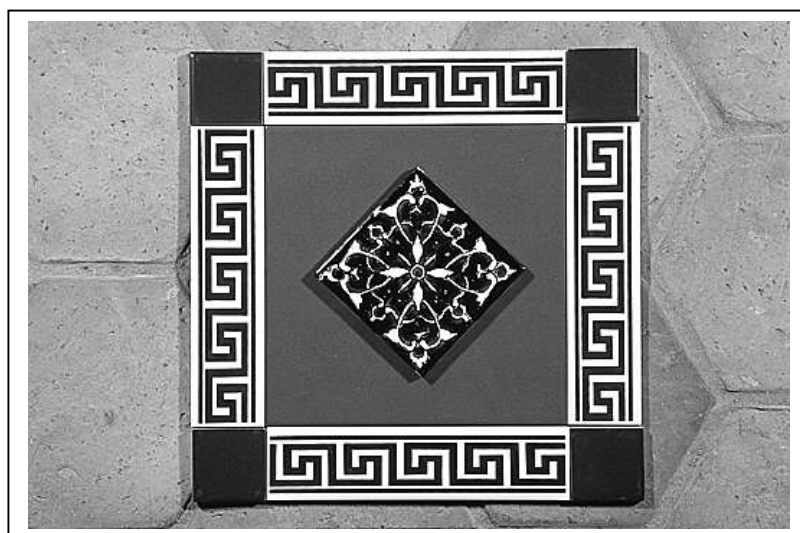


Concours Général des métiers session 2002

Baccalauréat Professionnel
Equipements et Installations Electriques

Dossier TRAVAIL DEMANDE

Document à rendre en fin d'épreuve



Sarreguemines BATIMENT

NOM	
PRENOM	
ACADEMIE	
Numéro de CANDIDAT	

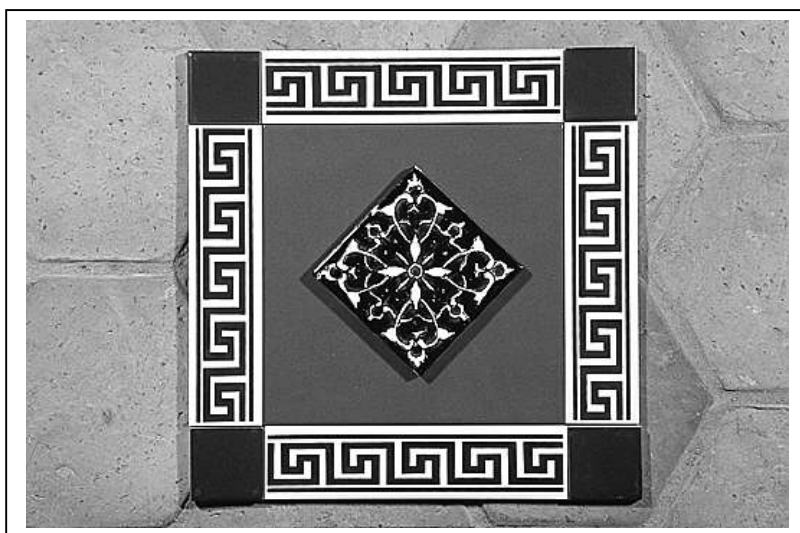
Numéro d'anonymat

CONCOURS GÉNÉRAL des métiers SESSION 2002

Baccalauréat Professionnel
Equipements et Installations Electriques

Dossier TRAVAIL DEMANDE

Document à rendre en fin d'épreuve



Sarreguemines BATIMENT

Numéro d'anonymat

Barème de notation

➤ Partie A : Distribution HTA/BT	Pages 1 à 6	
		/ 30
➤ Partie B : La fabrication de la ' BARBOTINE '	Pages 7 à 14	
		/ 30
➤ Partie C : Etude du ' COMPENSEUR '	Pages 15 à 24	
		/ 50
➤ Partie D : Etude du fonctionnement du chariot transbordeur	Pages 25 à 29	
		/ 30
	Total	/ 140
	NOTE FINALE	/ 20

Sommaire

Ce dossier contient quatre parties indépendantes qui peuvent être traitées séparément. Pour répondre aux différentes questions, vous disposez :

- du dossier de présentation générale DPG
- d'un dossier ressources DR.

Vous répondrez directement aux emplacements prévus à cet effet.

Ce dossier sera ramassé en fin d'épreuve.

- | | |
|--|---------------|
| ➤ Barème de notation | Page 0 |
| ➤ Partie A : Distribution HTA/BT | Pages 1 à 6 |
| ➤ Partie B : La fabrication de la "BARBOTINE" | Pages 7 à 14 |
| ➤ Partie C : Etude du "COMPENSEUR" | Pages 15 à 24 |
| ➤ Partie D : Etude du fonctionnement du chariot transbordeur | Pages 25 à 29 |

Partie A : Distribution HTA/BT

Toutes les entreprises doivent être desservies en énergie électrique.

Les réseaux permettant la fourniture de cette énergie présentent des caractéristiques spécifiques selon les entreprises, aussi bien dimensionnelles que conceptuelles.

Une des fonctions de l'électricien est d'intervenir sur ces structures qu'il doit connaître.

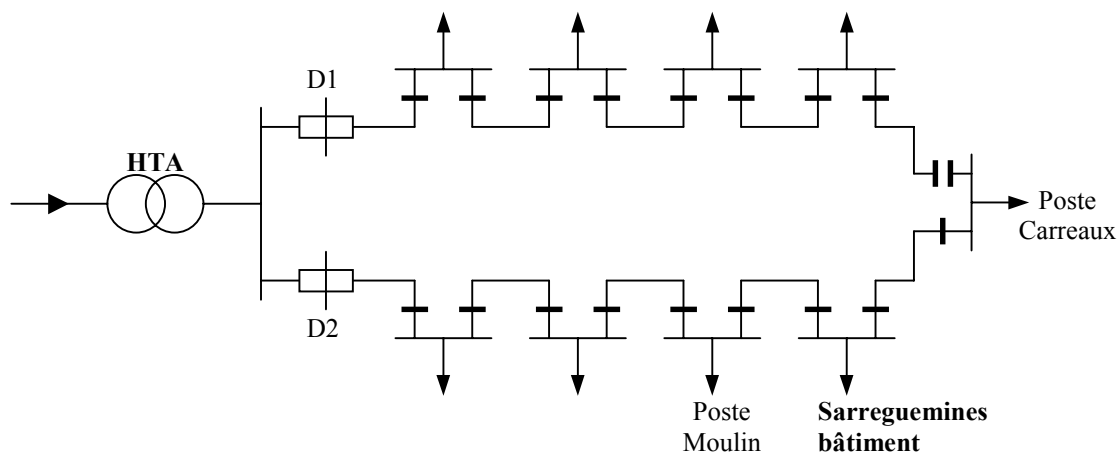
Cette première partie d'étude concerne le Domaine S1 :

- Distribution de l'énergie électrique

Les objectifs à atteindre au travers des différentes questions sont :

- Décoder le schéma d'un réseau HTA.
- Justifier des choix d'appareillages dans les postes de livraison HTA.
- Décoder un pictogramme de cellule HTA pour décrire une procédure de mise hors tension.
- S'informer sur l'évolution des appareillages de protection BT.
- Décoder les documents constructeurs pour choisir un disjoncteur BT et définir ses réglages.

L'entreprise Sarreguemines Bâtiment est desservie en tension de 20 KV selon le schéma en coupure d'artère (boucle ouverte) ci-dessous :

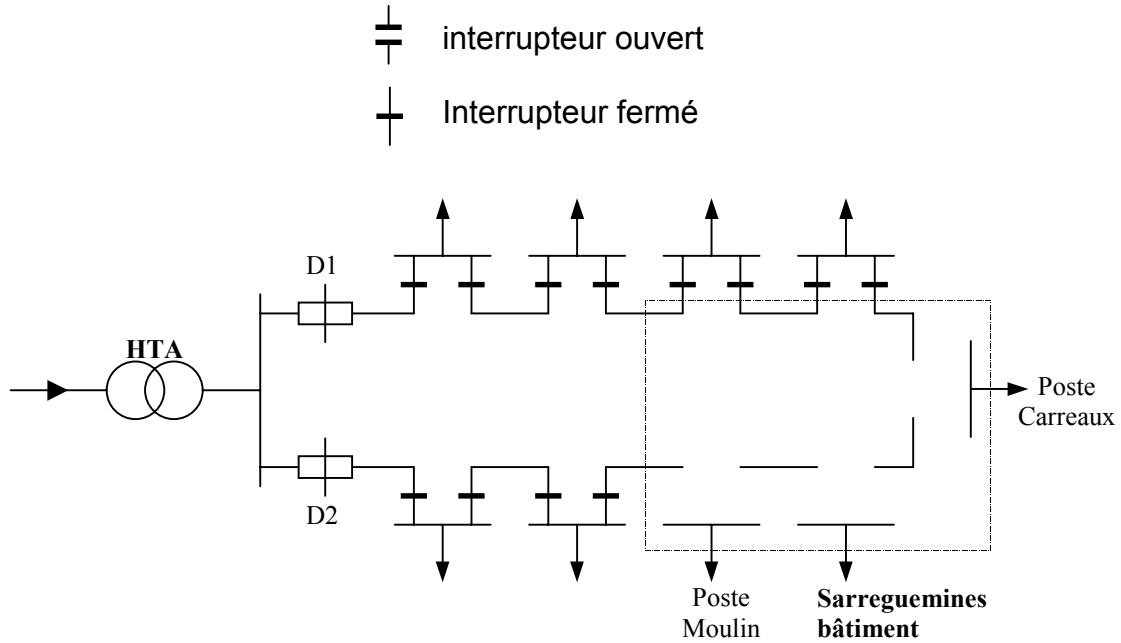


1. Un défaut se produit entre les postes de livraisons du Moulin et de l'entreprise Sarreguemines Bâtiment. **Sur le schéma de la page 2**, on demande :

1.1 D'indiquer par une croix l'emplacement du défaut.

1.2 De compléter le détail des postes de livraisons manquant en respectant la symbolisation afin :

- d'isoler le tronçon défectueux
- d'assurer l'apport en énergie pour l'ensemble des clients



2. Le poste de livraison de l'entreprise est constitué de cellules modulaires de la gamme SM6. A l'aide des documents ressources DR1, DR2 et DR3, complétez le tableau suivant :

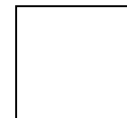
Caractéristiques	CELLULES	
	C1 ou C2	C3 ou C4
Type		
Fonction		
Tension assignée (KV)		
Courant assigné (A)		
Courant de courte durée maximal admissible Ith (KA/1s)		

3. A l'aide de la documentation ressource DR4, complétez la désignation ci-dessous relative à la cellule C3 :

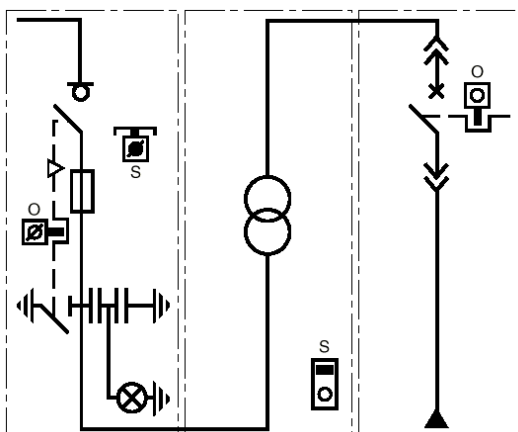
Cellule SM6 : _____ - _____ - _____ - _____

4. Pour ce poste de livraison les cellules de protection des transformateurs TR1 et TR2 sont équipées de combiné interrupteur-fusibles. A partir de la documentation DR5 et DR6, effectuez le choix des fusibles puis complétez le tableau ci-dessous :

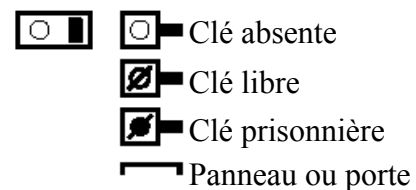
Fusibles pour cellules C3 ou C4	
Tension de service (en KV)	
Puissance du transformateur (en KVA)	
Norme de référence	
Type de fusible	
Calibre du fusible (en A)	



5. Le verrouillage choisi pour les cellules de protection des transformateurs est de type C4 conformément au croquis suivant :



Serrures avec :



Lors de la mise en service de l'installation la procédure à respecter est la suivante :

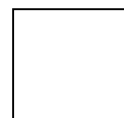
- Verrouiller ouvert le sectionneur de mise à la terre (MALT) pour libérer la clé « O »
- Introduire la clé « O » dans la serrure du disjoncteur BT pour le verrouiller fermé la clé restant prisonnière.
- Vérifier la mise en place obligatoire du panneau de protection qui emprisonne la clé « S » pour permettre la fermeture de l'interrupteur de la cellule.

5.1 Pour des raisons de maintenance préventive, on souhaite intervenir sur le transformateur TR2.

Complétez les étapes du tableau suivant en respectant l'ordre de priorité des manœuvres à effectuer pour accéder au transformateur TR2 .

La première étape est donnée à titre d'exemple :

ETAPES	MANŒUVRES A EFFECTUER
ETAPE 1	<ul style="list-style-type: none"> - Ouvrir le disjoncteur BT (et éventuellement le débriocher), la clé « O » devient manœuvrable. - Manœuvrer la clé « O » pour verrouiller ouvert le disjoncteur BT et récupérer cette clé.
ETAPE 2	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
ETAPE 3	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
ETAPE 4	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>



5.2 Pour des travaux de nettoyage, la procédure de consignation précédente ne se justifie pas et l'opération s'effectue sous tension. Pour ces opérations de nettoyage du domaine HT, indiquez ci-dessous, le titre d'habilitation requis :

Titre d'habilitation :

5.3 Le personnel intervenant sous tension dans le domaine HT est soumis régulièrement à des visites médicales obligatoires. Parmi les fréquences de visites proposées, entourez la bonne réponse :

6 mois

1 an

3 ans

5 ans

6. On souhaite vérifier la coordination des protections entre les fusibles HT et le disjoncteur BT au secondaire du transformateur TR2.

6.1 Déterminez à l'aide des indications sur le transformateur TR2 (document ressources DR 1) l'intensité nominale du courant secondaire.

$I_{2n} =$

6.2 A partir de la documentation ressources DR7, déterminez le calibre du disjoncteur BT à installer au secondaire de TR2 :

Calibre (A) :

6.3 En considérant que le courant de court-circuit maximal présumé à l'endroit de son installation n'excède pas 14,5 KA, donnez la désignation complète de ce disjoncteur :

Désignation :

6.4 Le déclencheur associé au disjoncteur choisi est du type STR25DE.

A l'aide de la documentation DR8 et sachant que l'on souhaite un réglage de I_{th} à 930A, donnez ci-dessous les valeurs des paramètres I_o et I_r du déclencheur :

- réglage de I_o :

- réglage de I_r :

6.5 Pour assurer la sélectivité entre les fusibles HT et le disjoncteur BT, on a déterminé que le réglage de la protection contre les courts-circuits du disjoncteur doit être sur la position $I = 6$. Déterminez dans ce cas et à l'aide la documentation DR8 la valeur de ce réglage magnétique I_{mag} (en A) :

$I_{mag} =$

Partie B : La fabrication de la "BARBOTINE".

La partie B1 concerne la motorisation permettant d'entraîner les broyeurs qui fabriquent la "barbotine". La partie B2 s'intéressera plus particulièrement au phénomène de balourd qui impose des contraintes au niveau du dimensionnement des appareils.

Cette deuxième partie d'étude concerne les domaines :

- S2 Utilisation de l'énergie électrique
- S4 Electronique de puissance

Les objectifs à atteindre sont :

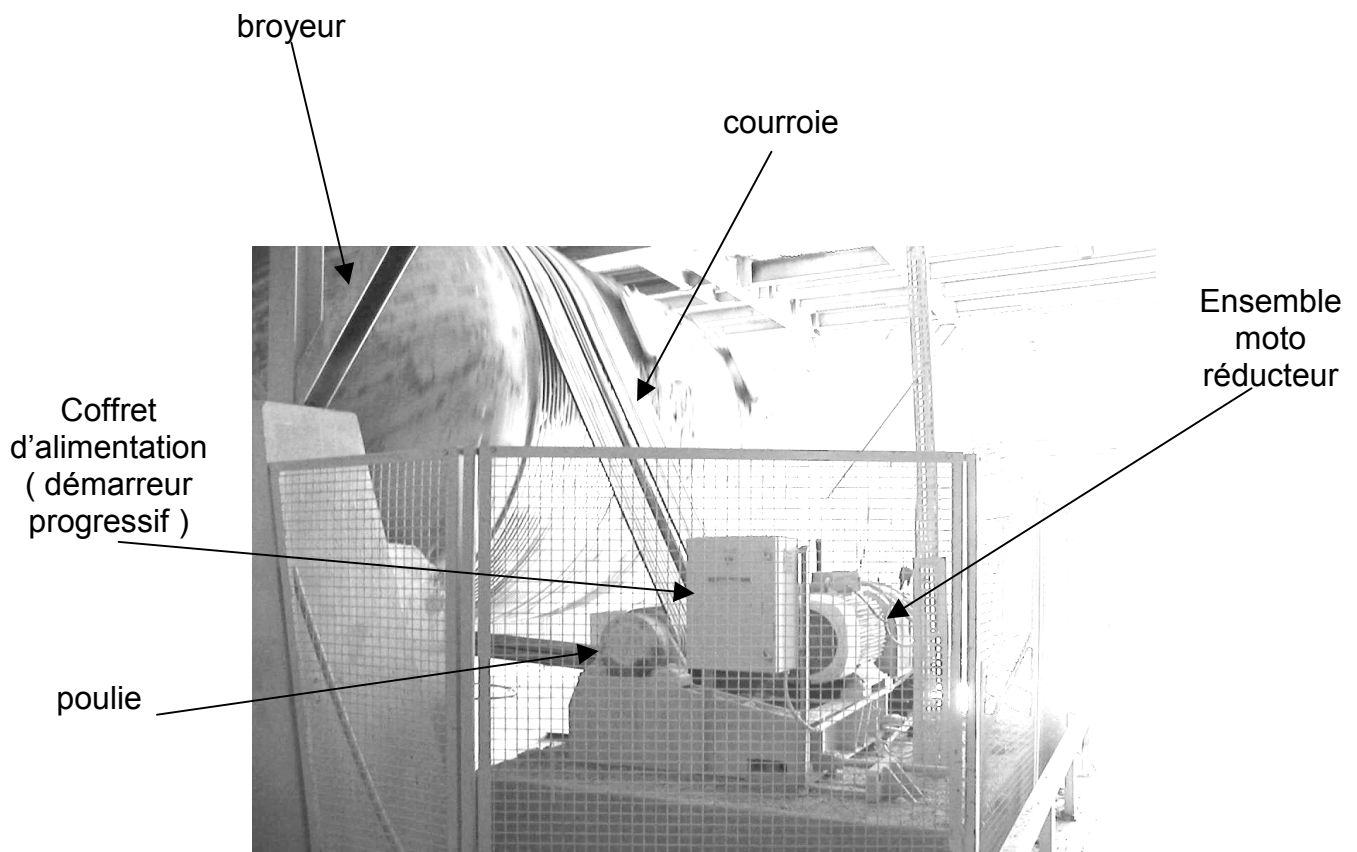
Partie B1

- Calculer les grandeurs mécaniques nécessaires au choix du moteur.
- Effectuer le choix du moteur, en régime établi.

Partie B2

- Etude du fonctionnement et choix du démarreur progressif.
- Justifier l'adéquation de l'association démarreur progressif - moteur avec la charge en phase de démarrage.

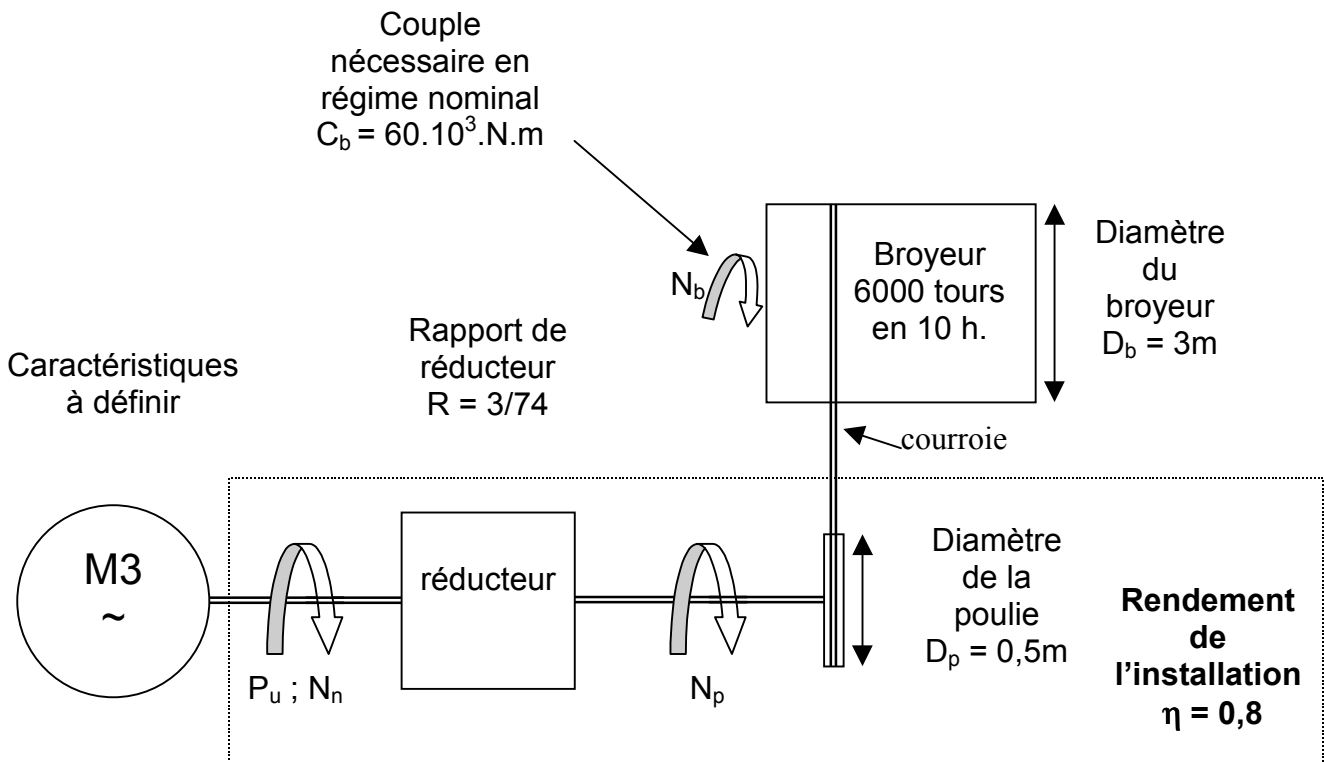
Description de l'installation :



Mise en situation :

La production de la ' BARBOTINE' est obtenue par broyage d'un ensemble de matières premières (cf. dossier présentation générale page DPG 1). Pour obtenir un liquide homogène, et pour maintenir la cadence journalière, huit broyeurs sont nécessaires. Chaque broyeur effectue un cycle de 6000 tours en une durée de 10 heures.

Synoptique de l'installation :



Partie B1.

Calcul des caractéristiques mécaniques au niveau du broyeur.

1.1 Calcul de la vitesse de rotation N_b du broyeur en tr.min^{-1} .

.....

$N_b = \dots\dots\dots$

1.2 Calcul de la puissance mécanique nécessaire au niveau du broyeur.

.....

.....

$P_b = \dots\dots\dots$

Calcul des caractéristiques nécessaires au choix du moteur.

1.3 Calcul de la vitesse de rotation N_p de la poulie.

.....

.....

$N_p = \dots\dots\dots$

1.4 Calcul de la vitesse de rotation N_n du moteur.

.....

$N_n = \dots\dots\dots$

1.5 Calcul de la puissance utile P_u nécessaire au niveau du moteur.

.....

$P_u = \dots\dots\dots$

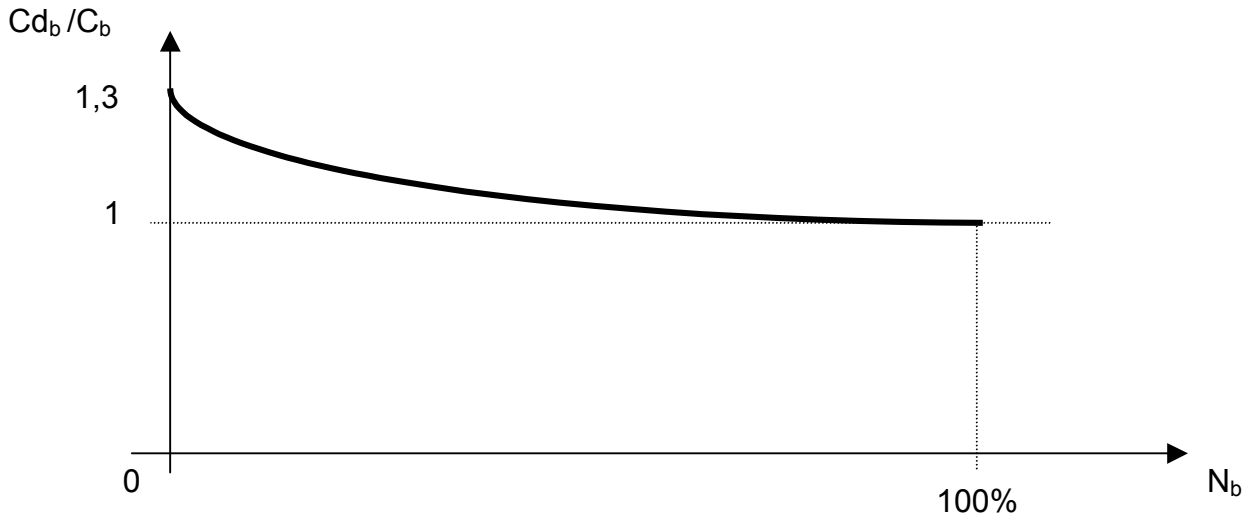
Choix du moteur approprié.

1.6 A l'aide de la documentation ressource DR 9, effectuez le choix du moteur approprié (tension d'alimentation 3 X 400 V + P_e).

Type	Puissance nominale (KW)	Vitesse de rotation (Tr.min ⁻¹)
.....	$P_n = \dots\dots\dots$	$N_n = \dots\dots\dots$

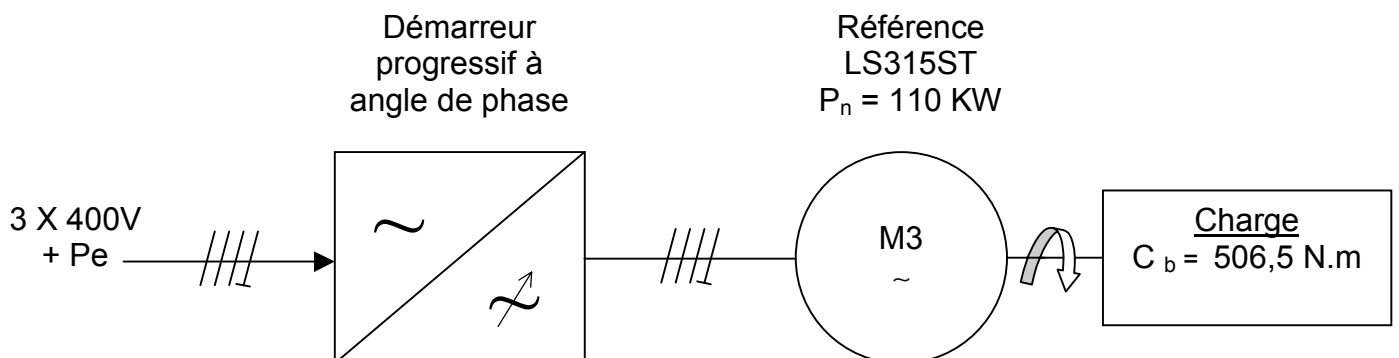
Partie B2.

En raison du phénomène de ' Balourd ', dû essentiellement au mouvement des galets à l'intérieur du broyeur, une étude préalable de la caractéristique $C_b (N_b)$ au niveau de l'axe du broyeur a été nécessaire et a conduit à la courbe ci-dessous :



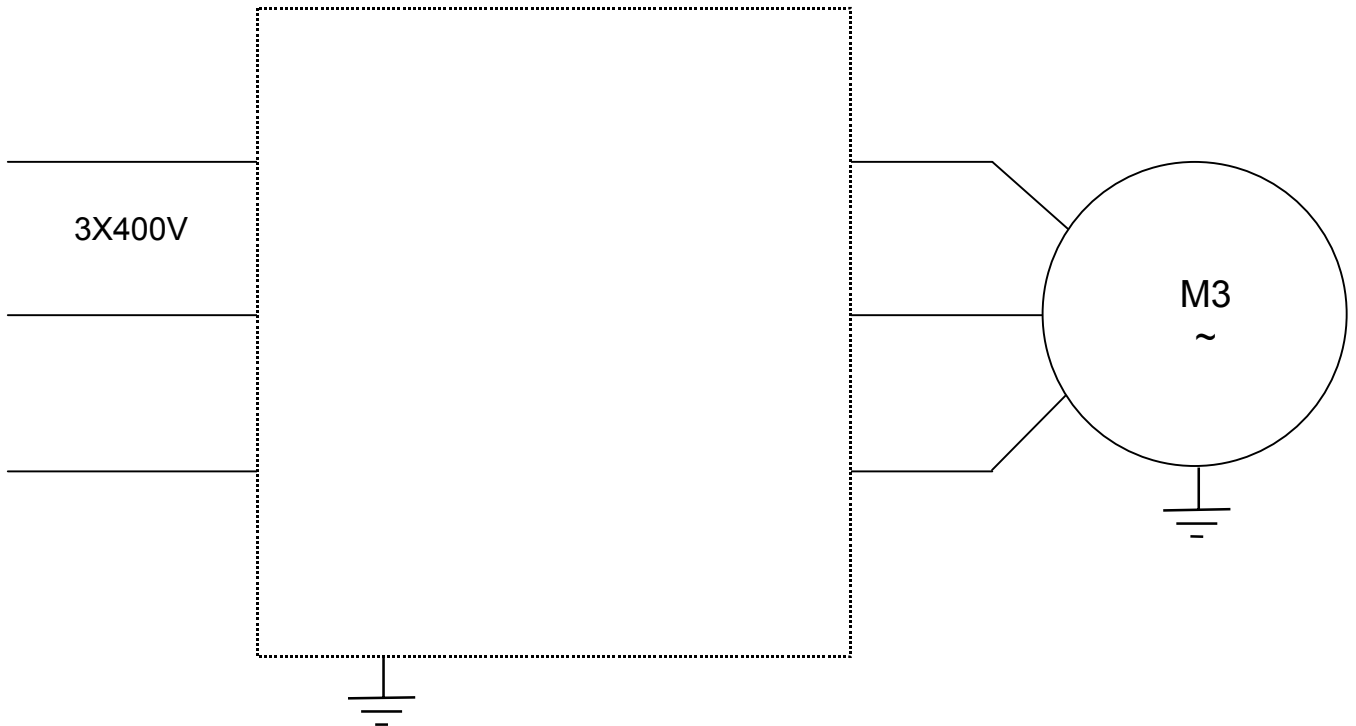
Afin de limiter les contraintes mécaniques et électriques au niveau de cette installation, le moteur du broyeur est piloté par l'intermédiaire d'un démarreur progressif à angle de phase. Pour satisfaire à cette condition, un déclassement du moteur a été nécessaire.

Le nouveau moteur asynchrone associé au démarreur est référencé dans le synoptique ci-dessous.

Synoptique de l'installation :

Etude fonctionnelle du démarreur.

2.1 Compléter la structure interne de la partie puissance du démarreur progressif à angle de phase.



Choix du démarreur

2.2 Donnez, à l'aide des caractéristiques du moteur type LS315ST et de la documentation ressource DR 10, la référence du démarreur progressif en régime standard.

Référence du démarreur progressif en régime standard.
---	-------



Adéquation de l'ensemble démarreur progressif – moteur LS315ST avec le broyeur en régime transitoire

2.3 Indiquez, à l'aide de la documentation ressource DR 10, la valeur du courant de démarrage noté I_d' exprimé en % de I_n , préconisée par le constructeur pour ce type d'application. Précisez la valeur du rapport I_d' / I_n .

$I_d' = \dots\dots\% \times I_n$	$I_d' / I_n = \dots$	
----------------------------------	----------------------	--

2.4 Calculez, à l'aide de la documentation ressource DR 9, le couple nominal du moteur C_n (sans le démarreur progressif associé).

.....

.....

$C_n (\text{moteur}) = \dots\dots\dots$	
---	--

2.5 Calculez, à l'aide de la documentation ressource DR 9, le couple de démarrage moteur $C_d (\text{moteur})$ (sans le démarreur progressif associé).

.....

.....

$C_d (\text{moteur}) = \dots\dots\dots$	
---	--

2.6 Indiquez, à l'aide de la documentation ressource DR 9, la valeur du rapport I_d / I_n du moteur (sans le démarreur progressif).

$$I_d / I_n = \dots\dots$$

2.7 Calculez le couple de démarrage de l'association démarreur progressif – moteur C_d' sachant que :

$$\frac{C_d'}{C_{d(\text{moteur})}} = \left(\frac{I_d'/I_n}{I_d/I_n} \right)^2$$

.....

$$C_d' = \dots\dots\dots$$

2.8 Vérifiez, à l'aide de la caractéristique $C_b (N_b)$, que le couple de démarrage C_d' de l'ensemble démarreur progressif – moteur est supérieur au couple de démarrage nécessaire à l'entraînement du broyeur C_{d_b} et précisez si le démarrage est possible.

.....

Partie C : Etude du sous système « COMPENSEUR ».

Un compenseur, qui est un système tampon mobile permettant de stocker et déstocker les carrelages, est entraîné automatiquement suivant les besoins de la fabrication.

On s'intéressera dans cette partie à la commande et aux protections associées du système ainsi que sa schématique.

Cette troisième partie d'étude concerne les domaines :

- S2 : Utilisation de l'énergie
- S5 : Commande de systèmes

Les objectifs à atteindre sont :

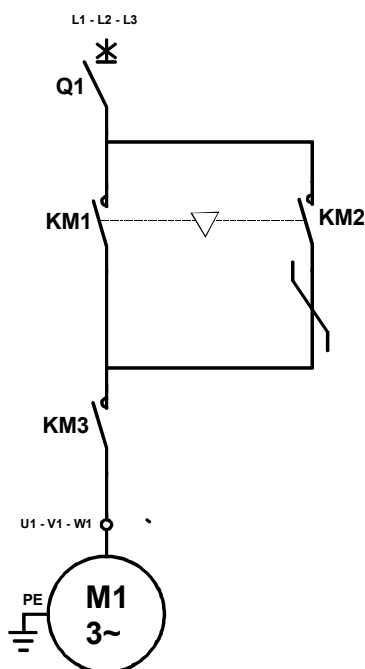
- Rédiger et justifier un avant projet pour une application donnée.
- Exécuter le schéma de raccordement de la partie commande avec la partie puissance d'un ensemble industriel.

Mise en situation :

Cette partie fait référence à la « ligne d'émaillage » du dossier de présentation générale page DPG 3.

L'objet d'étude se limite au compenseur qui prend place dans la ligne d'émaillage (voir dossier de présentation générale DPG 4)

Schéma de puissance du moteur.



Caractéristiques du compenseur.

Format du carreau : mini 15 x 15 cm
maxi 45 x 45 cm

Capacité de stockage : 60 carreaux

Vitesse de transfert maxi : 30 carreaux par
minute

Entraînement :

Motoréducteur frein Leroy Somer
Moteur asynchrone triphasé à cage
Classe F
1,1 KW à 1415 tr.min⁻¹
Un = 400V Y In 2,7 A

Mode de fonctionnement

Les contacteurs inverseurs KM1 et KM2 prédéterminent les fonctions stockage (*montée*) ou déstockage (*descente*) du compenseur.

D'un point de vue catégorie d'emploi ils sont classés AC-3.

Le contacteur KM3 commande la marche **impulsionnelle** du moteur pour stocker chaque carreau dans un gradin.

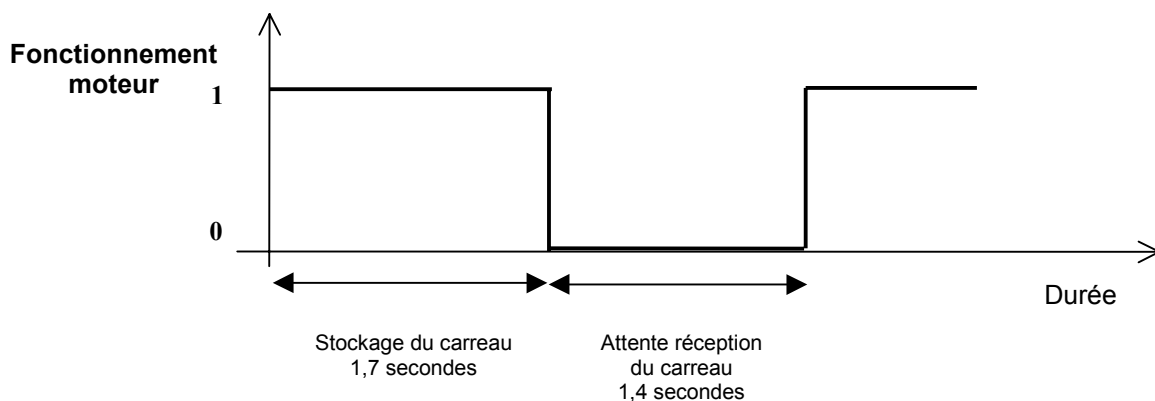
D'un point de vue catégorie d'emploi il est classé AC-4.

Données de production :

Toutes ces données sont des valeurs moyennes mesurées par des méthodes statistiques.

Pour réguler le flux, le compenseur effectue 150 mouvements à l'heure pour stocker et déstocker 75 carreaux

On donne le chronogramme pour un fonctionnement continu du compenseur.



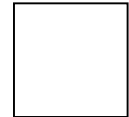
Choix des constituants de protection et de commande.

1. Commande du moteur.

1.1 A partir de la documentation ressource DR 11 définir la taille des contacteurs KM1 et KM2 en fonction de leur puissance d'emploi.

Taille des contacteurs retenus :

.....



1.2 A partir de la documentation ressource DR 11 et du chronogramme page précédente, définir la taille du contacteur KM3 en fonction de la fréquence maximale de cycles de manœuvre et du facteur de marche.

Nombre de cycles de manœuvre à l'heure :

.....

Calcul du facteur de marche noté « m »

.....

Valeur du courant à couper (6 x In)

.....

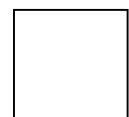
Taille du contacteur retenu

.....

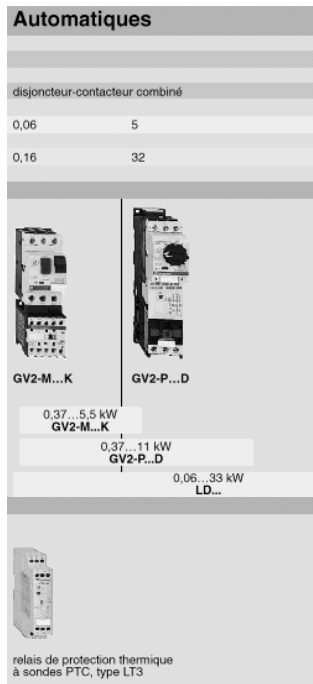


1.3 Donnez la référence des contacteurs à l'aide des documents ressources DR 12 et DR 13.

Repère	Désignation	Spécificité	Référence complète
KM1 KM2	Contacteur inverseur moteur	Circuit de commande en 24 VCC Condamnation mécanique et électrique Raccordements électriques à visser	.....
KM3	Contacteur moteur	Circuit de commande en 24 VCC Contact auxiliaire du type « NO » Raccordements électriques à visser	.....



2. Protection du moteur.



Eléments du cahier des charges :

- La protection moteur est une solution 2 produits en coordination de type 1. L'option de contrôle d'échauffement moteur par sonde PTC est retenue.
- Le sectionnement se fait par une commande rotative manoeuvrable par l'extérieur avec possibilité de condamnation en position « hors service » uniquement.
- L'information de déclenchement sur défaut moteur doit pouvoir être reportée vers un automate en logique positive. Le même dispositif comporte un contact instantané à ouverture.
- Possibilité de commande à distance du disjoncteur via un déclencheur à minimum de tension. (la tension à contrôler est de 24 V 50 Hz).

2.1 Disjoncteur moteur.

A partir des documents ressources DR 14 et DR15 choisir le disjoncteur moteur adéquat avec les options utiles.

Fonction	Désignation complète	Référence complète
Protéger le moteur
Consigner
Signaler à distance
Déclencher à distance



2.2 Dispositif de protection thermique à thermistance.

Les questions qui suivent sont relatives aux documents ressources DR 9, DR16 et DR17

2.2.1 Expliquez l'avantage d'un tel dispositif par rapport au relais thermique dans le contexte du compenseur.

.....
.....
.....
.....
.....



2.2.2 Choix du dispositif de commande pour protection thermique.

Eléments du cahier des charges à prendre en considération.

- L'alimentation du circuit de commande est en 24V courant continu.
- La coupure du moteur est automatique dès l'enregistrement d'un échauffement excessif par action sur un déclencheur associé au disjoncteur moteur.
- L'état d'échauffement excessif est signalé et mis en mémoire pour ne pas être confondu avec un autre défaut.
- La remise sous tension par le disjoncteur sera effectuée manuellement par un agent de maintenance. Le réarmement du dispositif thermique peut éventuellement se faire à distance par l'API.

Désignation	Référence complète
.....



2.2.3 Choix du type de sondes à intégrer dans le moteur.

Calcul de la TNF

.....
.....
.....

Référence des sondes.

.....



3.Choix de l'automate programmable industriel (API).

On envisage l'implantation d'un API de la gamme TSX Nano prévu pour les automatismes simples et de présentation compacte.

Critères prédominants pour le choix :

- Isolation galvanique pour l'automate qui sera alimenté en énergie par le secondaire du transformateur BT/TBTP
- La partie commande étant en courant continu il est possible de diriger le choix vers un automate à sortie sur transistors en raison de la fréquence de commutation.
- Le nombre d'entrées sorties nécessaires.

3.1 Complétez le tableau ci-dessous pour déterminer le choix de l'automate à partir des documents ressources DR 18 et DR19 et de l'inventaire des entrées et des sorties API page 23 du présent dossier.

Alimentation	100 à 240 VCA		24 VCA		Choisir la variante <i>Cochez les cases correspondantes</i>
Sorties	Relais		Transistors protégés		
Les E/S API	Nbre d'entrées :				
	Nbre de sorties :				
Référence de l'API	.....			

3.2 En quoi consiste une isolation galvanique ?

.....

3.3 Citez deux constituants électriques généralement utilisés pour effectuer une isolation galvanique entre deux circuits.

A : B :

3.4 Indiquez en clair la signification du sigle TBTP

.....

4. Réalisation du schéma multifilaire.

On vous demande de compléter le schéma sur la page 24 du présent dossier en suivant la fiche de guidance qui suit.

4.1. Vous disposez des informations concernant le fonctionnement et la mise en œuvre du relais de protection par thermistances. (dossier ressources pages 16 et 17) pour réaliser le branchement complet du « relais LT3 »

On rappelle sa fonction dans le système.

Surveiller l'état thermique du moteur, faire déclencher le disjoncteur Q1 et informer simultanément l'automate lorsqu'il détecte un échauffement excessif.

(Consultez également le tableau des affectations des E/S page 23 du présent dossier)

4.2. Branchez l'alimentation de l'API, réalisez la continuité du P.E et prévoir une protection pour remédier au problème des « mises en marches et arrêts intempestifs ».

4.3. Branchez les capteurs S2 à S7 sur entrées API en respectant le tableau d'affectation des E/S.

Un résumé des différents branchements de capteurs de proximité est donné page 19 du dossier ressources.

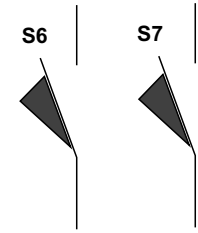
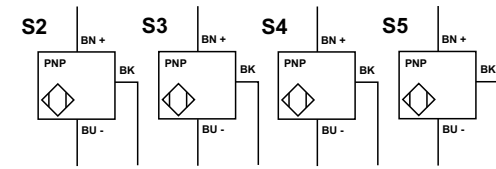
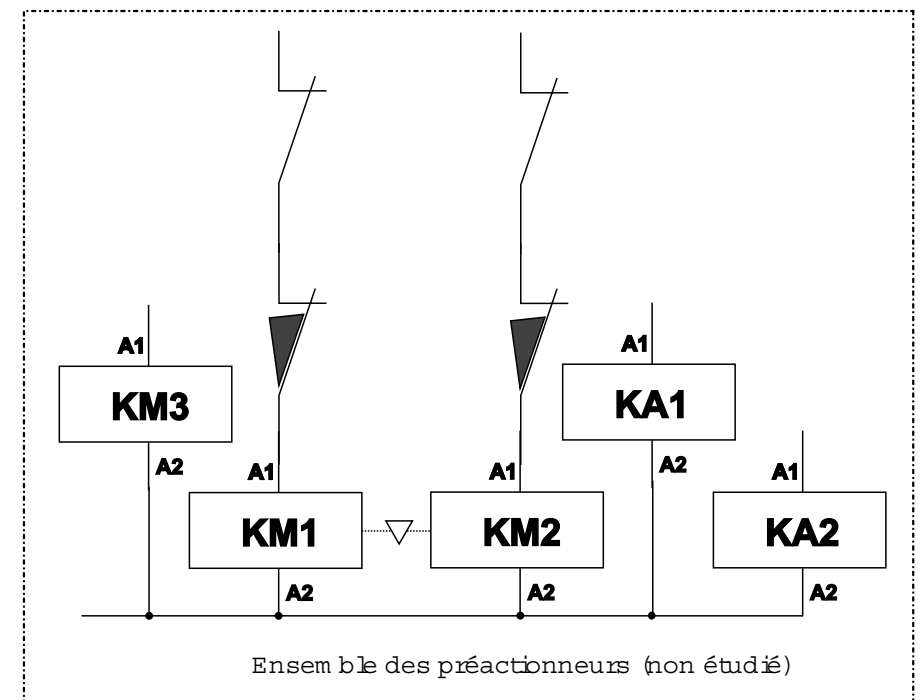
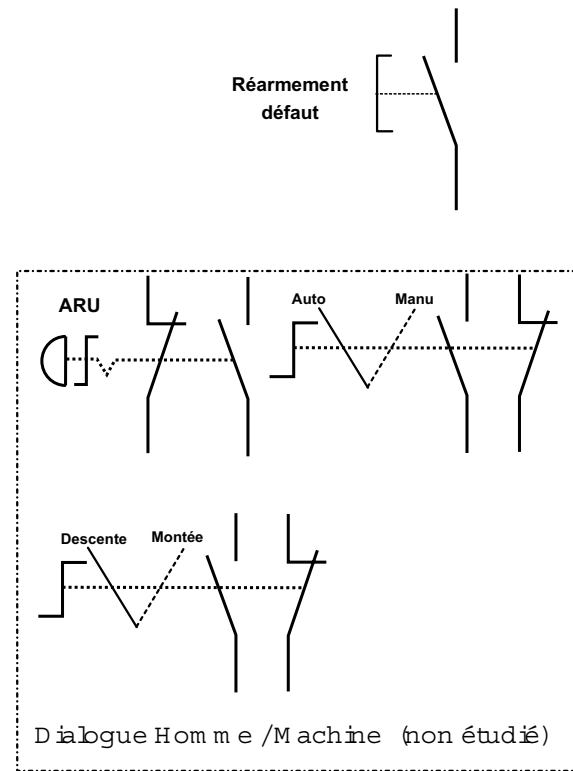
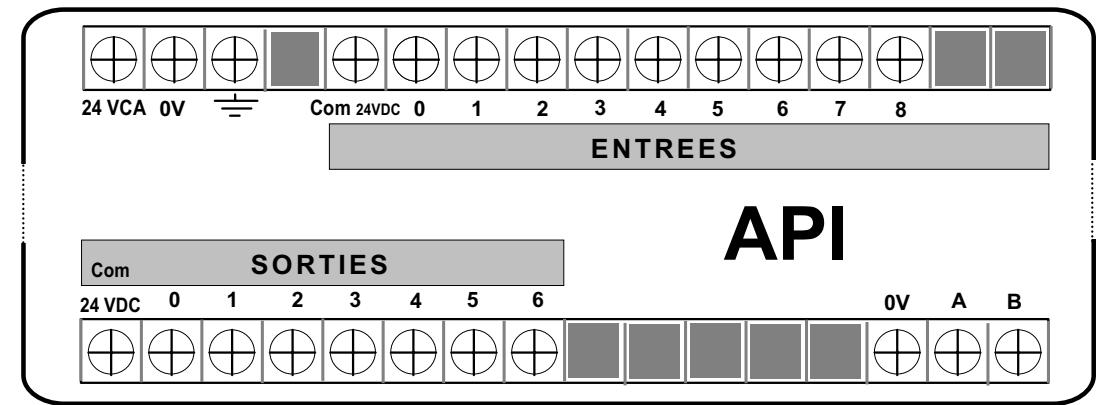
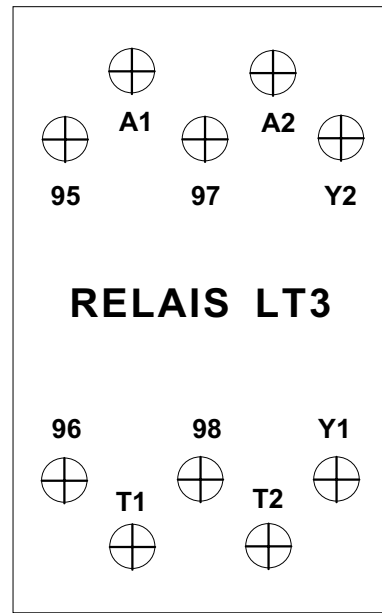
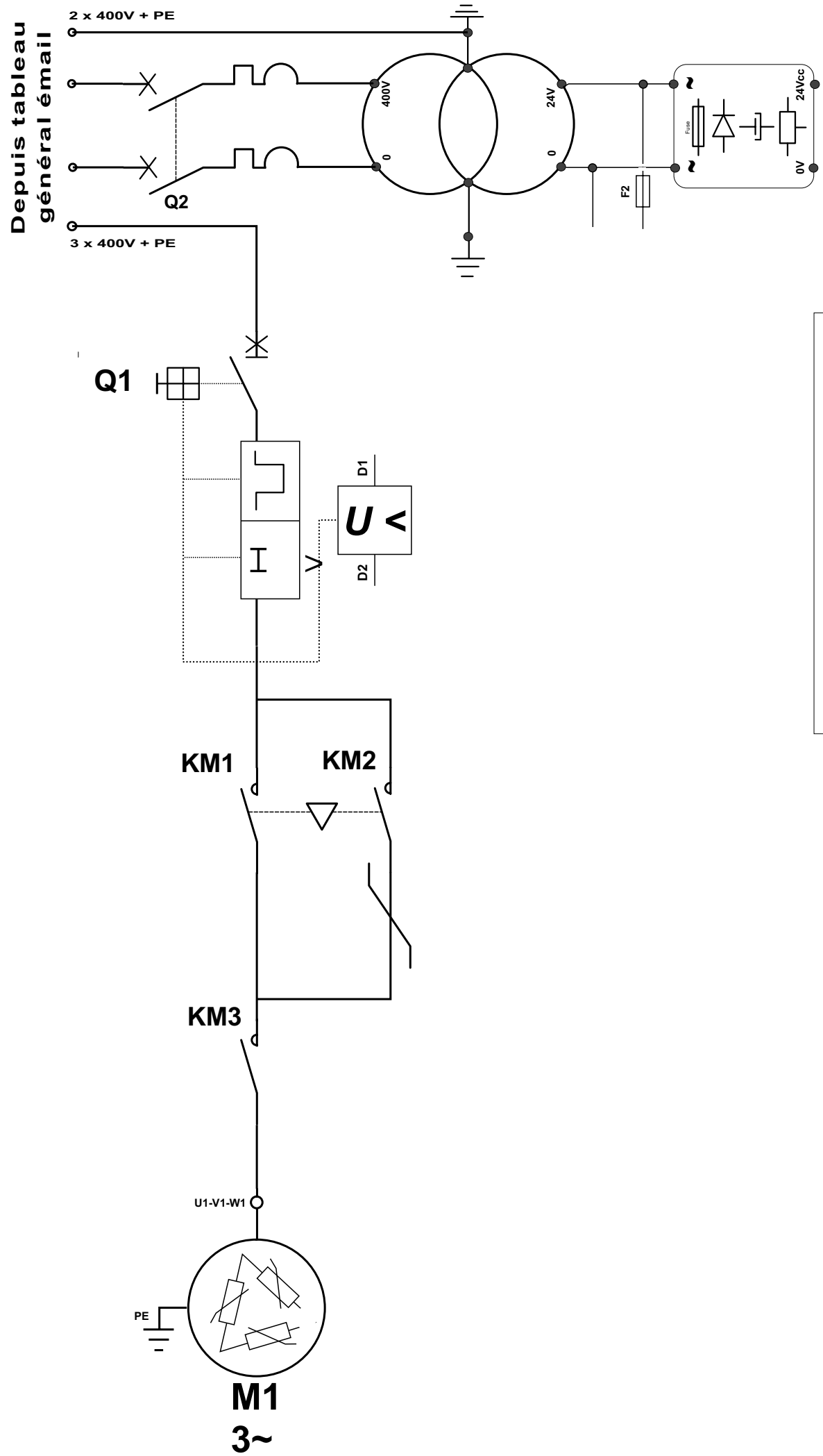
Nota : Mettre en évidence tous les points d'interconnexions



Définition des entrées et des sorties selon l'automate TSX Nano.

AFFECTATION des SORTIES		
Fonction dans le système	Préactionneur	Mnémonique
Marche impulsionnelle	KM3	%Q0,0
Stockage (mouvement montée)	KM1	%Q0,1
Déstockage (mouvement descente)	KM2	%Q0,2
Autorisation tapis aval	KA1	%Q0,3
Autorisation tapis amont	KA2	%Q0,4

AFFECTATION des ENTREES		
Fonction dans le système	Capteur ou cde.	Mnémonique
Arrêt d'urgence	ARU	%I0,0
Sélection mode de marche	Auto/manu	%I0,1
Défauts moteur	Relais LT3	%I0,2
Présence carreau en amont	S2	%I0,3
Présence carreau en aval	S3	%I0,4
Compenseur plein (capacité 90% atteinte)	S4	%I0,6
Compenseur vide (capacité 10% atteinte)	S5	%I0,8
Surcourse haut	S6	%I0,5
Surcourse bas	S7	%I0,7



Partie D : Etude du fonctionnement du chariot transbordeur

Tout automatisme à besoin d'informations pour agir en conséquence suivant les cycles programmés.

Les capteurs font partie de ces éléments d'informations et notamment les codeurs.
Cette partie traitera plus particulièrement d'un codeur de position de type "absolu".

Cette dernière partie d'étude concerne le domaine :

- S3 Commande de systèmes

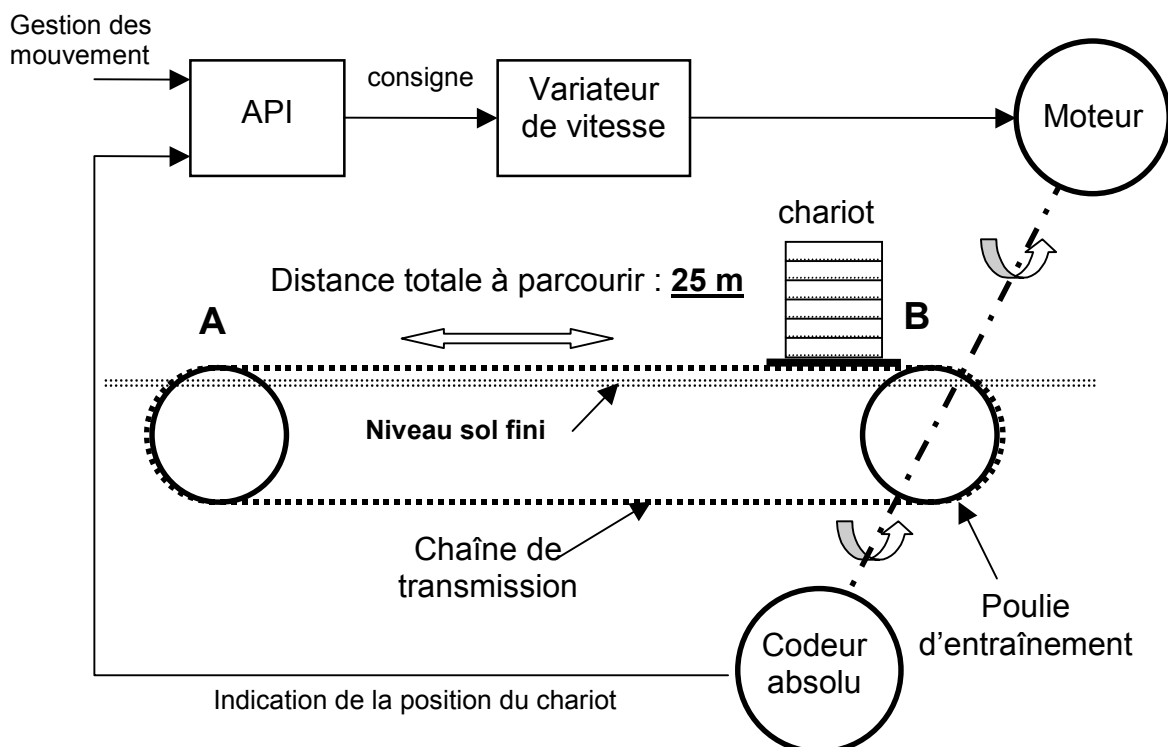
Les objectifs à atteindre sont :

- S'informer sur le fonctionnement d'un capteur de position.
- Justifier le choix d'un codeur absolu.
- Convertir un nombre binaire code ' GRAY ' en binaire pur, en base décimale et en base hexadécimale.
- Justifier la compatibilité entre le codeur absolu et les entrées tout ou rien (T.O.R.) de l'automate programmable industriel (A.P.I.).

Le chariot transbordeur gère le stockage du carrelage avant et après cuisson (cf. Dossier Présentation Général page DPG 2). Ce chariot est solidaire en permanence à une chaîne de transmission qui effectue un mouvement de va et vient du point A vers le point B et vice versa.

L'ensemble est accouplé à un moto variateur, lui-même piloté par un API. La position de ce chariot est contrôlée en permanence par un capteur de position de type absolu.

Synoptique du système



1. Précisez, à l'aide des documentations ressources DR 20 et DR 21, quel avantage présente l'utilisation d'un codeur absolu par rapport à un codeur incrémental.

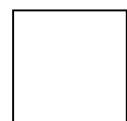
.....
.....
.....
.....
.....
.....



2. Le codeur absolu installé est un XCC-MG6G0604. Sachant que le diamètre de la poulie d'entraînement est de 500 mm, et que l'on néglige tous les jeux au niveau des accouplements, vérifier que la précision qu'offre ce codeur est de 1/1000 de la distance à parcourir et que son nombre de tours permet de parcourir la distance totale de 25 m.

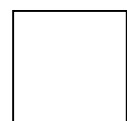
2.1 Calculez la précision souhaitée.

.....
.....



2.2 Indiquez, à l'aide de la documentation ressource DR 22, la résolution du codeur.

.....



2.3 Calculez, à l'aide de la documentation ressource DR 21, la précision en mm obtenue par ce codeur.

.....
.....

2.4 Indiquez le nombre de tours de ce codeur.

.....

2.5 Calculez la distance maximale en mètre que peut couvrir ce codeur.

.....
.....

2.6 Justifiez, si ce codeur convient.

.....
.....

3. Les informations fournies par le codeur absolu sont en binaires réfléchies (code 'GRAY'). Pour que ces données soient exploitables par l'API (codage hexadécimal), un transcodage binaire réfléchi en binaire pur est indispensable.

3.1 Sachant que la précision du codeur est de 64 points, précisez sur combien de « bits » de traitement le codeur gère cette information.

.....

3.2 Donnez le nombre de « bits » nécessaires à la gestion de l'information des 16 tours du codeur.

.....

3.3 Complétez le tableau de conversion ci-dessous.

Code ' Gray ' (donnée codeur)	Code binaire pur	Valeur décimale	Valeur hexadécimale (valeur lue sur L'API)
00 1111 0000	00 1010 0000	...	...
11 0000 0011	.....	...	2 0 2
10 1000 1100	.....	776	...

3.4 Afin de connaître la position du chariot à tout moment, précisez, pour les différentes valeurs ci-dessous indiquées par l'API, la distance parcourue par le chariot sachant que les quatre bits de poids le plus fort indiquent le nombre de tours réalisé par le codeur.

Informations fournies par l'API en base hexadécimale	Format binaire pur	Nombre de tours effectué par le codeur	Nombre de points fourni par le codeur	Distance totale parcourue, en mm, par le chariot
0 4 8 (H)	0001 001000	1	8	1 tour + 8 points = $\pi \times 500 + 8 \times 24,54 = 1767 \text{ mm}$
0 5 F (H)	.....	..	..	..... ..... ..... .....
3 A A (H)	.....	..	..	..... ..... ..... .....



4. Les sorties du codeur absolu sont raccordées aux entrées TOR de l'API dont la fréquence maximale de fonctionnement est de 400 Hz. Sachant que la vitesse de rotation de l'axe du codeur est de 200 tr.min^{-1} , justifiez la compatibilité entre le codeur et les entrées TOR de l'API.

Calcul de la fréquence des signaux de sortie du codeur :

.....

Conclusion :

.....

