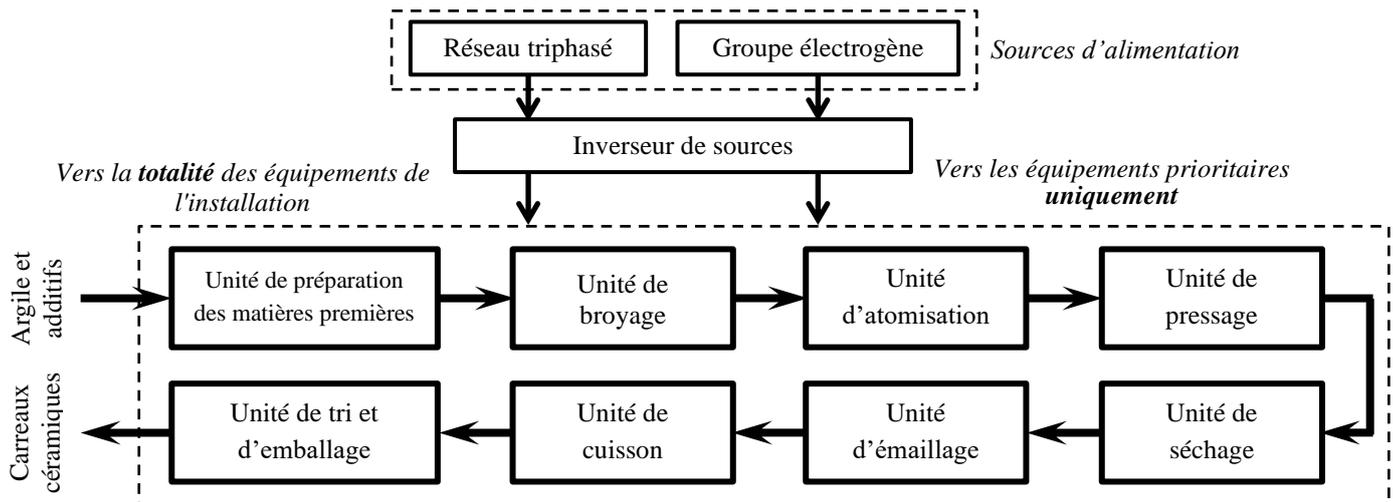


1. INTRODUCTION

La chaîne de production de carreaux céramiques, à partir de matières premières (argile et autres additifs) comporte plusieurs unités de fabrication.

2. PRÉSENTATION

Le diagramme ci-dessous représente l'organisation des principales unités de la chaîne de production dans une usine de production de carreaux céramiques et la structure de son alimentation en énergie électrique.



3. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DES UNITÉS DE BROYAGE ET D'ATOMISATION

UNITÉ DE BROYAGE

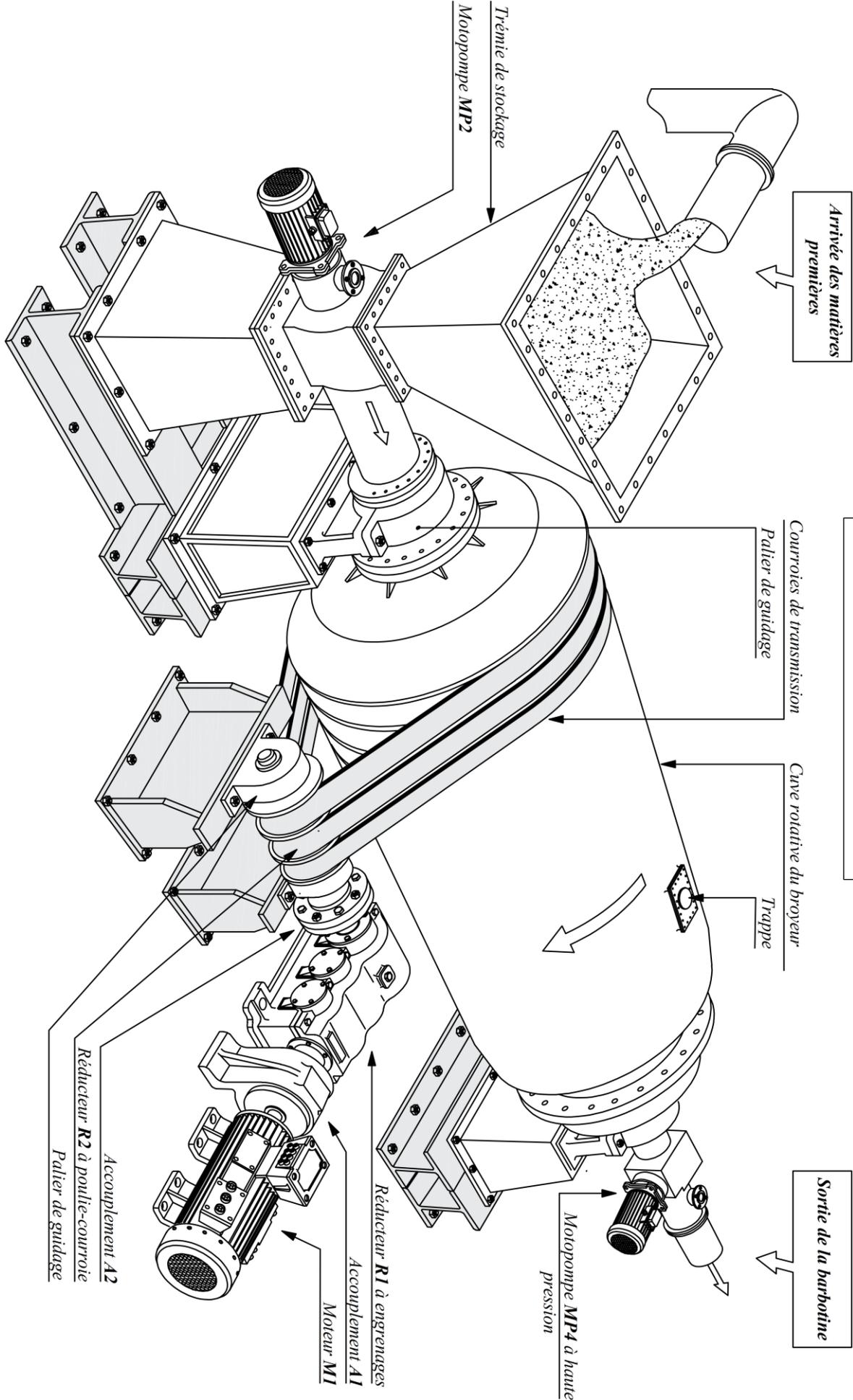
Le broyeur permet de **mélanger et broyer les matières premières ajoutées à l'eau** pour obtenir une pâte fine et homogène appelée **barbotine**.

L'unité de broyage comporte (voir vue optimale du broyeur page 3) :

- Une **trémie de stockage** des matières premières initialement pesées et mélangées ;
- Une motopompe **MP2** alimentant la cuve du broyeur en matières premières (argile et autres additifs) ;
- Une **cuve** rotative, guidée en rotation par paliers, équipée d'une trappe servant à ajouter l'eau provenant d'une **motopompe MP3** (non représentée) ;
- Une chaîne de motorisation de la cuve rotative comportant :
 - Un moteur asynchrone triphasé **M1** ;
 - Deux accouplements **A1** et **A2** ;
 - Deux réducteurs : Un réducteur **R1** à engrenages et un réducteur **R2** à poulie-courroie.
- Une motopompe **MP4** à haute pression évacuant la barbotine obtenue par broyage.

UNITÉ D'ATOMISATION

La **barbotine** est transférée dans une chambre de séchage appelée atomiseur. L'atomiseur est muni d'un brûleur à gaz qui lance l'air chaud à **530 °C**. La barbotine se décompose alors en particules qui sèchent rapidement pour former une **poudre atomisée**.



الصفحة		الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2025 - الموضوع	
4	NS - 46	- مادة: علوم المهندس -	
25		شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	

4. SITUATIONS D'ÉVALUATION

SEV 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET TRANSMISSION DE PUISSANCE 24 points

A- ANALYSE FONCTIONNELLE PARTIELLE

On se propose d'appliquer au **broyeur** (unité de fabrication de la barbotine) quelques outils de l'analyse fonctionnelle. Pour cela, vous devez lire attentivement les paragraphes 1, 2 et 3.

Tâche 1 : Application des outils de l'analyse fonctionnelle

Q.1- Compléter le diagramme *SADT* de niveau *A-0* appliqué au broyeur. 1 pt

Q.2- Compléter le diagramme *FAST* partiel appliqué au broyeur. 3 pts

B- TRANSMISSION DE LA PUISSANCE

Tâche 2 : Adaptation de l'énergie mécanique de rotation par obstacle (réducteur **R1** à 3 étages)

Le réducteur **R1**, présenté aux documents **DRES 01** et **DRES 02**, est composé de trois étages :

- Un renvoi d'angle : engrenage conique (2,5) ;
- Un engrenage cylindrique (9,11) ;
- Un engrenage cylindrique (18,20).

Q.3- Compléter le tableau des fonctions proposé. 2 pts

Q.4- Compléter le schéma cinématique du réducteur **R1** (placer les symboles normalisés des liaisons). 1,5 pt

Q.5- Donner le type et la fonction de l'accouplement **A1**. 1 pt

Q.6- Les dentures des engrenages (9,11) et (18,20) sont-elles droites ou hélicoïdales ? Justifier ce choix. 1 pt

Tâche 3 : Motorisation de la cuve du broyeur

Les critères du cahier des charges fonctionnel **CdCF** indiquent que le cycle de broyage est de **6000 tours** pendant une durée de **10 heures** et que le couple d'entraînement de la cuve est $C_c = 54 \cdot 10^3 \text{ N.m}$.

Le schéma cinématique et les caractéristiques des éléments de la chaîne de transmission adoptée pour motoriser la cuve du broyeur sont données en **DRES 02**.

On se propose de déterminer quelques caractéristiques cinématiques et énergétiques de la transmission et de faire le choix du moteur conformément aux exigences du **CdCF**.

Q.7- Calculer en *tr/min* la vitesse de rotation N_c de la cuve. 1 pt

Q.8- Calculer le rapport de transmission r_2 du réducteur **R2** à poulie-courroie. 0,5 pt

L'engrenage (18,20) du réducteur **R1** est tel que :

- Module apparent : $m_t = 4 \text{ mm}$;
- Entraxe : $a(18,20) = 300 \text{ mm}$;
- Rapport de transmission : $r(18,20) = 0,25$.

Q.9- Calculer Z_{18} et Z_{20} . 2 pts

Q.10- Exprimer puis calculer le rapport de transmission r_1 du réducteur **R1** à 3 étages. 1 pt

Q.11- Calculer le rapport global de transmission r_g entre le moteur **M1** et la cuve. En déduire la vitesse de rotation du moteur N_m en *tr/min*. **1,5 pt**

Q.12- Pour une vitesse angulaire de la cuve $\omega_c = 1,05 \text{ rad/s}$, calculer en *kW* la puissance mécanique P_c transmise à la cuve du broyeur. **1 pt**

Q.13- Sachant que le rendement global η_g de la chaîne de transmission de puissance est évalué à **80%**, calculer en *kW* la puissance utile P_u du moteur **M1**, en déduire le couple C_m développé sur son arbre. **2,5 pts**

Q.14- À partir de la liste de moteurs proposée en **DRES 02**, choisir la référence du moteur qui répond aux critères du cahier des charges. **1 pt**

Tâche 4 : Définition graphique du flasque (15)

Q.15- Compléter la représentation graphique du flasque (15) en : **4 pts**

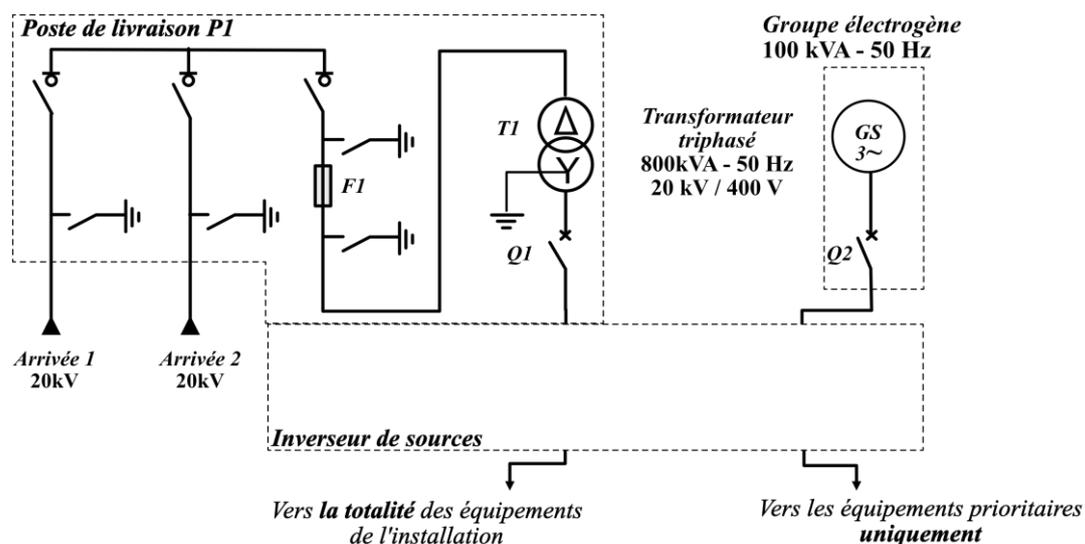
- Vue de dessus ;
- Vue de gauche en coupe A-A (sans traits cachés).

Nota : - La vue de face est complète ;
 - Il sera tenu compte de la représentation et du respect des règles de dessin.

SEV 2 : ÉTUDE PARTIELLE DE LA CHAÎNE D'ÉNERGIE 26 points

En fonctionnement normal, l'alimentation électrique de l'usine est assurée par le poste de livraison **P1**.
 En cas de défaillance du poste de livraison **P1**, un groupe électrogène démarre et assure l'alimentation des équipements prioritaires, évitant ainsi les interruptions de production.

Le schéma unifilaire simplifié de l'alimentation de l'usine est représenté ci-dessous :



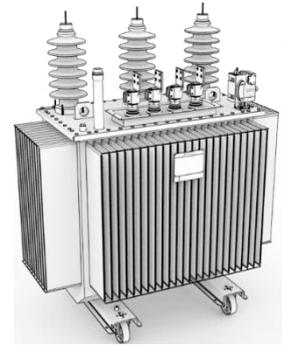
Tâche 1 : Étude de l'alimentation de l'usine

Q.16- Indiquer le **type** d'alimentation **HTA** de l'usine (cocher la bonne réponse). **1,5 pt**

Q.17- Compléter le schéma de l'inverseur de sources et mettre en œuvre le verrouillage mécanique entre les interrupteurs **Q11** et **Q21**. **1,5 pt**

La plaque signalétique du transformateur **T1** est donnée ci-dessous :

Plaque signalétique du transformateur				
Marque – Modèle			Couplage : Dyn 5	
Puissance apparente : 800 kVA			Puissance de référence : 800 kVA	
	Primaire	Secondaire	Pertes en charge : 9240 W	Pertes à vide : 747,5 W
Tension	20 kV	410 V à vide		
Courant	23,09 A	1126,54 A	U_{cc} : 4%	

Transformateur triphasé **T1**

Q.18- Calculer le rapport de transformation **M** entre les tensions composées. **1 pt**

Q.19- Donner la relation entre **M** et **m** (**m** : rapport entre les nombres de spires). Calculer le rapport de transformation **m**. **1,5 pt**

Q.20- Compléter les connexions des enroulements et indiquer les tensions sur le schéma proposé. **1,5 pt**

Q.21- Donner le déphasage θ qui existe entre la tension simple primaire V_A et son homologue au secondaire V_a . **1 pt**

Tâche 2 : Étude de l'alternateur triphasé du groupe électrogène

Le groupe électrogène de secours comprend :

- Un moteur thermique tournant à vitesse constante ;
- Un alternateur triphasé autonome : **230/400 V – 50 Hz – 100 kVA – 1500 tr/min.**

Pour déterminer les caractéristiques de l'induit de l'alternateur, on a réalisé à vitesse nominale les essais suivants :

Essai à vide : La caractéristique $E = f(I_e)$ est assimilée à une droite dont l'équation est $E = 28.I_e$;

Essai en court-circuit : La caractéristique $I_{cc} = f(I_e)$ est une droite dont l'équation est $I_{cc} = 26.I_e$.

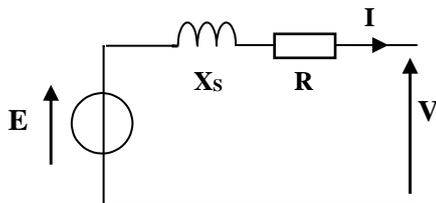
I_e : courant inducteur ;

E : tension (f.é.m.) à vide aux bornes d'un enroulement ;

I_{cc} : courant de court-circuit en ligne.

La mesure de la résistance à chaud d'un enroulement de l'induit est **$R = 0,03 \Omega$** .

La machine est supposée non-saturée, le modèle électrique équivalent simplifié d'une phase de l'induit de l'alternateur est donné ci-dessous :



- **V** : tension simple à la sortie de l'alternateur.
- **I** : courant de ligne, débité par l'induit.

Q.22- À partir des deux essais donnés, calculer la réactance synchrone X_s de l'induit. **2 pts**

L'alternateur produit une tension composée **$U = 400 V$** alimentant les équipements prioritaires de l'installation, considérés comme une charge inductive de $\cos \phi = 0,8$, absorbant un courant **$I = 150 A$** .

Dans la suite, on prendra $X_s = 1,08 \Omega$ et on négligera R par rapport à X_s .

Q.23- Compléter le **diagramme** vectoriel de Fresnel (échelle **1 cm pour 20 V**) et déterminer la valeur de la f.é.m. synchrone **E**. En déduire la valeur du courant d'excitation **I_e** correspondant. **2,5 pts**

Q.24- Calculer la puissance **P_u** (en Watt) fournie par l'alternateur. **1 pt**

Q.25- Sachant que le rendement de l'alternateur (auto-excité) est $\eta = 97 \%$, calculer sa puissance absorbée **P_a**.

En déduire le moment du couple **C_e** exercé par le moteur thermique. **2,5 pts**

Tâche 3 : Étude de l'ensemble démarreur moteur du broyeur

Le broyeur est entraîné par un moteur asynchrone **M1**, à rotor bobiné, portant sur sa plaque signalétique les indications suivantes :

400 V - 690 V	50 Hz	P _u = 75 kW	1475 tr/min	cos φ = 0,86	140 A - 81 A
---------------	-------	------------------------	-------------	--------------	--------------

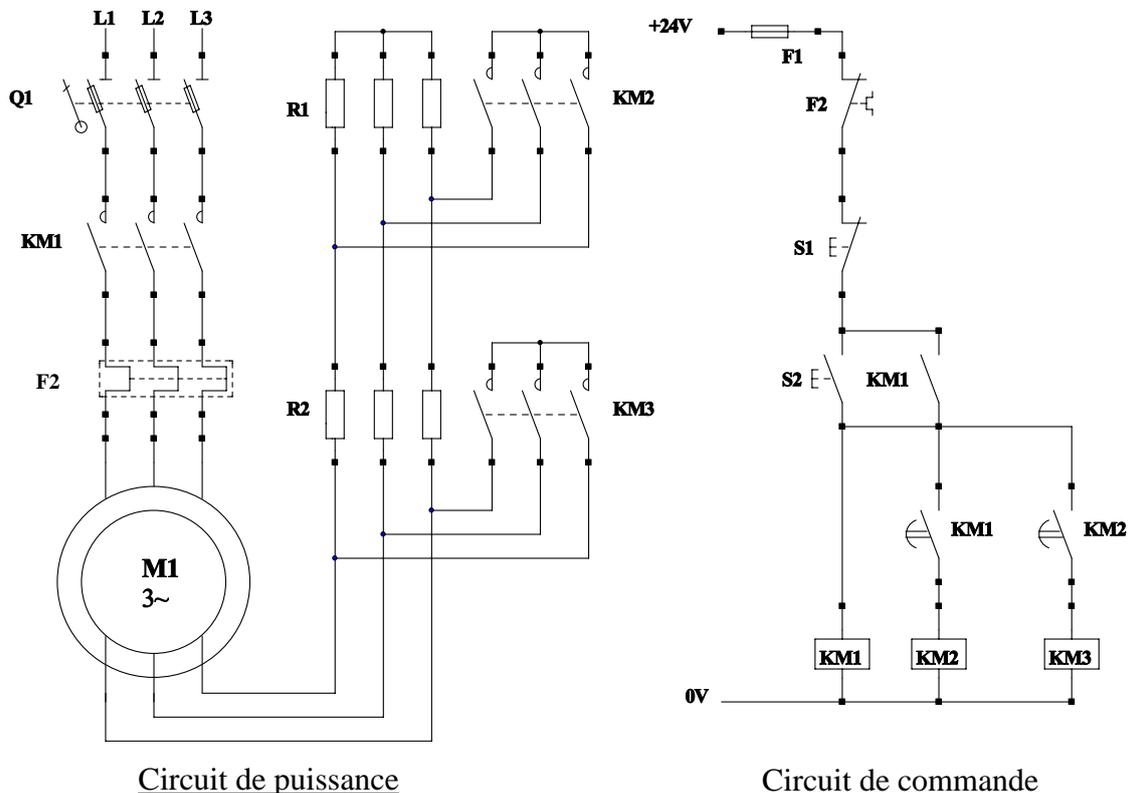
Le moteur est couplé en **triangle** et fonctionne au régime nominal.

Q.26- Quelle est la valeur de la tension efficace que peut supporter un enroulement ? **1 pt**

Q.27- Sachant que le moteur possède **4 pôles**, calculer son glissement **g** en %. **1 pt**

Q.28- Calculer la puissance active **P** absorbée par le moteur. En déduire son rendement η en %. **2 pts**

Les schémas des circuits de commande et de puissance du procédé de démarrage utilisé pour commander le moteur **M1** est donné ci-dessous.



Q.29- Donner le **nom** de ce procédé de **démarrage**, puis compléter le **chronogramme** de son fonctionnement.

2,5 pts

Tâche 4 : protection des personnes

Le schéma de liaison à la terre utilisé dans cette usine est de type **TNC**.

Q.30- Que signifie la désignation " **TNC** " pour ce schéma de liaison à la terre ?

1,5 pt

Q.31- Que se passera-t-il si un défaut d'isolement se produit au niveau des récepteurs ?

1 pt

Q.32- Quel dispositif de protection doit-on associer à ce régime ?

1 pt

SEV 3 : ÉTUDE PARTIELLE DE LA CHAÎNE D'INFORMATION 30 points

A- FONCTIONNEMENT DU BROYEUR

Les matières premières, utilisées dans la fabrication des carreaux, sont mélangées et stockées dans une trémie de stockage qui alimente le broyeur de fabrication de la barbotine.

Le broyeur est géré par un automate programmable industriel (**A.P.I.**).

Le document ressources **DRES 03** donne :

- Le Grafcet fonctionnel du broyeur, constitué de 2 Grafcet partiels connexes :
 - ✓ Le Grafcet de production normale (**GPN**) ;
 - ✓ Le Grafcet de sécurité (**GS**) qui arrête le broyeur en cas d'éventuel défaut ou après un arrêt d'urgence ;
- Les tableaux d'affectation des entrées et des sorties de l'**A.P.I.** ;
- Un rappel du fonctionnement du temporisateur de l'automate.

L'étape **12** du Grafcet de **sécurité** est active en cas de défaut ou après un arrêt d'urgence. Celle-ci active l'étape **1** et désactive les étapes **2, 3 et 4** du Grafcet de **production normale**.

Tâche 1 : Étude de la commande du broyeur

On se propose d'établir le programme **LADDER** permettant la commande du broyeur.

En se référant aux données du document ressources **DRES 03** :

Q.33- Compléter les Grafcet **GPN** et **GS** de point de vue **A.P.I.**

2,5 pts

Q.34- Compléter le programme **LADDER**, partiel, correspondant aux étapes **1, 2, 3 et 4**.

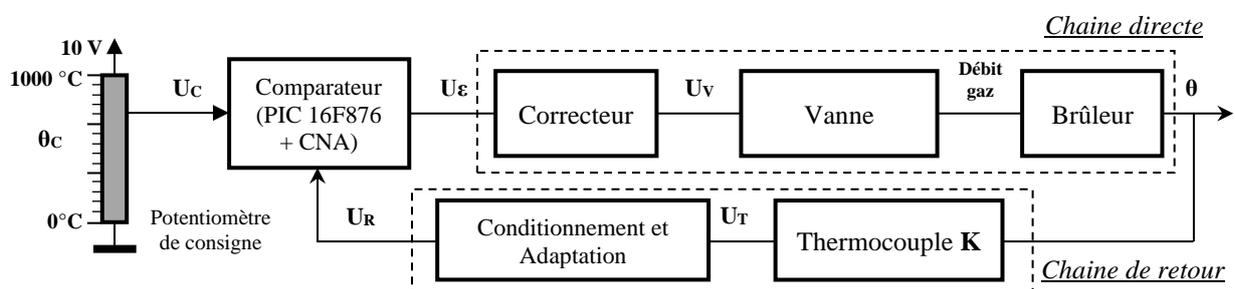
3,5 pts

B- RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE DE L'ATOMISEUR

L'atomiseur est équipé d'un brûleur à gaz qui lance l'air chaud.

L'objectif de la régulation est de maintenir la température de l'air dans l'atomiseur à une valeur constante $\theta = 530 \text{ }^\circ\text{C}$ pour assurer une atomisation optimale de la barbotine.

Le circuit de régulation de la température est représenté par le schéma ci-dessous :



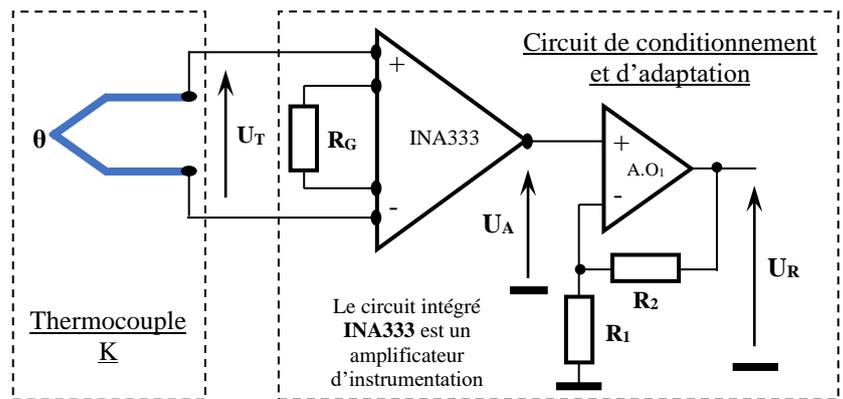
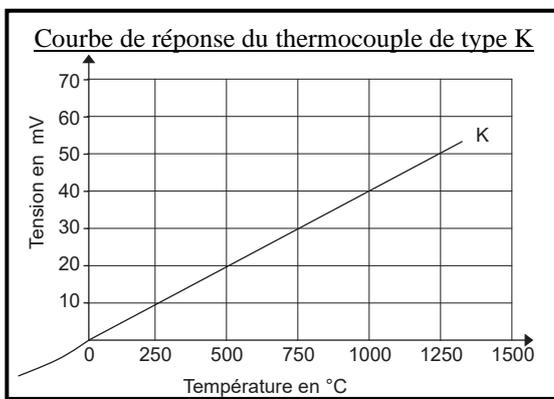
La puissance thermique fournie par le brûleur est commandée par une vanne à gaz dont le débit est commandé analogiquement par une tension continue U_v .

La mesure de la température de l'air chaud est réalisée par un thermocouple de type **K**.

La température θ , prélevée par le thermocouple, est comparée à la température consigne θ_c . Selon le résultat de cette comparaison, le régulateur génère un signal de commande appliqué à la vanne qui agit sur le débit du gaz.

Tâche 2 : Étude de la chaîne de retour

On donne ci-dessous le circuit de prélèvement, de conditionnement et d'adaptation de la chaîne de retour de la régulation. Le thermocouple génère une tension U_T proportionnelle à la température θ . Sa courbe de réponse est assimilée à une droite d'équation $U_T = a \cdot \theta$; avec U_T en V et θ en $^{\circ}\text{C}$ (figures ci-dessous).



Q.35- A partir du graphe de réponse du thermocouple, déterminer la valeur de la tension U_T (en V) pour une température $\theta = 1250^{\circ}\text{C}$; en déduire la valeur du coefficient a et préciser son unité. **1,5 pt**

L'amplificateur opérationnel **A.O1** est considéré parfait.

L'expression du gain de l'amplificateur d'instrumentation (**INA333**) est : $A = \frac{U_A}{U_T} = 1 + \frac{10^5}{R_G}$, avec R_G en Ω .

Q.36- Sachant que $R_G = 1 \text{ k}\Omega$, montrer que $U_R = 4,04 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \theta$. **2,5 pts**

Q.37- Sachant que $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$, calculer la valeur à donner à la résistance R_2 pour obtenir une tension $U_R = 10 \text{ V}$ à la température $\theta = 1000^{\circ}\text{C}$. **1,5 pt**

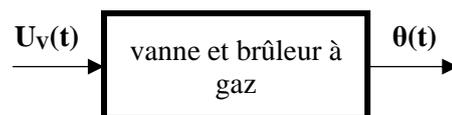
Tâche 3 : Étude de la chaîne directe

Modélisation du système (vanne et brûleur)

On admet que l'ensemble des dispositifs vanne et brûleur, peut être modélisé par l'équation différentielle

suivante : $\tau \cdot \frac{d\theta(t)}{dt} + \theta(t) = K_0 \cdot U_v(t)$, avec :

- $\tau = 10 \text{ s}$: constante de temps du système ;
- $K_0 = 100^{\circ}\text{C/V}$ gain statique du système (gain en régime permanent).



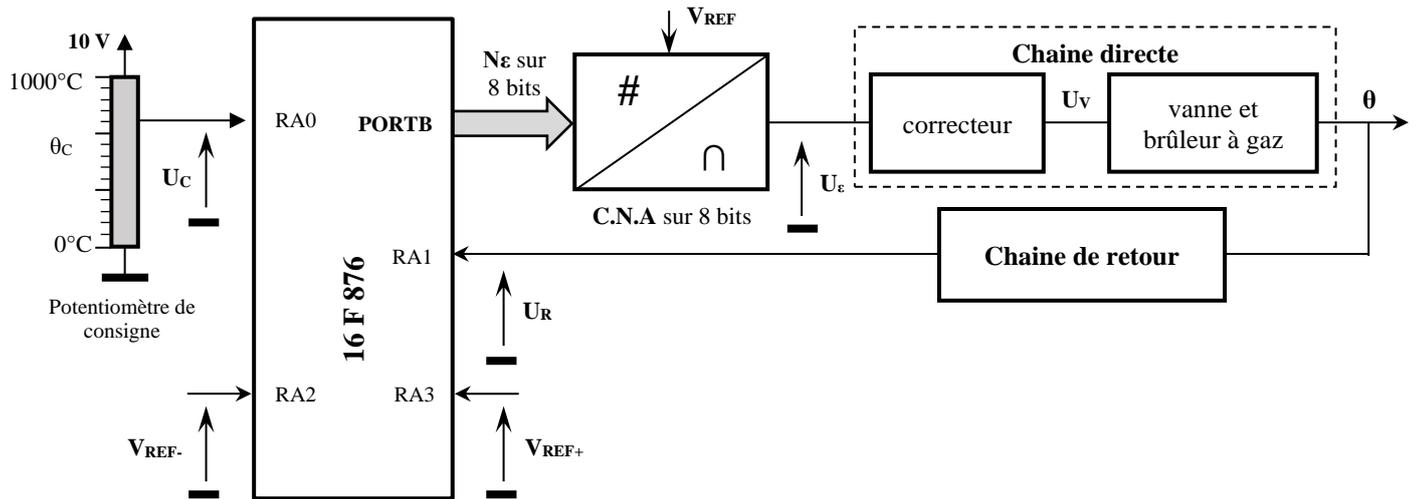
Q.38- Quel est l'ordre du système ainsi modélisé ? Justifier, puis calculer le temps de réponse du système tr à 5%. **1,5 pt**

Q.39- Calculer la température θ_P en régime permanent pour un échelon de tension U_v d'amplitude 10 V. **1 pt**

Étude du comparateur

La comparaison entre la tension de consigne U_c et la tension de retour U_R est réalisée numériquement par le microcontrôleur **PIC 16F 876**.

Le microcontrôleur convertit les tensions analogiques U_c et U_R en valeurs numériques N_c et N_R grâce à son **C.A.N** interne et calcule leur différence N_ε puis l'envoie au port **B**, le **C.N.A** restitue alors le signal d'erreur U_ε .



Pour calculer l'écart, le PIC agit selon l'algorithme suivant :

- Acquérir la valeur de la température consigne θ_c par un sous-programme appelé 'Acquisition_consigne' qui convertit le signal U_c image de θ_c en un nombre N_c sur 8 bits, stocké dans la case mémoire appelée **Val_NC** ;
- Acquérir la valeur de la température de l'atomiseur θ par un sous-programme appelé 'Acquisition_retour' qui convertit le signal U_R image de θ en un nombre N_R sur 8 bits, stocké dans la case mémoire appelée **Val_NR** ;
- Déterminer la valeur de l'erreur N_ε à partir de l'écart entre N_c et N_R ;
- Transférer le code N_ε au convertisseur numérique analogique via le **PORTB**, qui restitue le signal d'erreur U_ε à fin d'élaborer la commande de la vanne.

Q.40- En vous aidant du jeu d'instructions fourni en **DRES 04**, compléter le programme correspondant à l'algorithme ci-dessus. (Mettre les **bits** non utilisés du registre **TRISA** à 0). **4,5 pts**

Tâche 4 : Étude de la régulation

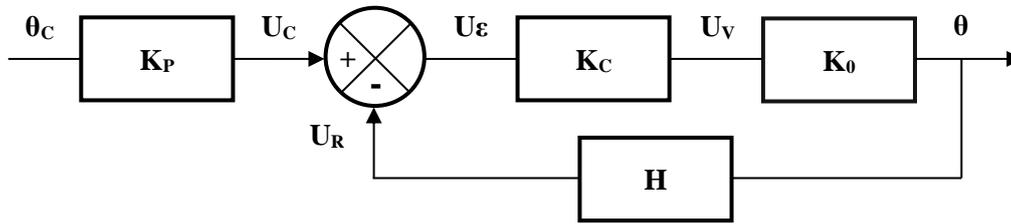
Le potentiomètre de consigne convertit la position du curseur θ_c allant de 0°C à 1000°C en une tension continue U_c allant de 0 V à 10 V .

La tension U_c est liée à la température de consigne θ_c par la relation $U_c = K_p \cdot \theta_c$.

Le correcteur permet d'adapter le signal d'erreur U_ε (écart) à la loi de commande de la vanne.

La tension U_v est liée au signal d'erreur U_ε par la relation $U_v = K_c \cdot U_\varepsilon$.

On donne ci-dessous le schéma fonctionnel de la régulation de la température de l'atomiseur en régime permanent.



- Avec :
- $K_0 = 100 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{V}$: Gain du système commandé ;
 - $K_C = 30$: Gain du correcteur ;
 - $K_P = 0,01 \text{ V}/^\circ\text{C}$: Transmittance du potentiomètre de consigne ;
 - $H = 0,01 \text{ V}/^\circ\text{C}$: Transmittance de la chaîne de retour.

On veut calculer l'erreur statique (l'écart) et l'erreur relative de la température θ du système pour une tension de consigne $U_C = 5,3 \text{ V}$ ($\theta_C = 530 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Q.41- Montrer que la température θ est liée à θ_C par la relation : $\theta = \frac{K_0 \cdot K_C \cdot K_P}{1 + H \cdot K_0 \cdot K_C} \cdot \theta_C$. 1 pt

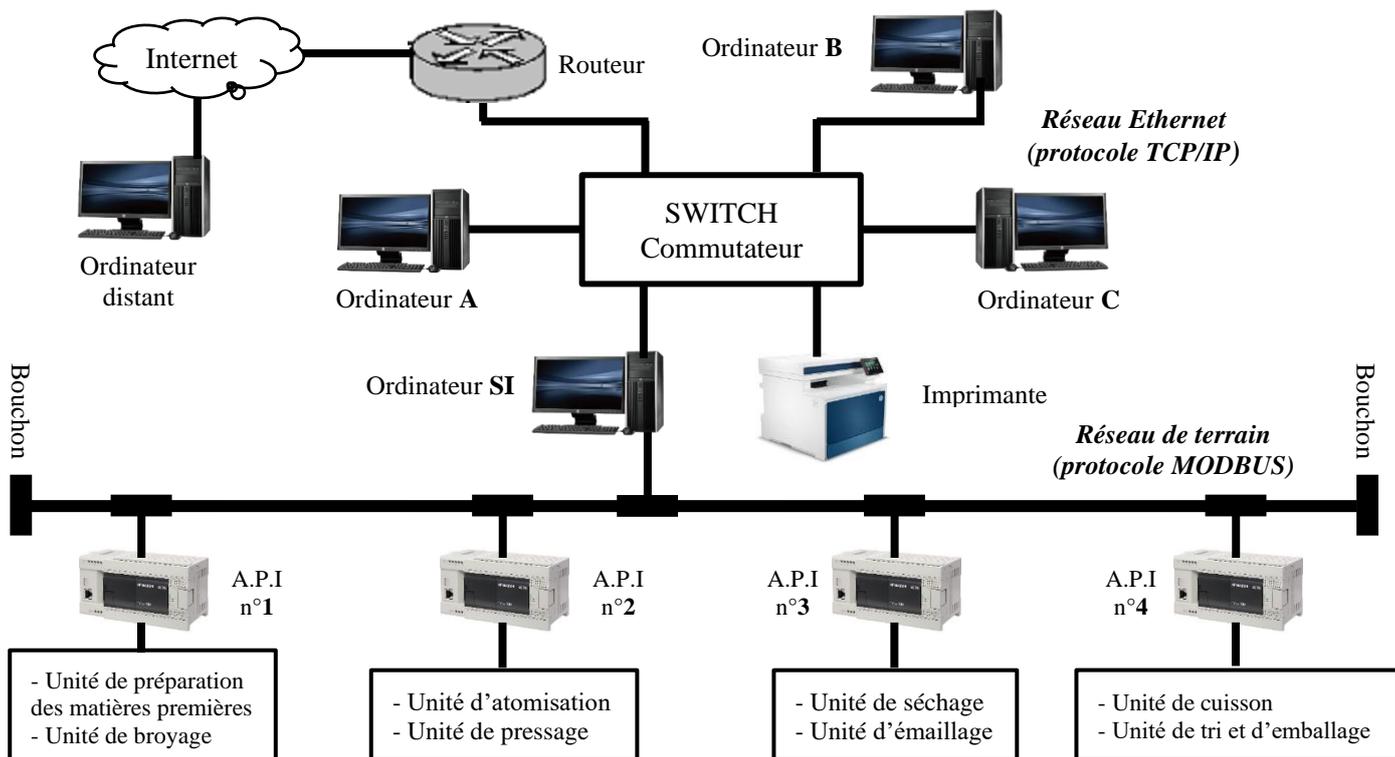
On rappelle que l'erreur absolue $\varepsilon = \theta_C - \theta$ et l'erreur relative $\varepsilon_r(\%) = \frac{\varepsilon}{\theta_C} \cdot 100$.

Q.42- Pour une consigne θ_C de $530 \text{ } ^\circ\text{C}$, calculer la température θ en régime permanent, l'erreur absolue ε , l'erreur relative ε_r % . 2 pts

Q.43- Identifier le type de correcteur utilisé dans cette régulation, et indiquer comment réduire l'erreur relative du système régulé en régime permanent (cocher la bonne réponse). 1 pt

C- ORGANISATION DU RÉSEAU LOCAL DE L'USINE DE PRODUCTION DE CARRELAGE

On donne ci-dessous la structure du réseau de l'usine de production de carreaux céramiques :



La structure générale de la commande de l'usine, se compose de :

- Un **ordinateur SI** (système d'information) assurant la gestion des informations véhiculées sur le réseau de **terrain** entre les différentes unités de production, ces unités sont pilotées par quatre **A.P.I** ;
- **Trois** ordinateurs chargés de la supervision du système en relation avec l'**ordinateur SI** via un réseau **Ethernet**.

Tâche 5 : Configuration du réseau Ethernet

Il est indispensable de réaliser l'adressage **IP** pour permettre à l'**ordinateur SI** de communiquer avec les **ordinateurs** de supervision via le réseau **Ethernet**.

Q.44- D'après l'organisation du réseau adoptée par l'usine, identifier :

2 pts

- Les **éléments** du réseau **MODBUS** (réseau de terrain).
- La **topologie** du réseau de terrain (bus, maille, anneau, étoile ou point à point) et justifier votre réponse.

Q.45- D'après l'organisation du réseau adoptée par l'usine, identifier :

2 pts

- Les **éléments** du réseau **Ethernet** (réseau d'entreprise).
- La **topologie** du réseau **Ethernet** (bus, maille, anneau, étoile ou point à point) et justifier votre réponse.

Définition des classes d'adresses IP

L'adresse **IP** d'une machine (32 bits) est exprimée par **4** octets, soit l'équivalent de 4 nombres décimaux compris entre **0** et **255** séparés par des points : c'est la notation décimale pointée.

Elle est de la forme **x.x.x.x** par exemple : **112.45.8.19**

Adressage IP

		Plage d'adresses IP	
		Adresse mini	Adresse max
Classe A	0	0.0.0.0	127.255.255.255
	1 + 7 bits		24 bits
Classe B	1 0	128.0.0.0	191.255.255.255
	2 + 14 bits		16 bits
Classe C	1 1 0	192.0.0.0	223.255.255.255
	3 + 21 bits		8 bits

Sachant que l'adresse **IP** du poste **A** (réseau d'entreprise) est **192.168.140.24** :

Q.46- Quelle **classe** d'adressage (**A**, **B** ou **C**) utilise ce réseau ? Justifier votre réponse, en déduire le **masque** de sous réseau.

1,5 pt

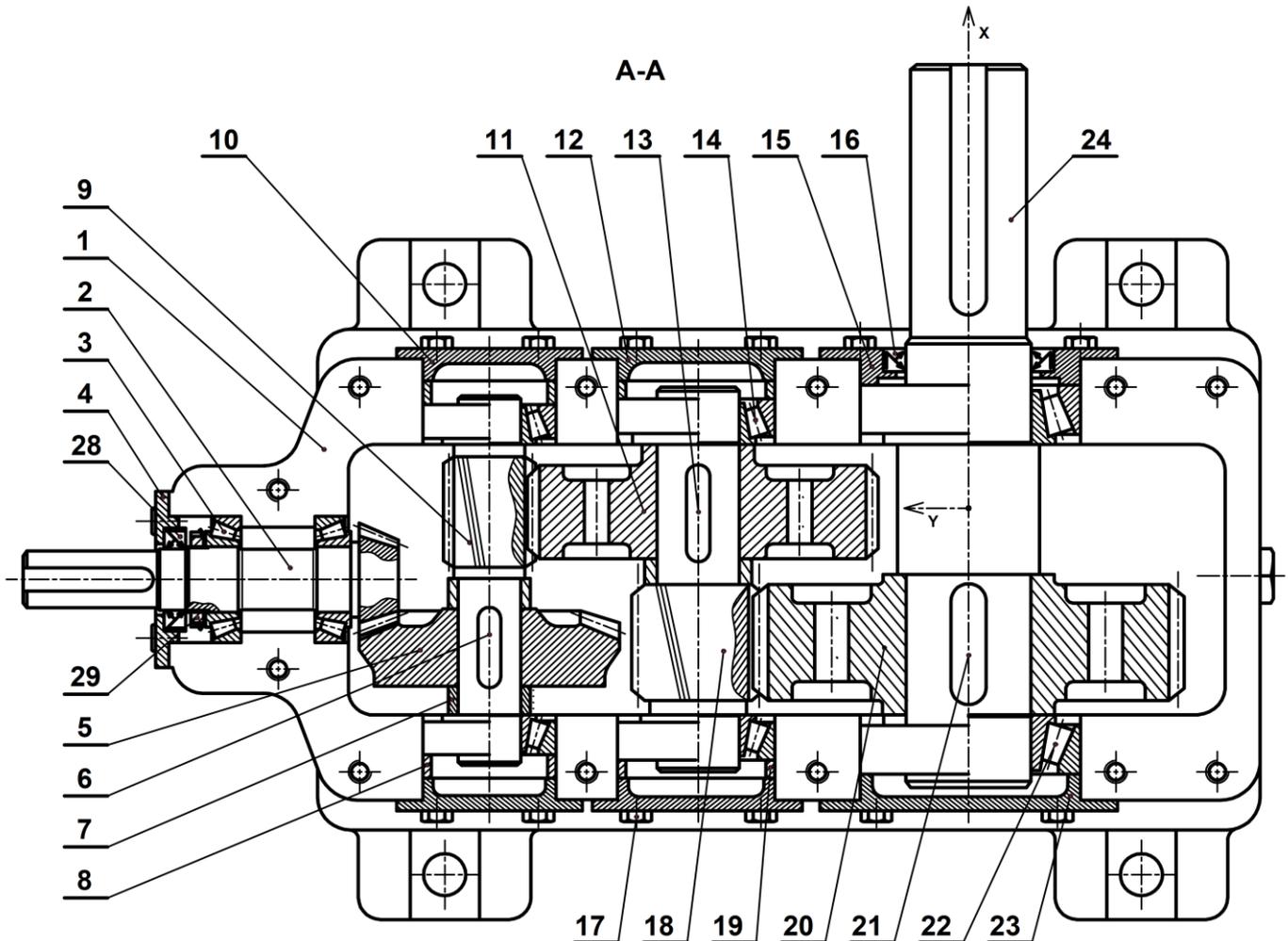
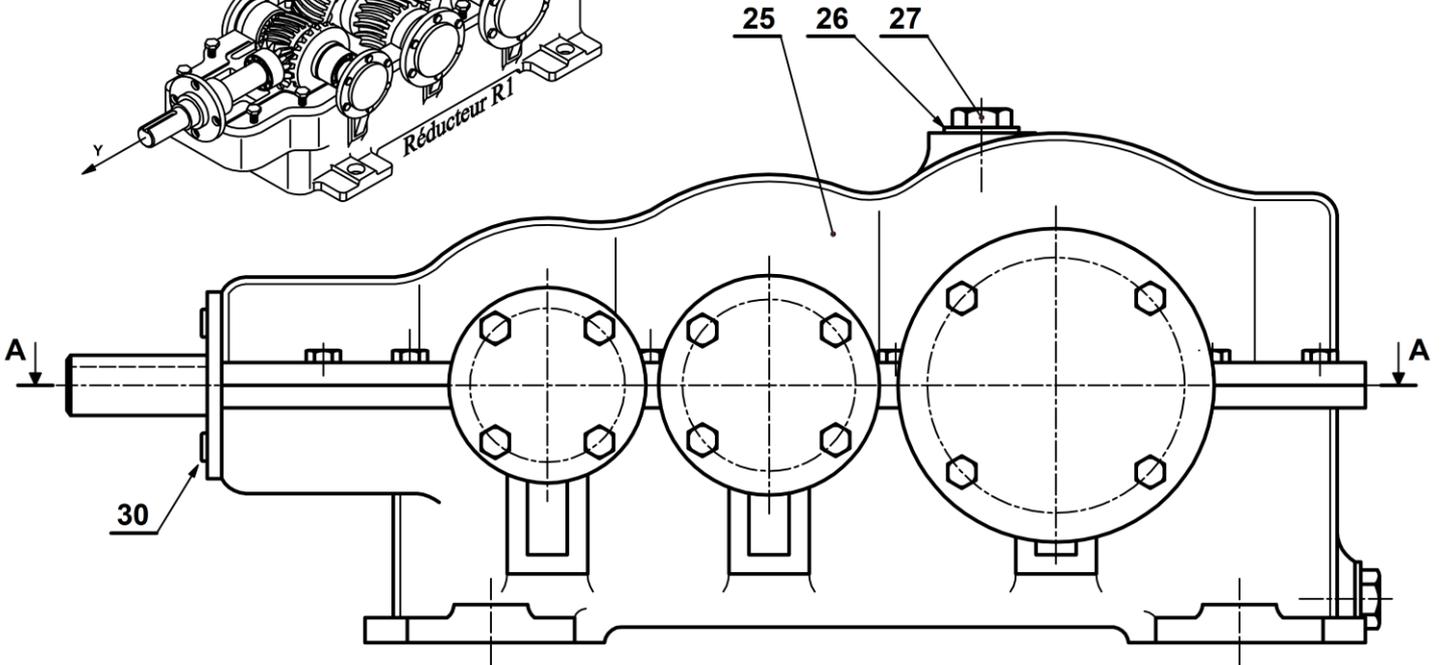
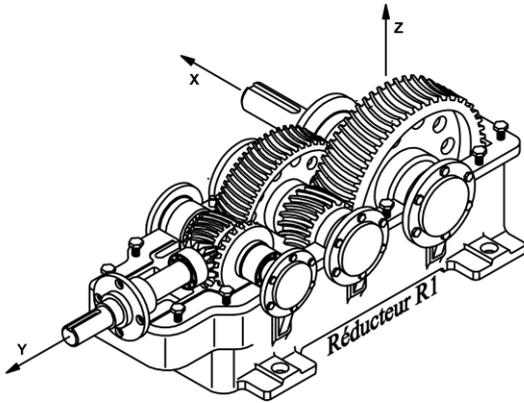
Q.47- Compléter le tableau par les adresses **IP** convenables à l'aide des propositions ci-dessous :

2 pts

	Proposition d'adressage IP		
	Proposition 1	Proposition 2	Proposition 3
Ordinateur B	192.168.140.24	192.168.141.27	192.168.140.26
Ordinateur C	192.168.140.27	192.168.140.26	193.168.140.27
Ordinateur SI	192.168.140.200	192.168.142.28	193.168.140.28
Imprimante réseau	192.168.140.201	192.168.141.201	193.168.140.29

Ensemble : réducteur R1

DRES 01



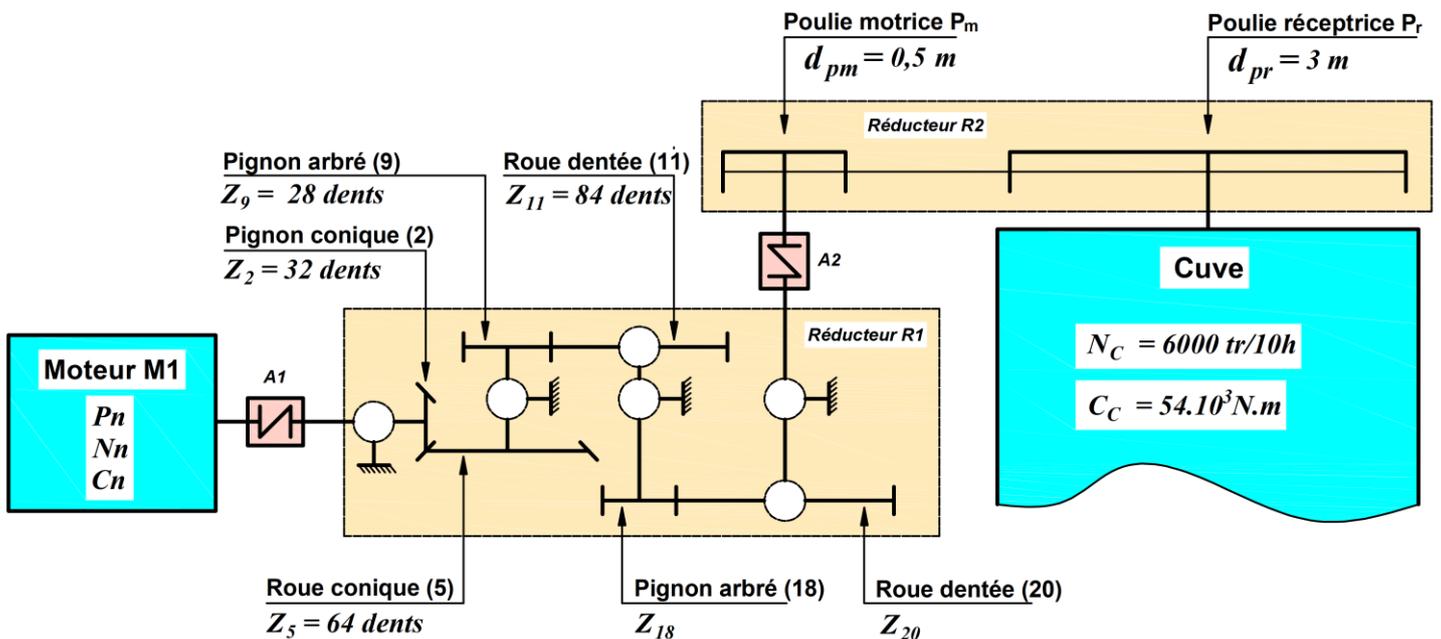
Nomenclature de l'ensemble réducteur R1

DRES 02

15	01	Flasque
14	02	Roulement type KB
13	01	Clavette parallèle
12	02	Couvercle
11	01	Roue dentée
10	02	Couvercle
09	01	Pignon arbré
08	02	Entretoise
07	02	Entretoise
06	01	Clavette parallèle
05	01	Roue dentée conique
04	01	Couvercle
03	02	Roulement type KB
02	01	Pignon arbré conique
01	01	Carter inférieur
Rep	Nbr	Désignation

30	04	Vis CHc
29	01	Écrou à encoches
28	01	Joint à deux lèvres
27	02	Vis bouchon
26	02	Rondelle joint
25	01	Carter supérieur
24	01	Arbre de sortie
23	01	Couvercle
22	02	Roulement type KB
21	01	Clavette parallèle
20	01	Roue dentée
19	02	Entretoise
18	01	Pignon arbré
17	24	Vis H
16	01	Joint à deux lèvres
Rep	Nbr	Désignation

Schéma cinématique et caractéristiques de la chaîne de transmission de la cuve du broyeur

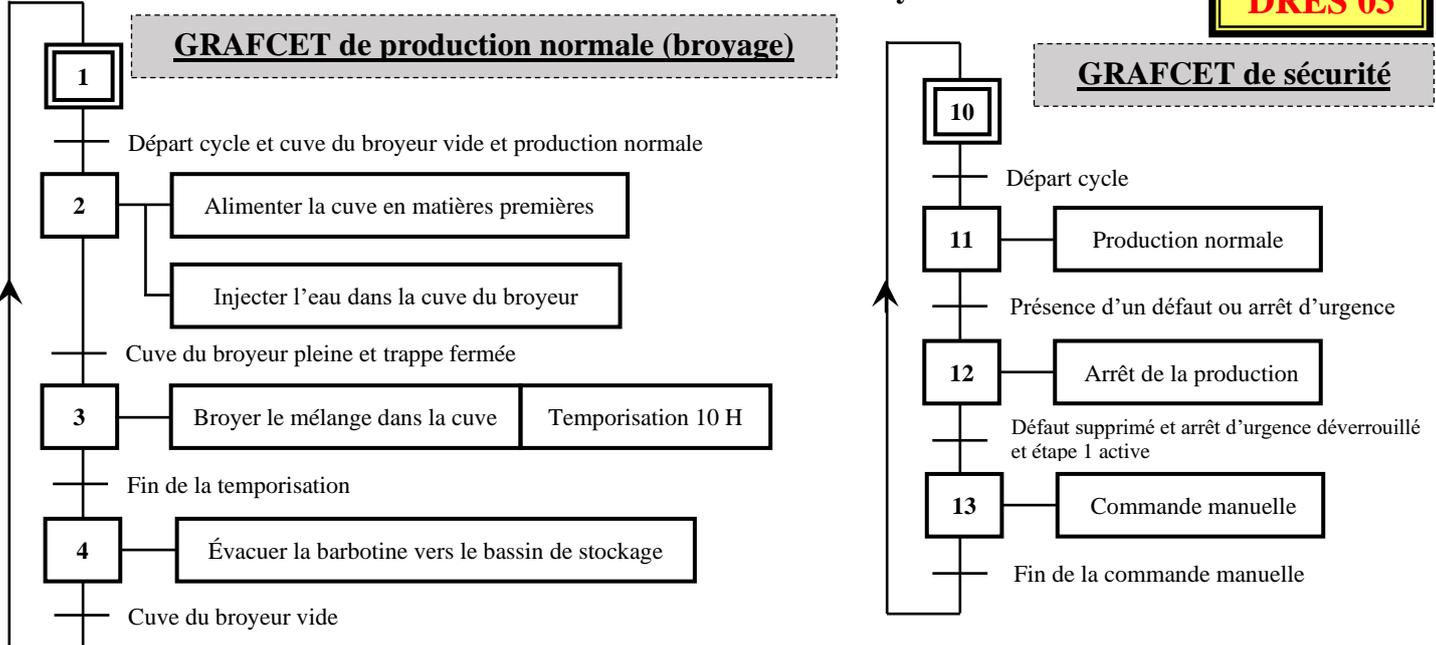


Moteurs asynchrones triphasés

Références du moteur	P_U kW	N_N $\text{tr}/\text{min}^{-1}$	C_N N.m
FLSB 250 M	37	1 485	238
FLSB 250 M	45	1 464	293
FLSB 280 S	55	1 468	357
FLSB 280 M	75	1 475	485
FLSB 315 S	90	1 470	584
FLSB 315 M	110	1 480	710

GRAFCET fonctionnel du broyeur

DRES 03



Tableaux d'affectation des entrées et des sorties de l'A.P.I.

Tableaux d'affectation des sorties

Messages	Voyants	Sorties API
Signaler 'Production normale'	Voyant vert	H1
Signaler 'Arrêt de la production'	Voyant rouge	H2

Actions	Actionneurs	Sorties API
Broyer le mélange dans la cuve	Moteur M1	Q3
Alimenter la cuve en matières premières	Motopompe MP2	Q4
Injecter l'eau dans la cuve du broyeur	Motopompe MP3	Q5
Évacuer la barbotine vers bassin de stockage	Motopompe MP4	Q6

Tableau d'affectation des entrées

Consignes/Comptes rendus	Boutons/Capteurs	Entrées API
Départ cycle	Bouton poussoir	I1
Arrêt d'urgence	Bouton poussoir	I2
Présence d'un défaut	Capteurs (couple, courant...)	Signal TOR
Cuve du broyeur vide	Capteur de niveau + Conditionneur	Signal TOR
Cuve du broyeur pleine		Signal TOR
Trappe fermée	Détecteur à action mécanique	I6

Rappel du fonctionnement du temporisateur de l'automate

À chaque temporisateur sont associées 2 bobines **TTx** et **RTx** et un contact **Tx** :

- Bobine **TTx** : entrée de déclenchement de la temporisation numéro x (x = 1, 2 ou 3...);
- Bobine **RTx** : entrée de remise à zéro de la temporisation ;
- Contact **Tx** : sortie active en fin de temporisation.

Le temporisateur **1** est paramétré à **10 heures** donc le contact associé **T1** change d'état **10 heures** après le déclenchement de la temporisation.

Temporisateur interne n°1 de l'API	Lancer temporisation 10 H	Bobine TT1
	Fin de temporisation 10 H	Contact interne T1

Jeu d'instructions du microcontrôleur 16F876

DRES 04

1. Jeu d'instructions

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode				Status Affected	
			MSb		LSb			
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C, DC, Z
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	lfff	ffff	Z
CLRW	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z
DECF	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff	
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff	
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	lfff	ffff	
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000	
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C, DC, Z
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff	
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff	
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff	
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff	
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff	
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS								
ADDLW	k	Add Literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
ANDLW	k	AND Literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z
CALL	k	Call Subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk	
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	TO,PD
GOTO	k	Go to Address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk	
IORLW	k	Inclusive OR Literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z
MOVLW	k	Move Literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk	
RETFIE	-	Return from Interrupt	2	00	0000	0000	1001	
RETLW	k	Return with Literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk	
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000	
SLEEP	-	Go into Standby mode	1	00	0000	0110	0011	TO,PD
SUBLW	k	Subtract W from Literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
XORLW	k	Exclusive OR Literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z

2. Configuration des PORTS

Tous les ports sont pilotés par deux registres TRISx et PORTx :

- Le registre **TRISx**, c'est le registre de direction. Il détermine si le **PORTx** ou certaines lignes de Port sont en entrée ou en sortie. L'écriture d'un **1** logique correspond à une **entrée** et l'écriture d'un **0** logique correspond à une sortie ;
- Les registres **TRISx** appartiennent à la **BANQUE 1** des **SFR**. Lors de l'initialisation du **µC** il ne faut pas oublier de changer de banque mémoire pour les configurer.

3. Description du registre d'état STATUS

IRP	RP ₁	RP ₀	/TO	/PD	Z	DC	C
-----	-----------------	-----------------	-----	-----	---	----	---

Pour le passage entre les **BANQUE 0** et **1**, on positionne les bits correspondants comme suit :

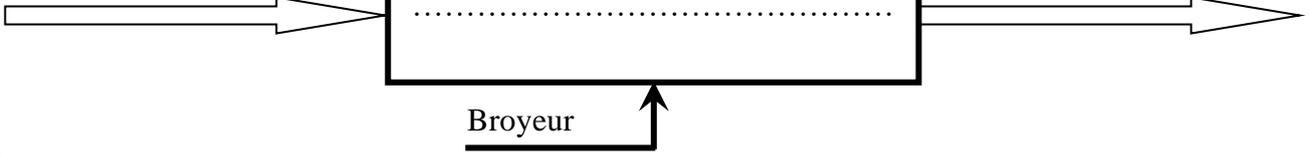
- ✓ **RP₁ RP₀ = 00** → Accès à la **BANQUE 0** ;
- ✓ **RP₁ RP₀ = 01** → Accès à la **BANQUE 1**.

DREP 01

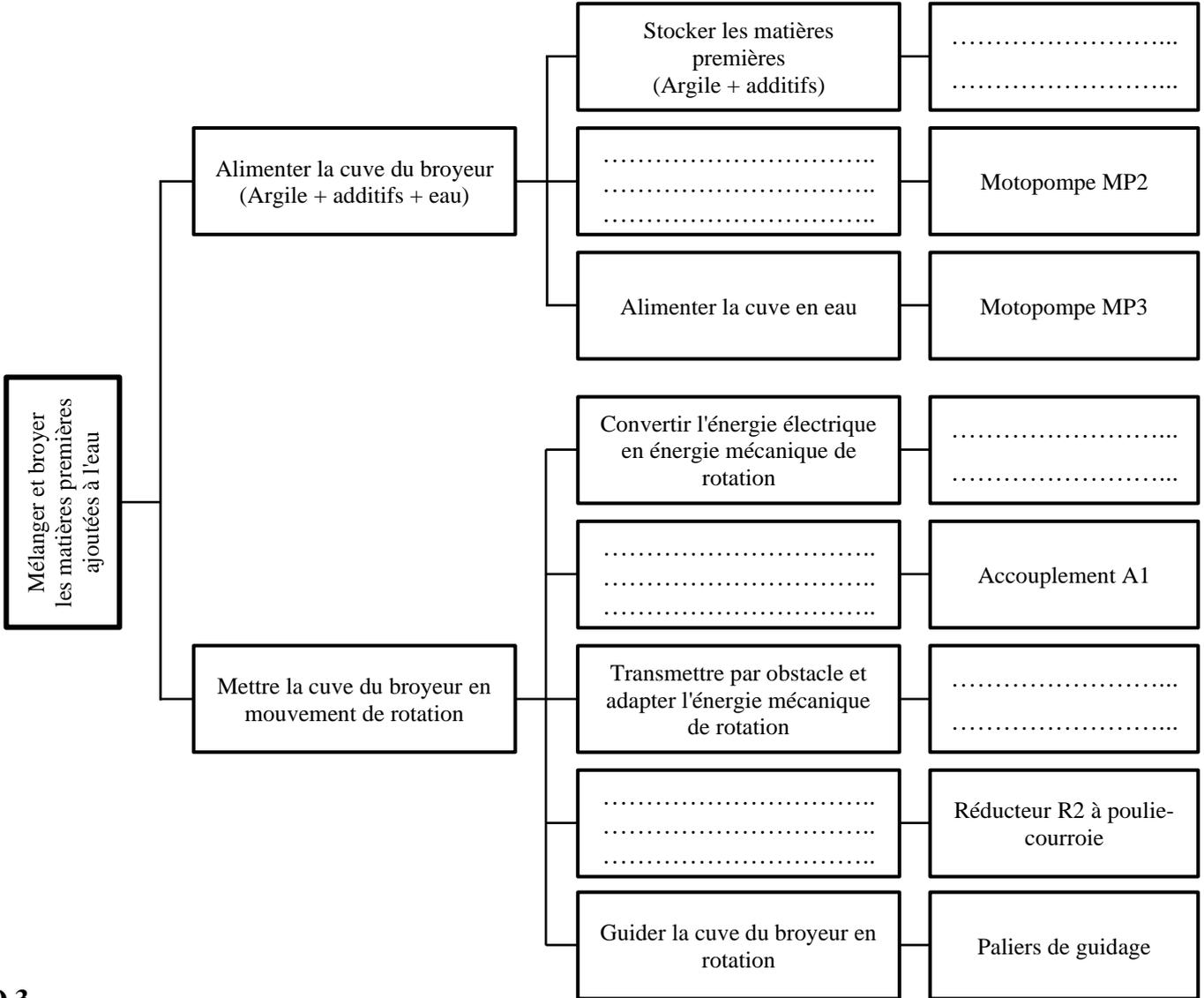
Q.1-

1 :

2 : Eau



Q.2-

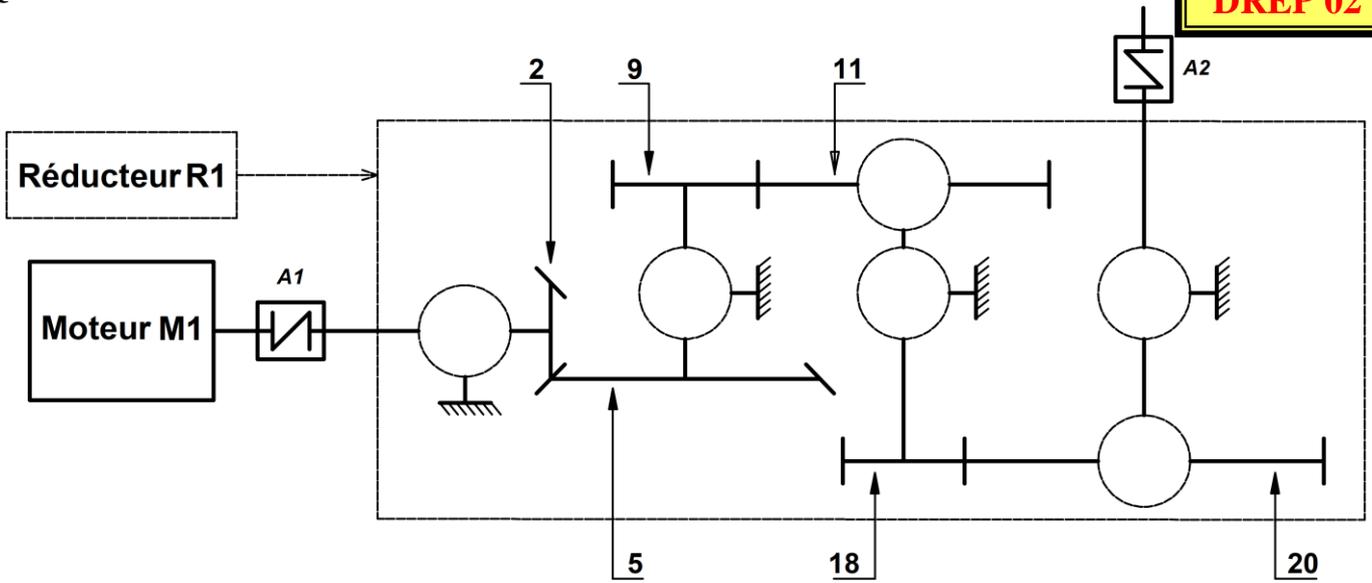


Q.3-

Désignation	Fonction
Clavette parallèle (6)
.....	Assurer l'étanchéité dynamique entre l'arbre de sortie (24) et le flasque (15)
Deux roulements (3)
.....	Réaliser les opérations de vidange et de remplissage d'huile de lubrification du réducteur en cas de besoin

DREP 02

Q.4-



Q.5-

Type :

Fonction :

Q.6-

Q.7-

Q.8-

Q.9-

Q.10-

DREP 03

Q.11-

Q.12-

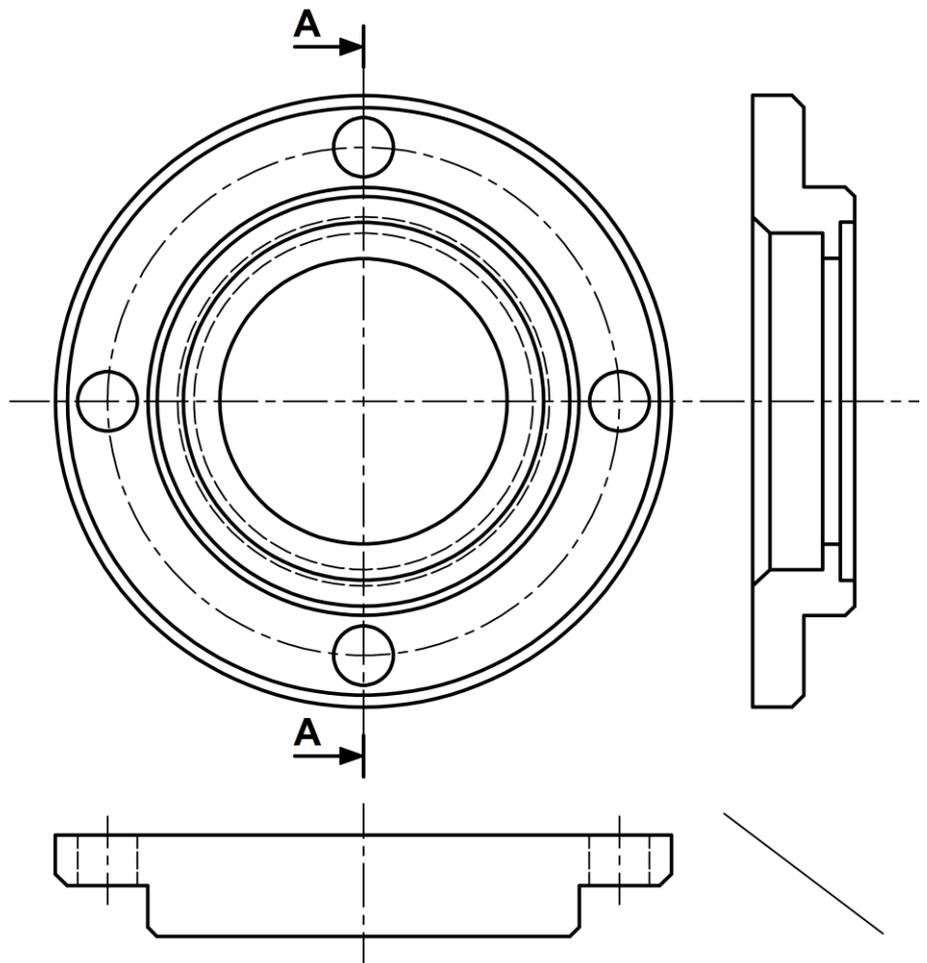
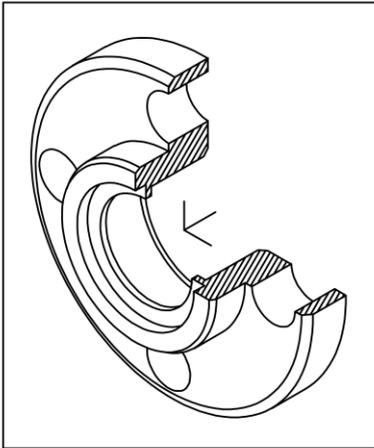
Q.13-

Q.14-

Référence du moteur :

Q.15-

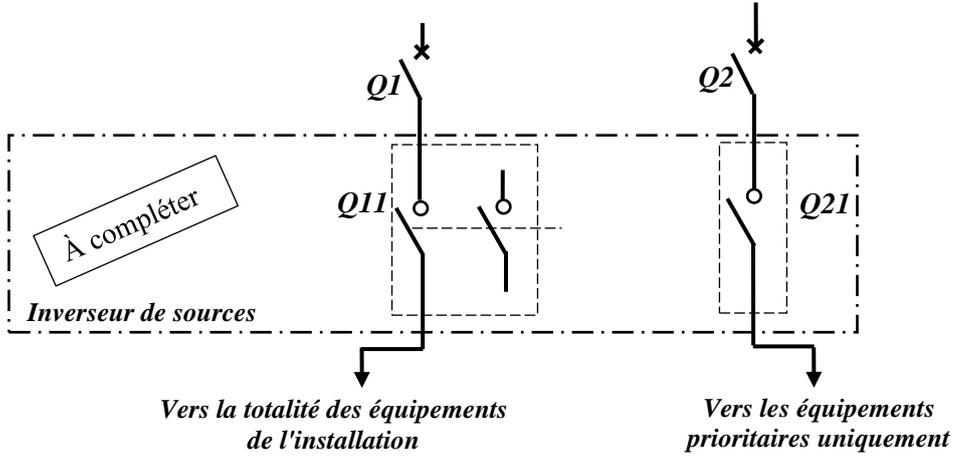
3D du flasque (15)



Q.16- Cocher la bonne réponse

- Simple dérivation Coupure d'artère Double dérivation

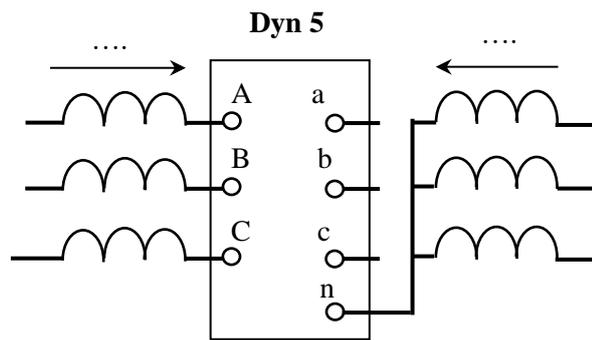
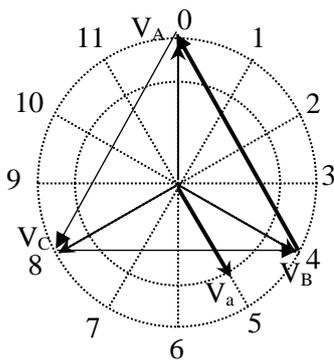
Q.17-



Q.18-

Q.19-

Q.20-

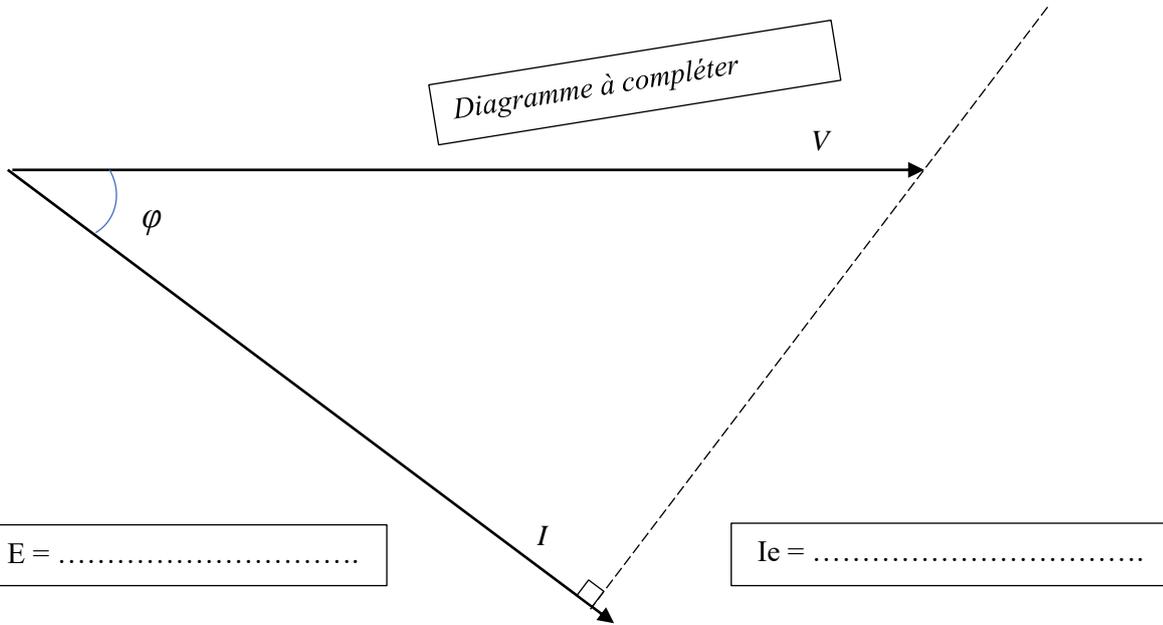


Q.21-

Q.22-

Q.23-

$$X_s.I = \dots\dots\dots$$



Q.24-

Q.25-

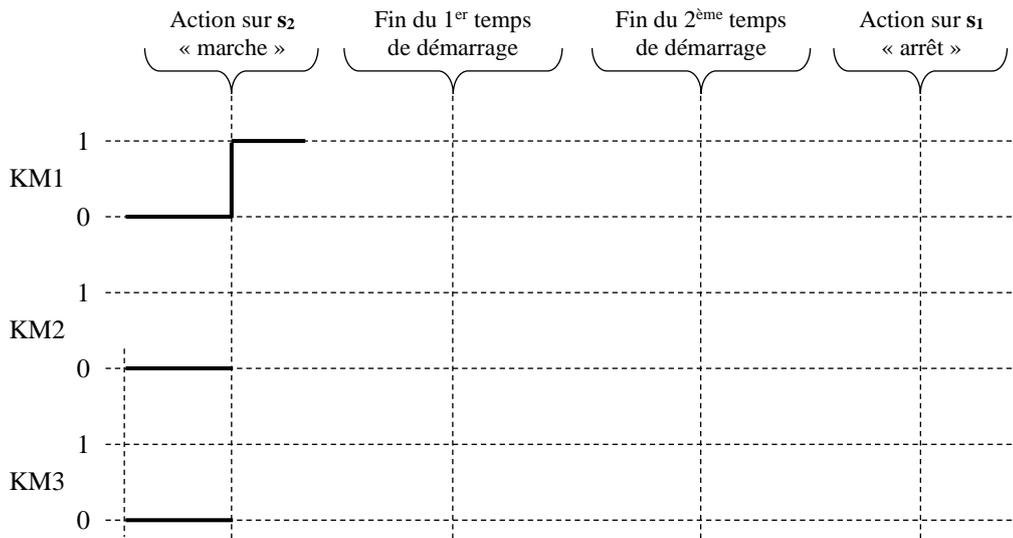
Q.26-

DREP 06

Q.27-

Q.28-

Q.29-



Q.30-

T	N	C
.....
.....

Q.31- Cocher la bonne réponse

Court-circuit phase-neutre

Fuite de courant à la terre

Court-circuit phase-phase

Q.32-

Q.37-

Q.38-

Q.39-

Q.40-

```

..... ;
..... ; Accès à la BANK 1
..... ;
..... ; RA0, RA1, RA2 et RA3 des entrées
..... ; PORTB en sortie
MOVLW    0x0D ;
MOVWF    ADCON1 ; Configuration du CAN interne
BCF      STATUS, 5 ; Accès à la BANK 0
MOVLW    0x81 ;
MOVWF    ADCON0 ; Configuration du CAN interne
LAB      ..... ; Appel du sous-programme d'acquisition de  $\theta_c$ 
..... ; Appel du sous-programme d'acquisition de  $\theta$ 
..... ;  $W \leftarrow \theta$ 
SUBWF    Val_NC, W ;  $W \leftarrow \theta_c - \theta$ 
..... ;  $PORTB \leftarrow \theta_c - \theta$ 
GOTO     LAB ;

```

Q.41-

DREP 09

Q.42-

Q.43- Cocher le type d'action du correcteur utilisé dans cette régulation :

Correcteur à : action proportionnelle action intégrale action dérivée

Indiquer comment réduire l'erreur relative du système régulé en régime permanent :

- Augmenter la constante du temps du système. Diminuer la constante du temps du système.
- Augmenter le gain statique du système. Diminuer le gain statique du système.
- Augmenter le gain du correcteur. Diminuer le gain du correcteur.
- Augmenter la constante de la chaîne de retour. Diminuer la constante de la chaîne de retour.

Q.44-

- Cocher les éléments du réseau de terrain :

Ordinateur SI	Ordinateur distant	Ordinateur A	Ordinateur B	Ordinateur C	Imprimante	A.P.I n°1	A.P.I n°2	A.P.I n°3	A.P.I n°4
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

- La topologie physique du réseau :
- Justification :

Q.45-

- Cocher les éléments du réseau Ethernet :

Ordinateur SI	Ordinateur distant	Ordinateur A	Ordinateur B	Ordinateur C	Imprimante	A.P.I n°1	A.P.I n°2	A.P.I n°3	A.P.I n°4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

- La topologie physique du réseau :
- Justification :

Q.46-

- Classe du réseau Ethernet :
- Justification :
- Masque de sous réseau :

Q.47-

	Ordinateur B	Ordinateur C	Ordinateur SI	Imprimante
Adresse IP