

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

Direction des personnels enseignants

**Concours Externe d'accès au deuxième grade des
Professeurs de Lycée Professionnel - P.L.P 2**

**Concours d'accès à la liste d'aptitude aux fonctions
d'enseignement dans les Etablissements Privés du
second degré sous contrat - C.A.F.E.P**

Section : Génie Electrique

Option : Electrotechnique et Energie

Session de 2001

CENTRE NATIONALE DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE

SOMMAIRE

EPREUVES DU CONCOURS

EPREUVES D'ADMISSIBILITE

Epreuve : « ETUDE D'UN SYSTEME et/ou D'UN PROCESSUS TECHNIQUE »

- sujet
- éléments de réponses

Epreuve : « SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES »

- sujet
- éléments de réponses

EPREUVES D'ADMISSION

Epreuve de « TRAVAUX PRATIQUES »

- exemples de sujet

Epreuve de « TECHNOLOGIE »

- exemple de sujet

Epreuve « SUR DOSSIER »

- sujet

EPREUVES du Concours

Première série d'épreuves : ADMISSIBILITE

<i>Epreuve</i>	<i>Durée</i>	<i>Coefficient</i>
Sciences et techniques industrielles	6 heures	1
Etude d'un système et/ou d'un processus technique	8 heures	1

Deuxième série d'épreuves : ADMISSION

<i>Epreuve</i>	<i>Durée</i>	<i>Coefficient</i>
Technologie	4 heures (préparation 3 heures)	1
Travaux pratiques	5 heures	1
Epreuve sur dossier	45 mn - préparation 1 heure (fac.) - exposé du candidat 15 mn entretien 30 mn	1

EPREUVES D'ADMISSIBILITE

Etude d'un système et /ou d'un processus industriel

Etude d'un système et /ou d'un processus industriel

SESSION DE 2001

CA/PLP2

CONCOURS EXTERNE

Section : GENIE ELECTRIQUE
Option : ELECTROTECHNIQUE ET ENERGIE

ETUDE D'UN SYSTEME ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE

Durée : 8 heures

Composition du dossier :

Présentation générale du système
Extrait du cahier des charges
Sommaire
Travail demandé
Documents constructeurs

Organisation du sujet

Le sujet comporte quatre parties indépendantes qui peuvent être traitées dans n'importe quel ordre :

- Partie 1 TARIFICATION DE L'ENERGIE
- Partie 2 DISTRIBUTION ELECTRIQUE DE L'USINE
- Partie 3 CONVOYEUR DE L'ETUVE
- Partie 4 HUMIDIFICATEUR DE L'ETUVE

Dans chaque partie, de nombreuses questions sont indépendantes . Elles constituent toutefois une suite logique qui facilite l'étude globale .

Les candidats sont priés de rédiger les quatre parties sur le dossier .

PRESENTATION GENERALE DE L'INSTALLATION

La Société Verrière d'Encapsulation située à NOYON est une filiale de Saint-Gobain . Cette société est spécialisée dans l'encapsulation et le pré-montage de vitrages pour l'automobile (lunettes chauffantes et custodes) .

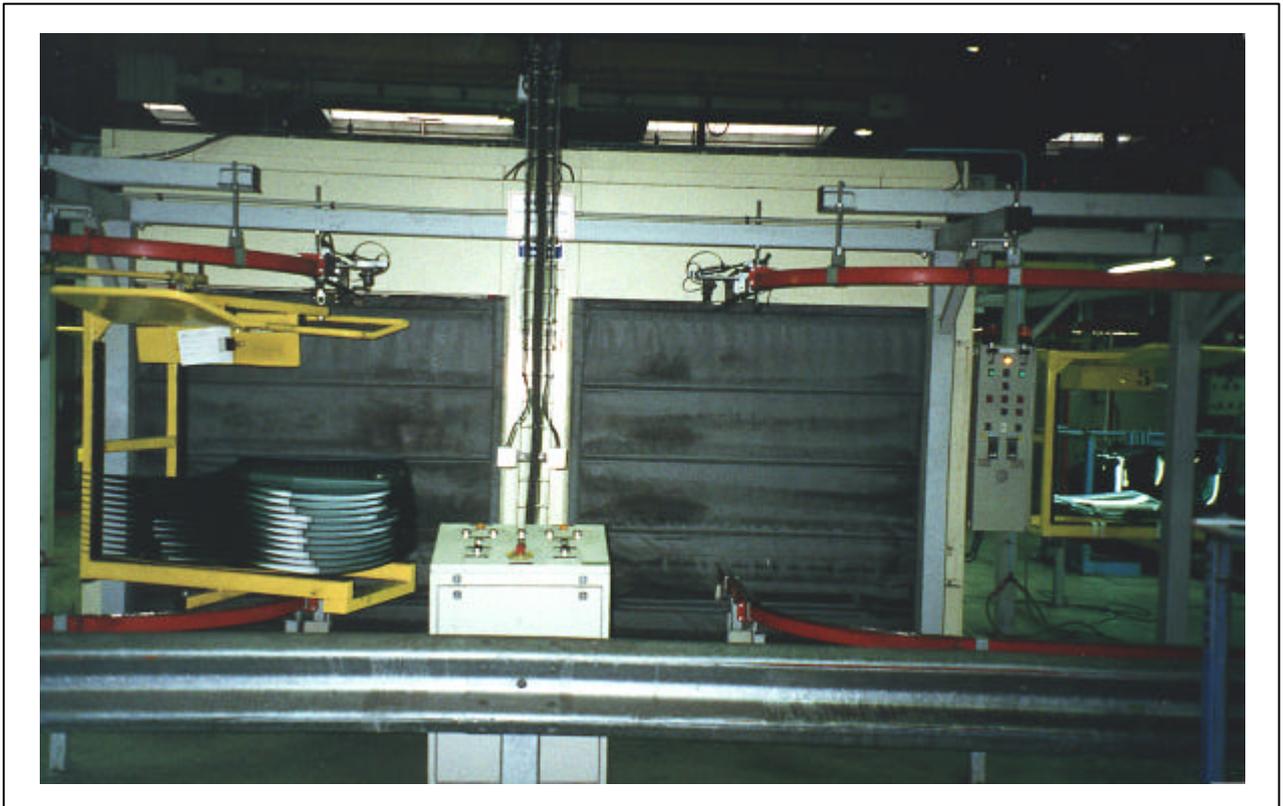
L'encapsulation consiste à injecter un joint en résine polyuréthane sur le pourtour d'un vitrage .

Le pré-montage permet l'adjonction de pièces additionnelles à un vitrage .

Avant la pose du joint, il est nécessaire de déposer un primaire pour accélérer et faciliter sa pose et cela nécessite le passage du vitrage en étuve humide régulée .

La production annuelle est d'environ 700 000 vitrages encapsulés .

Fournisseur pour des sociétés pratiquant la production par « flux tendu », la société a une activité continue qui lui impose de travailler pendant **230 jours par an, 24h sur 24** .



Convoyeurs face à l'étuve

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES

DISTRIBUTION ELECTRIQUE DE LA CHAINE DE FABRICATION:

3X 380V + PE 50 Hz

EQUIPEMENT :

1-Etuve :

Dimensions intérieures : Longueur = 5,70 m
 Largeur = 2,7 m
 Hauteur = 2,15 m

Groupe de chauffage :

1 caisson de traitement d'air :

-température extérieure = 14°C
-température de soufflage = 45°C

1 ventilateur de soufflage centrifuge (moteur M1 220/380V) P = 0,5kW débit = 1500m³ /h

1 batterie de chauffage électrique P = 27kW en 380V

Régulateur à 3 étages avec contrôle de ventilation sur les résistances (sonde de surchauffe)

Sonde de température de type PT100

Groupe humidification :

- Hygrométrie hiver 15%
- Condition étuve 40 à 50°C
- Humidité relative 65% pour un débit d'air de 1500 m³/h
 - Matériel de marque DEFENSOR type MK 3
 - Débit de vapeur 60kg/h
 - Progression de vapeur progressive entre 0 et 100%
 - Tension d'alimentation 3x380V
 - Régulation proportionnelle
 - Sonde d'humidité

2- Convoyeur :

1 convoyeur séquentiel à rouleaux galvanisés de marque RAPISTANLANDE

Commande par moteur asynchrone triphasé, avec implantation à l'extérieur

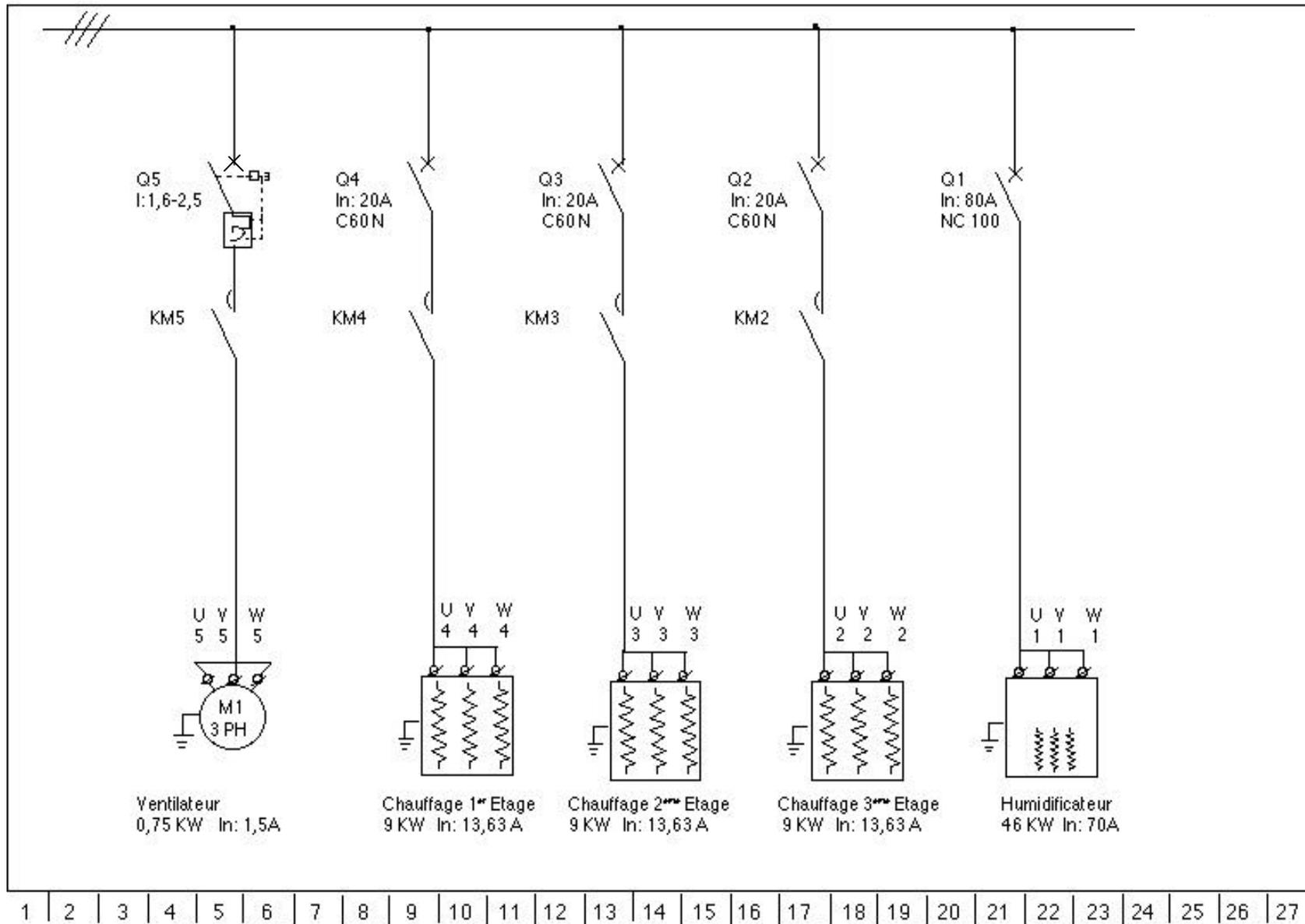
Résistance à haut niveau d'humidité

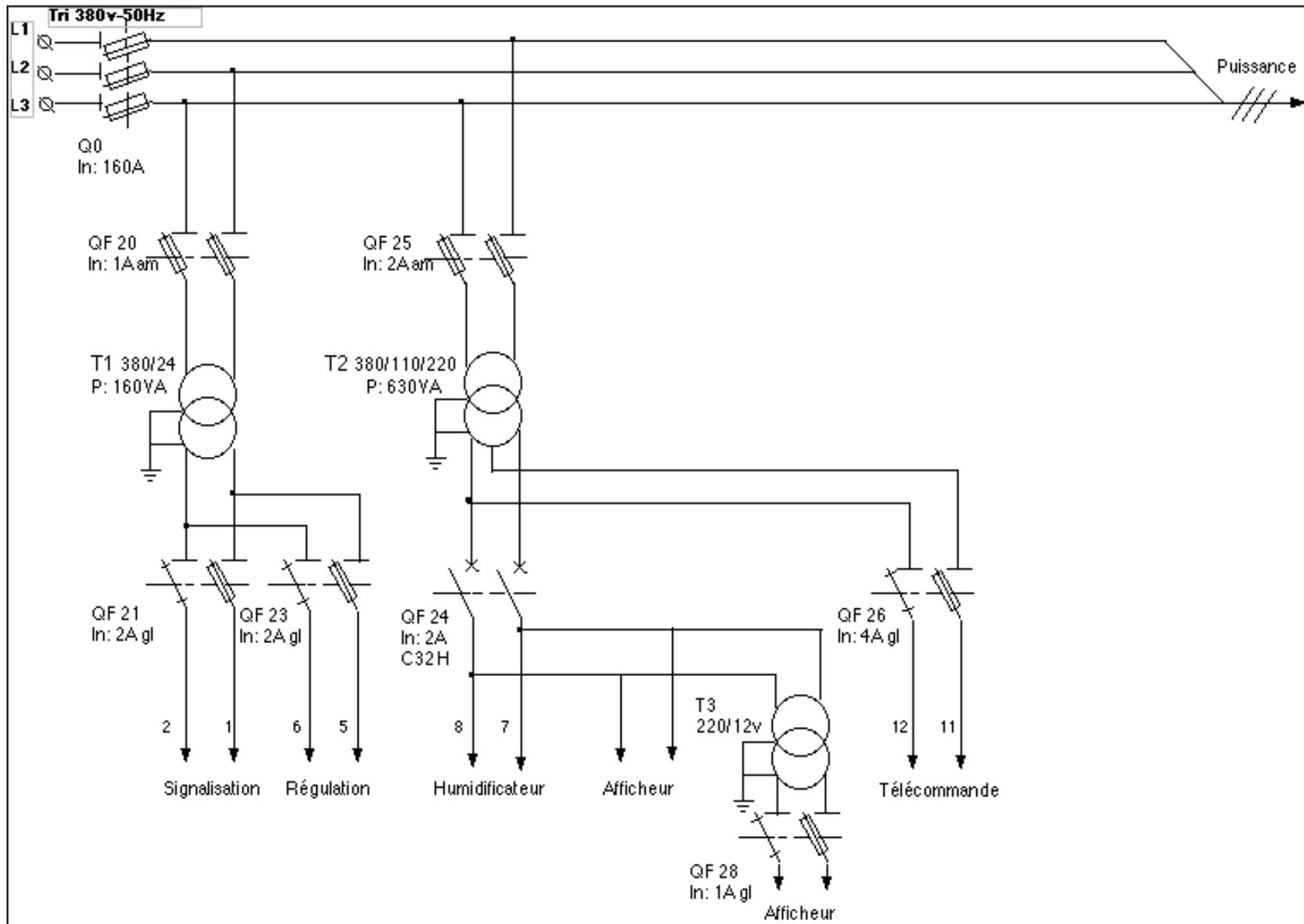
Roulements étanches

Vitesse de déplacement mini = 0,2 m/s

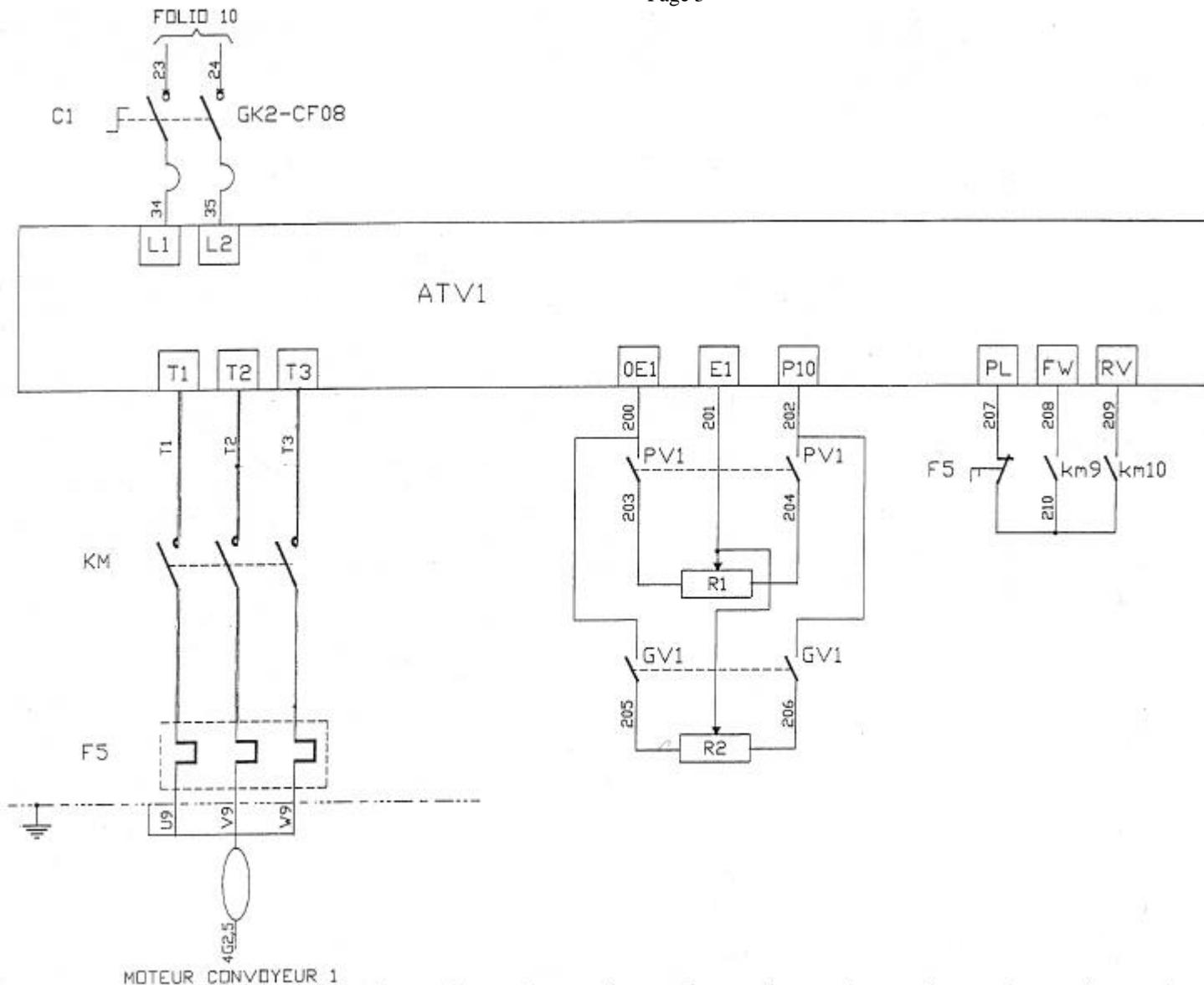
Vitesse de déplacement maxi = 0,6 m/s

L'accélération et la décélération sont à 0,2m/s²





1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27



TITRE	ATV1	N° DE PLAN	ANPB 1020	REV.	0	FOLIO	11	FOLIO SUIVANT	12
-------	------	------------	-----------	------	---	-------	----	---------------	----

SOMMAIRE

Présentation générale

Cahier des charges

Partie 1 : TARIFICATION (page 1 à 8) : 60 points

- 1.1 Justification du type de tarif**
- 1.2 Justification du coût de la consommation**
- 1.3 Optimisation de la consommation**

Partie 2 : DISTRIBUTION (page 9 à 16) : 40 points

- 2.1 Etude du transformateur**
- 2.2 Choix du disjoncteur général**
- 2.3 Choix du câble d'alimentation**
- 2.4 Choix des disjoncteurs divisionnaires**

Partie 3 : CONVOYEUR DE L'ETUVE (page 17 à 24) : 50 points

- 3.1 Dimensionnement du moto-réducteur**
- 3.2 Remplacement du convertisseur de fréquence**

Partie 4 : HUMIDIFICATEUR DE L'ETUVE (page 25 à 27) : 50 points

- 4.1 Etude de l'humidificateur**
- 4.2 Décoder les schémas électriques de l'équipement**
- 4.3 Compléter les schémas électriques de l'équipement**

Partie 1 : Tarification de l'énergie

Omniprésente, l'électricité constitue un fluide énergétique très simple d'utilisation et très largement disponible. Mais, n'étant payable qu'après utilisation, la facture correspondante peut réserver de désagréables surprises. Il faut donc gérer au mieux sa consommation en l'analysant.

La gestion d'énergie a pris un nouvel essor avec l'apparition des compteurs électroniques dans les années 80 (compteur Trimaran pour le tarif Vert, notamment). Ces compteurs de tarification disposent d'une « interface client », qui permet à l'abonné de récupérer des informations stockées dans la mémoire pour être utilisées par des logiciels qui mettent sous forme de courbes ou de tableaux les informations relevées (consommations, appel de puissance, dépassements,...). Ils permettent d'éditer des rapports à intervalles déterminés afin de vérifier que le choix du tarif est ajusté au plus juste.

Pour cette partie, on vous fournit :

- *Annexe du contrat EDF (Tarification – Facturation Tarif Vert A5, option de base) (DT 1)*
- *Un extrait du rapport APAVE sur le prix de l'énergie (DT 2)*
- *Le relevé de la consommation du 01/01/97 au 01/02/97 (DT 3)*
- *La courbe de charge (Puissance en fonction du temps) du mois de janvier (DT 4)*
- *Un duplicata vierge de la facture du mois de février (énergie consommée en janvier) page 9*

1.1 Justification du type de tarif :

1.1.1. Donner le type de tarif puis justifier ce choix en fonction des impératifs de production de l'entreprise ?

1.1.2. Les puissances en P, HPH, HCH, HPE, et HCE sont les mêmes et valent 640 kW. Justifier ce choix.

1.2 Justification du coût de la consommation :

Afin d'optimiser les factures, il convient de bien la comprendre. On se propose donc de recalculer la facture du mois de Février 97 (énergie consommée en janvier 97).

1.2.1 Justifier la valeur de la puissance réduite à partir des données du DT 2. Celle-ci est minorée de 4 % (pour cause de contrat de 6 ans), elle devient alors la puissance taxable(Pt).

1.2.2. En déduire la somme de la prime fixe **mensuelle** (Hors Taxes !!!). Reporter la somme sur la ligne correspondante sur la facture vierge

1.2.3. En utilisant DT 3 et DT 4 et en appliquant le tarif en vigueur donné DT 2,

1.2.3.1. Exprimer à partir de DT1, la formule permettant de calculer le coût des pénalités dues aux dépassements.

1.2.3.2 Calculer et reporter cette somme sur la ligne correspondante sur la facture vierge.

1.2.3.3. Reporter l'énergie active enregistrée en Heure de Pointe pendant le mois sur la colonne consommation à facturer. En déduire la somme due puis reporter la sur la facture vierge.

1.2.3.4. Reporter l'énergie active enregistrée en Heure Pleine d'Hiver pendant le mois sur la colonne consommation à facturer. En déduire la somme due puis reporter la sur la facture vierge.

1.2.3.5 Reporter l'énergie active enregistrée en Heure Creuse d'Hiver pendant le mois sur la colonne consommation à facturer. En déduire la somme due puis reporter la sur la facture vierge.

1.2.3.6. Donner l'énergie active totale consommée pendant le mois. Retrouver la valeur de l'énergie active totale consommée en idéalisant la courbe de charge (DT 4) et en énonçant votre démarche.



ELECTRICITE DE FRANCE

N° TVA FR 03 552 081 317

FACTURE SUR RELEVÉ
N° 97034 00491 08 DU 04/02/97

Nom et adresse du lieu de consommation

Nom et adresse du destinataire de la facture

10 FEV. 1997

19/02/97

Notre référence: 212 05232 07757 00 79

PRIMES FIXES, REDEVANCES ET FRAIS DIVERS								MONTANTS (en francs)
PRIME FIXE FEVRIER (MINOREE DE 4,0% POUR CONTRAT DE 6 ANS)								281,75
DEPASSEMENT:								
* REDEV. LOCATION ET ENTRETIEN DU COMPTAGE								
ENERGIE ACTIVE								
(6=1-2+3+4-5)								
Periode tarifaire	Consommation enregistrée 1	Consommation accessoire 2	Pertes fer 3	Pertes Joule 4	Consommation en décompte 5	Consommation à facturer 6	Prix unitaire en centimes	
P								
HPH								
HCH								
TOTAL								
ENERGIE RÉACTIVE (en kvarh) FACTURÉE SUR LA BASE TANGENTE PHI = 0,40								
Energie réactive mesurée en P*HP	Energie active mesurée en P*HP	Tangente PHI au secondaire primaire	Kvarh consommés	Kvarh en franchise	Kvarh à facturer	Prix unitaire en centimes		
MINORATION (0,30%)								
TOTAL GÉNÉRAL HORS TAXES								
CALCUL DES TAXES								
TVA PAYÉE SUR LES DÉBITS :								
MONTANT PRÉLEVÉ								
AUCUN ESCOMPTE N EST ACCORDÉ POUR PAIEMENT ANTICIPE								

Les rubriques précédées d'un * ne sont pas soumises aux taxes locales, celles précédées de ** ne sont pas taxables

1.2.4 La facturation de l'énergie réactive ne s'effectue qu'en hiver et pendant les périodes HP et HPH.

1.2.4.1 Remplir toutes les colonnes de la ligne Energie Réactive sachant que :

- L'énergie réactive en franchise est l'énergie réactive consommée lorsque $\tan \phi$ est égale à 0,4.
- L'énergie réactive à facturer est la différence entre l'énergie réactive mesurée et l'énergie réactive en franchise
- L'Energie réactive mesurée et les kvarh consommées sont de valeurs identiques.

1.2.4.2 En déduire, la somme de la pénalité due à la consommation excessive d'énergie réactive et reporter la sur la facture vierge

1.2.5 Calculer la somme hors taxes de la facture en tenant compte de la minoration de 0,3 %, puis calculer la somme TTC (TVA à 20,6 %) à prélever pour ce mois. Reporter ces sommes sur la facture vierge.

1.3 Optimisation de la facture EDF :

Il s'agit de vérifier dans cette partie, que le tarif qui avait été choisi correspond toujours à l'obtention d'une facture la moins élevée.

L'étude annuelle de la facturation amène aux conclusions suivantes :

Energie active annuelle consommée pendant 1 an (365 jours) : 3 777 481 kWh soit une somme totale de 1 623 036 Frs

Facturation totale annuelle due aux dépassements de puissance : 5000 Frs.

1.3.1. Pour limiter la pénalité de dépassement, on décide d'augmenter les puissances souscrites. Au vu des impératifs de production de l'entreprise, et du contrat fourni DT 1, quelle est la contrainte imposée pour l'augmentation minimale des puissances souscrites. Donner dans ce cas les nouvelles valeurs des puissances en P, HPH, HCH, HPE, HCE arrondies à la dizaine de kW supérieure.

--

1.3.2. Comment vont se répercuter ces augmentations de puissances souscrites dans la facturation. Est-ce financièrement intéressant ? Justifier votre réponse.

1.3.3. Etude comparative de l'influence d'une consommation excessive d'énergie réactive.

1.3.3.1 La puissance absorbée par l'entreprise est P sous une tension de U_n . En considérant un facteur de puissance égale à 1, donner la relation entre le courant I absorbé et ces grandeurs.

1.3.3.2 Donner l'expression de la chute de tension composée ΔU_n dans l'ensemble transformateur et câble lorsque le $\cos\varphi = 1$ (on note R la valeur de la résistance équivalente de l'ensemble et X la valeur de la réactance équivalente de l'ensemble).

1.3.3.3 Exprimer la relation des pertes joules P_j en fonction de R et I

1.3.3.4 Donner la relation entre la puissance P et la tension U_n et le courant I' lorsqu'on a un facteur de puissance inférieur à 1 et étant égal à $\cos\varphi'$. Exprimer dans ce cas la relation existante entre I et I' .

1.3.3.5 Exprimer la chute de tension $\Delta U_n'$ dans l'ensemble transformateur et câble (on note R la valeur de la résistance équivalente de l'ensemble et X la valeur de la réactance équivalente de l'ensemble). Donner la relation entre ΔU_n et $\Delta U_n'$ en fonction de $\tan\varphi'$, X et R .

1.3.3.6 Exprimer la relation des pertes joules P_j' . Donner la relation entre P_j et P_j' .

1.3.3.7 Au vu des calculs réalisés précédemment, que peut-on dire des inconvénients liés à la consommation excessive d'énergie réactive.

1.3.4 Calcul de la puissance de la batterie à installer :

Après l'étude annuelle de la consommation d'énergie, on constate que l'énergie réactive facturée est importante. On va donc étudier la possibilité de réduire la facture en compensant l'énergie réactive à l'aide de condensateurs montés en gradins. On comparera deux méthodes de calculs des gradins et on choisira la solution la plus rentable à court terme (3 ans).

Pour cela on vous donne le tableau suivant représentatif de l'énergie consommée en HIVER de l'année ($\tan\phi$: 3 chiffres après la virgule arrondie au plus près)

Mois	Energie active kWh	Energie réactive kVARh	Tan j	Energie réactive en franchise kVARh	Energie réactive à compenser kVARh
Novembre (30 jours)	169092	110417	0,653	67637	42780
Décembre (31 jours)	140717	81616	0,580	56287	25329
Janvier (31 jours)	219343	143287	0,653	87737	55550
Février (28 jours)	205172	139517	0,680	82069	57448
Mars (31 jours)	215648	127232	0,590	86259	40973

1.3.4.1 On choisit la batterie en fonction de l'énergie maximale à compenser. Donner la valeur de la puissance réactive de la batterie de condensateur à choisir.

1.3.4.2. Choisir la batterie de condensateur nécessaire à l'aide du DT 5

1.3.4.3. On décide maintenant d'étudier le même problème, mais en dimensionnant la batterie de condensateur à gradins en fonction de la valeur moyenne de l'énergie à compenser. Calculer la puissance de la batterie de condensateurs à utiliser.

1.3.4.4 Choisir la batterie de condensateur nécessaire

Les prix des batteries de condensateurs série MS sont :

Batterie série MS	Prix (HT)
MS 90 44	24882 Frs
MS 120 44	31764 Frs
MS 150 44	36052 Frs
MS 180 44	39900 Frs
MS 210 44	43252 Frs

1.3.4.5. Donner le coût de la pénalité annuelle due au dépassement d'énergie réactive si on installe la batterie de la question 1.3.4.4.

1.3.4.6. En considérant que la consommation d'énergie reste approximativement la même pendant 3 ans, quelle est la batterie de condensateur à choisir pour optimiser la facture. Conclure.

1.3.4.7. Calculer la valeur du condensateur équivalent lorsque la puissance de la batterie de condensateurs (couplés en triangle) est de 150 kVAR sous une tension de 400 V. En déduire le courant absorbé par le condensateur.

1.3.4.8. A l'aide du DT 6, donner le calibre et le réglage thermique (= I_r : courant de réglage) du disjoncteur protégeant la batterie de condensateur. Justifier la valeur du réglage thermique.

Partie 2 : La distribution de l'usine RVE

Le schéma unifilaire simplifié de l'installation est représenté DT 7. On s'intéressera plus particulièrement au transformateur de distribution, au disjoncteur général DG01 et à l'alimentation de l'atelier de fabrication n°1 pour lequel, DT 8, on trouvera le carnet de câbles.

2.1 Etude du transformateur général HTA/BTA :

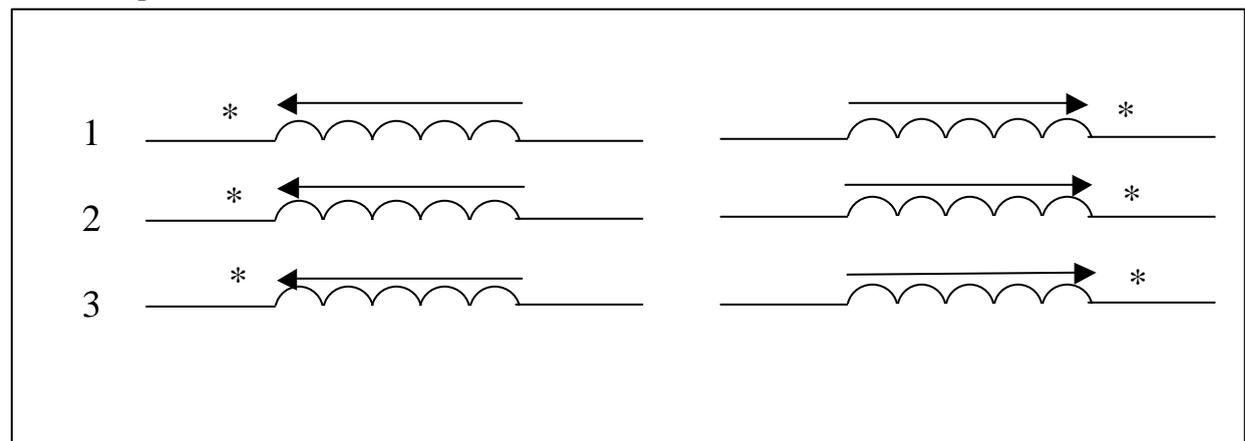
2.1.1. Définir les niveaux de tensions ; BTA ; BTB ; HTA ; HTB.

2.1.2. La plaque signalétique est donné dans le DT 9.

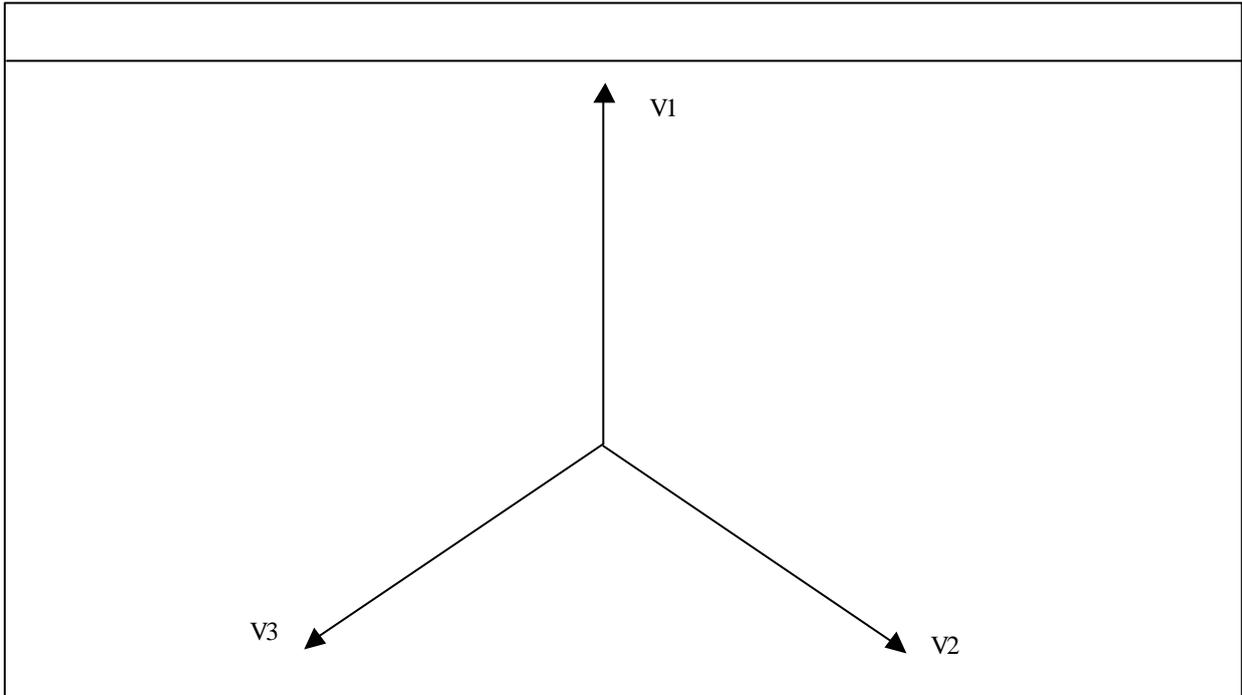
2.1.2.1. Calculer le rapport de transformation m entre les tensions composées.

2.1.2.2. Donner la relation entre m et m^* (rapport entre le nombre de spires). Calculer le rapport de transformation m^* .

2.1.2.3. Représenter les connexions entre les enroulements sur le schéma suivant :



2.1.2.4. Donner le déphasage qui existe entre la tension simple primaire V_1 et la tension simple au secondaire v_1 . Compléter le diagramme vectoriel. En déduire le déphasage entre la tension composée au primaire U_{12} et la tension composée au secondaire u_{12}

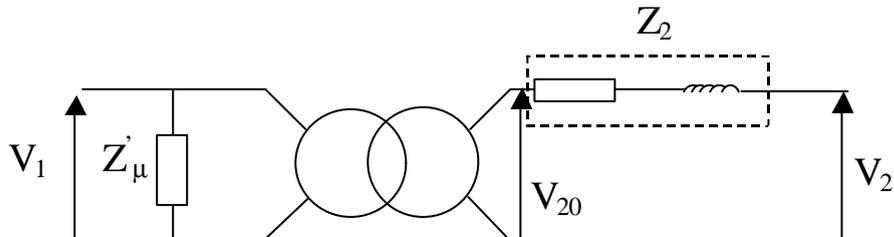


Déphasage entre U_{12} et u_{12} :

2.1.2.5. Justifier les valeurs du courant primaire et secondaire données sur la plaque signalétique.

2.1.2.6. Donner une définition précise de U_{cc} (en %).

La figure suivante représente le schéma équivalent monophasé du transformateur.



2.1.2.7 Donner la valeur de la tension V_1 , V_{20} .

2.1.2.8 Calculer la valeur de l'impédance vu du secondaire Z_2 .

2.1.2.9. sachant que la chute de tension lorsque le $\cos \varphi = 1$ à I_{2n} est égale à 2 % de U_{20} ; Calculer la valeur de la résistance R_2 , puis la valeur de la réactance X_2 .

2.2 Choix du disjoncteur général DG01 :

On désire choisir le disjoncteur général DG01 qui se trouve à la sortie du transformateur général. Dans les calculs, on négligera l'impédance des jeux de barres, des disjoncteurs et des gaines à barres. La résistivité du cuivre est de $1,9 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$. La réactance linéique est égale à $X_c = 0,12 \text{ m}\Omega/m$ pour un câble monoconducteur.

2.2.1. Rassembler les éléments nécessaires pour choisir le disjoncteur DG01.

Le réseau amont au poste de transformation peut délivrer en cas de court-circuit une puissance de 500 MVA. Pour tenir compte de ce réseau, on traduit son influence par une impédance Z_r (ramenée au secondaire du transformateur) définie par la relation :

$$Z_r = \frac{U_{20}^2}{S_{cc}} = R_r + jX_r;$$

2.2.2 Calculer la valeur de cette impédance. Sachant que $X_r/R_r = 6$, calculer la valeur de la résistance, puis la valeur de la réactance.

2.2.3 Calculer la valeur du courant de court-circuit au point A (au niveau du jeu de barre sortant du disjoncteur général) en vous aidant des résultats trouvés précédemment.

2.2.4. Donner la référence du disjoncteur général (voir DT 10). Vérifier son pouvoir de coupure et la compatibilité avec le schéma de l'installation.

2.2.5. On associe au disjoncteur un module STR 28 D dont les caractéristiques se trouvent sur DT 11. Quel est son rôle ?

2.2.6. Expliquer ce que signifie les termes suivants :

LR : Long Retard :

INST : Instantanée :

Temporisation maximum t_r :

2.2.7 Expliquer pourquoi le constructeur a-t-il introduit I_0 dans les possibilités de réglages.

2.2.8 Donner le réglage de I_0 , I_r en fonction des caractéristiques du réseau et du ST28D.

Note : I_0 a 4 crans : 1 ; 0,5 ; 0,63 ; 0,8 ; 1 de I_n

I_r a 8 crans : 0,8 ; 0,85 ; 0,88 ; 0,9 ; 0,92 ; 0,95 ; 0,98 ; 1 de I_0

2.3 Choix du câble d'alimentation du canalis n°3 alimentant la fabrication n°3

Le DT 8 rassemble l'ensemble des sections des câbles sur le canalis n°3. Il s'agit dans cette partie de justifier le choix de la section du câble (monoconducteur) alimentant ce canalis. Ce câble est supporté par un chemin de câbles horizontal perforé. Ce chemin de câbles supporte d'autres circuits. L'ensemble est disposés en deux couches de 7 circuits. La température ambiante autour des câbles est de 35°C.

On donne :

Récepteur	Puissance active (P)	Puissance réactive (Q)
ALIM PM1	40 kW	30 kVAR
ALIM PM2	40 kW	30 kVAR
ALIM ETUVE	70 kW	50 kVAR
ALIM CONV 1	2 kW	1,3 kVAR
ALIM Cab peint 1	3 kW	400 VAR
ALIM Cab peint 2	3 kW	400 VAR
ALIM Pompe 1	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 2	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 3	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 4	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 5	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 6	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 7	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM Pompe 8	2,2 kW	1,5 kVAR
ALIM TH REG 1	76 kW	27 kVAR
ALIM TH REG 2	76 kW	27 kVAR

2.3.1 A l'aide de DT 12, justifier la valeur de la section du câble d'alimentation du canalis n°3.

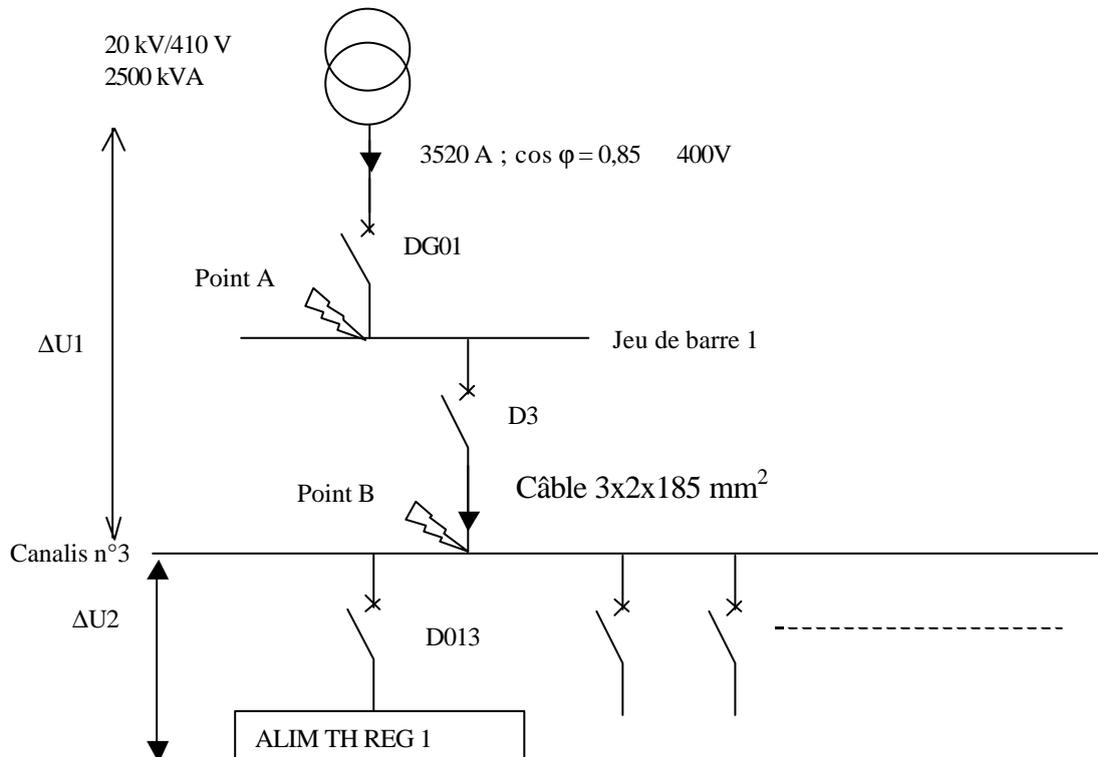
2.3.2 Vérifier que la chute de tension ΔU entre le transformateur et l'utilisation soit compatible avec la norme ($\Delta U (\%) < 8 \%$). On donne $U_2 = 400 \text{ V}$. On notera ΔU_1 la chute de tension existante entre le transformateur et le canalis n°3, et ΔU_2 la chute de tension existante entre le canalis n°3 et l'utilisation. ΔU_2 sera estimé à 3 %.

Note : Utiliser les résultats précédents pour estimer la chute de tension.

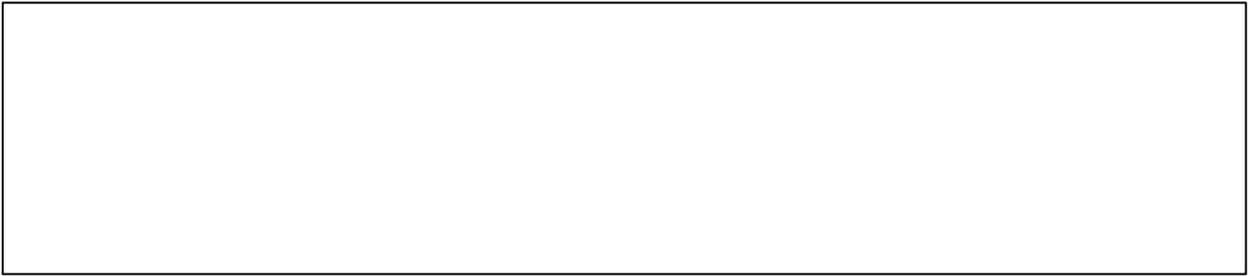


2.4 Choix des disjoncteurs D3, D013 (DT 13, DT 14, DT 15):

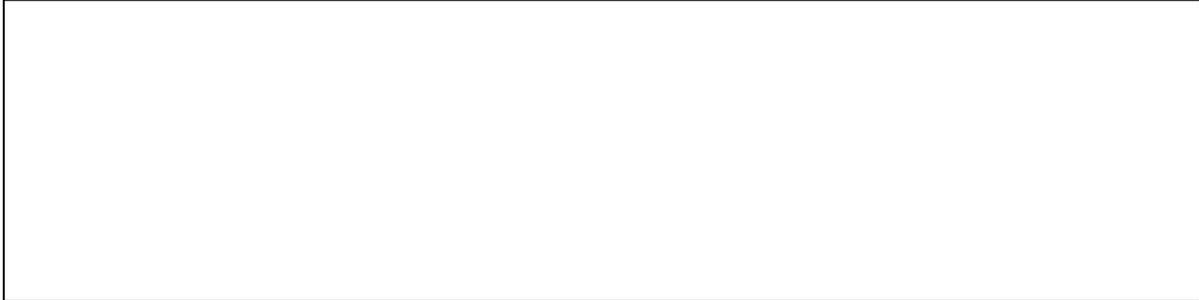
Le schéma simplifié de l'installation est représenté par la figure suivante.



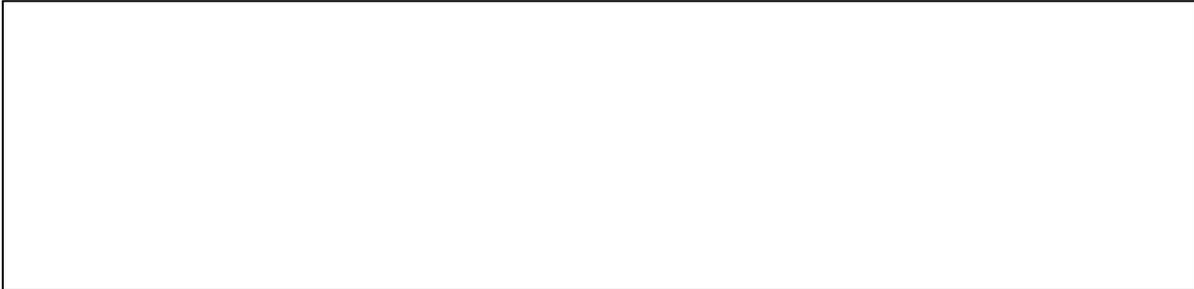
2.4.1 Choisir le disjoncteur D3 alimentant le canalis n°3.



2.4.2 Choisir le disjoncteur D013.



2.4.3 Vérifier la sélectivité entre les disjoncteurs DG01, D3, D013

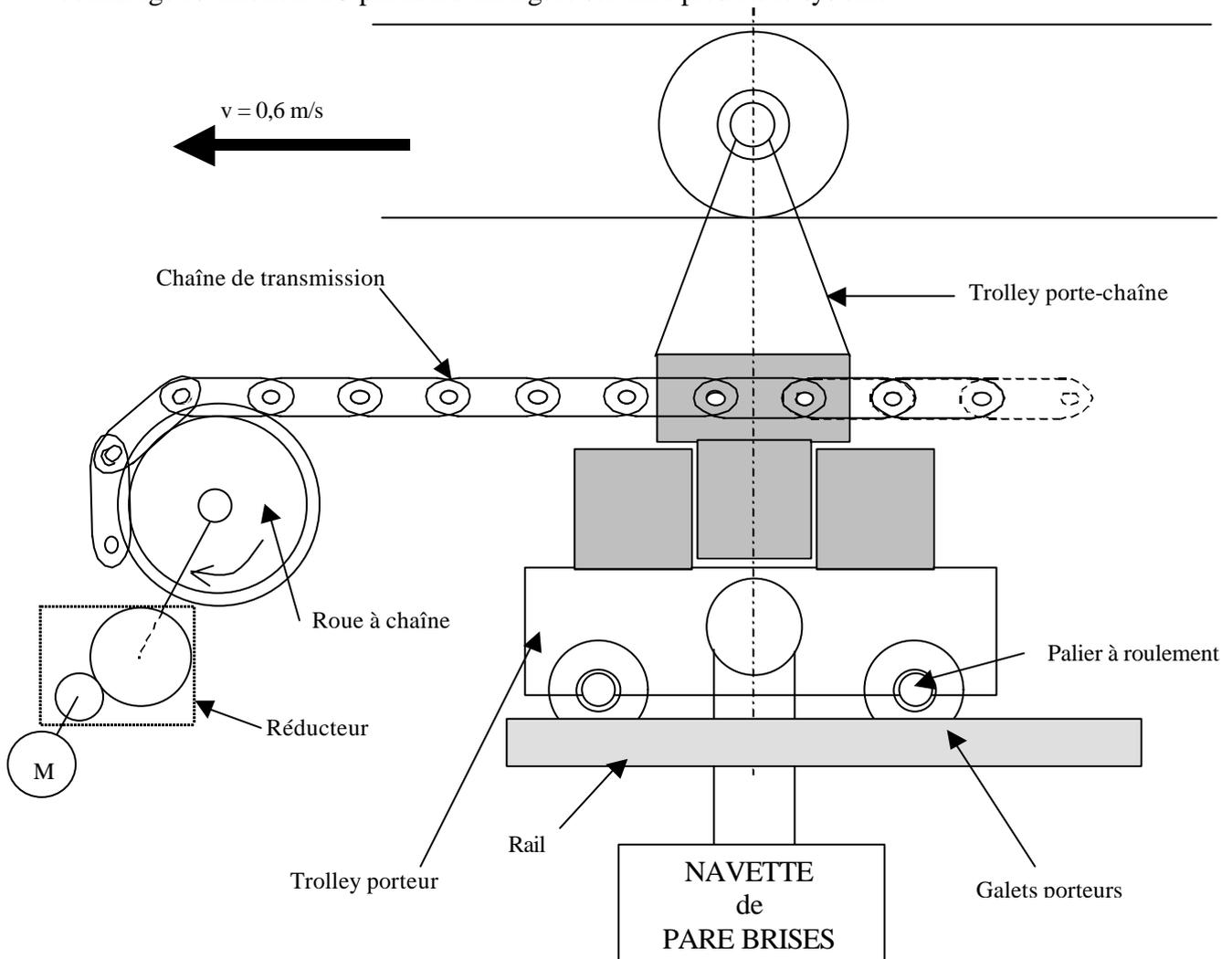


Partie 3 : CONVOYEUR DE L'ETUVE

A la suite d'un incident le moto-réducteur et le convertisseur de fréquence ont été détruit. N'ayant plus toutes les caractéristiques du moto-réducteur, on vous demande dans cette partie de le choisir et de remplacer le convertisseur de fréquence associé.

3.1 Choix du moto-réducteur :

Les pare brises sont transportés sur des navettes. Celles-ci sont entraînées par l'intermédiaire d'un convoyeur dont la motorisation est assurée par un moto-réducteur. Le nombre de démarrage est inférieur à 5 par heure. La figure suivante présente le système :



Caractéristiques principales de la chaîne cinématique du convoyeur :

Le poids du trolley porte-chaîne et de la chaîne ainsi que celui des galets sont négligés par rapport au poids de la navette chargée des pare brises. Le trolley porteur dispose de 4 galets porteurs. La charge est parfaitement répartie sur chacun des galets porteurs.

Les galets porteurs sont en matière synthétique. Les rails de guidage sont en acier (coefficient de roulement égale à 2mm). Les galets sont montés sur des paliers à roulement.

Diamètre des galets porteurs : 89 mm ; Diamètre des paliers à roulement : 30 mm, le coefficient de frottement est de 0,005

Masse de la navette : 80 Kg. Et masse maximale de la charge : 1 tonne

La chaîne de transmission a un rendement de 90 % et le réducteur a un rendement de 95 %.

La vitesse de la roue à chaîne est de 124 tr/min et la vitesse du moteur est d'environ 1400 tr/min.

La vitesse de déplacement de la charge est de 0,6 m/s (Grande Vitesse : GV)

La température ambiante est d'environ 30°C (moteur proche de l'étuve)

Dans ce problème, on calculera les forces de frottement et les forces de roulement appliqués sur le trolley porteur ainsi que la force nécessaire pour accélérer la charge afin d'estimer la puissance à installer au niveau du moteur et de choisir le moto-réducteur. L'accélération a est égale à $0,2 \text{ m/s}^2$ (contrôlée par un variateur de vitesse). On prendra $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

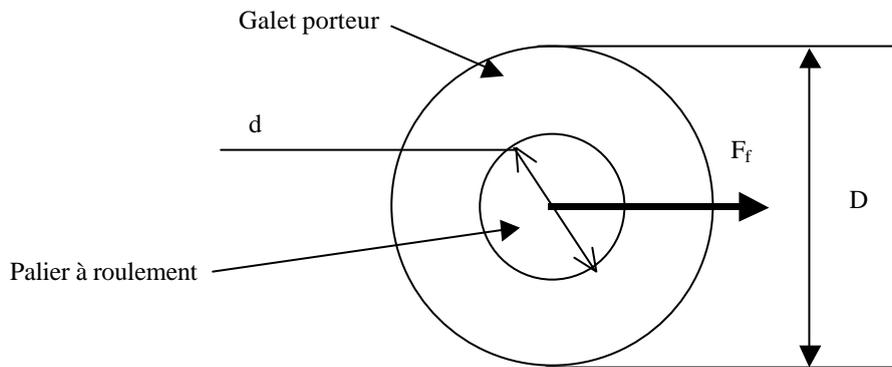
3.1.1 Les galets porteurs sont montés sur des paliers à roulements, ce qui provoque des frottements et donc une force qui va s'opposer au mouvement.

La société spécialisée dans les roulements vous donne la relation suivante :

$$\text{moment du couple exercé sur le roulement} = \mu_r \cdot P \cdot \frac{d}{2} ;$$

avec μ_r , le coefficient de frottement, P le poids sur un galet et d , le diamètre du palier à roulement.

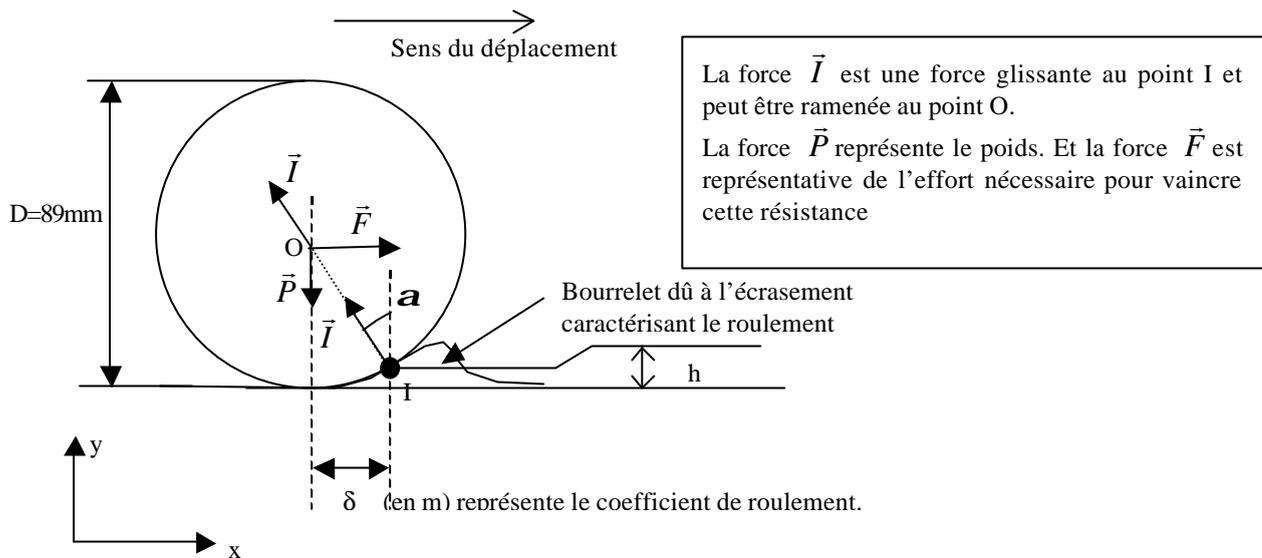
Exprimer La Force F_f en N due aux frottements sur les 4 galets en remarquant que le couple exercé sur le roulement est le même que celui qui sera exercé sur le galet.



3.1.2 Faire l'application numérique.

On définit la force au roulement, comme la force \vec{I} due au bourrelet créé par le poids supporté par le galet porteur. Cette force s'oppose au sens du déplacement de l'ensemble. Pour l'étude on considérera un seul galet qui supporte la masse totale de l'ensemble.

En isolant un galet porteur, on obtiendra :



3.1.3 D'après la définition du roulement, **calculer la valeur de la force \vec{F} correspondante.**
Pour cela :

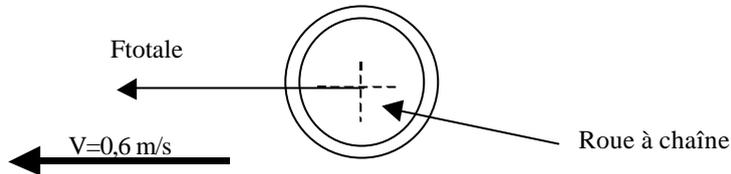
- Déterminer l'expression de la tangente α en fonction de δ et de D sachant que $h \ll (D/2)$
- Faire le bilan des forces appliquées au point O (la somme des Forces extérieures appliquées au point O est égale à 0 à l'équilibre)
- Projetez ces forces sur l'axe /x et sur l'axe /y pour obtenir 2 équations
- De ces deux équations, déterminer une autre expression de l'angle α en fonction de F et P
- En déduire la force \vec{F} due au roulement en fonction de δ , m_{total} (masse totale) et D .

3.1.4 Les frottements latéraux des paliers sur les côtés du rail, sont estimés à 0,2 % du poids total. **Calculer la force due à ces frottements latéraux F_l .**

3.1.5 La force d'inertie à vaincre s'écrit $F_a = m_{\text{total}} \cdot a$ (a étant la valeur de l'accélération). **calculer la valeur de cette force.**

3.1.6 Calculer la force totale exercée sur la chaîne de traction.

3.1.7 Cette force est appliquée sur la roue à chaîne. Calculer alors la puissance utile du moteur nécessaire à l'entraînement de l'ensemble en tenant compte du rendement de la chaîne et du réducteur.



3.1.8 Calculer le moment du couple utile du moteur.

3.1.9 Calculer le moment du couple au niveau de la roue à chaîne.

3.1.10 Choisir le moto-réducteur dans le tableau de sélection DT16 (tout en vérifiant si le couple à fournir au niveau de la roue à chaîne est compatible).

3.1.11 Lors du démarrage, un couple d'entraînement double peut être transmis, à condition que le nombre de démarrages ne dépasse pas 5 par heure (donnée constructeur). **Pouvait-on négliger le couple dû à l'accélération. Justifier votre réponse.**

Pour la suite du problème, on choisira un moteur de 550 W.

3.1.1.2 Dessiner l'allure de la caractéristique I/I_n en fonction de N/N_n , en précisant les principales valeurs de I/I_n (DT 17). De même pour la caractéristique C/C_n en fonction de N/N_n .



3.2 Remplacement du convertisseur de fréquence :

Suite à un incident, il vous est demandé de remplacer par un modèle adapté le convertisseur de fréquence. A ce jour, le modèle de convertisseur de fréquence de la société Télémécanique installé n'est plus fabriqué. Il vous est demandé de choisir un modèle adapté pour ce remplacement.

Pour cela, il faudra tenir compte des recommandations suivantes :

- *les potentiomètres de réglages des 2 vitesses sont installés sur la face avant de l'ancien convertisseur et il ne sera plus possible de les utiliser.*
- *Le fabricant Schneider préconise le remplacement du convertisseur de fréquence par un modèle de la série ATV18 (voir DT18 et DT19).*
- *Le moto-réducteur a une puissance de 0,55 kW (dans la partie de ce problème)*

3.2.1 Déterminer les caractéristiques du nouveau convertisseur de fréquence :

- Référence :



D'après la représentation symbolique du schéma électrique ATV1 du cahier des charges:

3.2.2 - Indiquer le repère du composant qui assure la protection électrique du moteur du convoyeur :

3.2.3 - Quelle est sa désignation ?

3.2.4 - Quel est le rôle du contact repéré F5 branché sur la borne PL

3.2.5 - Préciser le rôle des contacts repérés km9 et km10 :

3.2.6 - Quelle est la désignation du composant repéré C1 ?

3.2.7 - En déduire son rôle

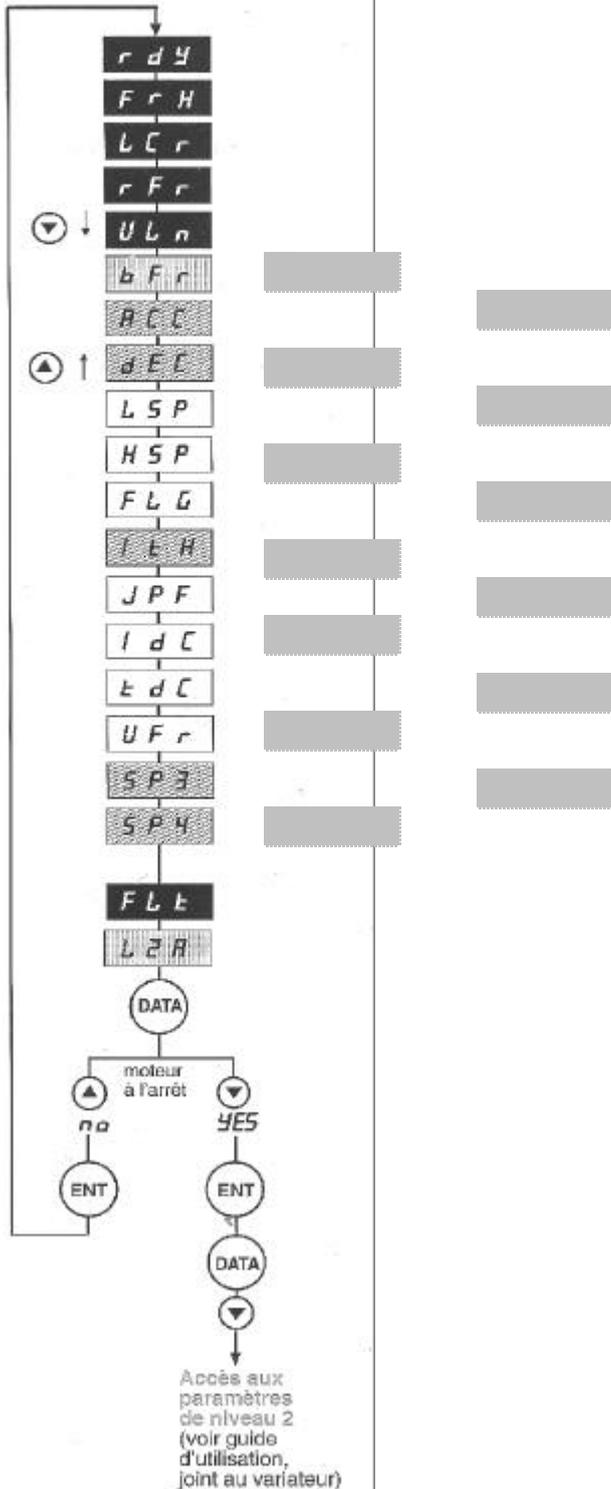
3.3 Etablir les paramètres permettant de régler le nouveau convertisseur :

3.3.1 D'après les réglages de l'ancien convertisseur de fréquence indiqués dans le cahier des charges , déterminer les paramètres à configurer à l'aide du document DT 1 9.

3.3.2 Indiquer la valeur des paramètres à régler

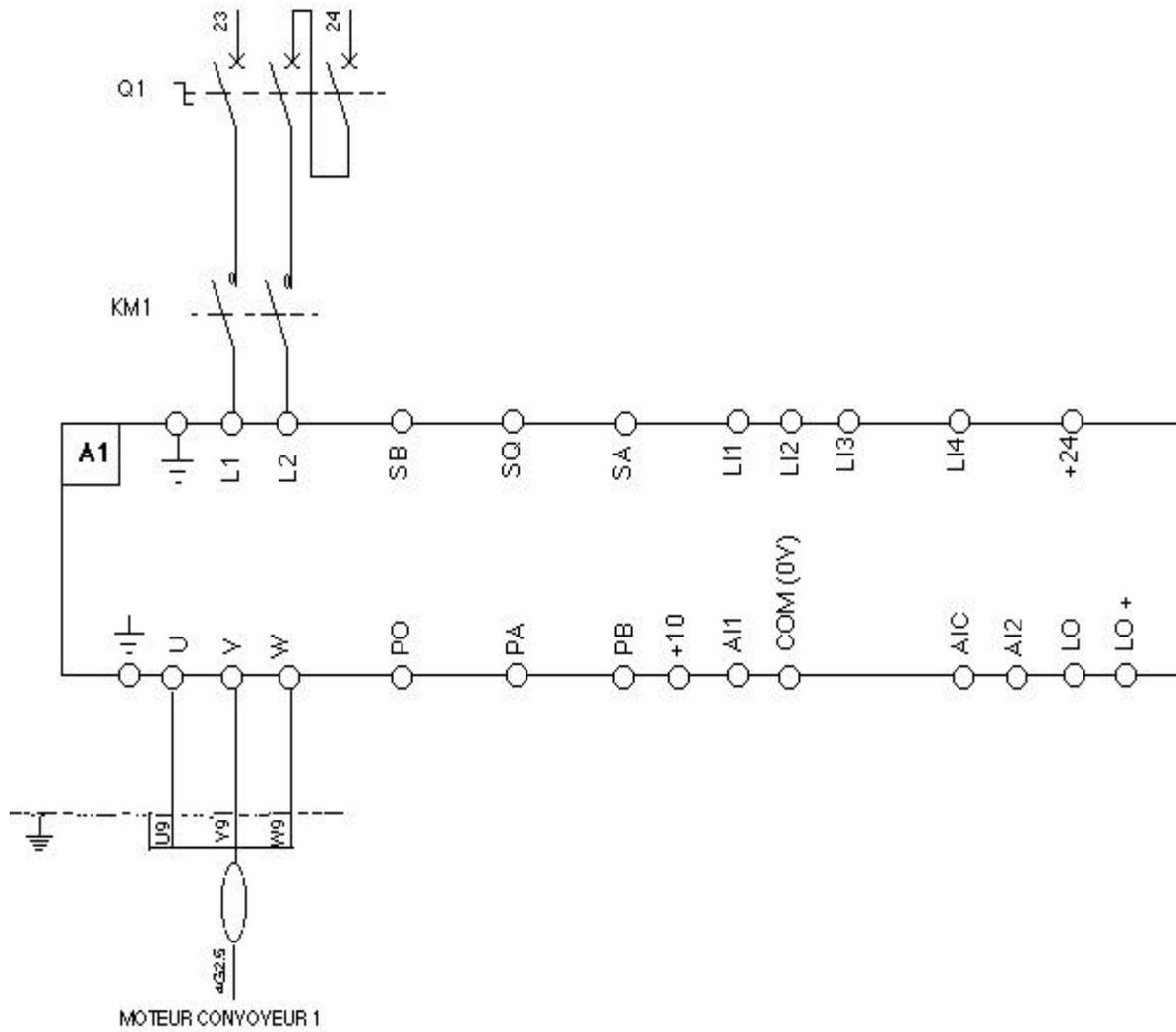
Liste des paramètres de niveau 1

- affichage seulement
- réglable seulement à l'arrêt
- réglable en marche et à l'arrêt
- paramètres de réglage les plus fréquents



3.4 Modifier le schéma de commande et de puissance :

- Compléter le schéma du convertisseur en tenant compte de ses nouvelles caractéristiques



Partie 4 : Humidificateur de l'étuve

Le mécanisme d'accrochage du primaire sur le verre s'effectue en étuve humide.
Les conditions d'hydrolyse sont les suivantes :

- Température
- Humidité relative
- Durée de mise en étuve

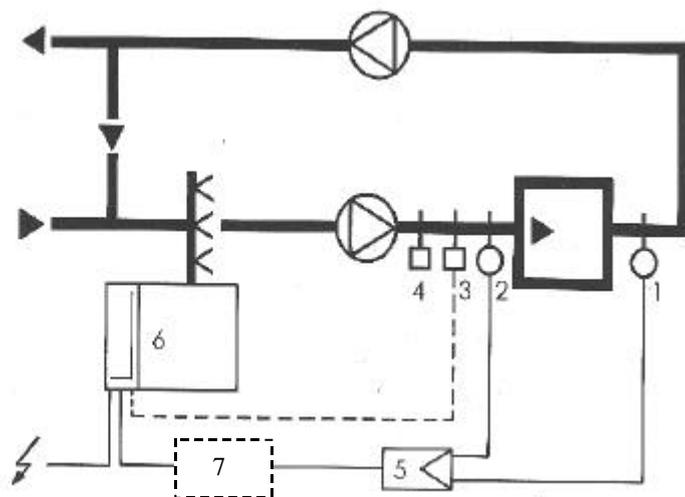
On vous demande de justifier et de vérifier les caractéristiques de l'humidificateur .

Principe de régulation d'humidité

Par le terme d'humidification de l'air, on entend communément l'apport artificiel d'eau (respectivement de vapeur d'eau dans l'air ambiant) . Les appareils d'humidification de l'air augmentent donc la teneur absolue en humidité de l'air .

La méthode d'humidification retenue est la méthode par évaporation . L'eau contenue dans un récipient est réchauffée et remise à l'air ambiant sous forme de vapeur d'eau . L'énergie requise pour l'évaporation est prise sur le réseau électrique et passe sous forme d'énergie calorifique dans le local .

- 1 Sonde d'humidité
- 2 Sonde d'humidité de limitation maximale
- 3 Hygromètre à maxima
- 4 Pressostat différentiel
- 5 I
- 6 Humidificateur d'air à vapeur DEVAPOR Mk3
- 7 Adaptateur Uniquement pour le traitement des signaux de régulation progressive avec le type H.



4.1 Etude de l'humidificateur

4.1.1 - Désigner le composant repéré 5 du schéma ci-dessus:

4.1.2 - D'après les caractéristiques du cahier des charges et du document DT 20, déterminer la référence de l'humidificateur installé

4.2 Décoder les schémas électriques de l'équipement

4.2.1 - D'après le document DT 20, préciser la nature du composant repéré K1.

A partir des schémas électriques fournis dans le cahier des charges

4.2.2 - Désigner le composant repéré T2 du schéma de distribution de l'ETUVE-HUMIDIFICATEUR.

4.2.3 - Pourquoi sa protection amont est de type aM

4.2.4 - Désigner le composant repéré QF 25.

4.2.5 - Désigner le composant repéré Q5 du schéma de puissance de l'ETUVE-HUMIDIFICATEUR.

4.2.6 - Quel est son rôle ?

4.2.7 - Que signifie I : 1,6-2,5A

4.2.8 - Préciser le couplage du moteur M1 et des groupes de chauffages du schéma de puissance sachant que les résistances de chauffage supportent 380V.

M1 Groupes de chauffage

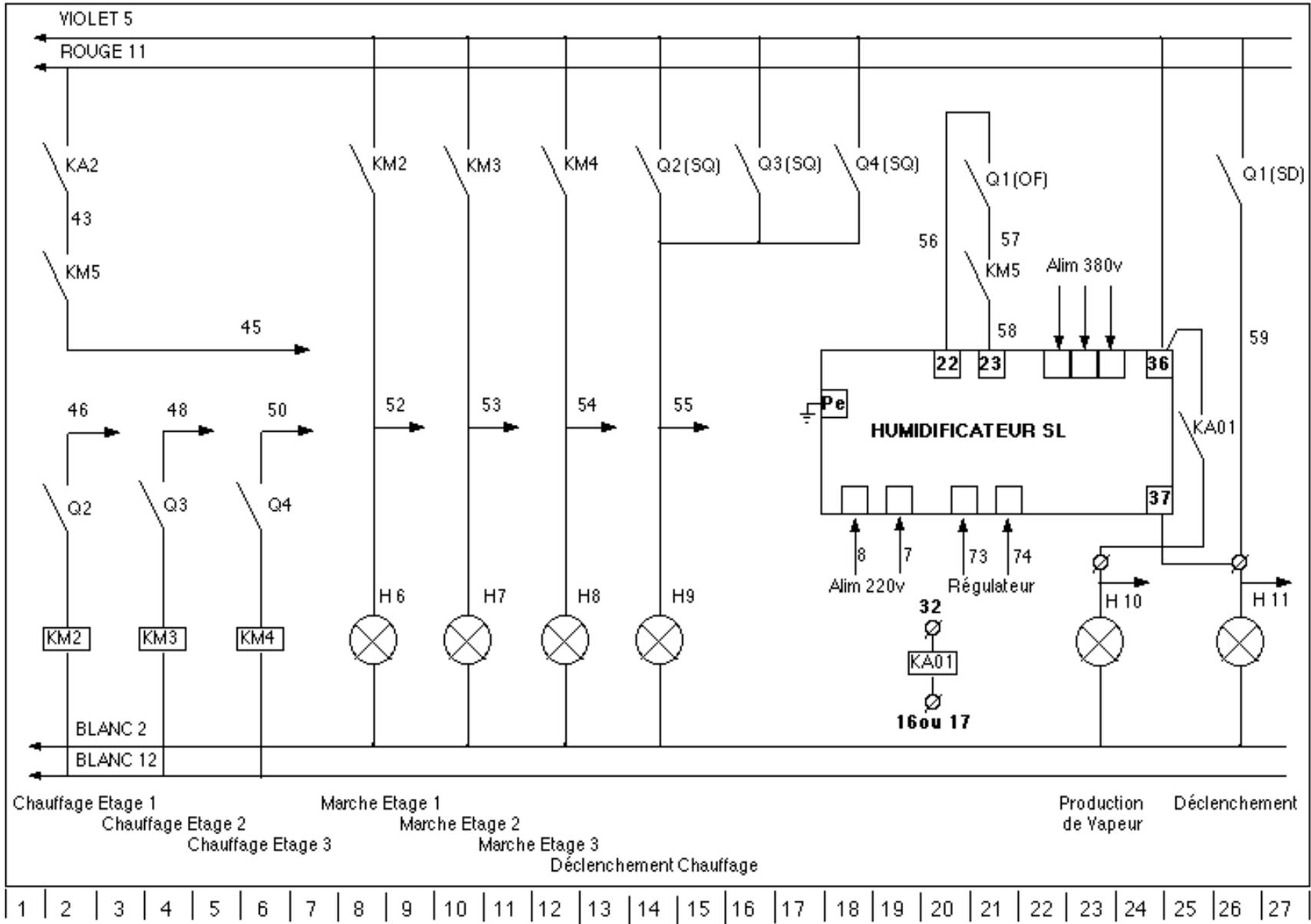
4.3 Compléter les schémas électriques de l'équipement

4.3.1 - Après avoir identifié les bornes de chaque constituant, indiquer sur le schéma de commande 1 (Etuve - Humidificateur) leur repère et en déduire les polarités du régulateur.

4.3.2 - Compléter le schéma de commande 2 (Etuve - Humidificateur) voir DT 20 à DT 23

- Raccorder le relais à étages au régulateur de température
- Raccorder la sonde d'hydrométrie au régulateur associé
- Indiquer les repères des bornes correspondants.

ETUVE-HUMIDIFICATEUR
Schéma de commande 1



ETUVE-HUMIDIFICATEUR
Schéma de commande 2

