

DISTRIBUTION ELECTRIQUE DE LA MALTERIE

A.1. DISTRIBUTION HTA**A.1.1. Définitions des domaines de tensions en courant alternatif :**

Citer les valeurs limites des domaines de tensions alternatives des réseaux.

TBT	BTA	BTB	HTA	HTB
$U \leq 50V$	$50 < U \leq 500V$	$500 < U \leq 1000V$	$1000 < U \leq 50kV$	$50 kV < U$

A.1.2. Alimentation et distribution HTA :

A.1.2.1. Quel est le type d'alimentation utilisé pour le poste de livraison PLS00 ? Citer les avantages et inconvénients de ce type d'alimentation.

Alimentation en double dérivation

Le principal avantage est la continuité de service. Si une des deux alimentations est en défaut, il est possible de basculer sur l'autre.

Par contre, il y a coupure pendant le basculement d'une arrivée sur l'autre.

A.1.2.2. Quel est le type de distribution utilisé dans l'usine ? Citer les avantages et les

Alimentation en coupure d'artère ou en boucle

Le principal avantage est la continuité de service. En cas de défaut sur une partie de la boucle, il est toujours possible d'alimenter tous les postes.

La maintenance des appareils et des câbles peut se faire sans coupure.

Par contre, la boucle doit être ouverte (sauf pendant des manœuvres de maintenance).

A.1.2.3. Cellule C03 page A3. Quel est le nom et la fonction assurée par les appareils repérés T1, T2 et T3 ?

Transformateurs de tension (ou de potentiel) à double enroulement primaire.

Abaisser la tension de 20 kV à 100V pour permettre le mesurage de la tension et le comptage de l'énergie.

A.1.2.4. Cellule C04 page A4. Quel est le nom et la fonction assurée par les appareils repérés T11, T12 et T13 ?

Transformateurs de courant (double). Ils permettent la mesure du courant.

Pour les transformateurs, la partie P1 détecte le courant de défaut et par l'intermédiaire de F1 pilote le bloc de déclenchement (BLR Q02) du disjoncteur situé dans la cellule de mesurage et de protection C04).

La partie P2 abaisse le courant par phase pour permettre le mesurage du courant et le comptage de l'énergie.

A.1.2.5. Cellule C04. Quelles sont les contraintes particulières d'utilisation des appareils repérés T11, T12 et T13 ?

Quand le primaire est sous tension, le secondaire des transformateurs de courant doit toujours être court-circuité ou fermé sur un appareil de mesure.

A.1.2.6. Concernant la mesure de la puissance apparente, on pose :

puissance apparente totale = $k \times$ puissance apparente mesurée

Calculer la valeur de k.

La tension d'alimentation est de 20kV et la tension au secondaire des transformateurs de potentiel est de 100V, donc le rapport entre les tensions est de $20.10^3 / 100 = 200$.

Le courant maximum mesurable par les transformateurs P2 est de 100A et le courant au secondaire des transformateurs de courant est de 1A (pour 100A au primaire) donc le rapport entre les courants est de $100 / 1 = 100$

Le rapport de mesurage est donc $k = 200 \times 100 = 20\,000$

A.2. CREATION D'UN NOUVEAU POSTE

La construction de nouveaux silos à malt impose la mise en place d'un nouveau poste 20 kV (S70) situé entre le poste de livraison et le poste S60.

Le transformateur installé dans le nouveau poste à une puissance de 1600 kVA et la tension secondaire est de 400V.

A.2.1. Choix des cellules du nouveau poste :

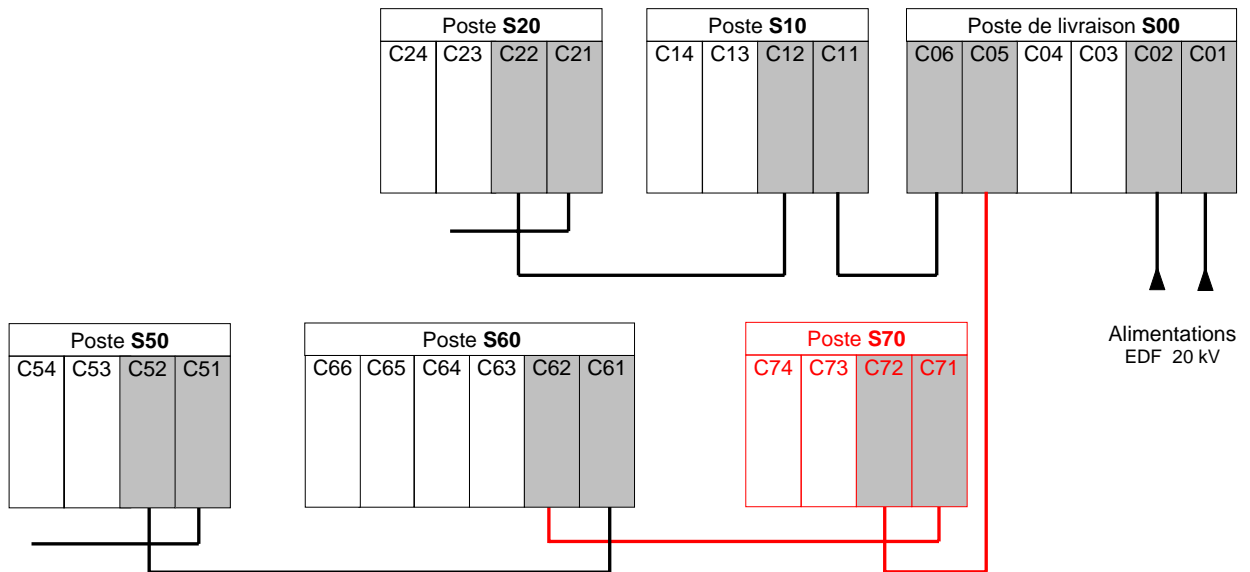
Quels sont les noms des cellules à installer dans le nouveau poste ?

2 cellules arrivée IM

1 cellule protection transformateur PM

A.2.2. Schéma simplifié :

Compléter le schéma, dessiner le nouveau poste, les cellules et les liaisons entre postes.



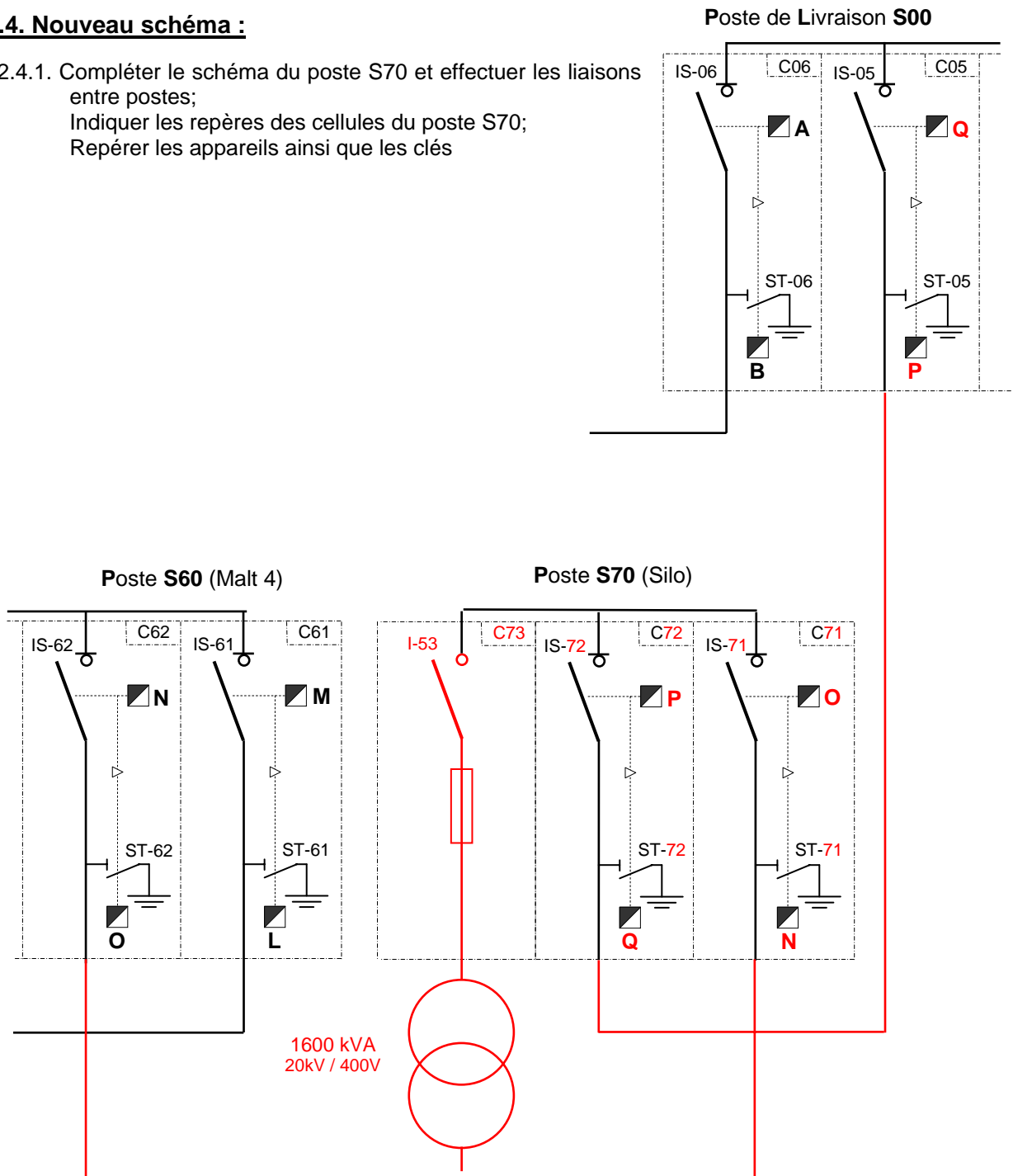
A.2.3. Manœuvres à effectuer :

Quelles sont les manœuvres à effectuer pour permettre les travaux en toute sécurité ? Préciser l'utilisation des clés

- Mettre en place le poste S70.
- S'assurer que tous les postes sont alimentés par la boucle :
 - C06-C11, C12-C22, C21-C32, C31-C42, C41-C51 et C52-C61.
- Dans le poste S00, ouvrir l'interrupteur sectionneur IS-05 et récupérer la clé O.
- Dans le poste S60, ouvrir l'interrupteur sectionneur IS-62 et récupérer la clé N.
- Dans le poste S60, faire la vérification d'absence de tension à l'arrivée de la cellule C62.
- Dans le poste S00, faire la vérification d'absence de tension à l'arrivée de la cellule C05. Puis introduire la clé N dans le sectionneur de terre ST-05 et le fermer pour effectuer la mise à la terre et en court-circuit. Signaler que C05 est consignée.
- Dans le poste S60, introduire la clé O dans le sectionneur de terre ST-62 et le fermer pour effectuer la mise à la terre et en court-circuit. Signaler que C62 est consignée.
- Déconnecter le câble entre C62 et C05, puis effectuer les raccordements entre :
 - C05 et C72
 - C62 et C71
- Effectuer la déconsignation des cellules C05 et C62

A.2.4. Nouveau schéma :

- A.2.4.1. Compléter le schéma du poste S70 et effectuer les liaisons entre postes;
Indiquer les repères des cellules du poste S70;
Repérer les appareils ainsi que les clés



- A.2.4.2. Proposer une solution pour l'alimentation de la boucle après travaux (position des interrupteurs sectionneurs)

Après modification la puissance apparente installée est de : 6930 kVA

La moitié de la puissance est donc de 3465 kVA.

Il faut ouvrir la boucle entre les postes S50 et S60 donc ouvrir les interrupteurs sectionneurs IS-52 et IS-61.

A.3. MODIFICATION DU POSTE S50

L'extension des germeoirs impose la mise en place d'un second transformateur dans le poste S50. La puissance nécessaire est de 1200 kVA, la tension secondaire est de 400V et il devra être couplé en parallèle sur le premier transformateur du poste.

A.3.1. Quelles sont les conditions nécessaires à la mise en parallèle des transformateurs de distribution ?

- Alimentation par le même réseau
- Même rapport de transformation
- Rapport de puissance au plus égal à 2
- Même groupe de couplage (indices horaires)
- Tensions de court-circuit égales à plus ou moins 10% près

A.3.2. Choix du transformateur :

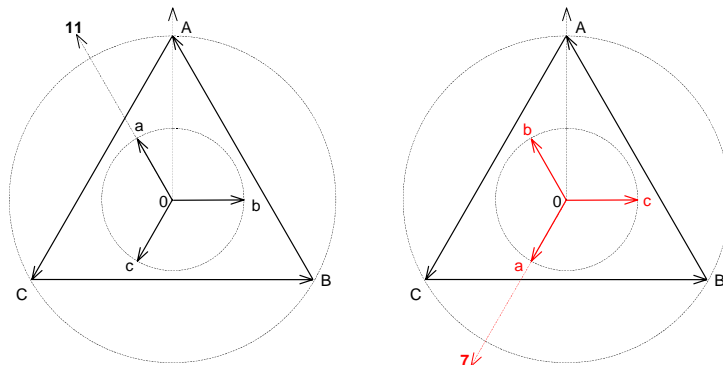
A.3.2.1. Quelle est la référence du transformateur à installer ?

- **TRC7-8**

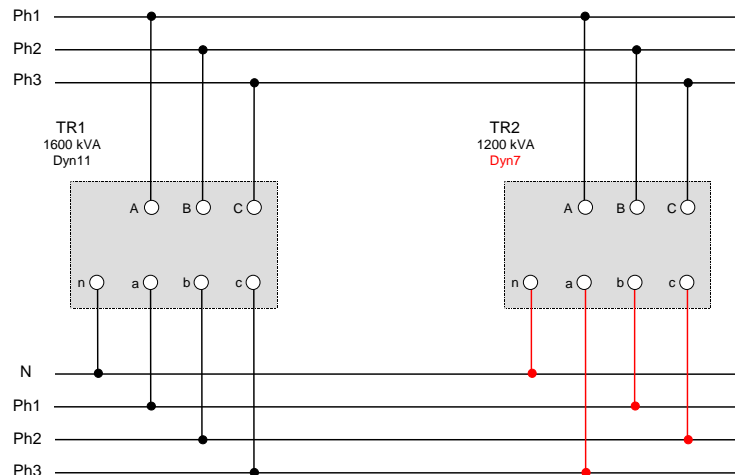
A.3.2.2. Justifier les caractéristiques du transformateur choisi.

- La puissance assignée du transformateur est de 1250 kVA pour une puissance nécessaire de 1200 kVA.
- Les 2 transformateurs ont le même rapport de transformation (tensions primaires 20 kV et tensions secondaires 400V)
- Le rapport des puissance est inférieur à 2 : $1600 / 1250 = 1,28$
- Couplage Dyn11 pour le premier transformateur et Dyn7 pour le second. Ces 2 couplages font partie du même groupe et permettent la mise en parallèle des 2 transformateurs (voir page 6)
- Les 2 transformateurs ont le même U_{cc} (6%)

A.3.2.3. Compléter le diagramme de Fresnel pour le transformateur choisi.



A.3.2.4. Raccorder TR2 en parallèle sur TR1.



A.4. DISTRIBUTION BASSE TENSION DANS LE POSTE S50

A.4.1. Schéma de liaison à la terre :

A.4.1.1. Identifier le schéma de liaison à la terre. Nommer les appareils justifiant votre réponse.

- *Schéma IT* *Présence côté BT de limiteur de surtension*
 Présence d'un VigiloHM sur le jeu de barres

A.4.1.2. Préciser le rôle de l'appareils CARDEW C.

- *Rôle du limiteur de surtension Cardew B*
 - *En cas de surtension sur le secondaire du transformateur (amorçage HTA/BTA par exemple), évacuation de celle ci à la terre*

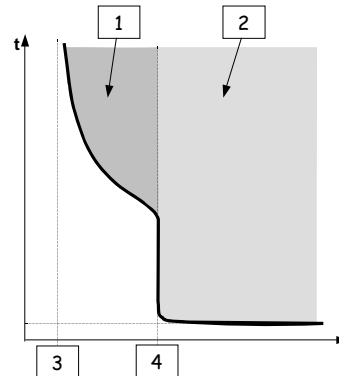
A.4.2. Disjoncteur :

A.4.2.1. Traduire les caractéristiques du disjoncteur QG50

- *3x2500 A* *3 pôles de puissance et I nominale 2500A*
- *50 kA* *pouvoir de coupure des pôles de puissance*
- *3x2500 A* *déclencheur thermique réglé à une fois le calibre du disjoncteur*
- *3x10 kA* *déclencheur magnétique réglé pour déclencher à quatre fois le calibre*

A.4.2.2. Courbe de déclenchement : renseigner le croquis ci dessous

- 1 – *zone de déclenchement thermique*
- 2 – *zone de déclenchement magnétique*
- 3 – *intensité du courant de réglage thermique*
- 4 – *seuil de fonctionnement magnétique*



PARTIE B

TOURAILLAGE 6.

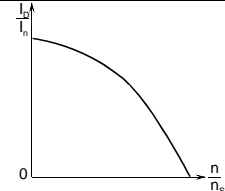
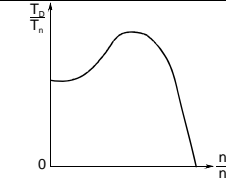
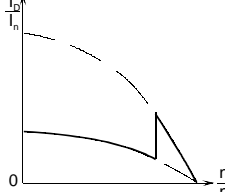
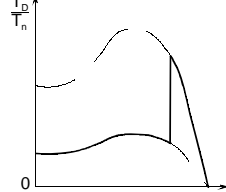
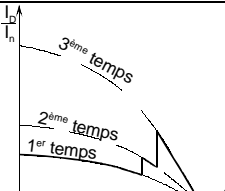
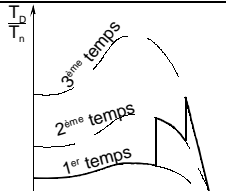
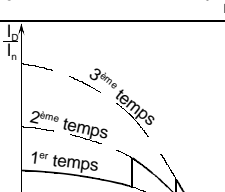
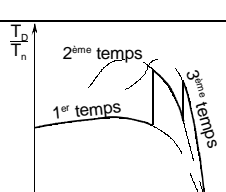
B 1. A partir de la plaque signalétique précisez le nom et les caractéristiques de chaque grandeur indiquée sur la plaque.

Rep	Nom, Caractéristiques
1	Puissance utile du moteur en kW.
2	Vitesse nominale du rotor en tr/min.
3	DDP nominale d'alimentation des enroulements (couplage triangle).
4	Intensité nominale absorbée en ligne.
5	Facteur de puissance du moteur.
6	Service de fonctionnement S1 : fonctionnement permanent.
7	Classe de température des isolants.
8	Élévation maximum de la température des enroulements statoriques.
9	Fréquence nominale du réseau d'alimentation.
10	Indice de protection. 2 : contre les corps solides > 12mm; 3 : contre les gouttes d'eau jusqu'à 60° de la verticale.
11	Caractéristiques électriques rotoriques.
12	Moment d'inertie du rotor.

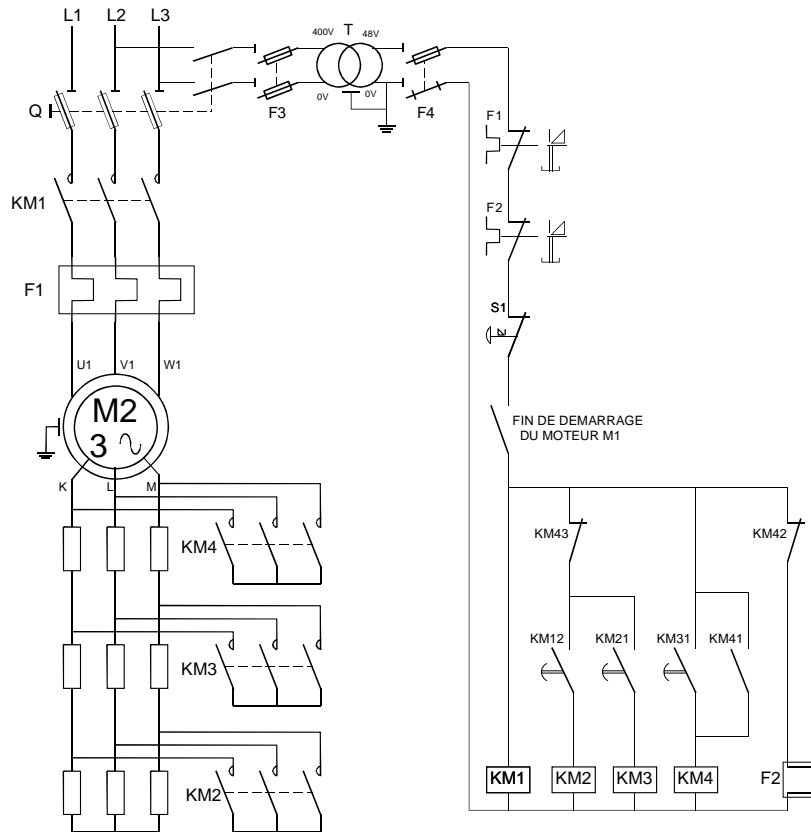
B 2. A partir de la vue éclatée et repérée (documents ressources B1) compléter le tableau dans lequel vous préciserez le nom, la constitution usuelle d'un moteur et la fonction de chaque organe.

Rep	Nom	Constitution	Fonction
1	Enroulements rotoriques	3 bobinages en cuivre émaillé de classe F (155°C).	Ces 3 bobinages sont soumis au champ tournant crée dans le stator. Ils engendrent une fem donc des courants induits Ils sont donc soumis à des forces électromagnétiques (Loi de Laplace).qui développent le couple moteur.
2	Rotor ou induit	Il est constitué d'un empilage de tôles à faibles pertes magnétiques isolées sur leurs deux faces afin de limiter les pertes fer. Elles sont emmanchées sur l'arbre moteur à la presse et sont munies d'encoches supportant les enroulements du rotor. Des cales d'encoches et un freinage en fibre de verre garantissent une parfaite tenue mécanique. Pour assurer un fonctionnement de qualité, ces tôles sont montées sur l'arbre moteur de telle sorte que les axes des encoches forment des courbes hélicoïdales.	Les tôles composant le rotor canalisent le flux au sein de la machine et permettent de supporter les 3 bobinages de l'induit.
3	Bagues	En laiton	Elles assurent la liaison électrique entre les 3 bobinages du rotor et l'extérieur par l'intermédiaire des balais repérés 10.
4	Enroulements statoriques	3 bobinages en cuivre émaillé de classe F (155°C).	Ils sont alimentés à partir du réseau triphasé. Ils engendrent "p" paire(s) de pôles et créent le champ tournant.
5	Balais et leur support	Ils sont réalisés en matériau métallo graphite (cuivre + charbon). Ils sont montés sur une couronne porte balais réglable.	La couronne porte balais d'assurer une pression constante et suffisante pour avoir un contact électrique glissant avec les bagues repérées 6.
6	Plaque à bornes		Raccordements électriques des différents bobinages avec l'extérieur

B 3. Problématique des démarrages des moteurs asynchrones triphasés : Préciser, pour ces différents modes, leurs répercussions tant du point de vue électrique que du point de vue mécanique. Justifier vos réponses à partir des caractéristiques fondamentales des moteurs asynchrones triphasés. Répertorier les avantages et les inconvénients des ces différents modes.

Démarrage	$I_{\text{Démarrage}} \text{ (A)}$	$T_{\text{Démarrage}} \text{ (Nm)}$	Avantages	Inconvénients	Caractéristiques principales	
Direct	$I_D = 4 \text{ à } 8 I_n$	$T_D = 1,5 \text{ à } 2 T_n$	Couple important. Facile à mettre en œuvre. Peu onéreux. Peu de matériel. Démarrage court	Surintensité importante. Démarrage brutal.		
Etoile - Triangle	$I_{DY} = 1/3 I_{D\Delta}$ soit 1,3 à 2,6 I_n	$T_{DY} = 1/3 T_{D\Delta}$ soit 0,5 à 0,7 T_n	Pointe d'intensité réduite. Procédé de démarrage peu onéreux.	Couple au démarrage faible. Coupure de l'alimentation entre les 2 temps de démarrage. Pas de possibilité de réglage.		
Résistances statoriques			Pointe d'intensité réduite. Démarrage progressif. Pas de coupure de l'alimentation pendant la phase de démarrage	Perte de couple non négligeable. Appareillages importants nécessaires pour le démarrage.		
Résistances rotoriques			Très bon rapport couple - intensité Possibilité de réglage. Pas de coupure de l'alimentation pendant la phase de démarrage	Moteur plus onéreux. Nécessite un entretien des balais et des bagues rotoriques. Appareillages importants nécessaires pour le démarrage.		
Démarreur électronique			Grandes possibilités de réglages et démarrage en souplesse. Statique et peu encombrant.	Couple plus faible. Génère des perturbations sur le réseau.		

- B 4.** Etablir les schémas normalisés de puissance et de commande du moteur M2 d'un ventilateur de la touraille 6. Le circuit de commande sera alimenté en TBTP 48V. Vous devez prévoir un relais temporisateur thermique pour assurer une protection contre les démarrages incomplets. Moteurs asynchrones triphasés à bagues : M1, M2. Démarrage en 4 temps. M1 et M2 démarrent en cascade (M1 puis M2). Une attention particulière sera apportée à la qualité graphique des schémas.



B 5. Rénovation de l'équipement : Moteurs tourillage.

L'installation est vétuste et ne répond pas à la directive ATEX 94/9/CE, l'entreprise décide de rénover la motorisation du ventilateur "ROCAIR 9". Pour résoudre cette question, des abaques sont à votre disposition (S13 et S14). Ils doivent faire apparaître votre construction des points de fonctionnement.

- B 5.1.** Donner la désignation complète du ventilateur et la référence du moteur pour changer l'existant. Pour cela, on vous demande de :

B.5.1.1. Calculer le débit d'air (voir procédure simplifiée ci dessous).

Pour une tonne d'orge mis en trempe :

Malt à 45% d'humidité : 676 kg d'eau; malt à 4% d'humidité : 34 kg d'eau.

Eau à évaporer $676 - 34 = 642$ kg par tonne soit 128 400 kg pour 200 tonnes.

Durée du cycle de séchage (ou tourillage) : 20 heures.

Masse d'eau à évaporer en 1 heure : $128\,400 / 20 = 6\,420$ kg

L'air extérieur à 19°C et à 100% d'humidité relative contient **13,8 g** d'eau par kg d'air.

L'air en sortie à 30°C et à 95% d'humidité relative contient **26 g** d'eau par kg d'air.

Le volume massique de cet air en sortie = **$0,894\text{m}^3 / \text{kg}$** .

Masse d'eau retirée du malt par kg d'air aspiré = $26 - 13,8 = 12,2$ g.

Masse d'air à extraire par heure = $6\,420 / 12,2 \cdot 10^{-3} = 526\,229,5$ kg.

Volume d'air à extraire par heure = $0,894 \times 526\,229,5 = 470\,449\text{m}^3$. soit $130,7\text{m}^3 / \text{s}$

Chaque ventilateur doit avoir un débit de $130,7 / 2 = 65,35\text{m}^3 / \text{s}$.

B.5.1.2. Déduire la puissance du moteur.

P = 330 mm CE; débit = $65,35\text{m}^3 / \text{s}$ soit une vitesse du ventilateur de 750 tr / min soit une puissance absorbée par le ventilateur de 280 kW.

B.5.1.3. Désigner le moteur.

Rendement de la transmission : 91,5%. Soit P_u moteur = 306kW.

Référence du moteur : **FLS 355 LC (moteur auto ventilé)**

P = 315kW; n = 1490 tr/min (rapport entraînement poulies - courroies $\frac{1}{2}$)

Atmosphère poussiéreuse accidentelle pendant une courte durée (zone 22) donc catégorie 3 D.

L'entreprise doit fabriquer du malt de blé pour acquérir de nouveaux marchés. Compte tenu de la quantité de malt de blé à sécher, les conditions de tourillage de ce malt nécessite une pression de 220 mmCE avec un débit d'air total de $50\text{m}^3/\text{s}$ pendant un cycle de 20 heures.

B 5.2. Vérification de l'adéquation de l'ensemble moteur - ventilateur pour une production de malt de blé :

B 5.2.1. Les ventilateurs et leur transmission restants identiques, préciser si le moteur précédemment choisi convient. Justifier votre réponse.

$P = 220 \text{ mm CE}$; débit = $50 \text{ m}^3 / \text{s}$ soit une vitesse du ventilateur de 600 tr / min soit une puissance absorbée par le ventilateur de 143 kW .

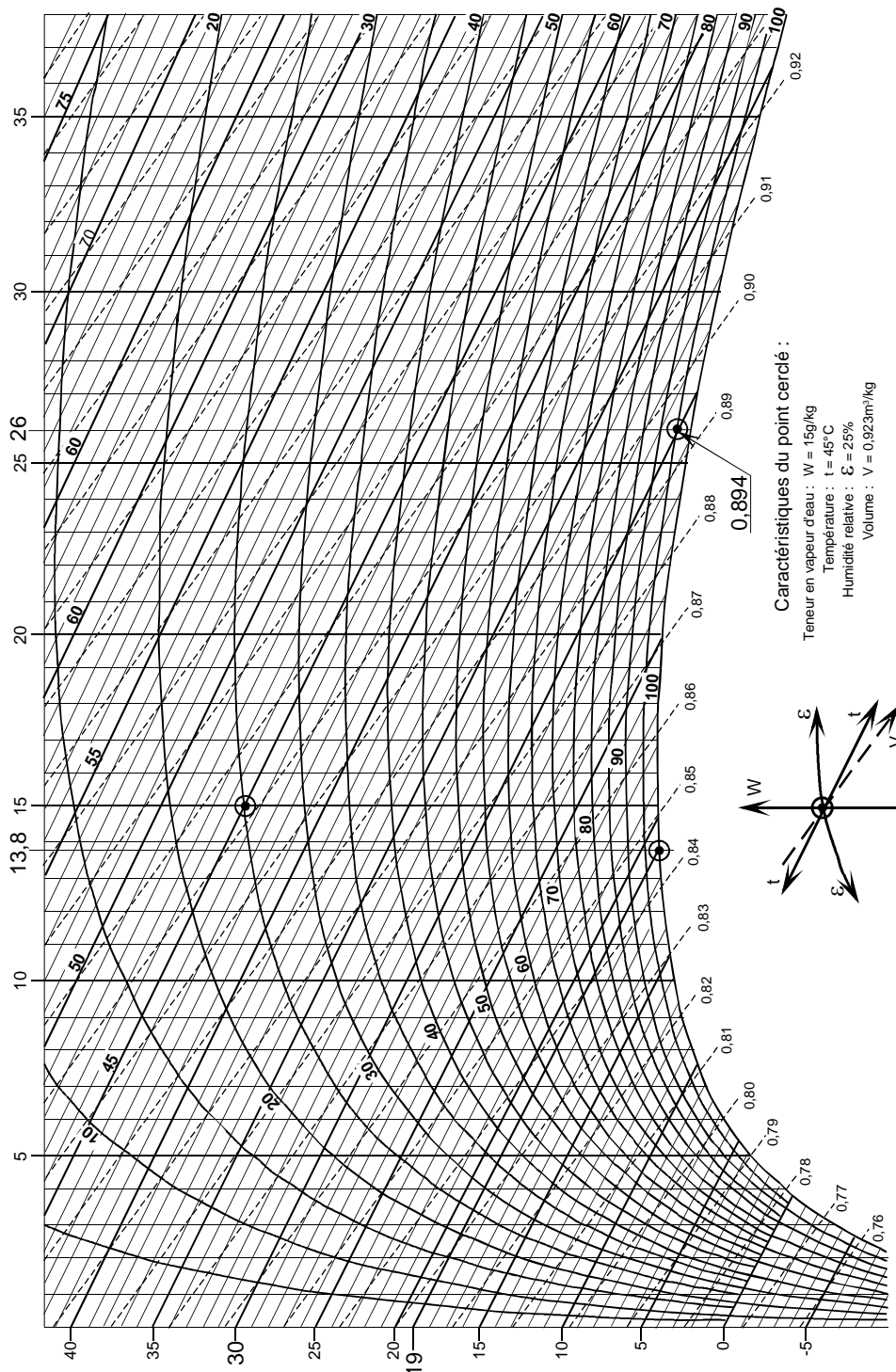
La puissance du moteur est donc suffisante. Sa vitesse de rotation devra être de 1200 tr / min .

B 5.2.2. Donner la référence de cet équipement supplémentaire, préciser le(s) réglage(s) éventuel(s)

Pour traiter indépendamment du malt de blé ou du malt de d'orge, il faut utiliser un variateur de vitesse référencé **ATV 68C33N4** (applications à couple standard). La fréquence délivrée par le variateur sera de 40Hz pour traiter le malt de blé donc pas de déclassement de couple.

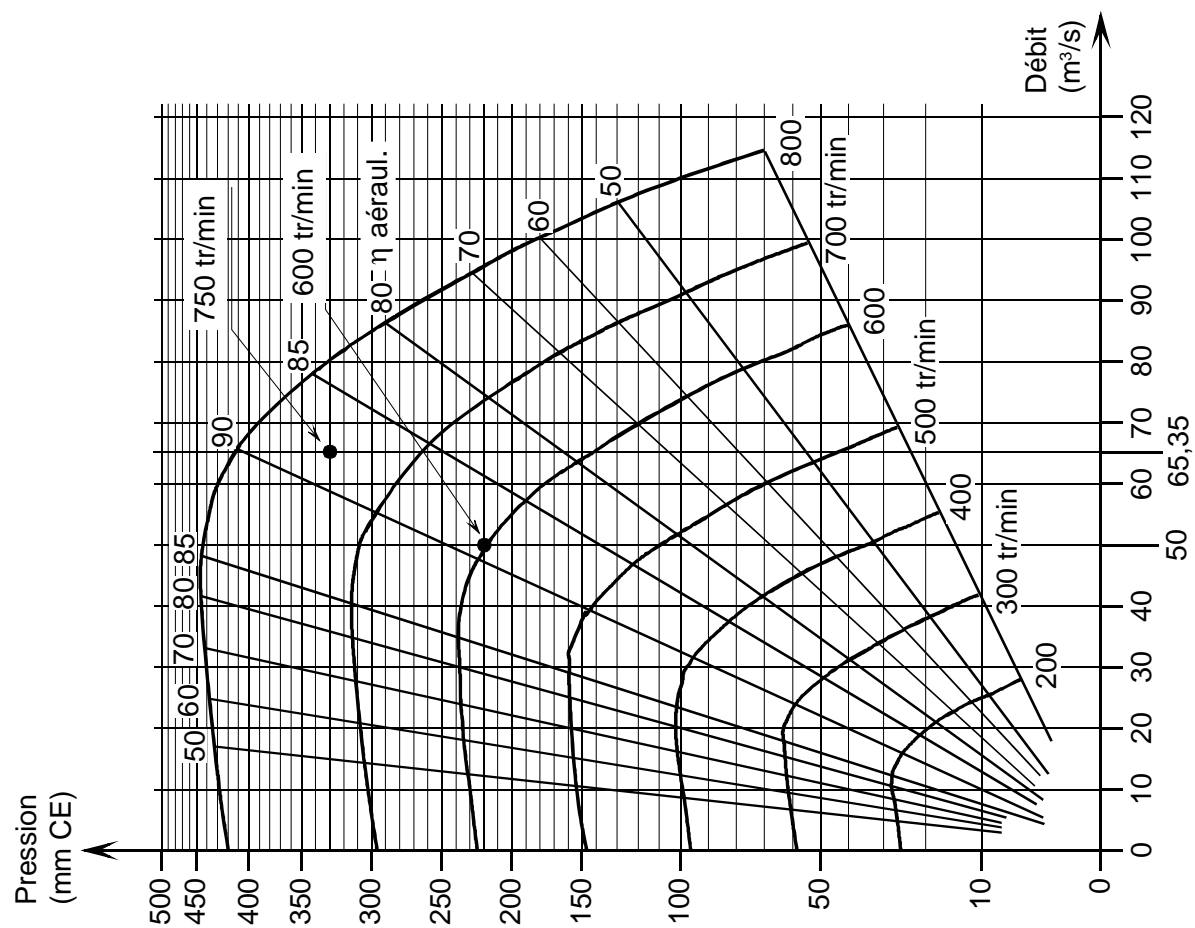
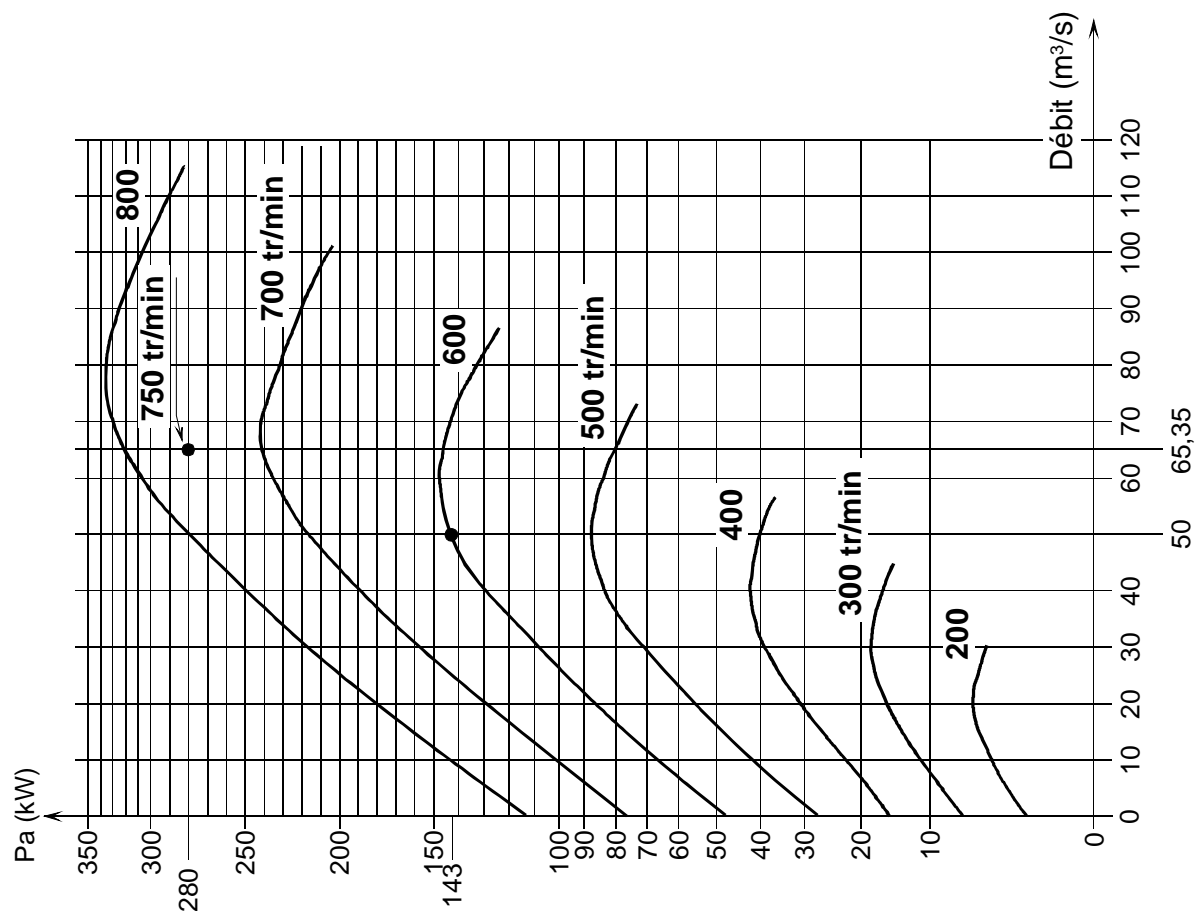
Le moteur référencé **FLS 355 LB** associé au variateur **ATV 68C33N4** peut donc traiter indépendamment du malt de blé ou du malt de d'orge.

Le moteur référencé **FLS 355 LB** associé au variateur **ATV 68C43N4** prévu à fort couple peut être aussi toléré.





VENTILATEUR ROCAIR 9 SIMPLE LARGEUR



PARTIE C

GERMINATION

- C 1.** Choisir et paramétrer si nécessaire le composant repéré Q2 sur les schémas de commande et de puissance du ventilateur de la germination. Le choix devra se limiter à la solution minimale.

Référence du contacteur disjoncteur tripolaire : LD1 LD030E

- Sectionnement par pôles principaux et consignation (voir schéma de puissance).
- E : Circuit de commande en 48V.

Référence du module de protection magnétothermique : LB1 LD03M55

- $I_{mag} = 315A$ soit $9 \times I_{rth}$ donc choix protection magnétique réglable.
- Démarrage normal (la durée d'un cycle de germination est de 4 à 5 jours).

Référence du bloc additif LA1 LC025 car le schéma de commande comporte :

- 1NO et 1NC instantanés
- 1NO sur déclenchement

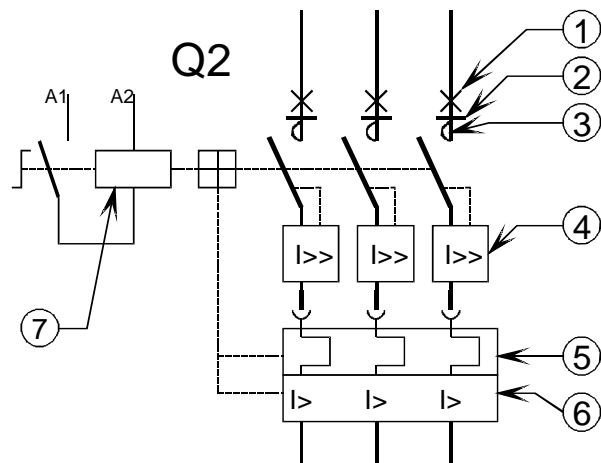
Les blocs LA1 LC010 et LA1 LC012 proposent trop de fonctions et de contacts.

- C 2.** La documentation technique relative aux "contacteurs - disjoncteurs et inverseurs Intégral 63" fait référence à des modules de protection magnétothermiques compensés et différentiels. Traduire les termes "compensé" et "différentiel".

Compensé : La température ambiante n'a aucune influence sur la détection d'une éventuelle surcharge.

Différentiel : Contrôle si l'intensité absorbée par les 3 phases est identique. En cas de déséquilibre trop important ou de coupure d'une phase, ce dispositif provoque l'ouverture des pôles principaux même si l'intensité est inférieure à la valeur de réglage.

- C 3.** Quelles sont les fonctions réalisées par l'élément repéré Q2. Compléter le tableau à la page S17.



Repère	Fonction assurée	Remarques particulières associées
1	Disjoncteur	Possède un haut pouvoir de coupure
2	Sectionneur	Séparer (ou isoler) l'installation aval du réseau
3	Contacteur	Etablir ou interrompre le circuit en charge
4	Magnétique	Dispositif de détection des courts-circuits violents et rares : $> 50 I_N$ (selon normes IEC 1082-1 et IEC 60617). Provoque l'ouverture très rapide de 4.
5	Thermique	Dispositif de détection contre les surcharges
6	Magnétique	Dispositif de détection des courts-circuits impédants soit : $10 I_N < I_{cc} < 50 I_N$. Ce dispositif peut être réglable.
7	Bobine	Commande de la fermeture de 4.

PARTIE D

PRODUCTION SECOURS EAU CHAUDE

Le process de malterie à un besoin permanent d'une eau sanitaire chaude à une température de 120°C environ sous une pression de 2,5 bars pour obtenir un séchage homogène du malt en touraille, donc pour produire un malt de très bonne qualité.

L'alimentation en eau chaude de la malterie est assurée par la déchetterie voisine. Or, cette dernière stoppe régulièrement son activité pour réaliser des opérations de maintenance programmées donc un arrêt de production d'eau chaude. Pour palier ces coupures, la malterie est équipée d'un réservoir tampon qui assurera la continuité d'alimentation en eau chaude.

Cas 1 : Alimentation en eau chaude assurée par la déchetterie :

Le réservoir tampon est rempli d'eau à température ambiante. Elle ne joue aucun rôle dans le process de la malterie.

Cas 2 : Préavis de coupure d'alimentation en eau chaude de la déchetterie :

Le réservoir tampon est alors vidangé puis rempli avec l'eau chaude issue de la déchetterie. Pour compenser les déperditions thermiques jusqu'à la coupure effective, il faut maintenir cette réserve d'eau à la température de 120°C. Le maintien en température est obtenu à l'aide de thermoplongeurs commandés par un coffret régulateur/programmeur de type "tout ou rien".

Cas 3 : Coupure effective d'alimentation en eau chaude de la déchetterie :

Le réservoir tampon est alors utilisé par la malterie et la circulation de l'eau chaude est alors en circuit fermé. L'eau, envoyée à 120°C au séchage, revient au réservoir à une température de 95°C. Pour assurer une bonne production, on utilise deux réchauffeurs triphasés de 72kW chacun. Ces réchauffeurs sont commandés par un gradateur pour envoyer l'eau à 120°C vers la touraille. La protection des composants du gradateur est assurée par des fusibles munis de micro contact de fusion. L'alimentation de l'électronique de commande du gradateur est assurée à partir du réseau (en externe). Le gradateur devra avoir un fonctionnement limitant au maximum les perturbations sur le réseau.

Caractéristiques principales du réservoir tampon :

Le réservoir tampon est installé dans un local spécifique dont la température moyenne ambiante est de 20°C.

Diamètre intérieur du réservoir tampon : 2,52m.

Hauteur intérieure du réservoir tampon : 4m.

Epaisseur de l'isolation du réservoir tampon : 14mm

Conductivité thermique du matériau isolant du réservoir tampon : $\lambda = 0,07 \text{ W / (m.}^\circ\text{K)}$

D 1. Indiquer la position des vannes repérées Q1 à Q5 dans les trois cas.

Répondre pour chaque cas et pour chaque vanne **O** pour **ouverte** et **F** pour **fermée**.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Cas 1 :	F	O	F	O	F
Cas 2 :	O	O	F	O	F
Cas 3 :	F	F	O	F	O

D 2. Citer les principales solutions industrielles qui permettent de mesurer une température afin de l'exploiter dans un process. Décrire le principe de chacune de ces solutions.

Sonde PT100 : Sonde platine $R = 100 \Omega$ à 0°C. Variation de la résistance en fonction de la température. $R_\theta = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta)$

Thermocouple : Il est constitué de 2 éléments métalliques de nature différente. Ces 2 éléments sont soudés à une extrémité (soudure chaude). L'autre extrémité est la soudure froide. Le thermocouple se comporte comme un générateur de tension. La ddp produite dépend de la différence de température entre la soudure froide et la soudure chaude et de la nature de matériaux. $e = f(\theta_{\text{chaud}} - \theta_{\text{froid}})$.

D 3. Préciser les différentes caractéristiques des signaux électriques utilisés pour traduire une grandeur physique analogique. Citer les avantages et les inconvénients de ces solutions.

0 - 10 V :	Distance de transmission faible, chute de tension en ligne.
-10 V ; +10 V :	(0 - 10 V) & (-10 V ; +10 V) non détection d'une coupure de boucle
1 - 5 V :	(1 - 5 V) détection d'une coupure de boucle
0 - 20 mA :	Distance de transmission plus élevée.
4 - 20 mA :	(0 - 20 mA) non détection d'une coupure de boucle
	(4 - 20mA) détection d'une coupure de boucle

D 4. Déterminer les déperditions par les différentes parois du réservoir tampon avant la coupure effective de l'eau chaude fournie par la déchetterie.

	Parois	Surface S en m ²	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$	$\frac{e}{\lambda}$	$R_g = \frac{1}{h_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}$	$D_p = K_g \cdot S \cdot (\theta_i - \theta_e)$
D _{p1}	Verticale	$\pi \times 2,52 \times 4 = 31,7 \text{ m}^2$	0,22	$0,015/0,07 = 0,20$	$= 0,22 + 0,20 = 0,42$	$\frac{1}{0,42} \times 31,7 \times 100 = 7548 \text{ W}$
D _{p2}	Horizontale vers le haut	$\pi \times 2,52^2 / 4 = 4,99 \text{ m}^2$	0,18	0,20	$= 0,18 + 0,20 = 0,38$	$\frac{1}{0,38} \times 4,99 \times 100 = 1312,5 \text{ W}$
D _{p3}	Horizontale vers le bas	$\pi \times 2,52^2 / 4 = 4,99 \text{ m}^2$	0,34	0,20	$= 0,34 + 0,20 = 0,54$	$\frac{1}{0,54} \times 4,99 \times 100 = 923,6 \text{ W}$
$\Sigma D_p =$						= 9784 W

D 5. Donner la référence et le nombre de thermoplongeurs permettant de compenser les déperditions par les parois du réservoir tampon. Donner la référence du coffret de régulation à utiliser.

Puissance nécessaire : 9,78 kW ;

Thermoplongeur : Chauffage d'eau sanitaire => ref : **1TBL19199002** nombre : 1 (P = 12 kW)

Coffret de régulation : Puissance thermoplongeur 12 kW avec une sonde PT100 et **un seul départ**
T.O.R. => ref : **32055-11** (P = 14,3 kW)

D 6. Etude du réchauffeur en mode modulation :

Cas 3 : coupure effective de l'eau chaude. Citer les grandes familles de gradateurs. Pour chacune de ces familles, préciser leurs avantages, leurs inconvénients, et leurs utilisations principales.

Gradateur angle de phase : constante de temps du système commandé très courte

Avantages : Temps de réponse plus rapide et commande simple.

Inconvénients : Génère des perturbations (harmoniques) lors de la commutation des thyristors.
Dégrade le facteur de puissance de l'installation car apparition d'une puissance déformante, consommation de puissance réactive.

Utilisations : Démarreurs de moteurs asynchrones, variateurs de lumière, etc.

Gradateur train d'ondes : constante de temps du système commandé longue (systèmes à inertie importante)

Avantages : Génère peu de perturbations (harmoniques) lors de la commutation des thyristors car commutation au 0 de tension. Ne dégrade pas le facteur de puissance de l'installation. Aucune consommation de puissance réactive.

Inconvénients : Temps de réponse plus lent. Fortes fluctuations de puissance demandée.

Utilisations : Chauffage par résistances.

Gradateur train d'ondes syncope : constante de temps du système commandé faible.

Avantages : les mêmes que le gradateur train d'ondes. Meilleure répartition dans le temps de la puissance demandée.

Inconvénients : Temps de réponse plus lent. Fluctuations de puissance demandée (l'utilisation d'un gradateur syncope avancé limite un peu plus cet inconvénient).

Utilisations : Chauffage par infrarouge.

Démarreur progressif en angle de phase puis modulation en train d'ondes :

Avantages : Limite le courant d'appel au démarrage.

Inconvénients : liés à l'angle de phase et au train d'ondes.

Utilisations : Chauffage par infrarouge (faible résistance à froid).

D 7. Donner la codification du gradateur alimentant les deux réchauffeurs (hors options). La communication s'effectue sous forme analogique 4-20mA

$$\text{Calcul du courant en ligne : } I = \frac{P_{\text{totale}}}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{72000 \times 2}{400 \times \sqrt{3}} = 208 \text{ A}$$

7300A : 250A / 400V / 230V / 230V / 3S / FUSE / C16
FC1 / FILT / 4mA20 / FRA / NONE
ASC

↓

Train d'ondes imposé (perturbations mini)

3S : la charge est couplée en étoile, le neutre n'est pas distribué (voir page D4).

D 8. Cas 3 : l'eau issue du réchauffeur a une température de 105°C. Calculer la puissance que devra dissiper le groupe de réchauffeurs. Déduire la consigne reçue par le gradateur à l'aide du diagramme de commande page D4.

$$105^{\circ}\text{C} \Rightarrow 37,3\% P_N \text{ soit } P_{\text{réchauffeurs}} = 144 \times 0,373 = 53,7 \text{ kW}$$

La malterie utilise le standard 4 - 20 mA ;

donc pour 37,3% de l'échelle on aura un courant de consigne de :

$$I_{\text{consigne}} = (20-4) \times 0,373 + 4 = 9,97 \text{ mA}$$

D 9. Pour chaque branchement de la charge triphasée (documents ressources D7), préciser leur(s) avantage(s) et / ou inconvénient(s).

Etoile sans neutre :

Avantages : économie d'un conducteur.

Inconvénients : apparition d'un déséquilibre lors du début et de la fin du temps de conduction des thyristors.

Etoile avec neutre :

Avantages : évite la destruction en cascade des éléments chauffants.

Inconvénients : nécessité de câbler un neutre.

Triangle ouvert :

Avantages : commutation du courant dans les branches J.

Inconvénients : nécessité d'une charge triphasée dont le couplage n'est pas réalisé.

Triangle fermé :

Inconvénients : Commutation du courant en ligne I.