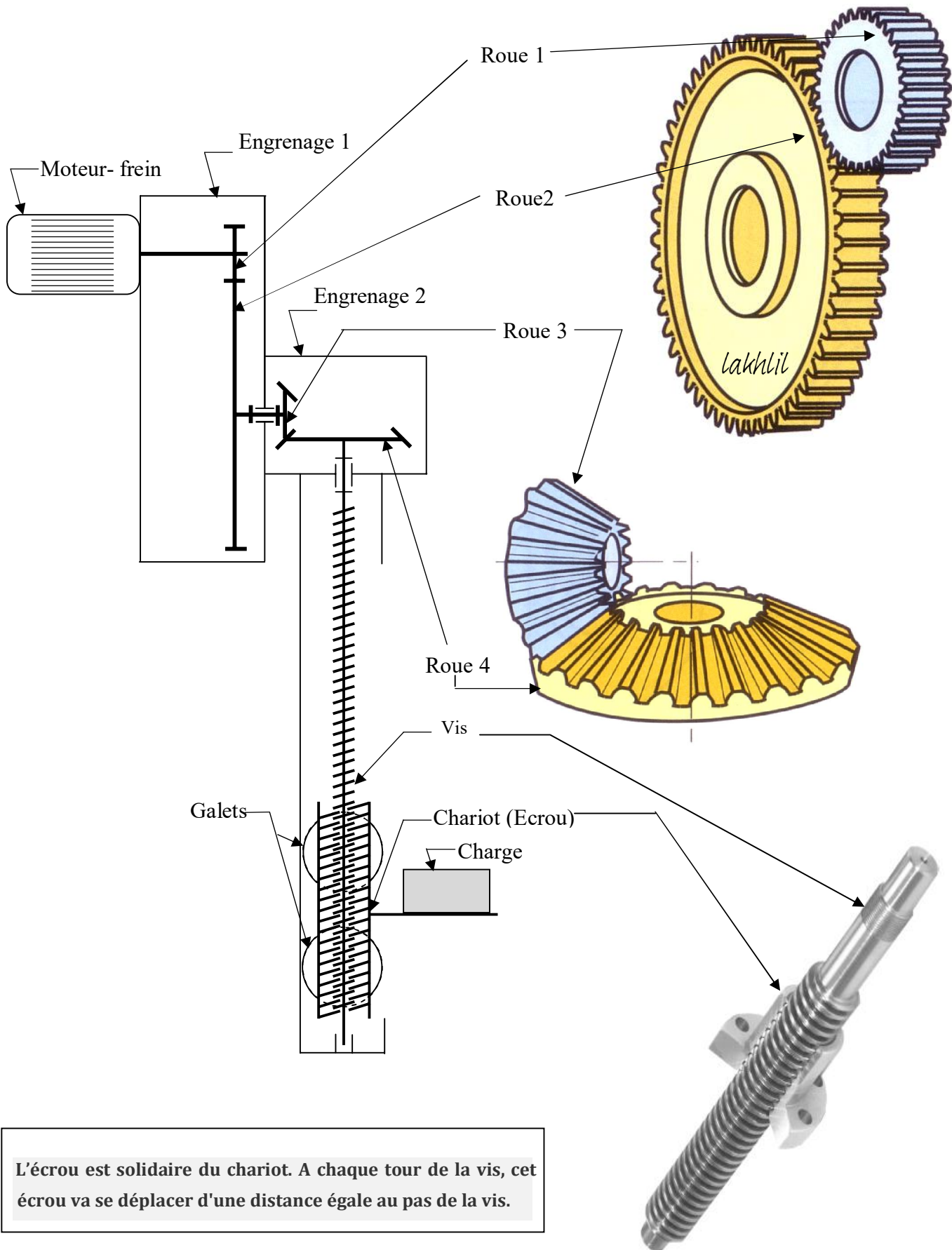
Caractéristiques du système vis-écrou

pas : $p = 5\text{ mm}$

η_4 : Rendement du système vis-écrou soit $\eta_4 = 0,4$

lakhilil

Etude de la transmission de puissance colonne de levage

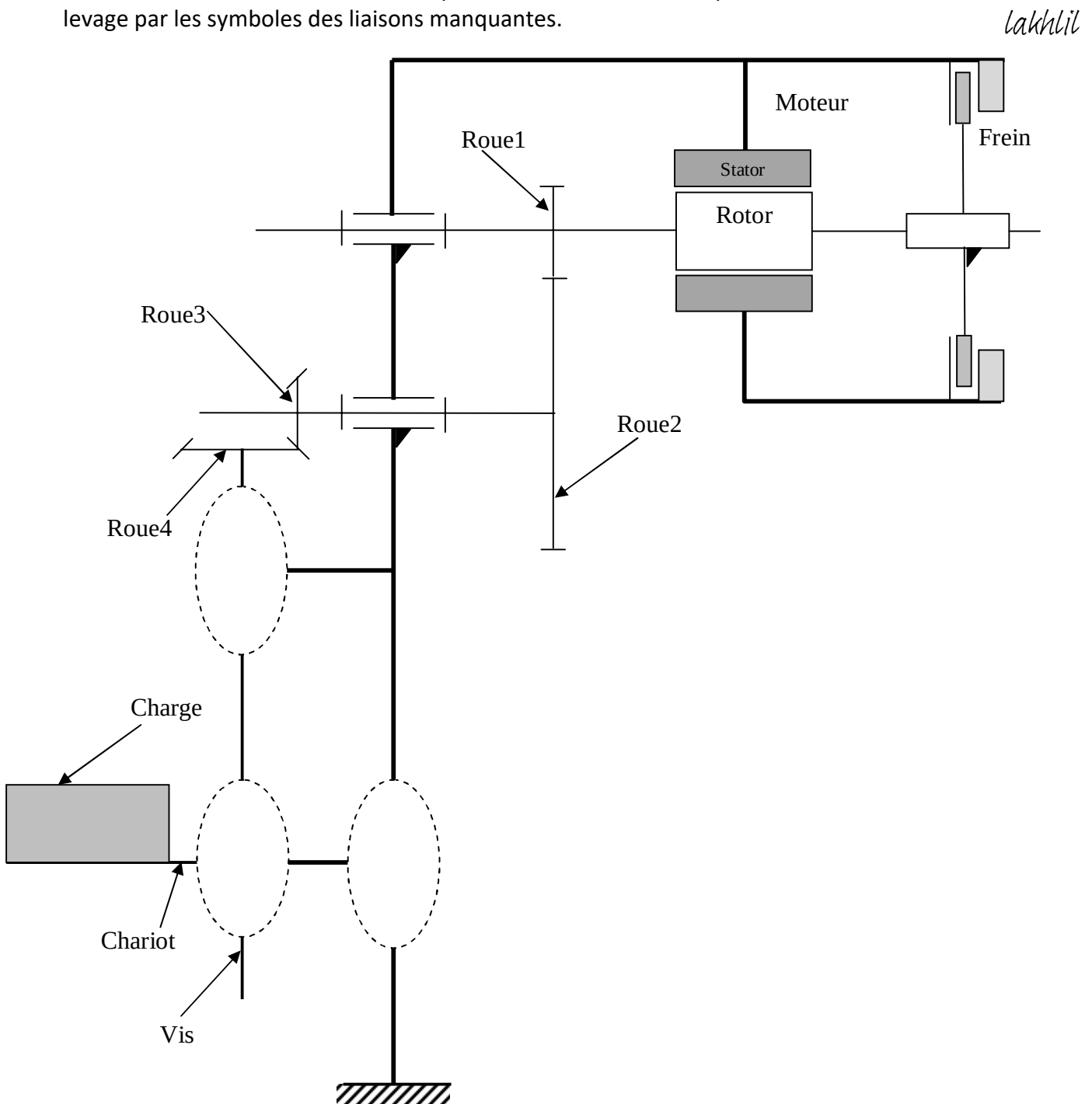


L'écrou est solidaire du chariot. A chaque tour de la vis, cet écrou va se déplacer d'une distance égale au pas de la vis.

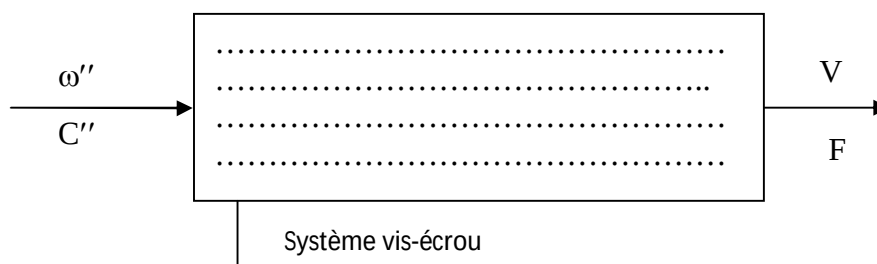
Etude de la transmission de puissance colonne de levage

Etude du système vis-écrou.

1. En se référant au D.Ressource, compléter le schéma cinématique d'une colonne de levage par les symboles des liaisons manquantes.



2. Compléter l'actigramme A-0 du système proposé.



Etude de la transmission de puissance colonne de levage

Etude du système vis-écrou.

lakkhlil

3. Calcul de la vitesse de rotation angulaire ω'' de la vis en rd/s

.....

 $\omega'' =$ rd/s

4. Calcul du couple nécessaire C'' pour soulever la charge C' en N.m

.....

 $C'' =$ Nm

5. Etude du réducteur.

5-1 Completer Le tableau des caractéristiques du réducteur.

Engrenage	Cylindrique		conique	
Roues	1	2	3	4
Nombres de dents Z	Z ₁ = 15	Z ₂ = 75	Z ₃ =14	Z ₄ = 33
Rendement de l'engrenage η	η ₁₂ = 0,9		η ₃₄ = 0,9	
	η ₁₄ =.....			
Rapport de transmission	k ₁ =		k ₂ =	
Rapport de transmission global	k =.....			
Vitesse de rotation	ω =(rd/s)		Quelque soit la valeur trouvée en on prendra : ω''= 4π rad/s	
	N _m =.....tr/min		N ₄ =..... tr/min	

5.2 calcule la puissance P_u du moteur et en déduire sa puissance absorbé P_a , sachant que son rendement est : $\eta_m = 0,76$.

.....
 $P_u =$

 $P_a =$

Etude de la transmission de puissance colonne de levage

Correction

3. Calcul de la vitesse de rotation angulaire ω de la vis en **rad/s**.

$$\omega = 2\pi V / \text{pas}$$

$$\omega'' = 4\pi \text{ rad/s}$$

4. Calcul du couple nécessaire C'' pour soulever la charge **F** en **N.m**.

$$\eta_4 = FV/C''\omega'' \quad C'' = FV/\eta_4 \omega'' \quad C'' = 163,2 \text{ N.m}$$

5. Etude du réducteur.

51 Le tableau des caractéristiques du réducteur.

lakhilil

Engrenage	Cylindrique		conique	
Roues	1	2	3	4
Nombres de dents Z	Z ₁ = 15	Z ₂ = 75	Z ₃ =14	Z ₄ = 33
Rendement de l'engrenage η	η ₁₂ = 0,9		η ₃₄ = 0,9	
	η ₁₄ = 0,81			
Rapport de transmission	$k_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{15}{75} = 0,2$		$k_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{14}{33} = 0,42$	
Rapport de transmission global	k = 0,084			
Vitesse de rotation	ω = 4π /0,084 = 149,6 (rd/s)		Quelque soit la valeur trouvée en 2.22 on prendra : ω''= 4π rad/s	
	N _m = 1428,57 tr/min		N ₄ = 120 tr/min	
lakhilil				

5.2 Calcul de la puissance utile P_u et puissance absorbée P_a .

$$P_u = C \omega = C\eta''\omega''_{14} \quad P_u \approx 2531 \text{ W}$$

$$P_a = P_u / \eta_m \quad P_a \approx 3330 \text{ W}$$

lakhilil



STATION DE CONCASSAGE

1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Le système, objet de l'étude, est une station de concassage destinée à **transformer le gravier en sable**.

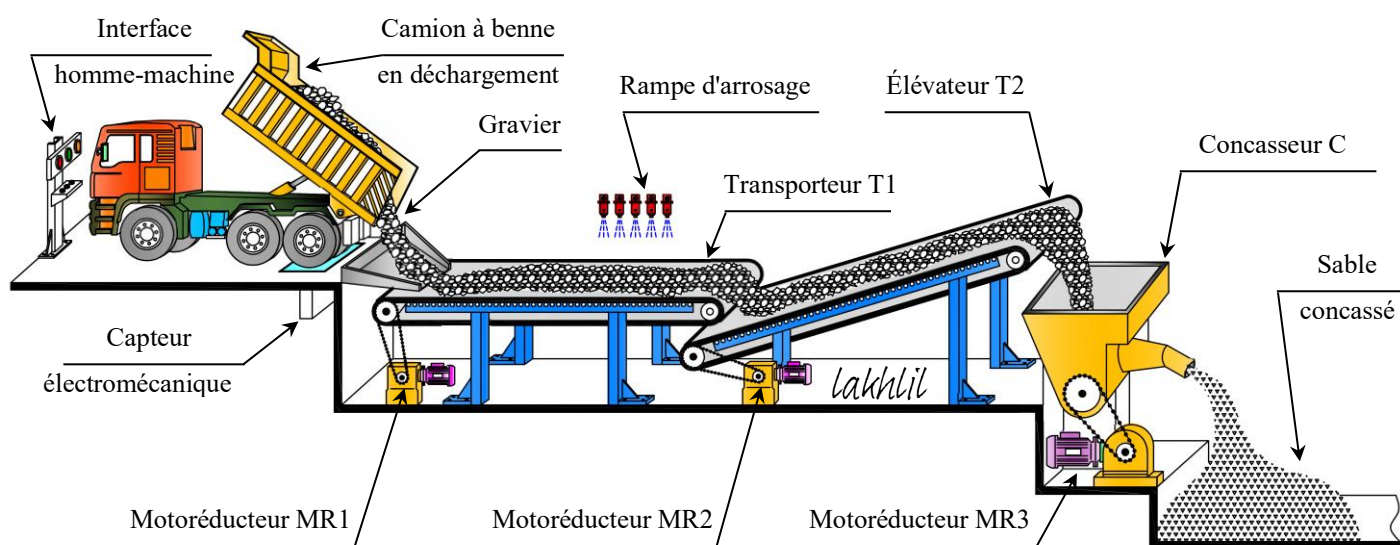
Ce type de sable (**sable concassé**) est une matière première indispensable à la réalisation des ouvrages de travaux publics, de génie civil et de bâtiment.

Le **gravier** est un granulat (petits morceaux) issu de roches massives et extrait en carrière à ciel ouvert.



2. DESCRIPTION DU SYSTÈME

Le schéma descriptif de la station est représenté ci-dessous :



Vue simplifiée de la station de concassage

L'approvisionnement en gravier est assuré par des camions à bennes.

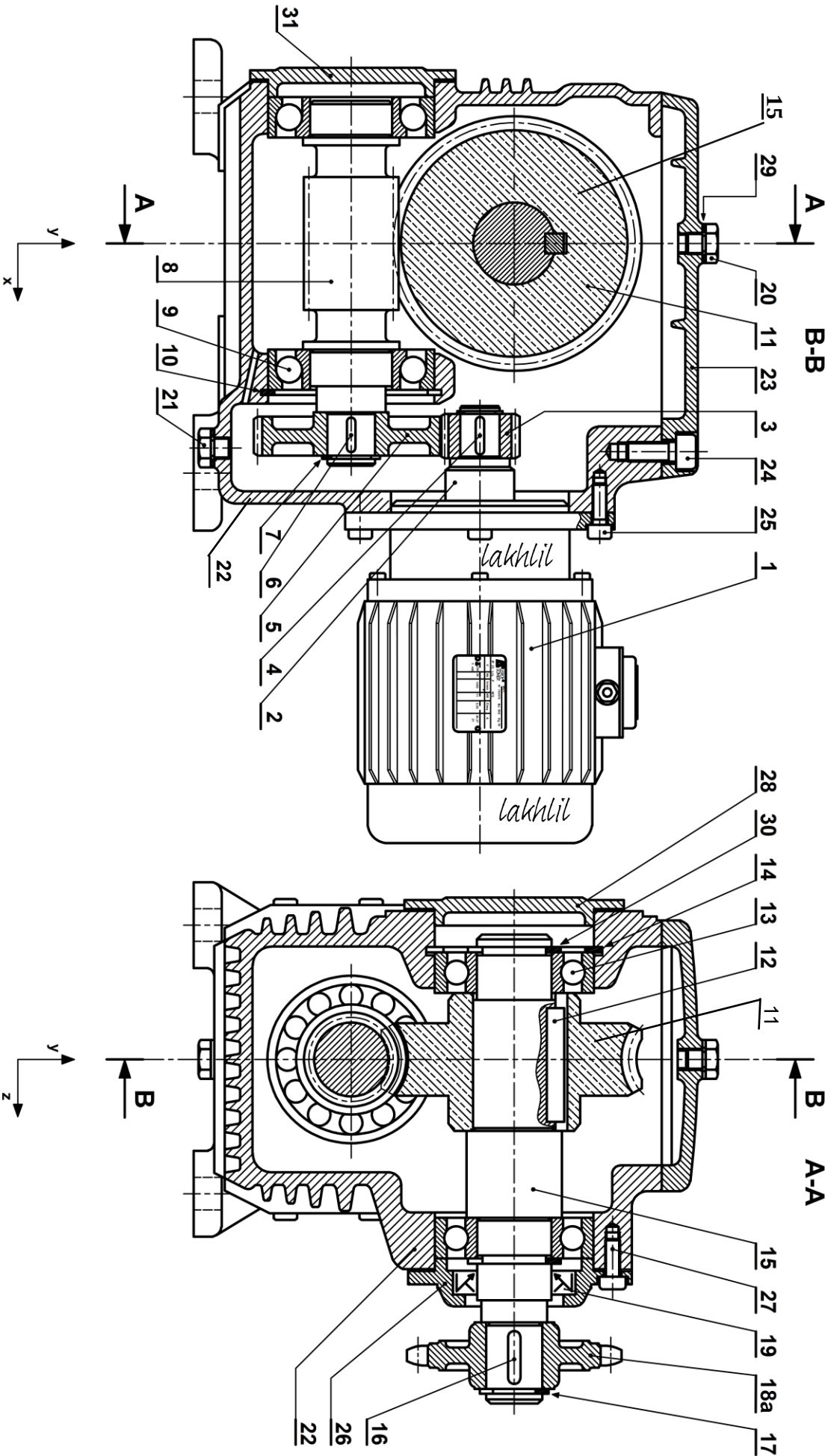
Ce système se compose de :

- Un **transporteur T1** (convoyeur horizontal) entraîné par un motoréducteur **MR1** achemine le gravier vers l'élévateur **T2** ;
- Une **rampe d'arrosage** commandée par une électrovanne **EV** (non représentée) assure le nettoyage du gravier pour enlever les impuretés (argile, algues...) afin de répondre à des exigences d'utilisation industrielle ;
- Un **élévateur T2** (convoyeur incliné) entraîné par un motoréducteur **MR2** achemine le gravier à hauteur du concasseur ;
- Un **concasseur C** à mâchoires entraîné par un motoréducteur **MR3**, associé à un démarreur étoile-triangle, transforme le gravier en sable ;
- Un **capteur P électromécanique** de position détecte la présence du camion transportant le gravier ;

STATION DE CONCASSAGE

DRES 01

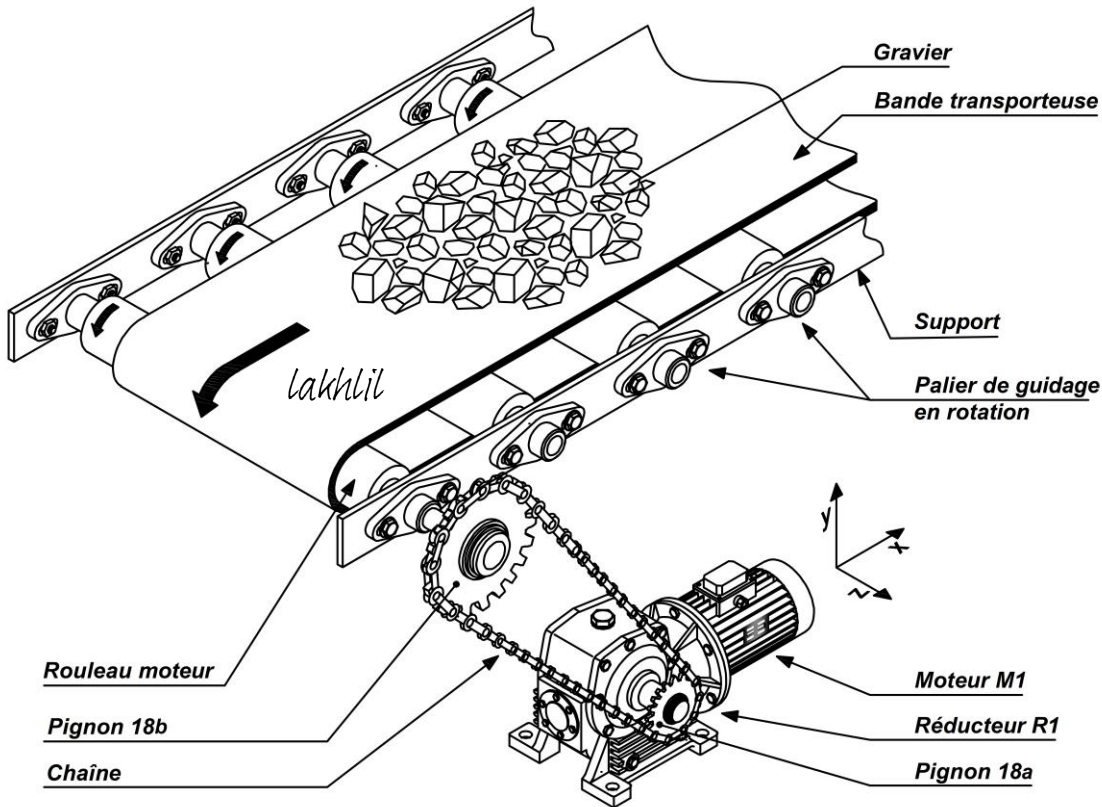
Ensemble moto-réducteur MRI



STATION DE CONCASSAGE

Motorisation du transporteur T1

DRES 02



Nomenclature du moto-réducteur MR1

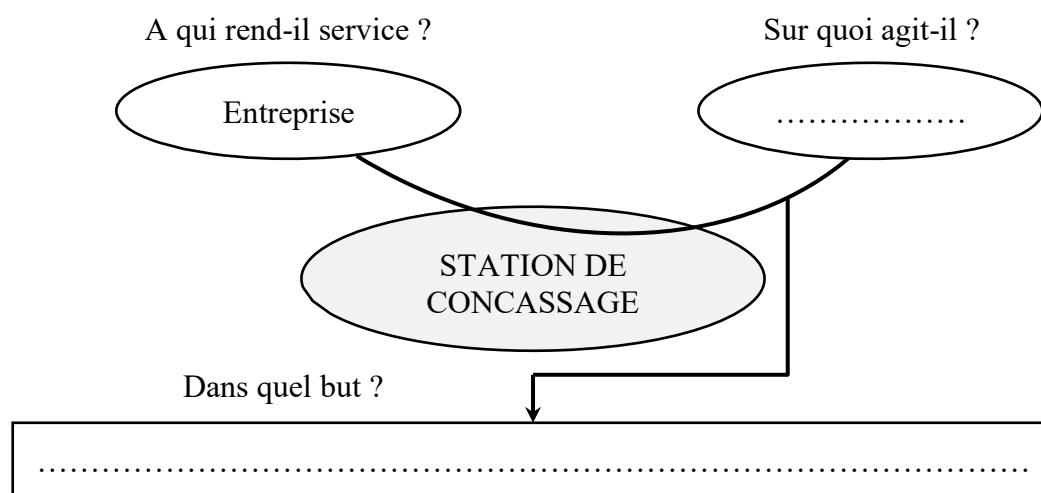
15	01	Arbre de sortie	36 Ni Cr Mo 16	31	01	Couvercle	
14	01	Anneau élastique		30	02	Anneau élastique	
13	02	//		29	02	Rondelle joint	
12	01	//		28	01	Couvercle	
11	01	Roue dentée creuse	Cu Sn12 Mg	27	05	Vis CHc	
10	01	Anneau élastique		26	01	Couvercle	
09	02	Roulement à billes à contact oblique		25	06	Vis CHc	
08	01	Vis sans fin	36 Ni Cr Mo 16	24	05	Vis CHc	
07	01	Anneau élastique		23	01	Couvercle	
06	01	Clavette parallèle		22	01	Corps	FGL 300
05	01	Roue dentée	C 45	21	01	Vis bouchon	
04	01	Clavette parallèle		20	01	Vis bouchon	
03	01	Pignon moteur	C 45	19	01	//	Paulstra
02	01	Arbre moteur		18a	01	Pignon	
01	01	Moteur	lakhil	17	01	Anneau élastique	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	16	01	Clavette parallèle	

Tâche 1 : Analyse fonctionnelle partielle**STATION DE CONCASSAGE**

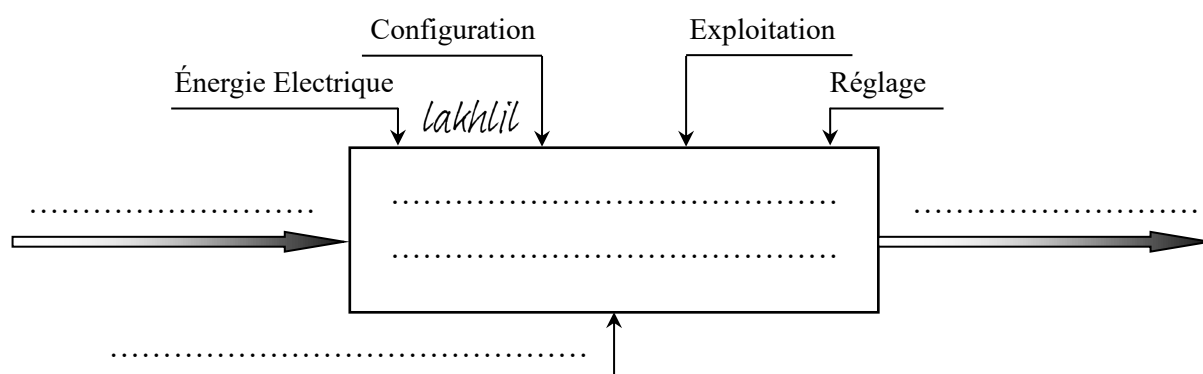
lakhilil

À partir de la présentation, de la description du système et du tableau de fonctions , compléter :

Q1- Le diagramme « **bête à cornes** » du système.



Q2- Le diagramme **SADT** de niveau **A-0** traduisant la fonction globale de la station de concassage.



Q3- Le diagramme **Pieuvre** simplifié du système.

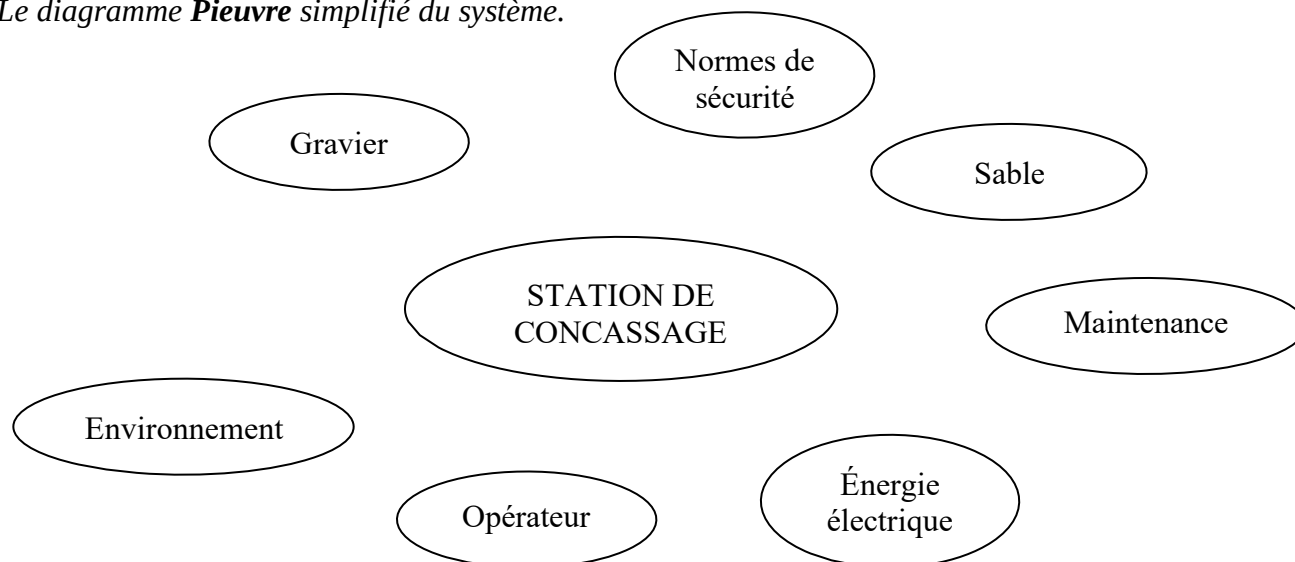


Tableau de fonctions	FP	Transformer le gravier en sable
	FC1	S'adapter au réseau d'énergie électrique
	FC2	S'approvisionner en gravier
	FC3	Respecter l'environnement
	FC4	Respecter les normes de sécurité
	FC5	Être facilement maintenable
	FC6	Être facile à manipuler

lakhilil

Lakhlil

lakhlil

STATION DE CONCASSAGE

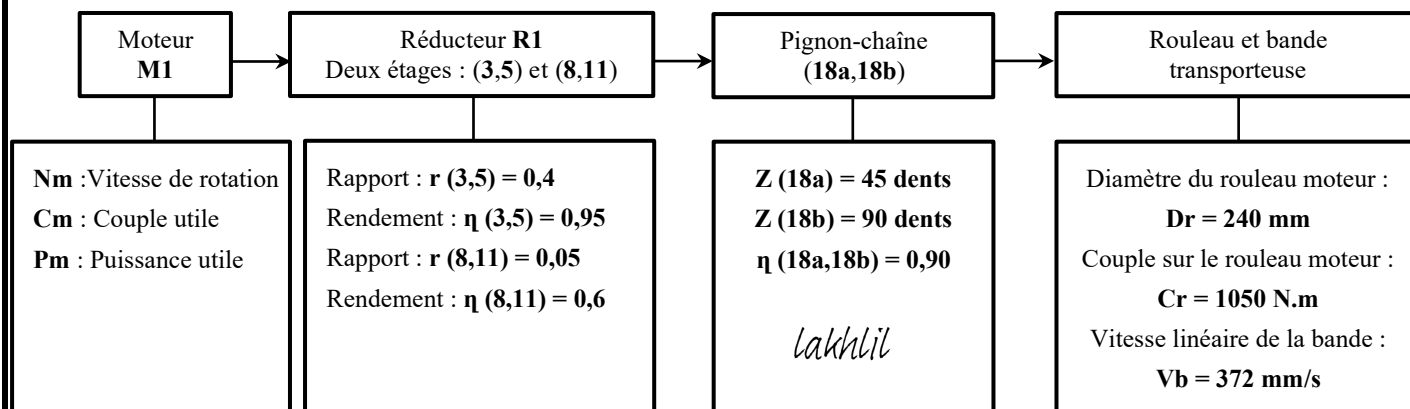
lakhilil

Tâche 3 : Étude de la transmission de puissance dans le transporteur T1Documents ressources à exploiter **DRES 01** et **DRES 02**

Afin d'assurer l'opération de concassage du gravier dans des conditions optimales et choisir le moteur convenable à la transmission, le cahier des charges impose le respect des contraintes suivantes :

- Vitesse linéaire minimale de translation de la bande transporteuse : **$V_b = 372 \text{ mm/s}$** ;
- Couple minimal sur le rouleau moteur : **$C_r = 1050 \text{ N.m}$** .

On donne ci-dessous le synoptique et les caractéristiques des sous-systèmes assurant la transmission de puissance conformément à la représentation de la motorisation du transporteur **T1**.



Q7- Calculer le rapport de transmission **$r(18a,18b)$** du système pignon-chaîne.

.....

.....

Q8- Calculer le rapport de transmission global **rg** entre le moteur et le rouleau moteur.

.....

.....

Q9- Calculer le rendement global **η_g** entre le moteur et le rouleau moteur.

.....

.....

Pour la suite prendre **$rg = 0,01$** et **$\eta_g = 0,52$** .

Q10- En fonction de (**C_r** , **η_g** et **rg**), calculer le couple utile **C_m** du moteur **M1** ;

.....

.....

Q11- Calculer la vitesse angulaire **ω_r** du rouleau moteur, en déduire sa vitesse de rotation **N_r** en tr/min.

.....

.....

Q12- Calculer la vitesse de rotation **N_m** en tr/min sur l'arbre du moteur **M1**.

.....

.....

Q13- Calculer la puissance utile **P_m** en kW du moteur **M1**.

.....

.....

Q14- Parmi les moteurs proposés, choisir celui le plus **convenable**.

.....

Q14- Parmi les moteurs proposés, choisir celui le plus **convenable**.

STATION DE CONCASSAGE

Moteurs asynchrones triphasés fermés LS (3000 tr.min ⁻¹)	Référence	Puissance nominale Pm (kW)	Couple nominal Cm (N.m)
	LS 112 M	4	13.3
	LS 132 S	5.5	18.0
	LS 132 M	7.5	24.5
	LS 132 MP	9	29.5
	LS 160 MP	11	35.7

lakhilil

Référence du moteur
choisi :

.....

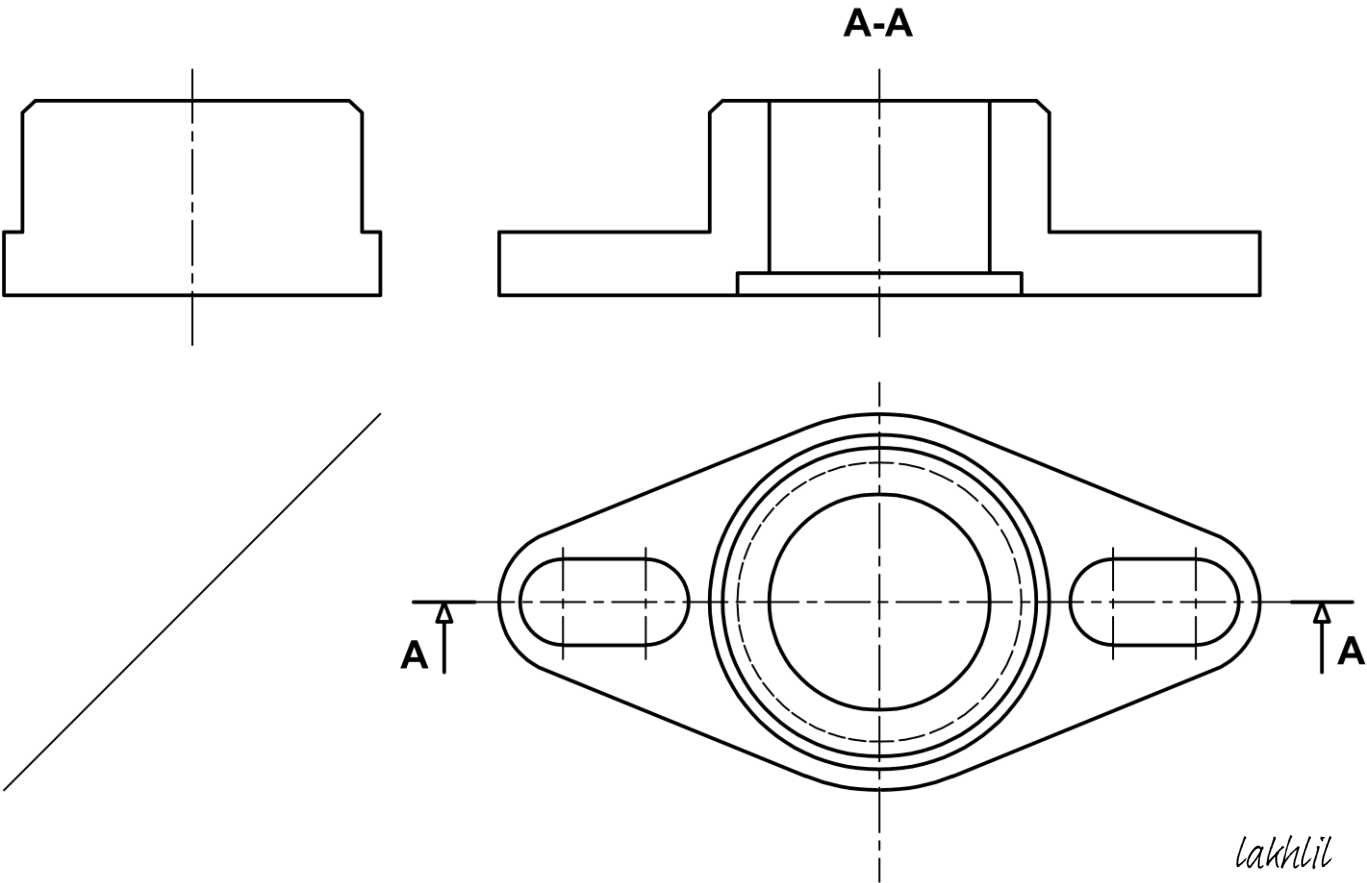
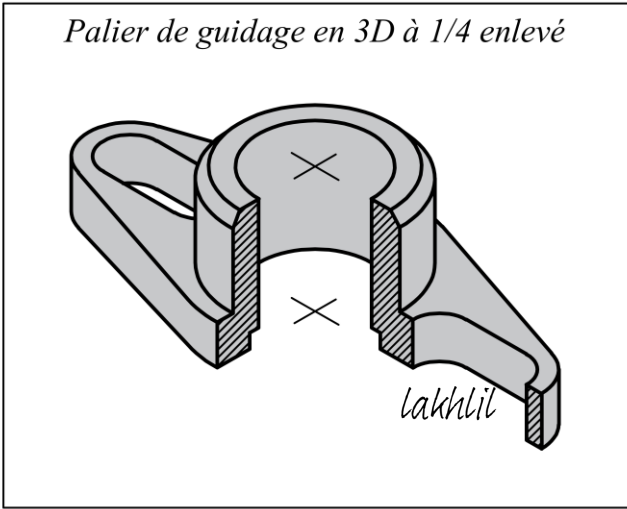
Tâche 4 : Travail graphique

Les rouleaux utilisés dans le transporteur **T1** sont guidés en rotation au moyen d'une série de paliers de guidage

Q15- Pour définir graphiquement un palier de guidage, on demande de compléter sa représentation en :

- Vue de face en coupe **A-A** (avec traits cachés) ;
- Vue de droite.

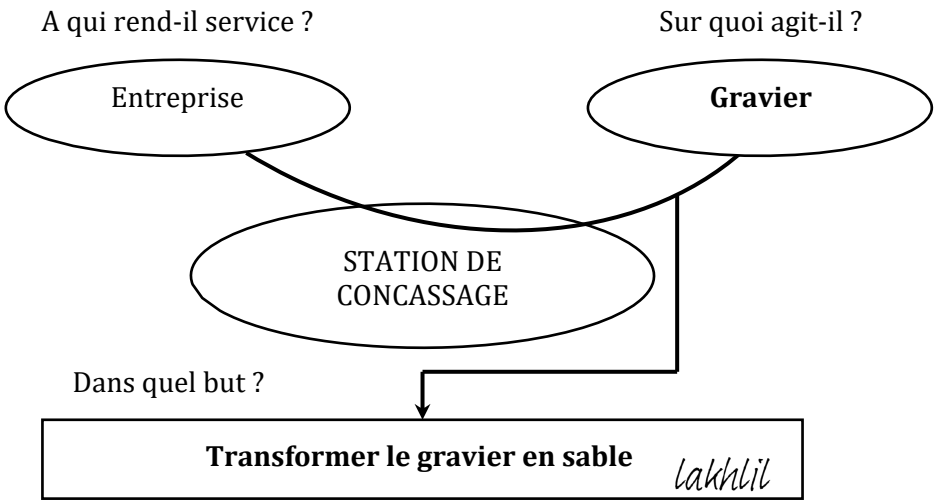
Nota : il sera tenu compte de la représentation et du respect des règles de dessin.



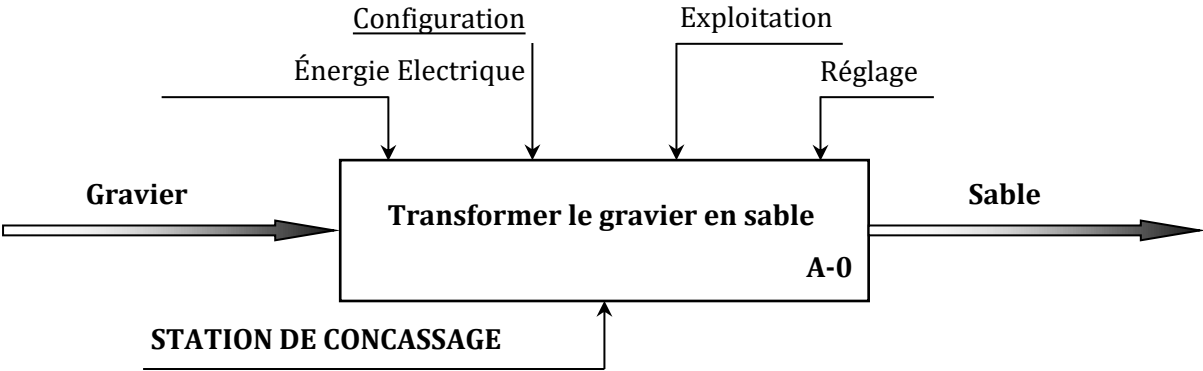
Correction

STATION DE CONCASSAGE

Q1-



Q2-



Q3-

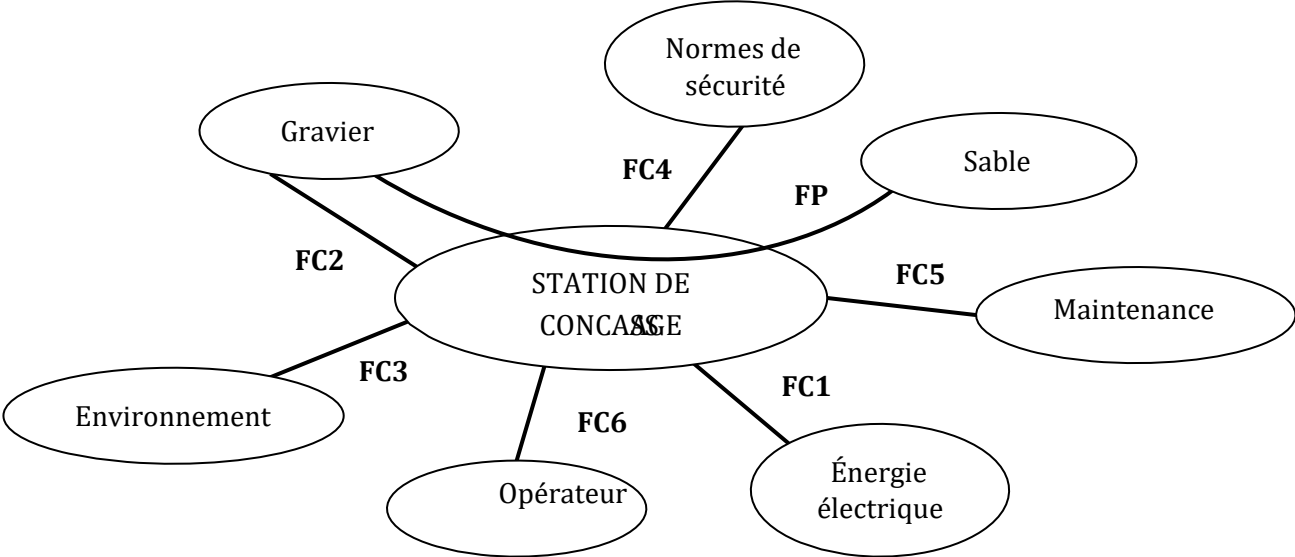


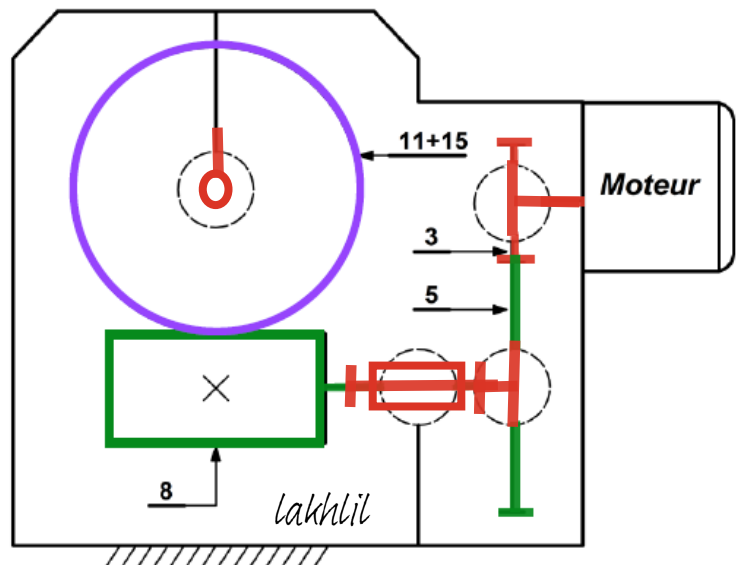
Tableau de fonctions	FP	Transformer le gravier en sable
	FC1	S'adapter au réseau d'énergie électrique
	FC2	S'approvisionner en gravier
	FC3	Respecter l'environnement
	FC4	Respecter les normes de sécurité
	FC5	Être facilement maintenable
	FC6	Être facile à manipuler

lakhil

STATION DE CONCASSAGE

Q5-

Liaison	Nom de la liaison
3 / 2	Encastrement
5 / 8	Encastrement
8 / 22	Pivot
11 / 15	Encastrement
15 / 22	Pivot <i>lakhilil</i>
15 / 18a	Encastrement



Q5-

Repère	Désignation	Fonction
12	Clavette parallèle	Supprimer le mouvement de rotation entre l'arbre de sortie (15) et la roue creuse (11)
20	Roulement	Assurer le guidage en rotation de l'arbre de sortie (15)
19	Joint à deux lèvres	Assurer l'étanchéité dynamique entre l'arbre (15) et le couvercle (26)

Q6-

Pour réduire les frottements engendrés par le système roue et vis sans fin (8,11)

Q7-

$$\mathbf{r}(18\mathbf{a}, 18\mathbf{b}) = \frac{\mathbf{Z18a}}{\mathbf{Z18b}}$$

$$\rightarrow r(18a, 18b) = \frac{45}{90} = \frac{1}{2}$$

lakhlil

Correction**STATION DE CONCASSAGE**

Q8-

$$r_g = r(3,5) \times r(8,11) \times r(18a, 18b)$$

$$r_g = 0,4 \times 0,05 \times 0,5 \quad g = 0,01$$

Q9-

$$\eta_g = \eta(3,5) \times \eta(8,11) \times \eta(18a, 18b)$$

$$\eta_g = 0,95 \times 0,60 \times 0,90$$

Q10-

$$P_r = C_r \cdot \omega_r \text{ et } P_m = C_m \cdot \omega_m$$

$$\frac{P_r}{P_m} = \frac{C_r}{C_m} \cdot \frac{\omega_r}{\omega_m} \rightarrow \eta_g = \frac{C_r}{C_m} \cdot r_g \rightarrow C_m = \frac{r_g}{\eta_g} \cdot C_r$$

$$\rightarrow C_m = \frac{0,01}{0,52} \cdot 1050 \rightarrow C_m = 20,19 \text{ N.m}$$

Q11-

$$V_b = R_r \cdot \omega_r \rightarrow V_b = \frac{D_r}{2} \cdot \omega_r \rightarrow \omega_r = \frac{2 \cdot V_b}{D_r}$$

$$\rightarrow \omega_r = \frac{2 \cdot 372}{240} = 3,1 \text{ rad/s}$$

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot N_r}{60} \rightarrow N_r = \frac{60 \cdot \omega_r}{2 \cdot \pi}$$

$$\rightarrow N_r = \frac{60 \cdot 3,1}{2 \cdot \pi} \rightarrow N_r = 29,60 \text{ tr/min}$$

Q12-

$$r_g = \frac{N_r}{N_m} \rightarrow N_m = \frac{N_r}{r_g}$$

$$\rightarrow N_m = \frac{29,60}{0,01} \rightarrow N_m = 2960 \text{ tr/min}$$

Q13-

$$P_m = C_m \cdot \omega_m \rightarrow P_m = C_m \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot N_m}{60}$$

$$\rightarrow P_m = 20,19 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 2960}{60}$$

$$\rightarrow P_m = 6258,30 \text{ Watt} = 6,26 \text{ kW}$$

Correction**STATION DE CONCASSAGE**

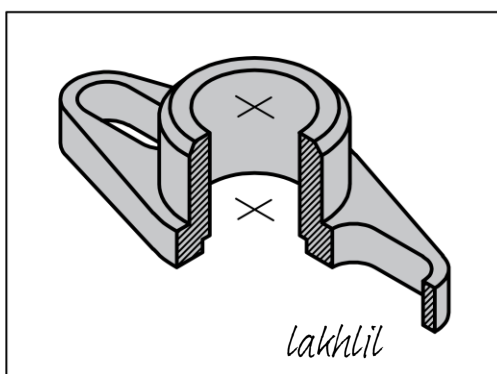
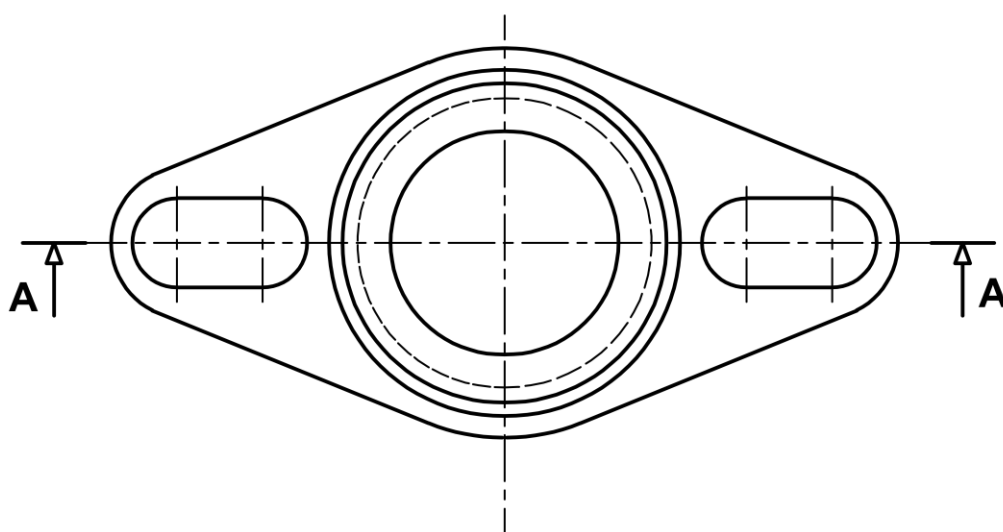
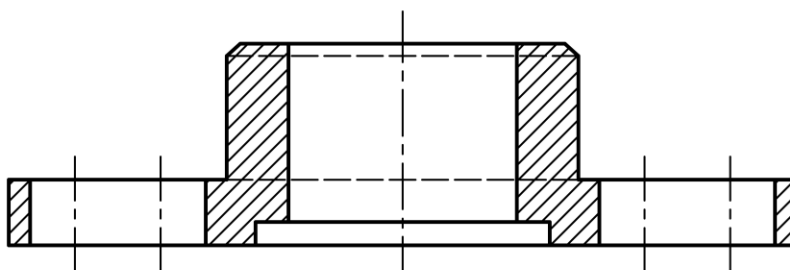
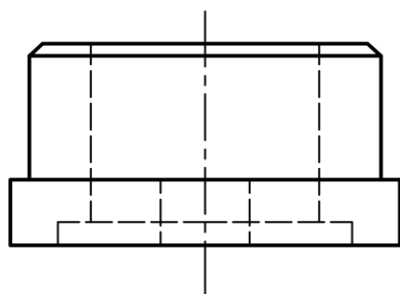
Q14-

Référence du moteur choisi : **LS 132 M**

Q15-

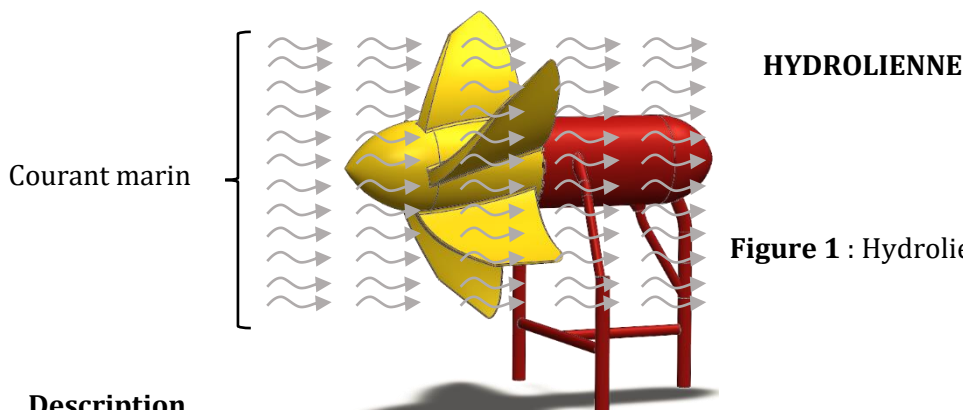
Représentation graphique du palier de guidage en :

- Vue de face en coupe **A-A** (avec traits cachés).
- Vue de droite.
- Représentation et respect des règles du dessin.

**A-A**

I. Introduction

Une hydrolienne est une machine qui produit de l'énergie électrique à partir du mouvement de l'eau de mer appelé courant. On distingue les courants marins situés en pleine mer et les courants de marées situés près des côtes. Tout en **préservant l'environnement marin**, une hydrolienne permet de **convertir l'énergie hydro-cinétique** fournie par le mouvement de l'eau de mer en **énergie électrique**. Il existe plusieurs types d'hydroliennes, certaines sont totalement sous l'eau (hydroliennes sous-marines : Figure 1), d'autres à la surface de l'eau (hydroliennes à flots).



lakhilil

Figure 1 : Hydrolienne sous-marine

II. Description

L'hydrolienne sous-marine, objet de l'étude, est constituée (Figure 2) :

- D'un corps composé d'une coque et d'un support ;
- D'une hélice composée de plusieurs pales ;
- D'un multiplicateur mécanique de vitesse ;
- D'un alternateur qui converti l'énergie mécanique en énergie électrique;
- D'une armoire, appelée couramment « convertisseur **AC/AC** », contenant les appareils de conversion, de commande et de protection ;
- Des câbles de transport électrique ;
- D'un poste à terre permettant le raccordement de l'hydrolienne au réseau électrique.

Le **FAST** simplifié de l'hydrolienne fourni en **DRES 01** précise les solutions constructives adoptées.

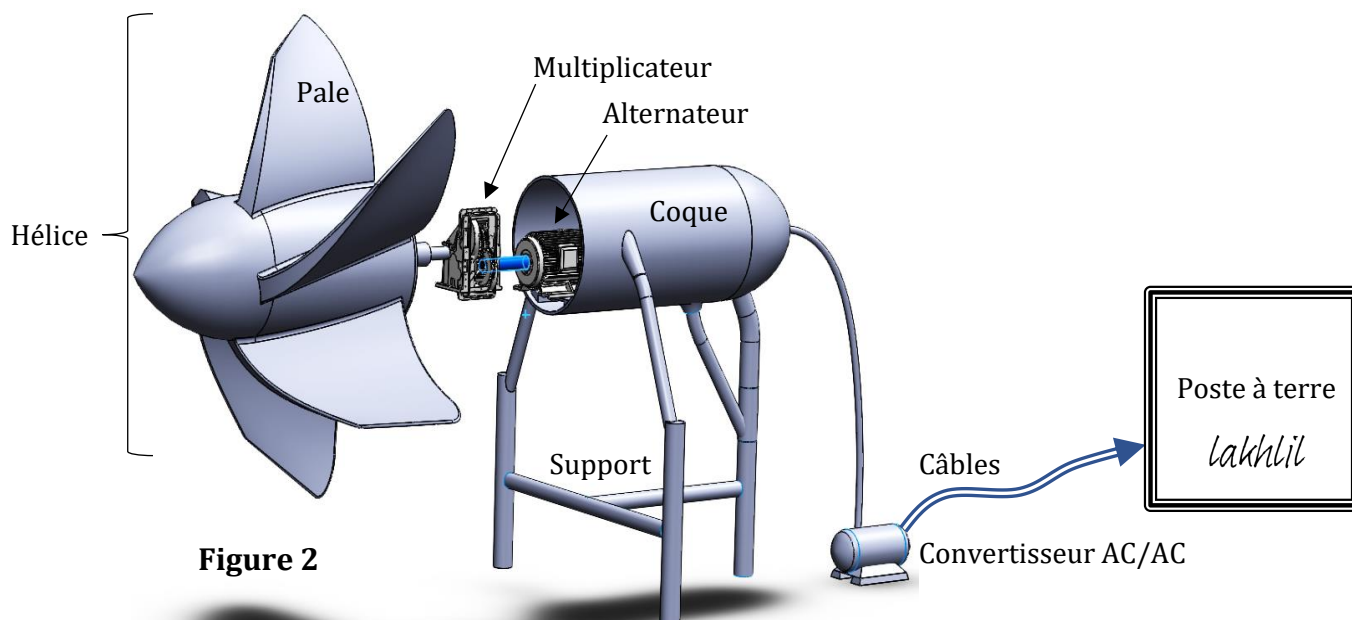


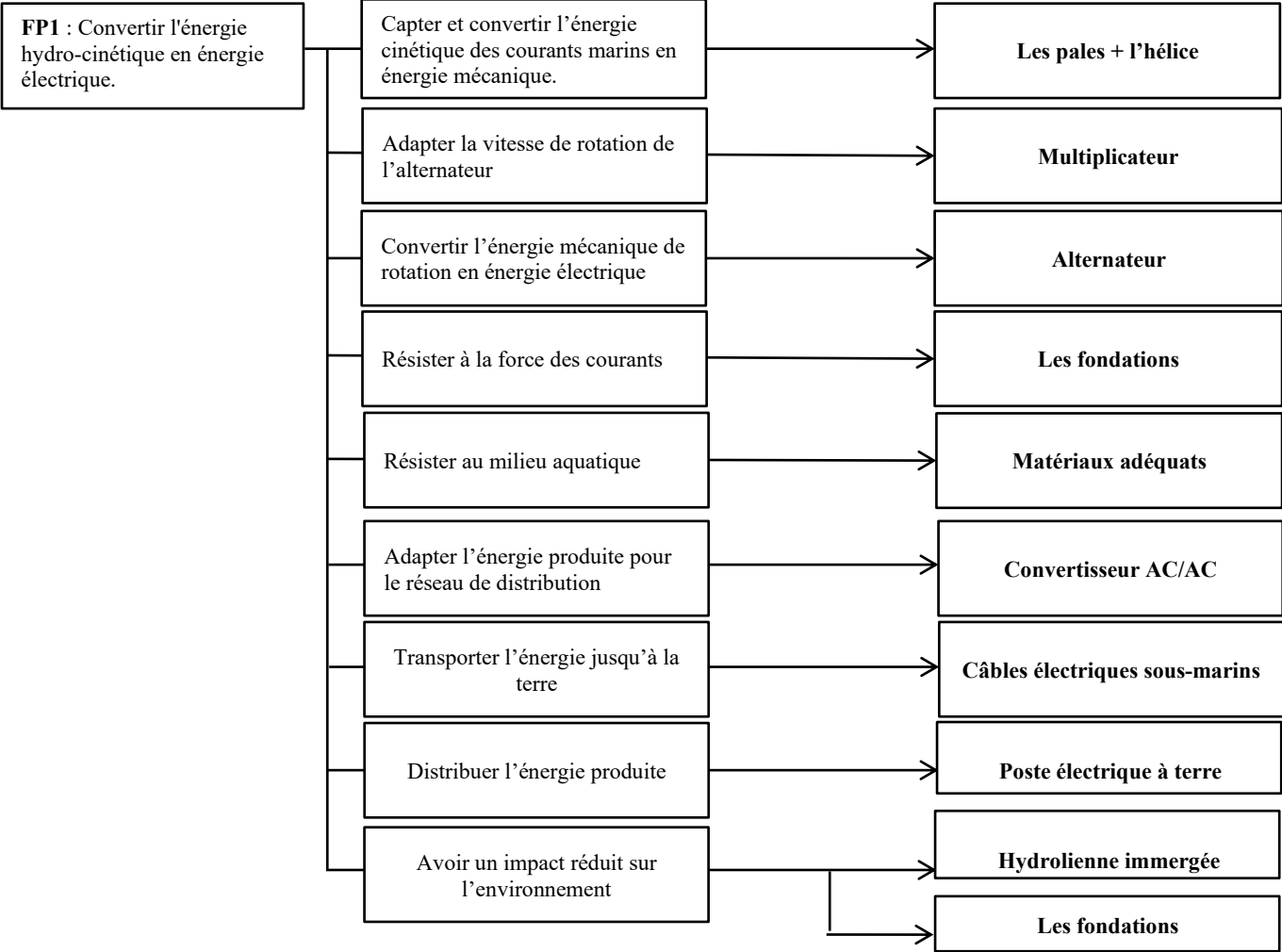
Figure 2

lakhilil

Figure 3 : FAST simplifié de l'hydrolienne

DRES 01

HYDROLIENNE *lakhil*



Rappel sur les caractéristiques d'un engrenage helicoidal

diamètre primitif	d	$d = m_t \cdot Z$
module réel (ou normal)	m_n	$m_n = m_t \cdot \cos\beta$
module apparent	m_t	$m_t = m_n / \cos\beta$

lakhil

HYDROLIENNE

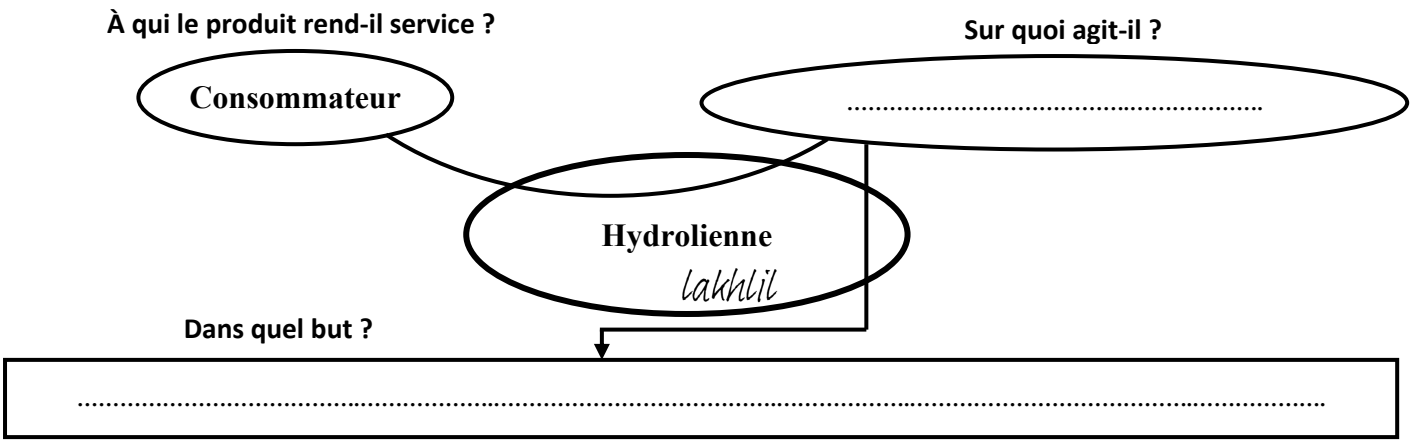
1- ANALYSE FONCTIONNELLE

Tâche 1 : Application de quelques outils de l'analyse fonctionnelle

Dans le but d'identifier le besoin et les fonctions de service, on se propose d'appliquer à l'hydrolienne quelques outils de l'analyse fonctionnelle.

- Identification du besoin.

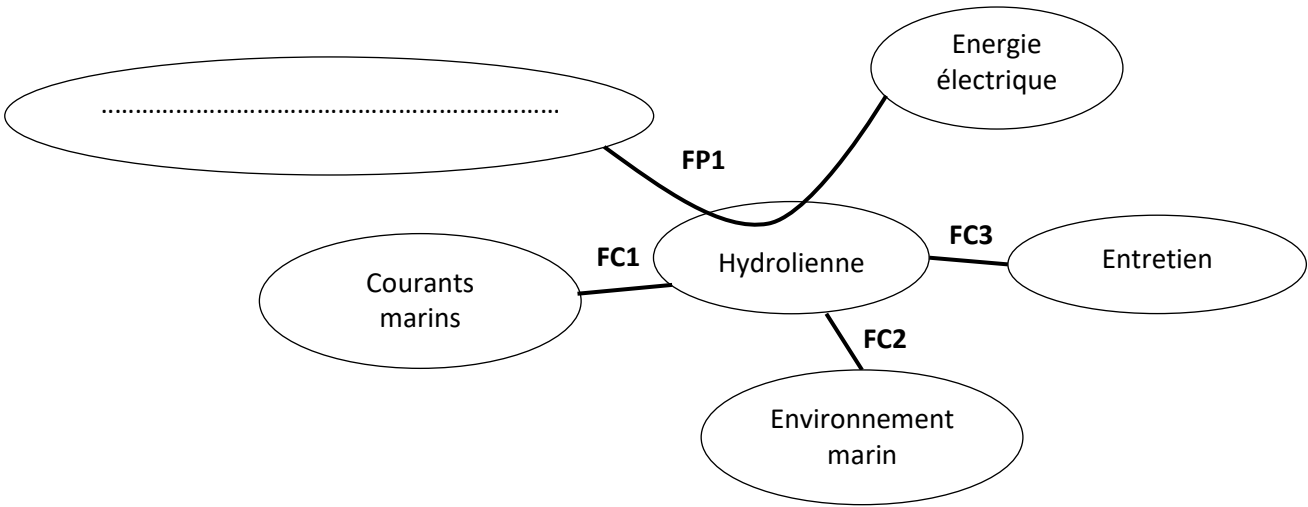
Question : 1. Compléter le diagramme « bête à cornes »



- Définition des fonctions de service de l'hydrolienne et de leurs relations.

Question : 2. Quels sont les deux types de fonctions de service utilisées dans un diagramme « pieuvre » ?

Question : 3. Compléter l'étiquette de l'élément extérieur du diagramme « pieuvre ».



Question : 4. Compléter le tableau des fonctions de service.

Liste des fonctions de service	
FP1	Convertir l'énergie hydro-cinétique en énergie électrique
FC1	Résister aux courants marins.
FC2	
FC3	

lakhil

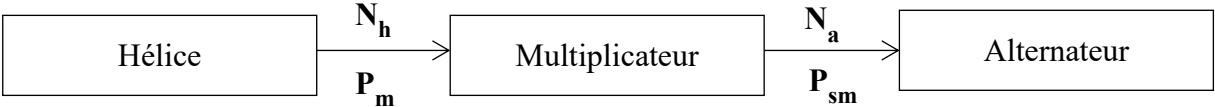
2- ETUDE DE LA TRANSMISSION DE PUISSANCE

HYDROLIENNE

L'hydrolienne est équipée d'un multiplicateur pour augmenter la vitesse de rotation de l'alternateur à partir de la faible vitesse de rotation de l'hélice. L'étude portera sur le multiplicateur de vitesse, avec :

N_h : Vitesse de rotation de l'hélice ;	P_m : Puissance à l'entrée du multiplicateur
N_a : Vitesse de rotation de l'alternateur.	P_{sm} : Puissance à la sortie du multiplicateur

Schéma synoptique de la chaîne de transmission de l'énergie mécanique à l'alternateur



Le multiplicateur est constitué de trois étages

Représentation en 3D de la chaîne de transmission du mouvement

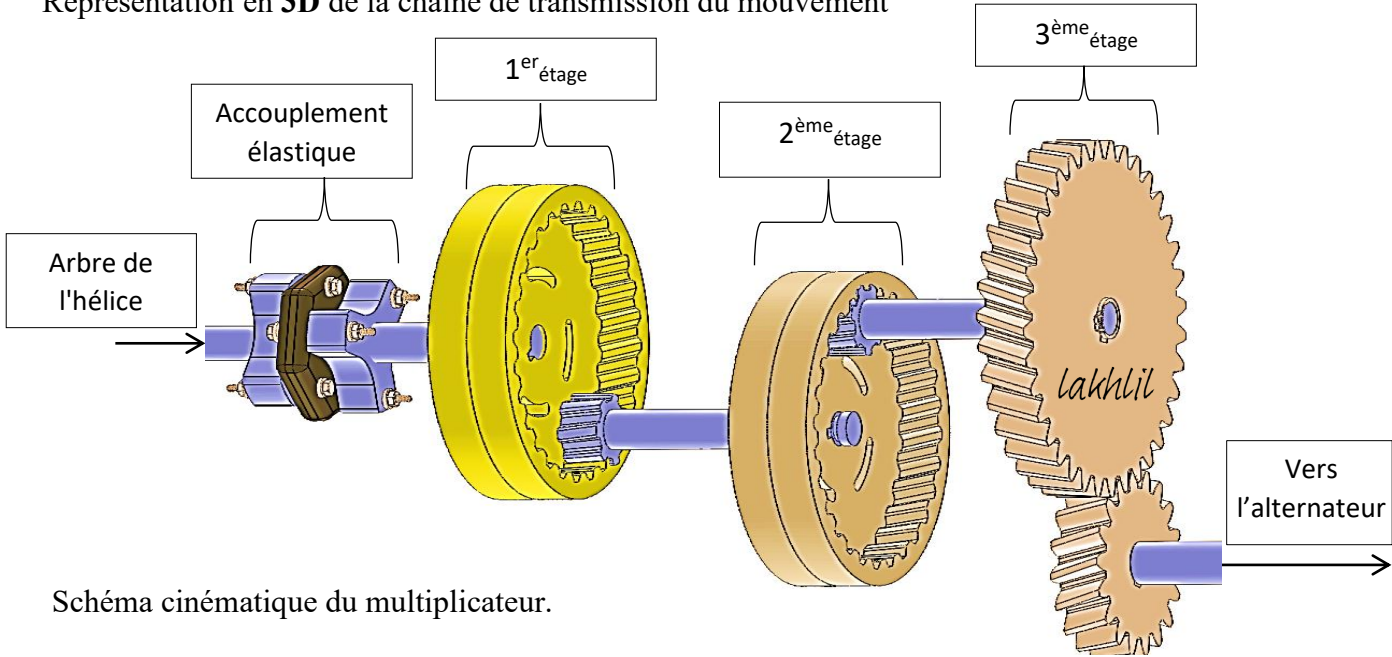
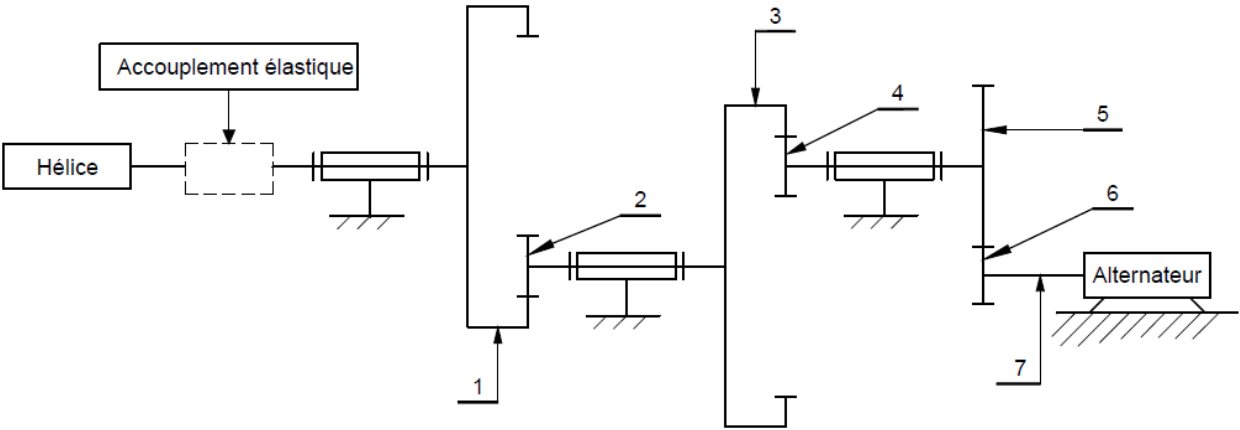


Schéma cinématique du multiplicateur.



	Rapport de transmission
Le premier étage composé de la couronne 1 et du pignon arbré 2	$r_1 = 5$
Le deuxième étage composé de la couronne 3 et du pignon arbré 4	r_2
Le troisième étage composé de la roue dentée 5 et du pignon 6	$r_3 = 2$

Tâche 2 : Détermination des caractéristiques du multiplicateur

Le but est de déterminer les caractéristiques du multiplicateur.

- Données :
- $N_h = 20$ tr/min : Vitesse de rotation de l'hélice ;
 - $N_a = 1000$ tr/min : Vitesse de rotation de l'alternateur ;
 - Toutes les roues dentées sont à dentures hélicoïdales (même angle d'hélice et même module réel m_n) :

- $P_m = 300$ kW : Puissance à l'entrée du multiplicateur ;
 - $\eta_m = 0,98$: Rendement du multiplicateur ;
 - $\beta = 25^\circ$: angle d'hélice ;
 - $m_n = 3$: module réel.
 - $Z_1 = 400$: Nombre de dents de la couronne 1
- lakkhlil

HYDROLIENNE

Question : 6. Déterminer le rapport global r du multiplicateur.

lakhilil

Question : 7. Déterminer le rapport de transmission r_2 du deuxième étage du multiplicateur.

Question : 8. Calculer la puissance à la sortie du multiplicateur P_{sm} .

Question : 9. Donner le sens de rotation de la couronne 1 par rapport au pignon 6 (sens inverse ou identique) et justifier ;

Question : 10. Calculer le nombre de dents Z_2 du pignon 2 ;

Question : 11. Calculer le module tangentiel m_t , on donne $m_n = m_t .cos\beta$;

Question : 12. Compléter le tableau des caractéristiques de l'engrenage du premier étage ;voir doc ress 1

	Diamètre primitif	Diamètre de tête	Entraxe
	d (en mm)	d_a (en mm)	a (en mm)
Formules	$d = \dots\dots\dots$	$d_{a1} = \dots\dots\dots$ $d_{a2} = \dots\dots\dots$	$a = \dots\dots\dots$
Couronne 1	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$a = \dots\dots\dots$
Pignon 2	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	

lakhilil

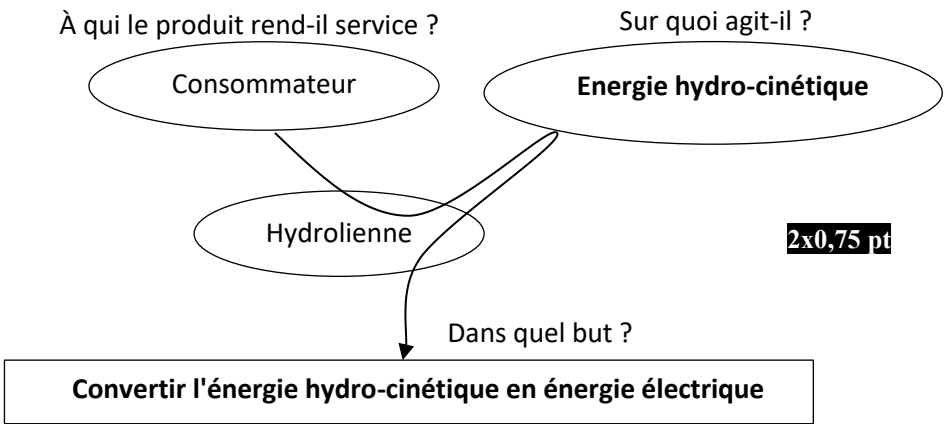
Correction

Hydrolienne

SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance

lakhilil

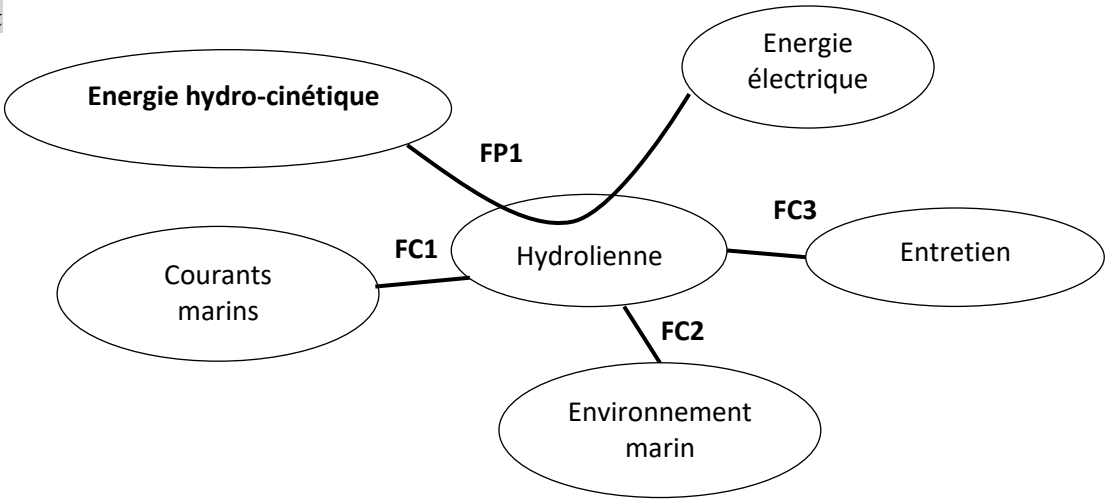
Question : 1.



Question : 2.

Deux types : fonctions principales et fonctions de contraintes 2x0,5 pt

Question : 3. 0,5 pt



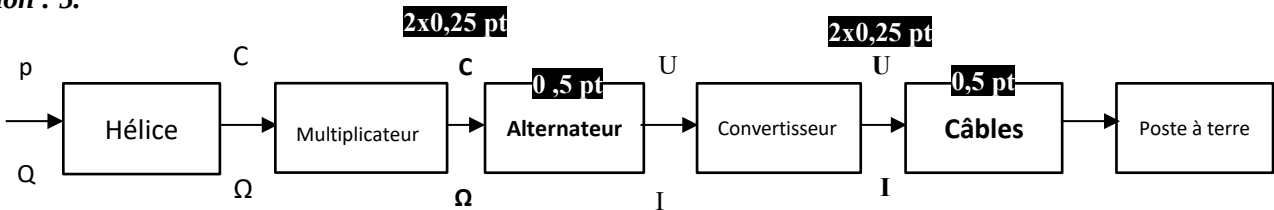
Question : 4.

FP1 :	Convertir l'énergie hydro-cinétique en énergie électrique
FC1 :	Résister aux courants marins.
FC2 :	Préserver l'environnement marin.
FC3 :	Être entretenu régulièrement

2x0,5 pt

Accepter toute réponse valide

Question : 5.



lakhilil

Correction**HYDROLIENNE**

lakhilil

Question : 6.

$$r = \frac{N_a}{N_h}$$

$$r = \frac{1000}{20} = 50$$

Question : 7.

$$r = r_1 . r_2 . r_3 \quad \text{donc} \quad r_2 = \frac{r}{r_1 . r_3}$$

$$r_2 = 5$$

Question : 8.

$$\eta_m = \frac{P_{sm}}{P_m} \quad \text{donc} \quad P_{sm} = \eta_m . P_m$$

$$P_{sm} = 294 \text{ kW}$$

Question : 9.

Sens inverse car le nombre de contacts extérieurs n=1

Question : 10.

$$r_1 = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$Z_2 = \frac{Z_1}{r_1}$$

$$Z_2 = \frac{400}{5} = 80$$

Question : 11.

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} \quad m_t = \frac{3}{\cos 25}$$

$$m_t = 3.31 \text{ mm}$$

Question : 12.

	Diamètre primitif d (en mm)	Diamètre de tête d_a (en mm)	Entraxe a (en mm)
Formules	$d = m_t . Z$	$da1 = d - 2ha$ $da2 = d + 2ha$	$a = \frac{1}{2}(d1 - d2)$
Couronne 1	1324	1318	$a = 529,6$
Pignon 2	264,8	270,8	

lakhilil

Robot de soudage par points

الصفحة

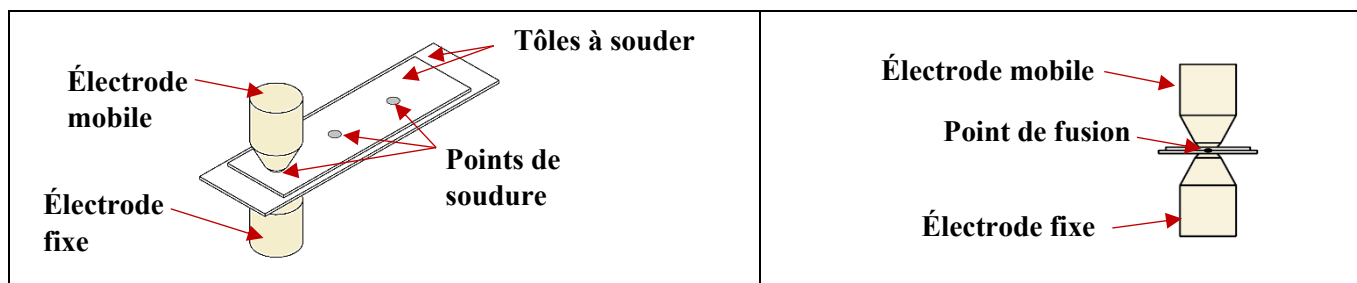
1

10

I. Introduction

Le soudage par points est une technique utilisée pour assembler des tôles (conductrices du courant électrique) de même matériau ou de matériaux différents possédant des températures de fusion et des épaisseurs similaires ou très proches.

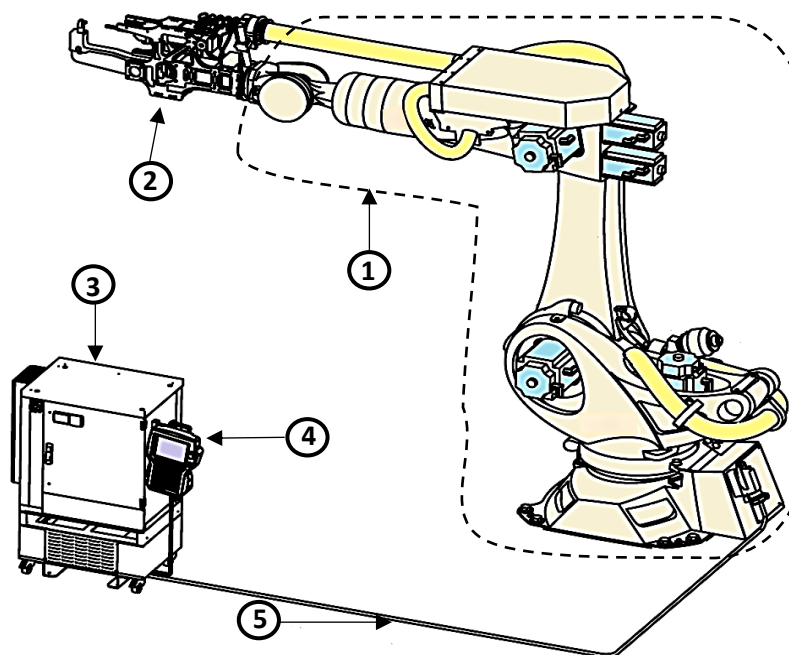
Cette technique consiste à serrer les tôles à assembler, l'une contre l'autre entre deux électrodes en cuivre, au moyen de circuit hydraulique, pneumatique ou électromécanique, puis les faire traverser par un courant de très forte intensité (500 à 150000 Ampères), sous une très faible tension (1 à 30 Volts, continue ou alternative) pendant une durée déterminée (5 ms à 3 secondes suivant la résistivité et l'épaisseur des tôles à souder), jusqu'à la création d'un point de fusion (voir figure ci-dessous). Les électrodes sont refroidies à l'eau.



Pour réaliser un très grand nombre de points de soudure sur des tôles, à des points précis, les entreprises sont équipées de robots industriels de soudage par points qui permettent **d'assembler automatiquement des tôles par application de points de soudure.**

Le robot de soudage par points, support de cette épreuve, possède un système articulé semblable à un bras humain (voir description en **DRES 01** et **DRES 02**). Ce bras manipulateur s'articule sur plusieurs axes, il est muni d'une tête de soudage par points : c'est l'organe effecteur (Exemple figure ci-dessous).

Réf.	Désignation
1	Bras manipulateur six axes
2	Tête de soudage par points
3	Contrôleur
4	Boîtier de programmation portable
5	Câble de liaison

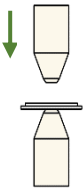
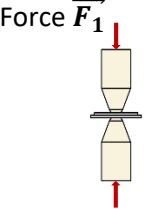
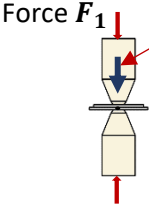
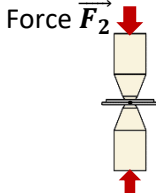
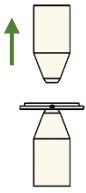


Robot de soudage par points

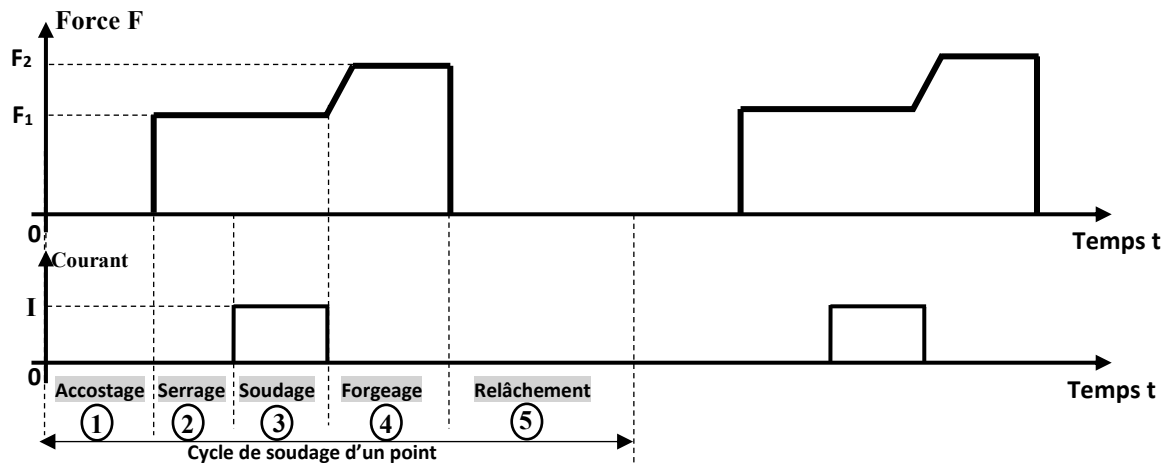
lakhilil

II. Cycle de soudage d'un point

Les figures ci-dessous décrivent le cycle de soudage d'un point qui se déroule en 5 phases :

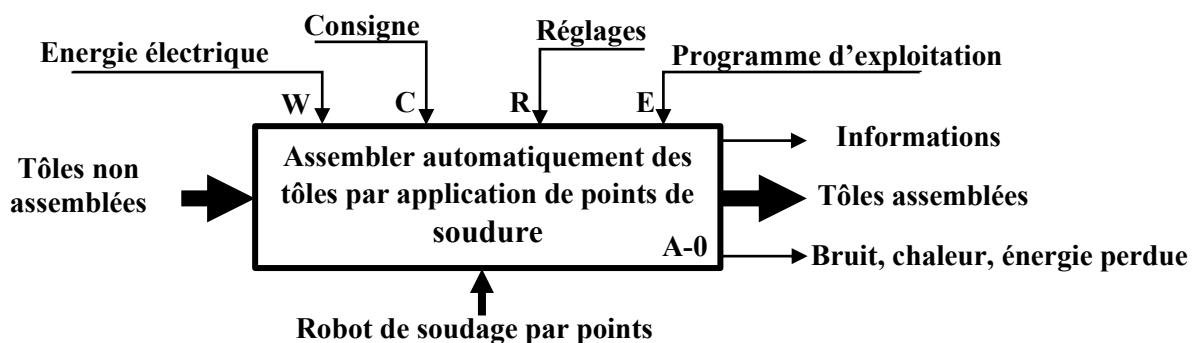
Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
				
Accostage : Positionner les électrodes.	Serrage : Saisir et maintenir les tôles.	Soudage : Faire circuler un courant électrique.	Forgeage* : Appliquer une force importante.	Relâchement : Écarter les électrodes

*Forgeage (Verbe forger) : Opération qui consiste à donner une forme, à chaud ou à froid, à un métal sous l'action d'une force F



III. Présentation du robot de soudage par points

- **Architecture :** Voir documents ressources DRES 01 et DRES 02 ;
- **Diagramme FAST :** Voir document ressources DRES 03 ;
- **Actigramme A-0 :** figure ci-dessous.



IV. Fonctionnement du robot de soudage par points

Les opérations de mise en place et de fixation des tôles sur la plateforme de soudage sont effectuées manuellement par l'opérateur.

Le cycle de soudage des tôles (mouvements du bras manipulateur et fonctions de commande de la tête) est contrôlé par programme d'une façon automatique.

lakhilil

الصفحة	
3	
10	

Robot de soudage par points

V. Situations d'évaluation

SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance

A. Analyse fonctionnelle

lakhil

Tâche1 : Application de quelques outils de l'analyse fonctionnelle

À partir des paragraphes précédents et des documents ressources **DRES 01**, **DRES 02** et **DRES 03** :

Question : 1. Exprimer le besoin à satisfaire en complétant le diagramme « **bête à cornes** ».

Question : 2. Préciser la matière d'œuvre **entrante** et la matière d'œuvre **sortante**.

Question : 3. Pour le cas d'assemblage de deux tôles (**tôle 1** et **tôle 2**), compléter le diagramme « **pieuvre** » à partir de la liste des fonctions de service.

B. Étude de la transmission de puissance

Tâche 2 : Vérification de la vitesse angulaire du poignet

Le constructeur annonce que la vitesse angulaire ω_{A5} suivant l'axe **A5** ne doit pas dépasser **258 °/s**.

En vue de valider cette donnée, répondre aux questions suivantes en se référant :

- A la **figure 1** du document ressource **DRES 01** ;
- Au **schéma cinématique** et à la **nomenclature** (document ressource **DRES 02**) ;
- Au **schéma synoptique** avec ses **données** correspondantes (document ressource **DRES 02**).

Question : 4. À partir de la liste fournie, choisir le nom de chacun des éléments du bras manipulateur et l'inscrire dans la zone qui lui correspond.

Question : 5. Compléter le tableau en indiquant par une croix (X) le ou les degrés de liberté pour chaque liaison.

Question : 6. Quel est le type des courroies **75** et **78** utilisées dans le schéma cinématique ? Citer le principal avantage de son utilisation dans le robot.

Question : 7. Calculer le rapport global de transmission **Kg** de la chaîne de transmission entre **M5** et **79** ($Kg = \frac{N_{79}}{N_{M5}}$).

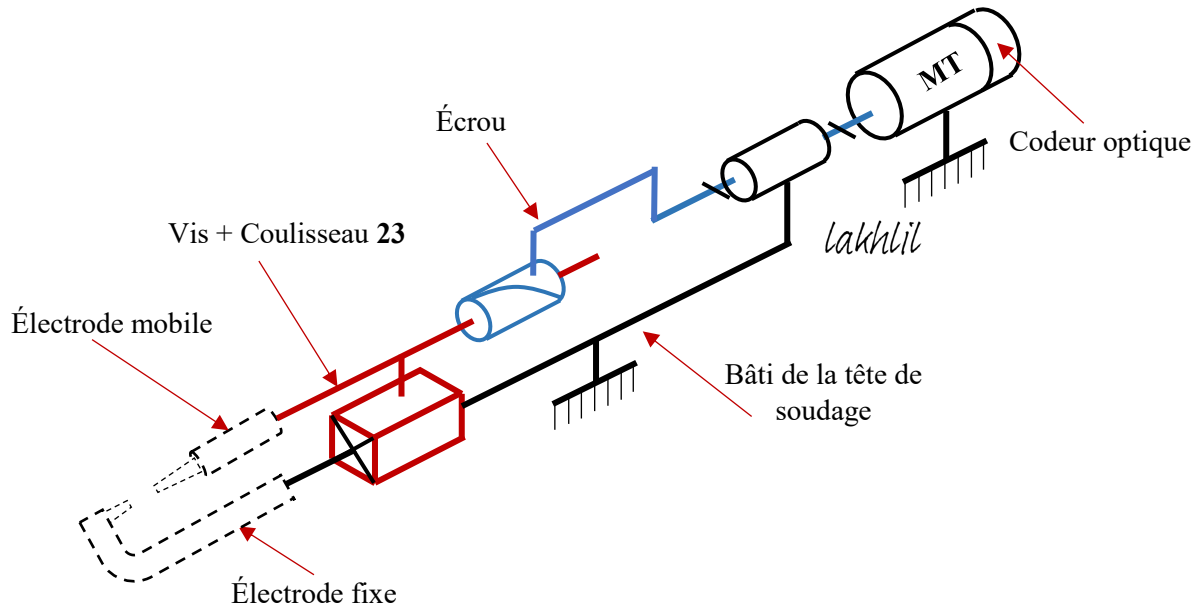
Question : 8. Sachant que $N_{M5} = 1500 \text{ tr/min}$, Calculer N_{79} .

Question : 9. Est-ce que cette valeur de N_{79} correspond à la vitesse angulaire (**258 °/s**) annoncée par le constructeur du robot de soudage suivant l'axe **A5** ? Justifier.

Robot de soudage par points

Tâche 3 : Vérification du déplacement de l'électrode

On donne ci-dessous le schéma cinématique de la tête de soudage.



Données :

- Système vis-écrou : Pas $p = 5 \text{ mm}$.
- Moteur **MT** : Vitesse $N_{MT} = 1500 \text{ tr/min}$.
- Codeur optique incrémental : Nombre de points $N_p = 512 \text{ points}$.
- L'électrode mobile est solidaire du **coulisseau 23**.

$$\text{La précision} = \frac{\text{Pas}}{\text{Nombre de points}}$$

Question : 10. Quelle est la nature du mouvement des constituants du système **Vis-écrou** ?

Question : 11. Pour 1 tour du moteur **MT**, quelle est la valeur dp (en **mm**) du déplacement de l'électrode mobile ?

Question : 12. Pour une rotation du moteur **MT** de $n = \frac{1}{512}$ tour, calculer la valeur dp' (en **mm**) du déplacement de l'électrode mobile.

Question : 13. Est-ce que la précision p annoncée par le constructeur est respectée ? Justifier

Tâche 4 : Travail graphique

Question : 14. Compléter le dessin du coulisseau 23 en : Vue de droite en coupe A-A (représenter les traits cachés)

lakhil

Présentation du robot de soudage par points

Le **Robot de soudage par points** est constitué de :

► **Un bras manipulateur six axes (Figure 1 ci-dessous):**

Il permet le déplacement de la tête de soudage de façon précise suivant six axes. Il est composé de :

- ◇ L'**embase** : fixée au sol ;
- ◇ Le **bâti** : Tourne par rapport à l'**embase** suivant l'**axe A1** : actionneur **M1** ;
- ◇ Le **bras** : Tourne par rapport au **bâti** suivant l'**axe A2** : actionneur **M2** ;
- ◇ L'**avant-bras** : Tourne par rapport au **bras** suivant l'**axe A3** : actionneur **M3** ;
- ◇ La **ligne du poignet** : Tourne par rapport à l'**avant-bras** suivant l'**axe A4** : actionneur **M4** ;
- ◇ Le **poignet** : Tourne par rapport à la **ligne du poignet** suivant l'**axe A5** : actionneur **M5** ;
- ◇ La **tête du poignet** : Tourne par rapport au **poignet** suivant l'**axe A6** : actionneur **M6** (Non représenté).

► **Une tête de soudage par points : (Figure 2 -DRES 02-)**

Elle est fixée sur la **tête du poignet** du bras manipulateur, elle comporte les éléments suivants :

- ◇ **Deux électrodes** en cuivre, l'une fixe et l'autre mobile en translation ;
- ◇ Un actionneur **MT** qui entraîne l'électrode mobile à travers un **système vis-écrou** ;
- ◇ Un **transformateur** qui adapte l'intensité du courant électrique nécessaire au soudage ;
- ◇ Un **capteur de force** qui mesure les intensités des forces de serrage et de forgeage appliquées sur les tôles à souder par les électrodes ;
- ◇ Un codeur optique qui détecte la position de l'électrode mobile.

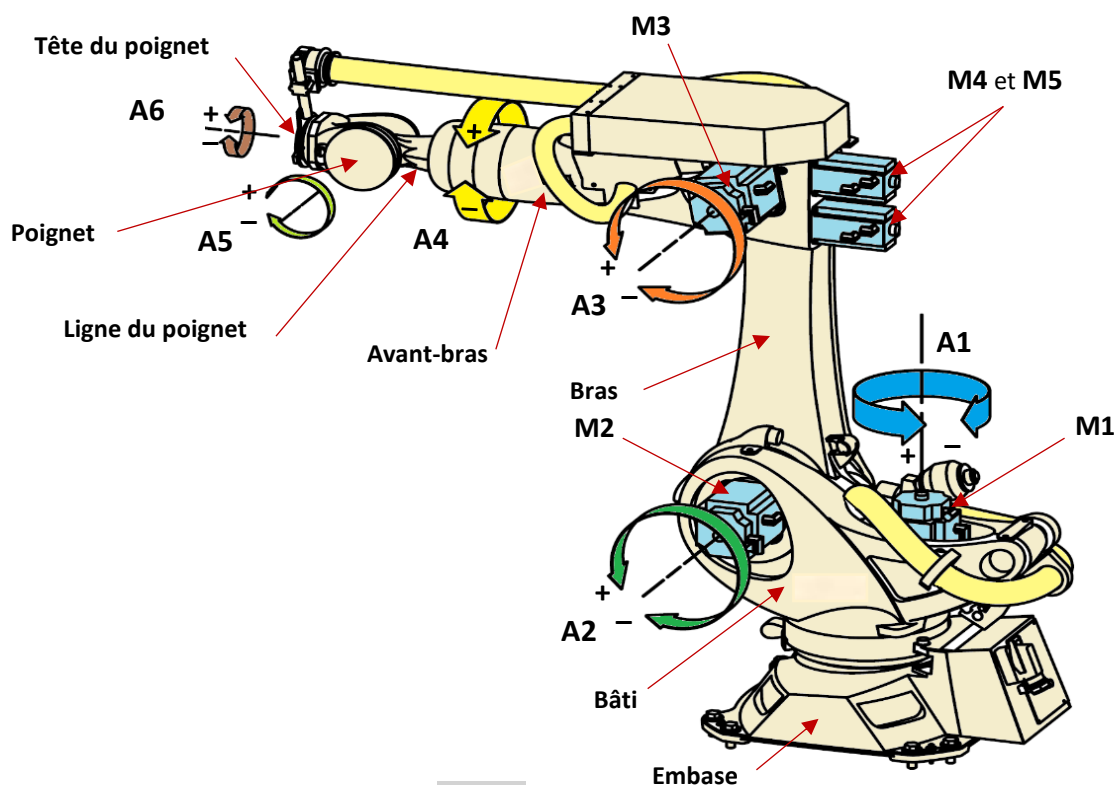


Figure 1

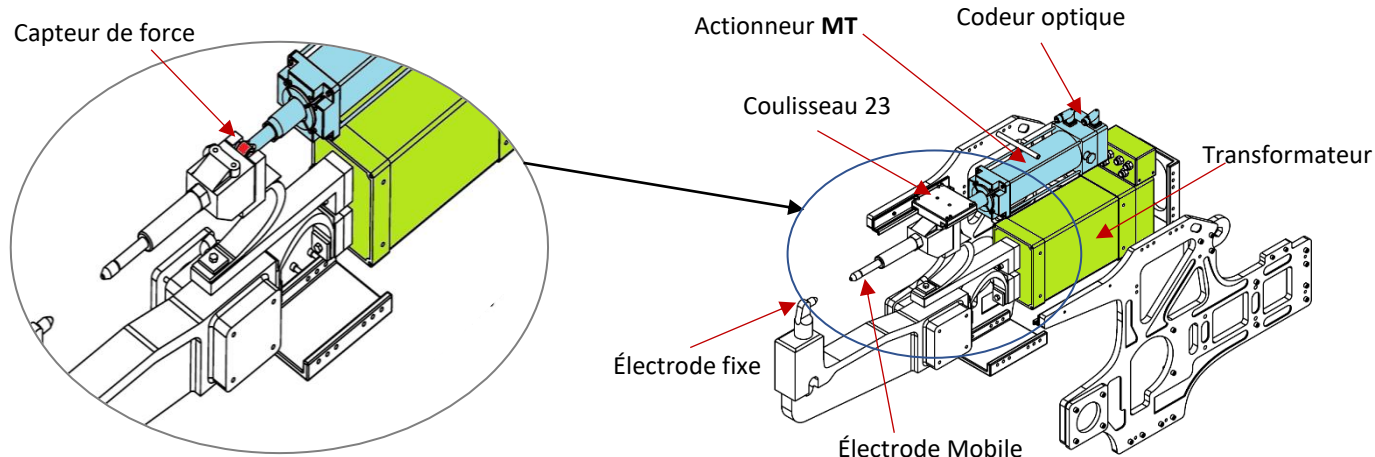
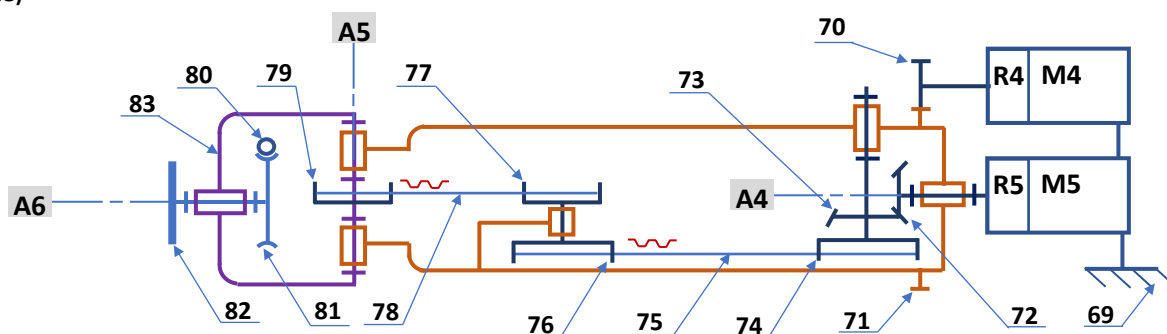


Figure 2

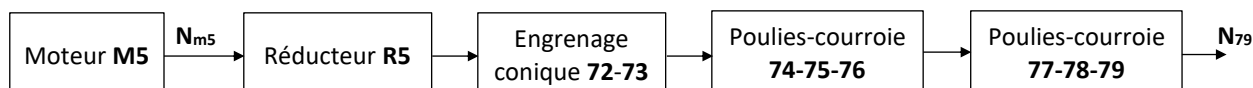
Schéma cinématique de la chaîne de transmission des mouvements suivant les axes A4, A5 et A6 (Moteur M6 non représenté)



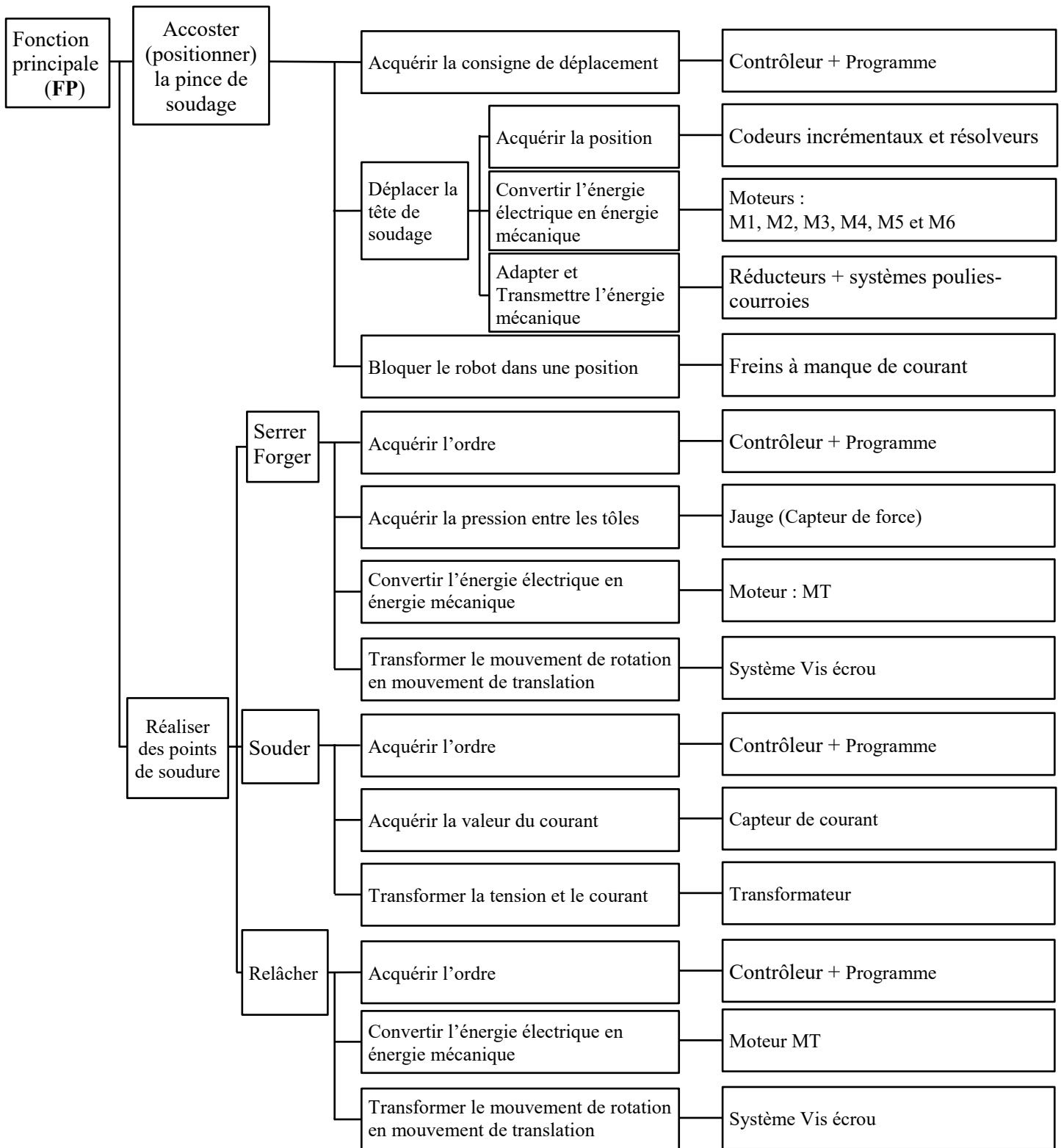
Nomenclature

Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observation
83	1	Poignet du robot		
82	1	Tête du poignet du robot		
81	1	Roue		
80	1	Vis sans fin motrice		
79	1	Poulie $D_{79} = 60 \text{ mm}$		
78	1	Courroie		
77	1	Poulie $D_{77} = 60 \text{ mm}$		
76	1	Poulie réceptrice $D_{76} = 70 \text{ mm}$		
75	1	Courroie		
74	1	Poulie motrice $D_{74} = 70 \text{ mm}$		
73	1	Roue conique $Z_{73} = 24 \text{ dents}$		
72	1	Pignon conique moteur $Z_{72} = 24 \text{ dents}$		Solidaire à la sortie du réducteur R5
71	1	Roue de la ligne du poignet $Z_{71} = 96 \text{ dents}$		
70	1	Pignon moteur $Z_{70} = 22 \text{ dents}$		Solidaire à la sortie du réducteur R4
69	1	Avant-bras du robot		
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observation

Schéma synoptique de la chaîne de transmission entre M5 et 79.



Réducteur R5	Rapport de transmission $K_1 = 0,02866$
Engrenage conique 72-73	Rapport de transmission K_2
Poulies-courroie 74-75-76	Rapport de transmission K_3
Poulies-courroie 77-78-79	Rapport de transmission K_4

Diagramme FAST

الصفحة
8
10

DREP 01

Robot de soudage par points

lakhilil

SEV 1 : Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance.

Question :

Utilisateur

Robot de soudage par points

Question : 2. [1pt]

Matière d'œuvre entrante	Matière d'œuvre sortante

Question : 3. [3,5 pts]

Environnement

Utilisateur

Normes de sécurité

Robot de soudage par points

Energie électrique

Tôle 1

Tôle 2

Eau

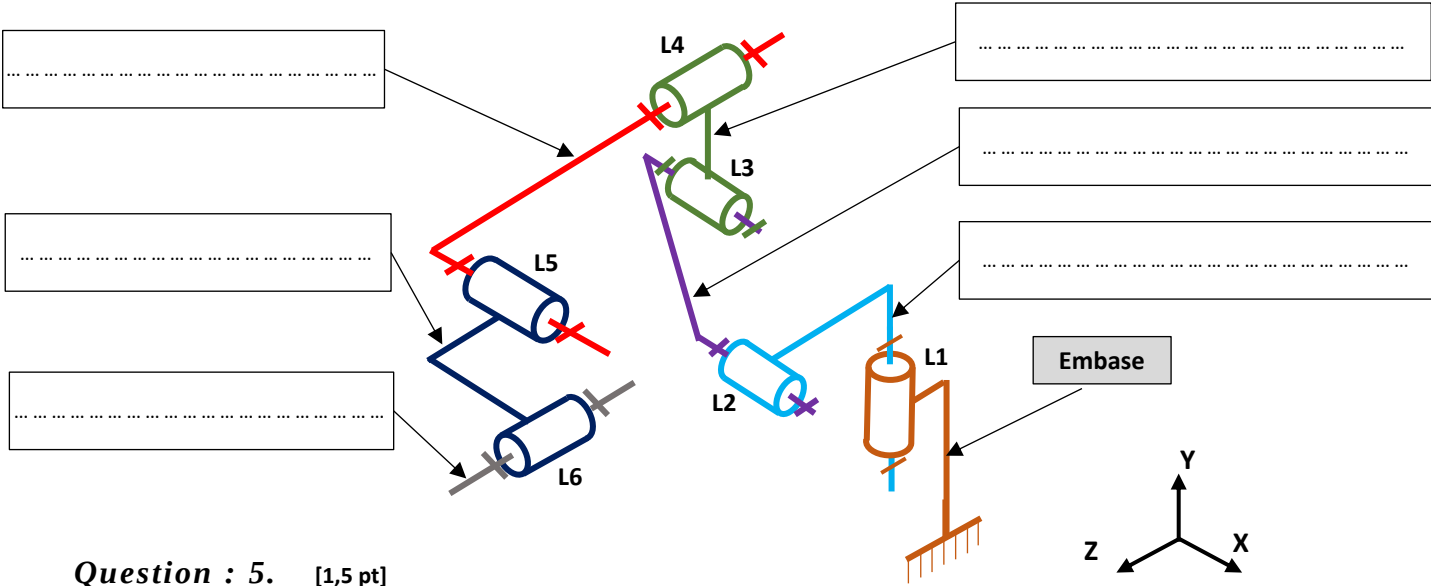
Liste des fonctions de service	
FP	Assembler automatiquement des tôles par application de points de soudure
FC1	Respecter l'environnement.
FC2	Être facile à utiliser.
FC3	Respecter les normes de sécurité.
FC4	S'adapter à diverses dimensions des tôles.
FC5	Utiliser l'énergie électrique du réseau.
FC6	Être refroidi à l'eau.

lakhilil

Question : 4. [1,5 pt]

Liste fournie

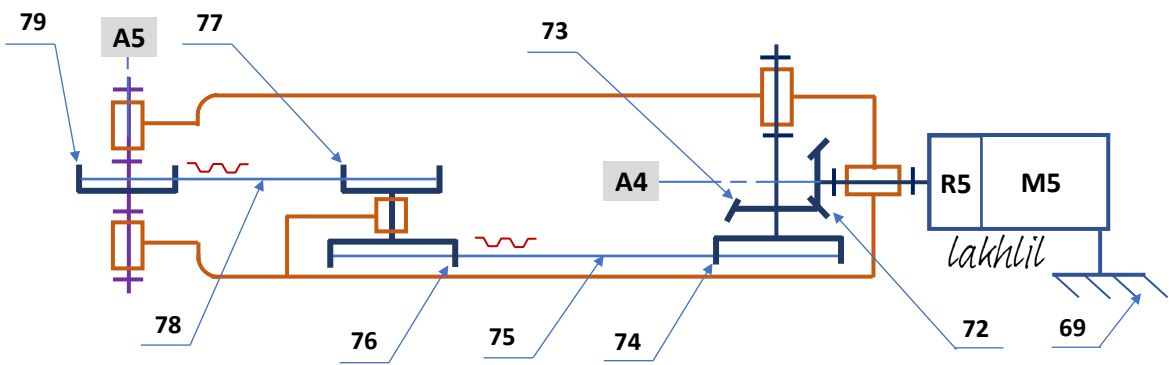
Ligne du poignet	Bras	Avant-bras	Bâti	Poignet	Tête du poignet
------------------	------	------------	------	---------	-----------------



Question : 5. [1,5 pt]

Liaison	Rotation			Translation		
	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz
L1						
L2						
L3						
L4						
L5						
L6						

Question : 6. [1 pt]



Type des courroies 75 et 78	Justification
.....	

Question : 7. [2pts]

.....

.....

.....

.....

الصفحة	
10	
10	

DREP 03Robot de soudage par points

lakhilil

Question : 8. [1pt]

Question : 9. [1,5 pt]

Question : 10. [1 pt]

Nature du mouvement de la vis :

Nature du mouvement de l'écrou :

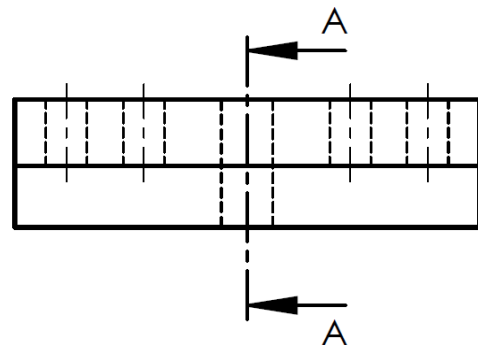
Question : 11. [2 pts]

Question : 12. [2 pts]

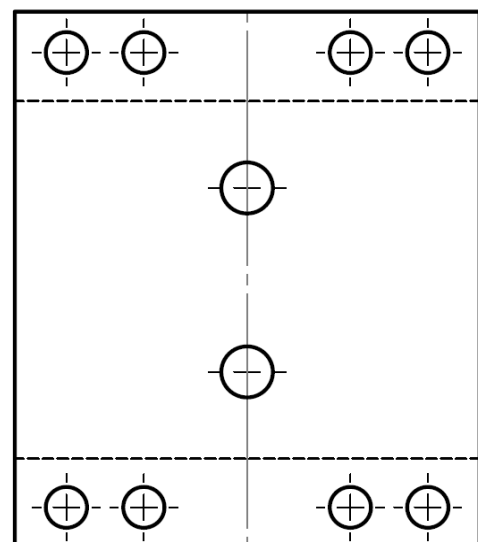
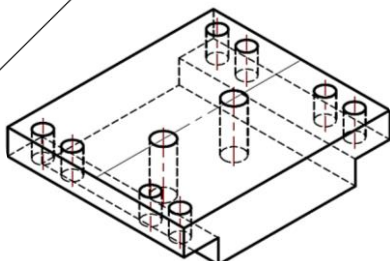
Question : 13. [1 pt]

Question : 14. [3,5 pts]

A-A



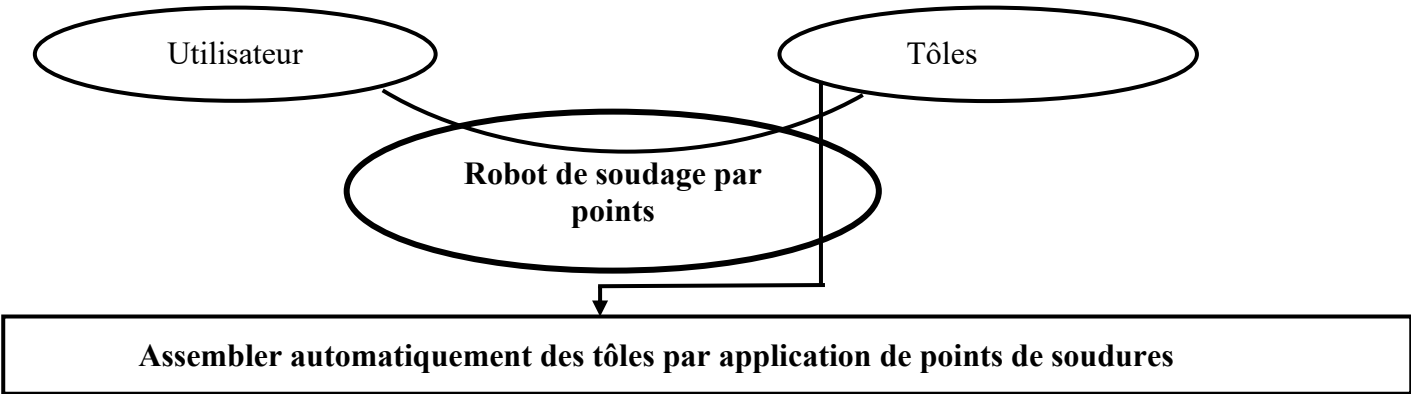
Vue 3D



Correction

Robot de soudage par points

Question : 1.

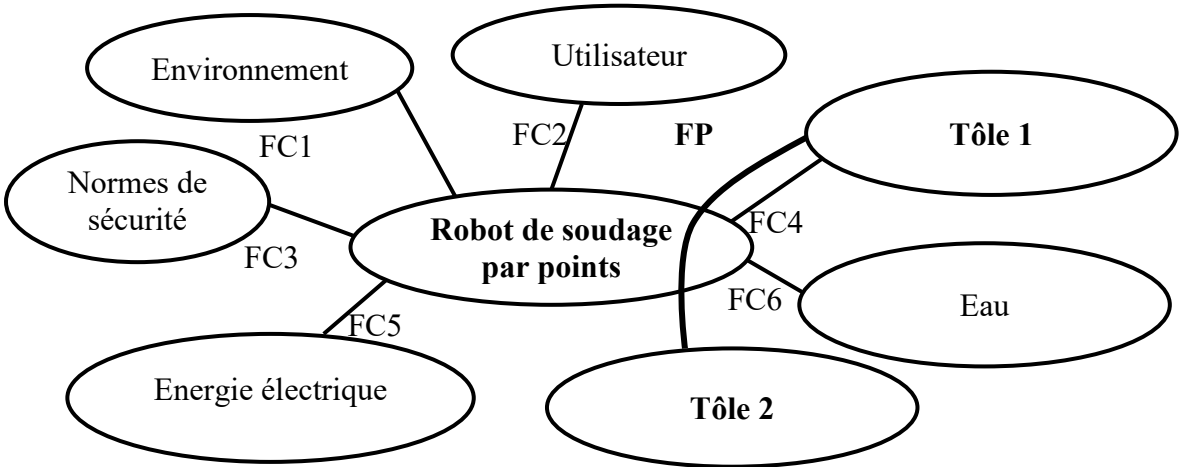


Question : 2.

Matière d’œuvre entrante	Matière d’œuvre sortante
Tôles non assemblées	Tôles assemblées

lakhilil

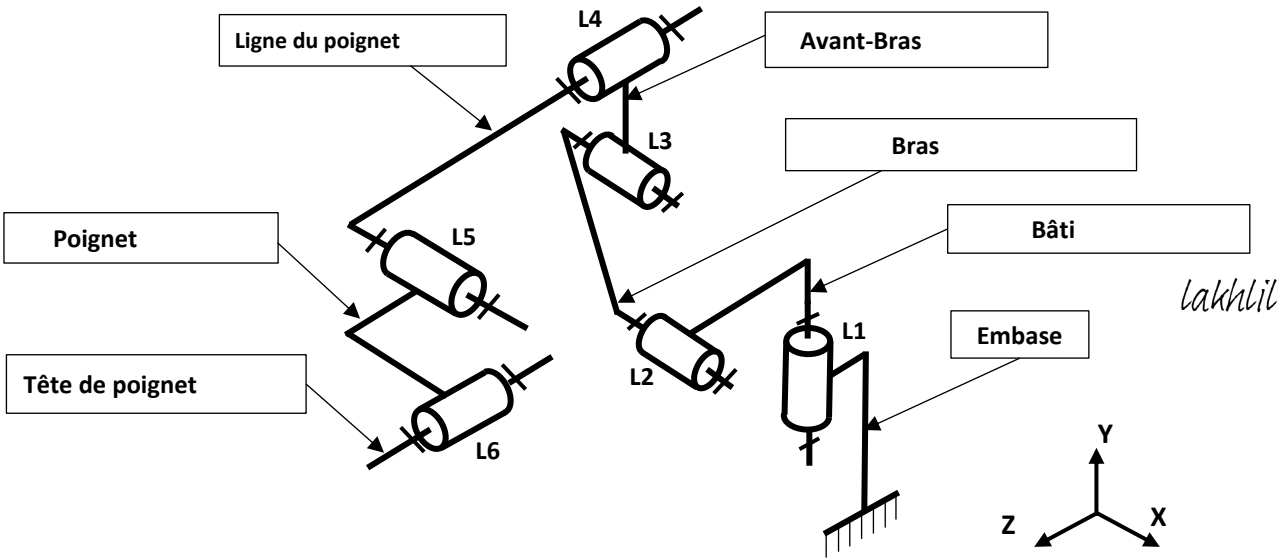
Question : 3.



Correction

Robot de soudage par points

Question : 4.



Question : 5.

Liaison	Rotation			Translation		
	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz
L1		X				
L2	X					
L3	X					
L4			X			
L5	X					
L6			X			

Question : 6.

Type de courroies 75 et 78	Justification
Courroies crantées	Précision dans la transmission (pas de glissement)

Question : 7.

On a $k_1 = 0,02866$, $k_2 = 1$ ($Z_{72} = Z_{73} = 24$), $k_3 = 1$ ($D_{74} = D_{76} = 70$ mm), $k_4 = 1$ ($D_{77} = D_{79} = 60$ mm)

$$Kg = \frac{N_{79}}{N_{M5}} = k_1.k_2.k_3.k_4 = k_1 = 0,02866$$

Question : 8.

$$\begin{aligned} N_{79} &= Kg.N_{M5} \\ &= 0,02866.1500 = 43 \text{ tr/min.} \end{aligned}$$

Question : 9. Oui elle correspond bien à la valeur annoncée par le constructeur.

$$\text{Car } N_{79} = 43 \text{ tr/min} = 43.360^\circ / 60 = 258^\circ/\text{s}$$

CorrectionRobot de soudage par points

Question : 10. Nature du mouvement de la vis : **Translation**

Nature du mouvement de l'écrou : **Rotation**

Question : 11. .

$$\begin{aligned} dp &= n \cdot p \\ &= 1 \text{ tour} \cdot 5 \text{ mm} = \mathbf{5 \text{ mm}}. \end{aligned}$$

Question : 12. .

$$\begin{aligned} dp' &= n \cdot p \\ &= 5/512 = \mathbf{0,0097 \text{ mm}} \end{aligned}$$

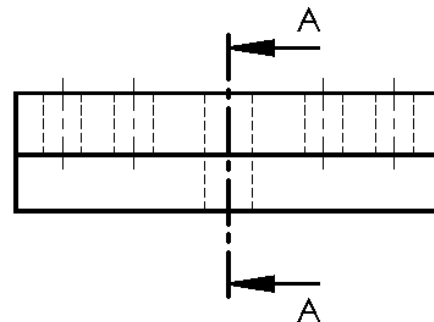
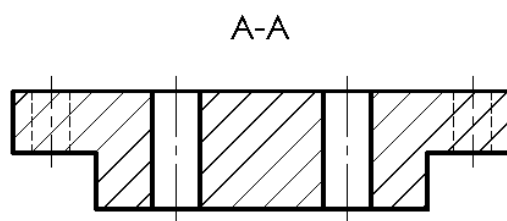
Question : 13. .

Oui

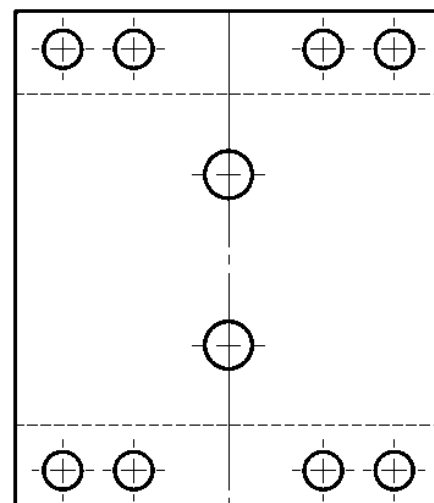
la valeur annoncée par le constructeur est vérifiée puisque $dp' < 0,01 \text{ mm}$.

lakhil

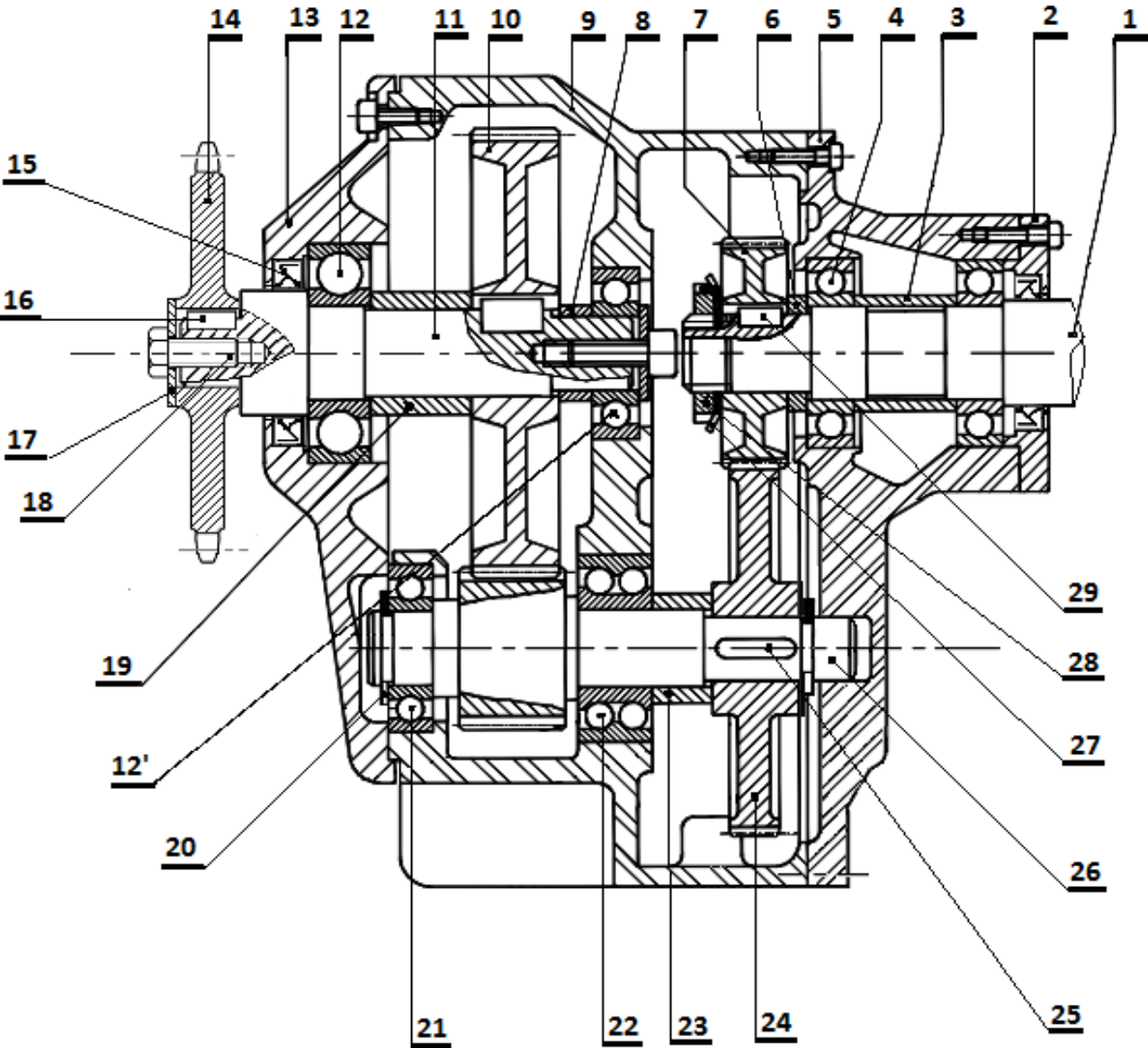
Question : 14.



- **2 trous cachés :**
- **2 trous vus :**
- **Hachures :**
- **Les axes :**



ETUDE TECHNOLOGIQUE MOTO-REDUCTEUR



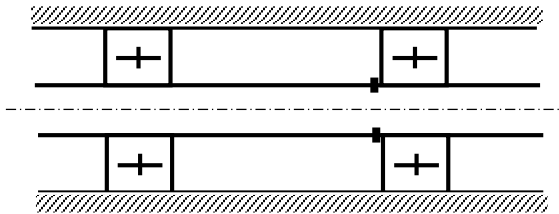
15	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
14	Pignon simple $\varnothing$ 40 mm		
13	Couvercle gauche	29	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
12	Roulement à billes	28	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
12'	Roulement à billes	27	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
11	Arbre de sortie	26	Pignon arbré $m = 1$; $Z_{26} = 20$ dents
10	Roue dentée $m = 1$; $Z_{10} = 42$ dents	25	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
9	Corps	24	Roue dentée $m = 1$; $Z_{24} = 64$ dents
8	Bague 2	23	Entretoise 3
7	Pignon $m = 1$; $Z_7 = 18$ dents	22	Roulement à deux rangées de billes
6	Bague 1	21	Roulement à billes
5	Palier	20	Anneau élastique
4	Roulement à billes	19	Entretoise 2
3	Entretoise 1	18	Vis H
2	Couvercle droit	17	Rondelle
1	Arbre moteur	16	Clavette
Rep.	Désignation	Rep.	Désignation

The diagram illustrates a hydraulic circuit. On the left, a pump (represented by a circle with a vertical double-headed arrow) is connected to a vertical line. This line has a horizontal branch leading to a cylinder (labeled 'C' with an arrow pointing left). Below this, another horizontal branch leads to a cylinder (labeled 'D' with an arrow pointing right). The main vertical line continues down to a horizontal line. This horizontal line branches into two vertical lines. The right vertical line has a horizontal branch leading to a cylinder (labeled 'A' with an arrow pointing down). The bottom horizontal line of this section is connected to a motor (represented by a circle with a vertical double-headed arrow, labeled 'MOTEUR' in a box). The bottom horizontal line of the entire system is connected to a shaded area representing the ground.

lakhil

Q.3. L'arbre 11 est guidé en rotation par les roulement

a) Les obstacles axiaux :



b) Pour ce montage :

Les bagues extérieures sont montées

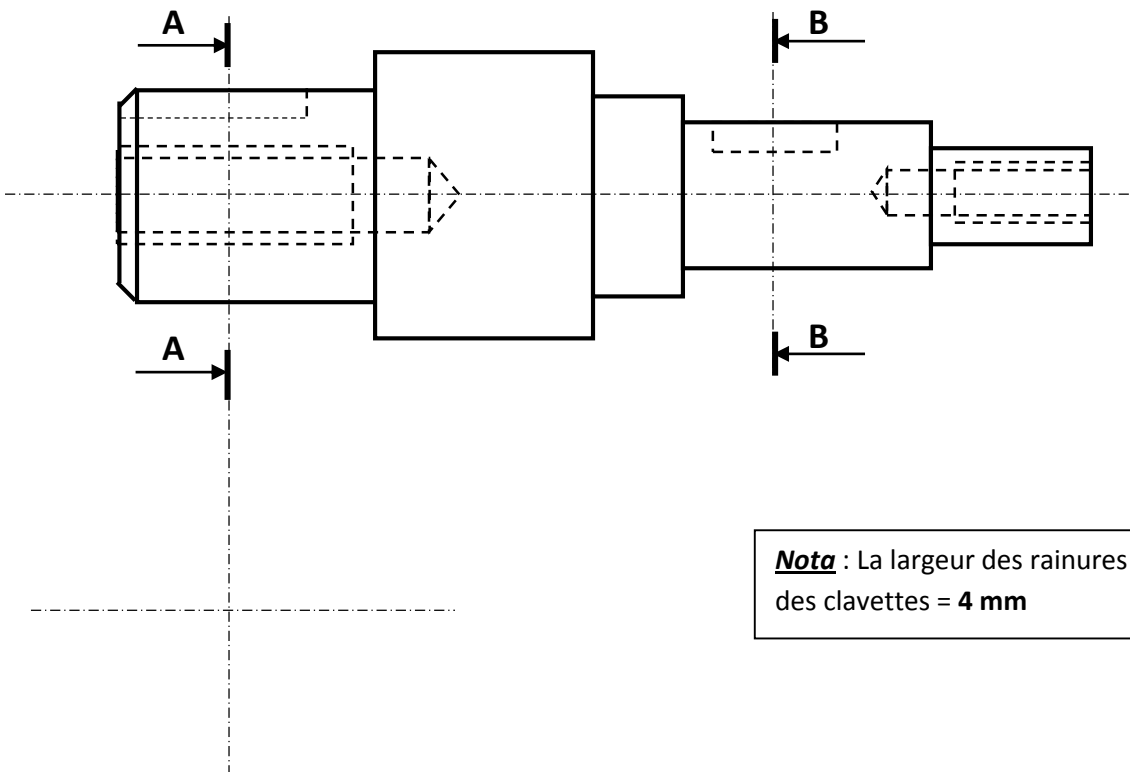
Les bagues intérieures sont montées

Q.4. Les éléments de mise et de maintien en position.

Liaison	Mise en position (MIP)	Maintien en position (MAP)
7/1		
2/5		

Q.5. Dessin de :

- c) La section sortie A-A ;
- d) la section rabattue B-B.



Nota : La largeur des rainures des clavettes = 4 mm

ETUDE TECHNOLOGIQUE MOTO-REDUCTEUR

Correction

Q.1. Les classes d'équivalence :

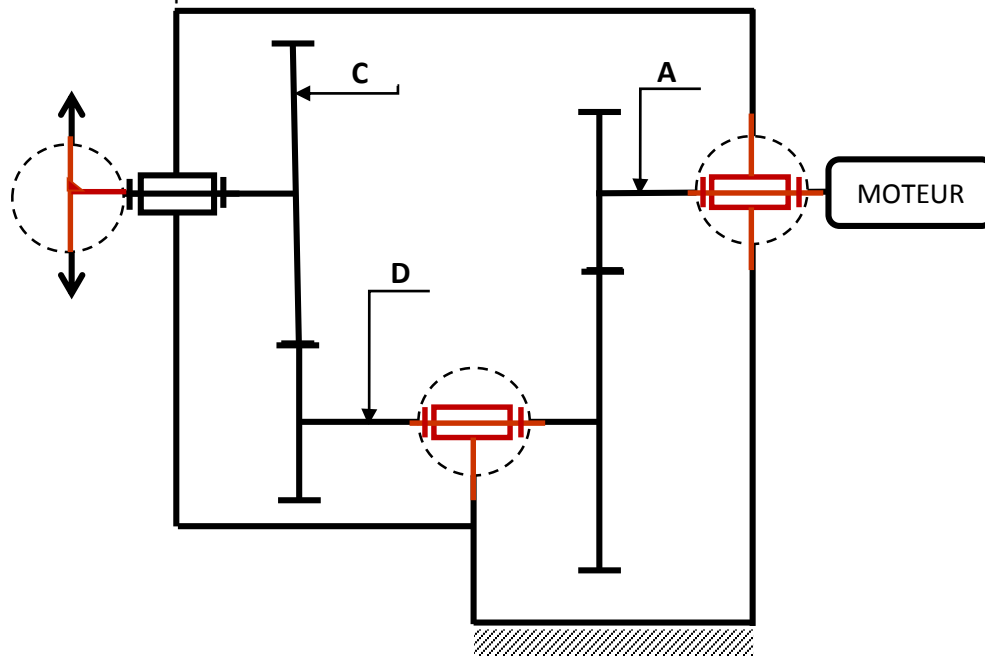
$$A = \{ 1 + \dots 7 \dots \}$$

$$B = \{ 2 + 5 + 9 + 13 \dots \}$$

$$C = \{ 10 + \dots 11 + 14 \dots \}$$

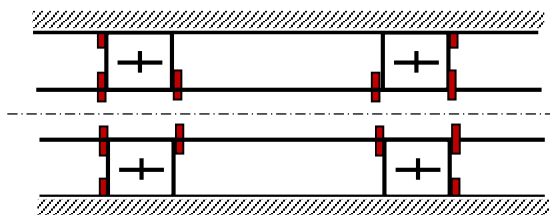
$$D = \{ 24 + 26 \dots \}$$

Q.2. Le schéma cinématique du réducteur.



Q.3. L'arbre 11 est guidé en rotation par les roulements 12 et 12' :

a) Les obstacles axiaux :



b) Pour ce montage :

Les bagues extérieures sont montées

Avec Jeu

Les bagues intérieures sont montées

Serrées

Correction

lakhil

Q.4. Les éléments de mise et de maintien en position.

Liaison	Mise en position (MIP)	Maintien en position (MAP)
7/1	Surface cylindrique (cylindre long) Surface plane (Epaulement) Clavette	Ecrou à encoches (28) et rondelle frein (27)
2/5	Surface cylindrique (cylindre court) Surface plane (Appui plan)	Vis d'assemblage

Q.5. Dessin de :

- c) La section sortie **A-A** ;
- d) la section rabattue **B-B**.

