

SECTION : GÉNIE ELECTRIQUE

Option : ELECTROTECHNIQUE ET ÉNERGIE

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE
ET/OU D'UN ÉQUIPEMENT**

Durée : 6 heures. – Coefficient : 1

DOSSIER REPONSE

Seul le dossier réponse est à rendre en fin d'épreuve.

Il convient donc d'y reporter vos réponses à l'exclusion de tout autre document.

Répondre dans les cadres réservés à cet effet. Si les emplacements réservés pour les réponses se révèlent insuffisants, le candidat peut utiliser une feuille blanche agrafée en mentionnant le numéro de la question.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

CAHIER N° 3

QUESTIONNEMENT ET REPONSES ATTENDUES

PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

A1- DISTRIBUTION HT :

A1-1- Définir les différents domaines de tension concernés par l'étude en précisant les limites imposées par la norme NF C 18-510.

Tensions	Domaine	Limites

A1-2- Indiquer le type d'alimentation HT utilisé dans le poste principal PP.

A1-3- A partir du compte-rendu d'essais du transformateur T1 du Poste Principal, on demande :

a- de calculer les rapports de transformation à vide "mv" et en charge "mc" pour le service b2.

b- de calculer le courant secondaire nominal " I_{2n} ".

c- de calculer le courant primaire nominal " I_{1n} ".

d- de calculer la chute de tension absolue " ΔU_2 " lorsque le transformateur débite les 9/10 de son courant nominal sur une charge dont le $\cos \varphi$ est de 0,8.

e- de calculer la tension secondaire "U2c" pour les 9/10 de la charge.

f- de calculer le rendement du transformateur à charge nominale.

a- Rapports de transformation mv et mc :

b- Courant nominal I_{2n} :

c- Courant primaire I_{1n} :

PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HT_A

d- Chute de tension absolue ΔU_2 :

e- Tension secondaire U_{2c} pour les 9/10 de la charge :

f- Rendement du transformateur à charge nominale :

PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

A1-4- On envisage le couplage en parallèle des deux transformateurs T1 et T2 du poste principal PP. Pour cela, donner les conditions nécessaires à cette mise en parallèle et vérifier, en le justifiant, si ce projet est réalisable.

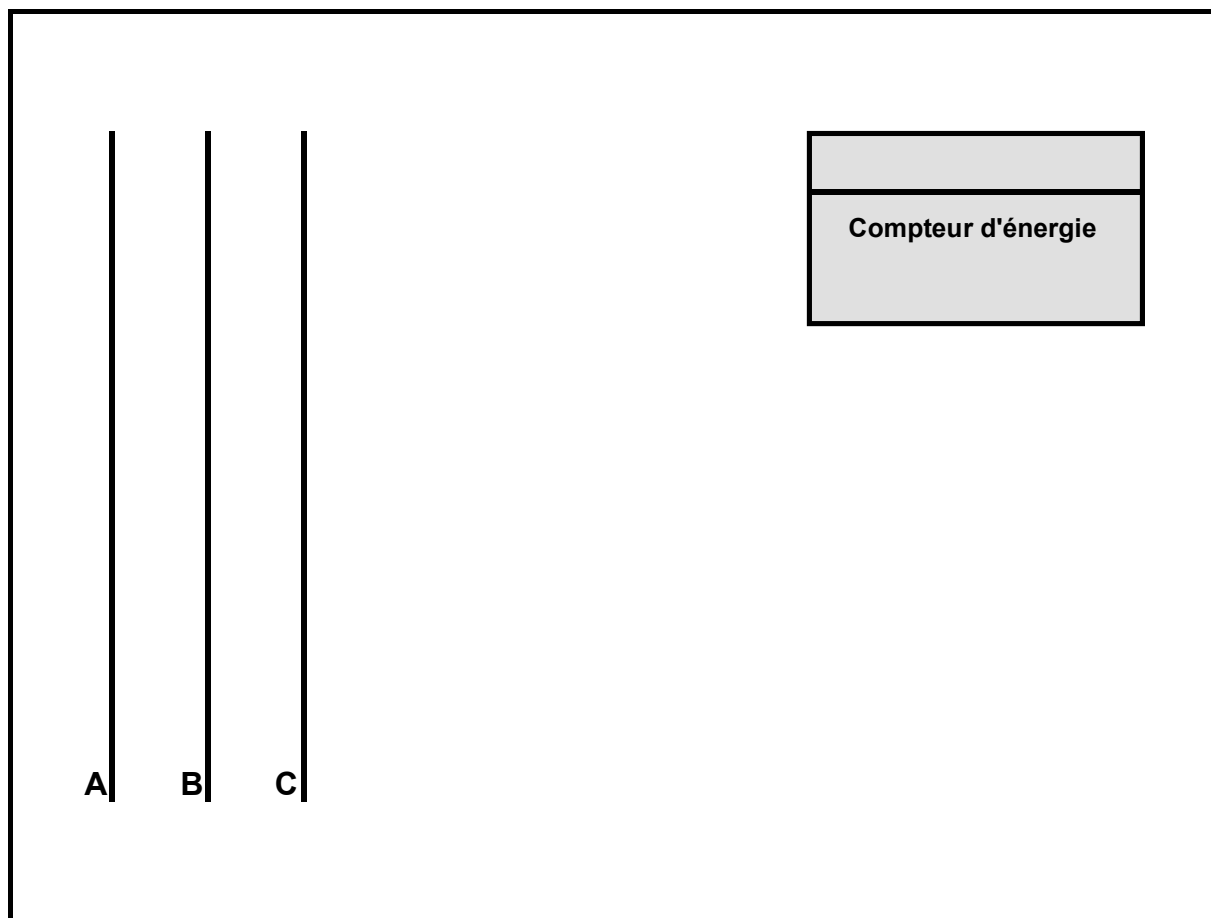
Conditions nécessaires	Justifications	Possibilité Oui / Non

A1-5- Donner les raisons pour lesquelles le comptage d'énergie doit se faire du côté Haute Tension. Indiquer les branchements du compteur d'énergie à réaliser dans ce cas (sous la forme multifilaire).

Conditions

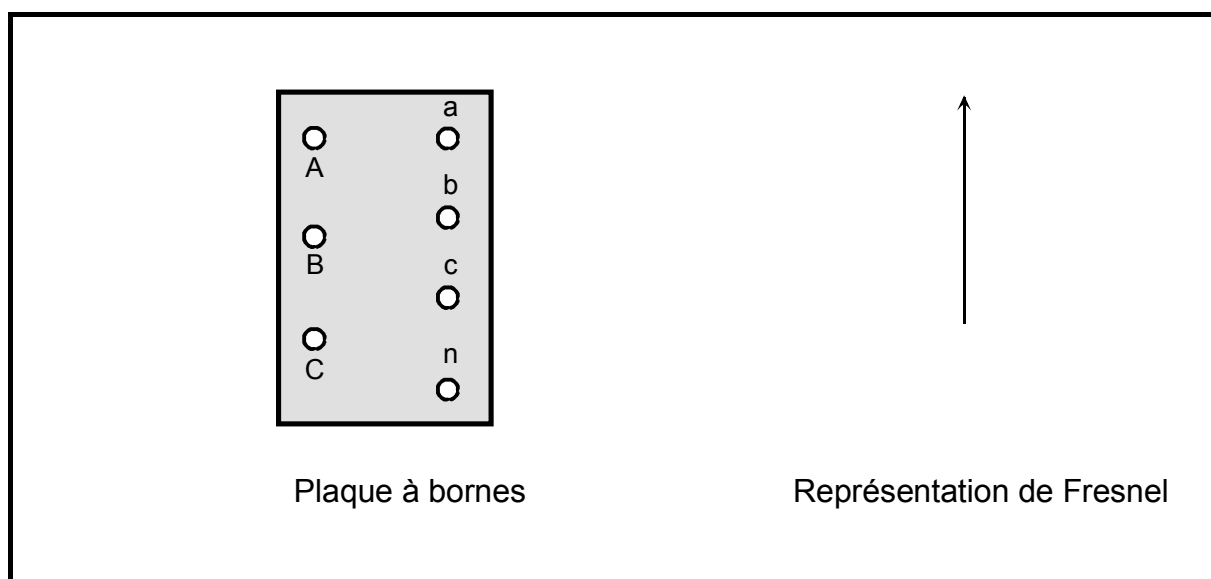
PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

Schéma de raccordement du compteur d'énergie :



A1-6- Compléter la plaque à bornes du transformateur T2 en faisant apparaître le raccordement des enroulements.

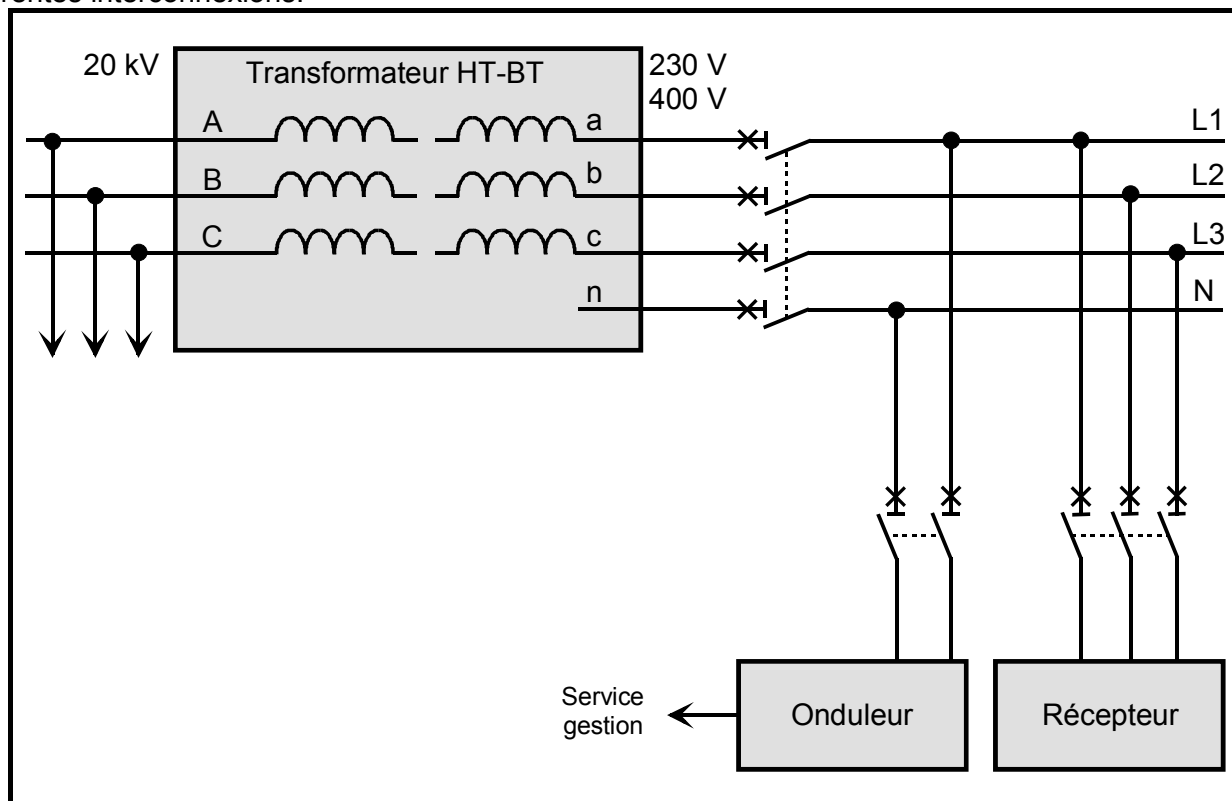
Donner la représentation de Fresnel correspondant à ce schéma.



PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

A1-7- Le schéma des liaisons à la terre du poste de transformation Principal PP est du type TNR.

En utilisant l'extrait de la norme NF C 13-100, compléter le schéma de principe faisant apparaître les différentes interconnexions.

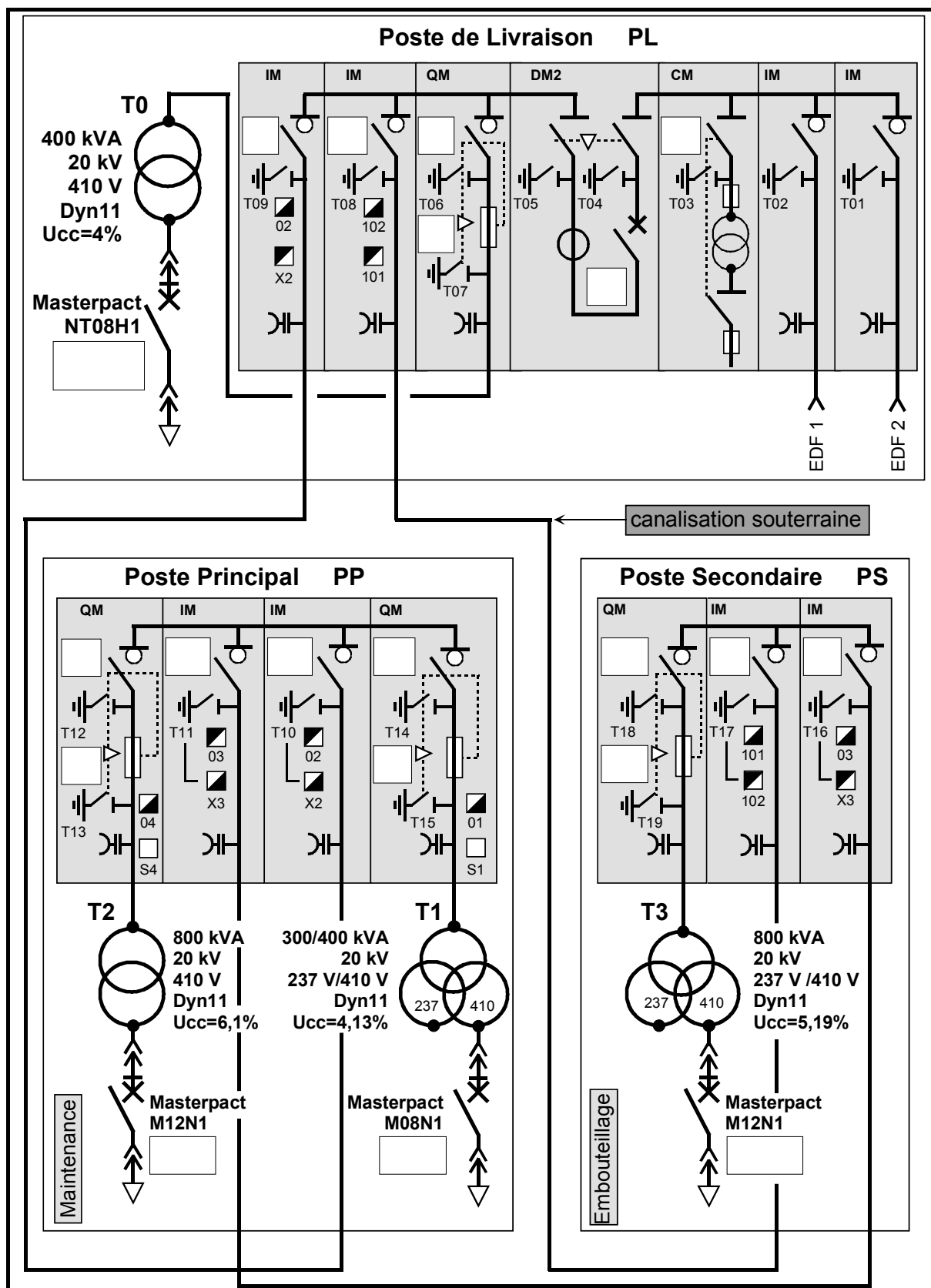


A1-8- Le claquage de l'isolant d'un enroulement primaire du transformateur T2 a entraîné la destruction de l'onduleur du service gestion. On vous demande de rédiger une note explicative faisant apparaître les raisons techniques de cette destruction.

Remarque : la résistance résultante des prises de terre a pour valeur 1Ω .

PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

A1-9- Reporter les repères des différents appareils de manœuvre et de protection HTA, sur le document de travail ci-dessous, en complétant les cases vides.



PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

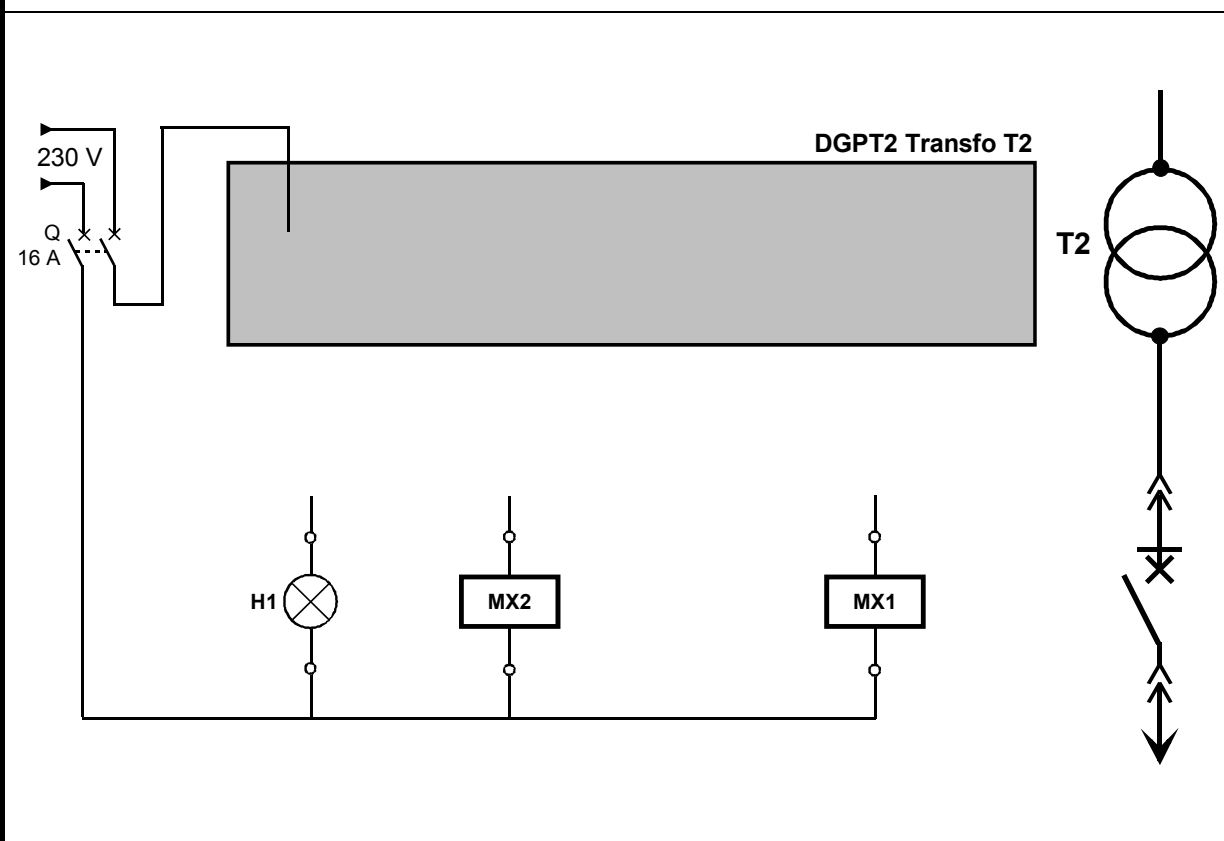
A1-10- Le transformateur T2 est équipé d'un DGPT2.

a- Donner la fonction de cet appareil.

b- Compléter le schéma de raccordement de l'appareil.

Fonction de l'appareil :

Schéma de raccordement :



PARTIE A1 – QUESTIONNEMENT – Distribution HTA

A1-11- Des travaux de réfection de l'éclairage extérieur imposent d'isoler la liaison HT entre le « Poste Principal » (maintenance) et le « Poste Secondaire » (embouteillage).

Indiquer les opérations à effectuer, dans l'ordre chronologique, en complétant le tableau ci-dessous sachant que la continuité de service doit être assurée sur le reste des installations.

Remarque : tous les appareils de commande et de protection sont fermés en fonctionnement normal.


N°	Emplacement de la manœuvre	Désignation de l'opération	Matériel
1	Poste principal		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

PARTIE A2 – QUESTIONNEMENT – Distribution BTA

A2- ETUDE DE L'ALIMENTATION BTA DE L'ATELIER DE FABRICATION :

A2-1- Déterminer la référence et les caractéristiques de la canalisation préfabriquée alimentant les différentes machines de l'atelier de fabrication.

On précise : la longueur de la ligne est de 50 mètres.
: la température ambiante est de 40°C.
: le $\cos \varphi$ moyen des machines est de 0,8.



A2-2- Déterminer la section du câble (C10) assurant la liaison entre le disjoncteur DJ6 et la canalisation préfabriquée choisie précédemment.

On précise :

- Canalisation : câble multiconducteurs avec âme en cuivre.
- Isolation : polyéthylène réticulé.
- Mode de pose : chemin de câbles perforé, 4 circuits jointifs.
- Température : 40°C.
- Facteur de correction : $K_n = 1$ (neutre chargé).



PARTIE A2 – QUESTIONNEMENT – Distribution BT_A

A2-3- Déterminer la référence du disjoncteur DJ16. Vérifier, par le calcul que le disjoncteur choisi convient à l'application.

A2-4- Amélioration du facteur de puissance de l'installation :

A2-4-1- Dans quel cas le facteur de puissance FP est-il égal au $\cos \varphi$?

A2-4-2- Quelles sont les conséquences d'un mauvais facteur de puissance FP ?

A2-4-3- A partir des feuillets de gestion (inventaire des consommations) extraits des factures du fournisseur d'énergie, compléter le tableau suivant en calculant pour chaque mois : la tangente Phi, l'énergie réactive en franchise, l'énergie réactive à compenser et la puissance des condensateurs à installer.

Références du tableau des relevés :

- 1- Mois des années 2001/2002.
- 2- Nombre de jours.
- 3- Durée de fonctionnement en heures.
- 4- Energie active, en kWh, consommée pendant l'hiver 2001/2002.
- 5- Energie réactive, en kvarh consommée pendant l'hiver 2001/2002.
- 6- Tangente Phi (arrondie à 3 chiffres après la virgule, au plus près).
- 7- Energie réactive en franchise Wf en kvarh.
- 8- Energie réactive Wc à compenser en kvarh.
- 9- Puissance des condensateurs Qc en kvar.

PARTIE A2 – QUESTIONNEMENT – Distribution BT_A

Tableau de l'inventaire des consommations à compléter :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Novembre	26	416	202 910	132 500				
Décembre	26	416	207 072	128 384				
Janvier	27	432	263 211	173 719				
Février	24	384	237 901	161 772				
Mars	26	416	258 777	152 678				

A2-4-4- On donne les relevés effectués sur un mois caractéristique d'hiver à l'aide d'un analyseur de réseau. Calculer le $\cos \varphi$ le 05 du mois considéré.

A2-4-5- A partir de la valeur du $\cos \varphi$ calculée précédemment, déterminer graphiquement la puissance de la batterie de condensateurs à installer, afin de respecter les exigences du distributeur d'énergie ($\tan \varphi = 0,4$).

Echelles :
1 cm = 40 kW
1 cm = 40 kVA
1 cm = 40 kvar

PARTIE A2 – QUESTIONNEMENT – Distribution BT_A

A2-4-6- Les variations de charge sur l'installation sont importantes. Quelles solutions préconisez-vous pour éviter les risques de surcompensation, tout en conservant un bon facteur de puissance FP.

A2-4-7- A partir des deux méthodes de détermination des batteries de condensateurs utilisées aux questions A-2-4-3 et A-2-4-5, choisir le système de compensation d'énergie réactive le mieux adapté à la situation en précisant les caractéristiques et les références de chacun des composants.

PARTIE A2 – QUESTIONNEMENT – Distribution BT_A

A2-4-8- Etablir le schéma de principe de la solution retenue.

PARTIE B – QUESTIONNEMENT – Ventilation de l'armoire pose des médaillons

Le service maintenance a constaté une élévation importante de la température interne de l'armoire de commande de la machine de pose des médaillons. Après avoir procédé à différents contrôles, son responsable vous demande de déterminer les composants nécessaires à sa ventilation.

B-1- Calculer la surface corrigée de l'armoire

B-2- Calculer la puissance dissipée par les composants (le calcul se limitera aux composants identifiés sur le plan d'implantation).

Pour tenir compte de la présence des composants de faible puissance, on applique un coefficient de 1,25 au résultat.

Les calculs seront présentés sous forme d'un tableau et les résultats finaux arrondis à l'entier supérieur.

Appareils	Puissance dissipée

PARTIE B – QUESTIONNEMENT – Ventilation de l'armoire pose des médaillons

B-3-Déterminer les composants nécessaires à la ventilation de l'armoire et préciser leurs références :

Les calculs seront présentés sous forme d'un tableau et les résultats finaux arrondis à l'entier supérieur.

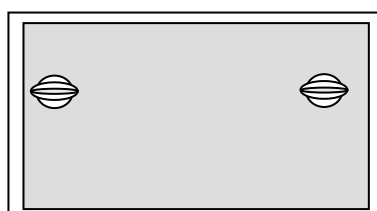
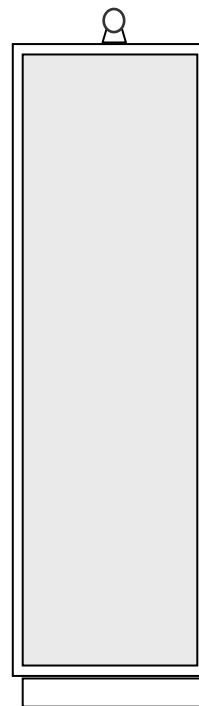
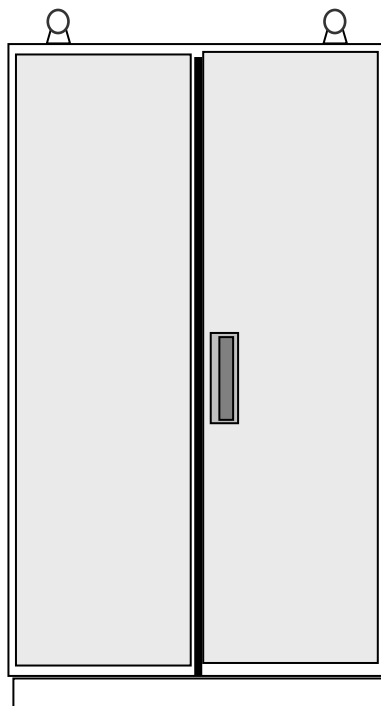
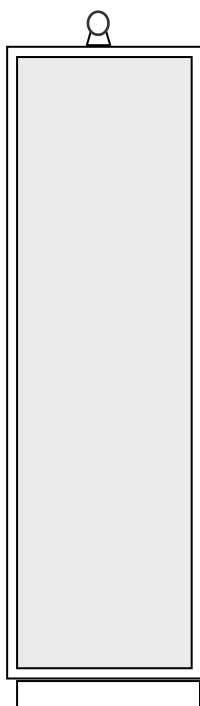
Calculs	Résultats

B-4 Conclusion :

B-5 Référence des composants :

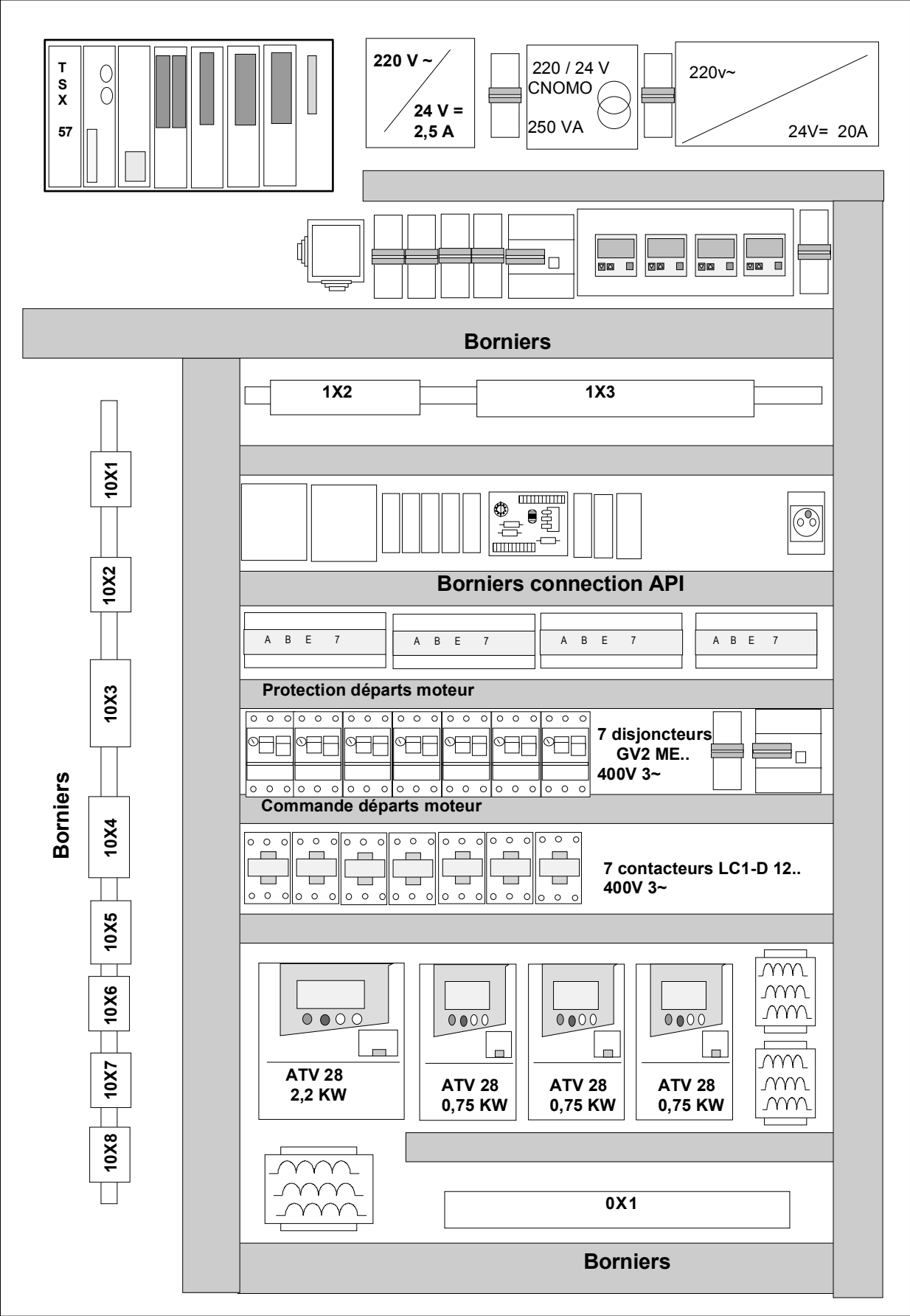
PARTIE B – QUESTIONNEMENT – Ventilation de l'armoire pose des médallons

B-6-Implanter sur l'armoire les composants nécessaires à la ventilation en justifiant votre choix. Vous ferez apparaître le sens de circulation de l'air.



PARTIE B – QUESTIONNEMENT – Ventilation de l’armoire pose des médaillons

Plan d’implantation de l’armoire de commande :

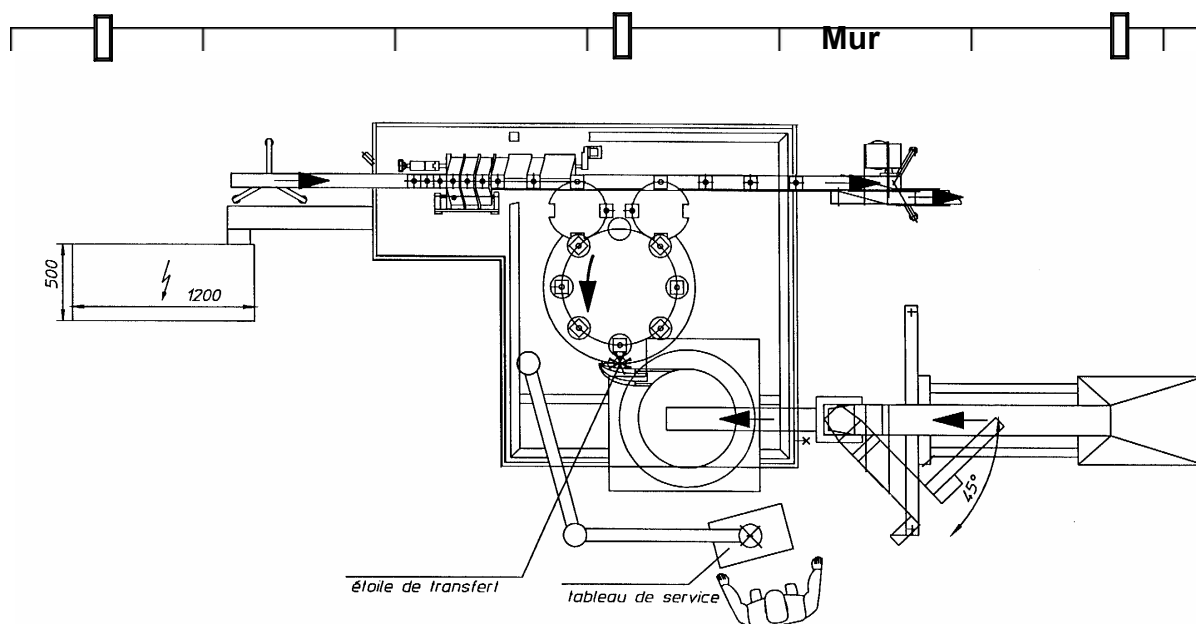


PARTIE B – QUESTIONNEMENT – Ventilation de l'armoire pose des médaillons

Caractéristiques techniques et environnementales :

Dimensions de l'armoire L x P x H en mm	1 200 x 500 x 2 000
Alimentation	230 / 400 V 50 Hz 3 Ph + T
Puissance	7 kVA
Nature de l'armoire	Tôle laquée sur socle tôle laquée
Température ambiante maximale	35°C
Température ambiante minimale	18°C
Humidité relative	75 %
Température interne maximale souhaitée	40°C

Implantation de la machine dans l'atelier (vue de dessus) :

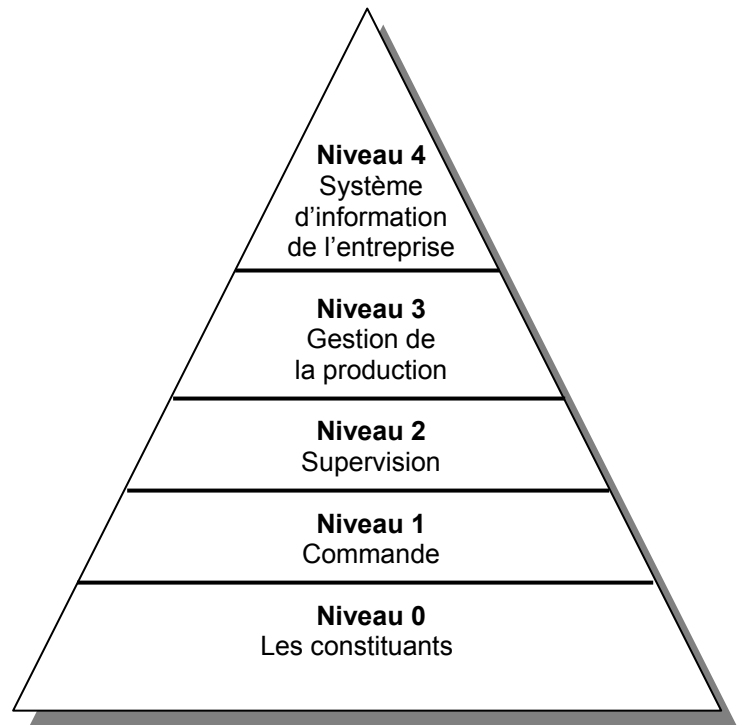
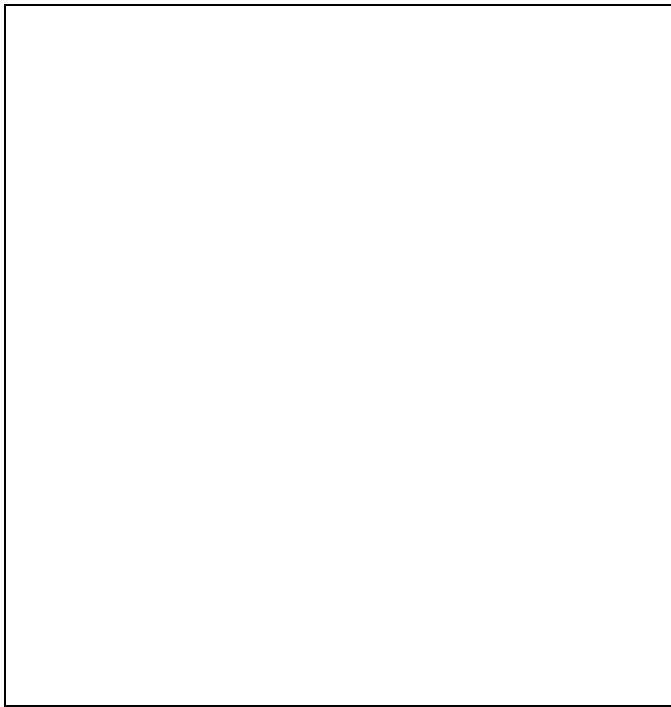


PARTIE C1 – QUESTIONNEMENT – Bus ASi

L'entreprise souhaite profiter du remplacement du convertisseur de fréquence qui alimente le moteur du tapis de sortie pour l'installer au plus près du moteur. Le service technique a déterminé la référence du convertisseur à utiliser : ATV 58HU29N4Z.

Le bus Asi passant près de ce moteur, il a été décidé d'y raccorder le convertisseur.

C1-1- Dans le modèle CIM (Computer Integrated Manufacturing), à quel niveau se trouve le bus ASi ? Justifiez votre réponse.



Pyramide selon le modèle CIM

C1-2- Déterminer les références du matériel à commander pour réaliser l'opération demandée :



PARTIE C1 – QUESTIONNEMENT – Bus ASi

C1-3- Configuration du nouvel esclave ASi :

Les modes de fonctionnement relatifs à l'ancien équipement seront conservés :

- arrêt roue libre
- un sens de rotation (marche avant)
- mode de commande JOG (plus vite – moins vite)
- surveillance de l'état du variateur par l'automate (marche, arrêt, sécurité)

Le module de communication ASi est positionné à l'emplacement N°4 de l'automate.

L'interface de communication de l'ATV 58 est affecté à l'emplacement 30 du bus.

Complétez l'écran ci-dessous en précisant le profil ASi et la fonction de chacun des paramètres (P0 à P3) :

C1- 4- Compléter la table d'affectation des Entrées / Sorties de l'automate en tenant compte des conditions de fonctionnement imposées :

Affectation des E/S « automate »	Désignation	Commentaires
	D2(E)	Non utilisé
	D3(E)	Affecté à R2 (contrôle de l'intensité « thermique » du moteur)
	D1(S)	Non utilisé

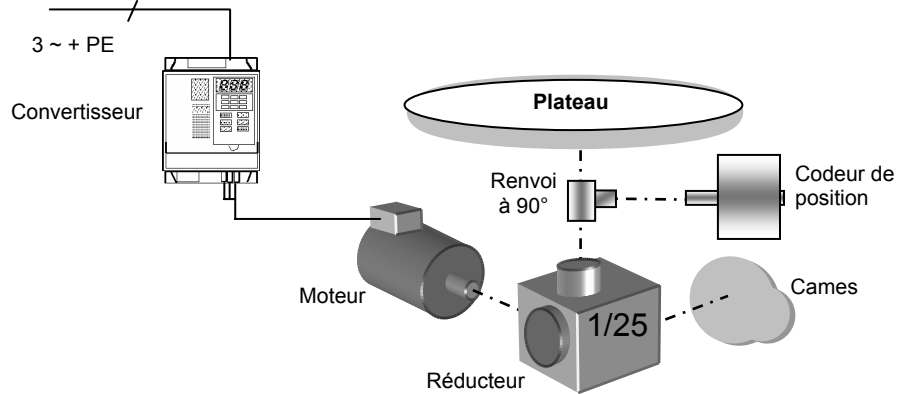
C1- 5- Pour satisfaire aux modes de fonctionnement, définir le mot précisant les paramètres ASi (P0 à P3)

P3	P2	P1	P0

PARTIE C2 – QUESTIONNEMENT – Capteur de position

L'automatisme de la machine de pose des lacets est essentiellement mécanique.

Le moteur principal est un moteur asynchrone triphasé, dont la fréquence de rotation est variable entre 7 t.s^{-1} et 24 t.s^{-1} . Il entraîne un réducteur de rapport $1/25$ accouplé au plateau principal et à un ensemble de cames. Un capteur rotatif de position de référence XCC1506PS05K. permet de connaître, à chaque instant, la position de l'ensemble.



C2-1- On vous demande, à partir de la documentation :

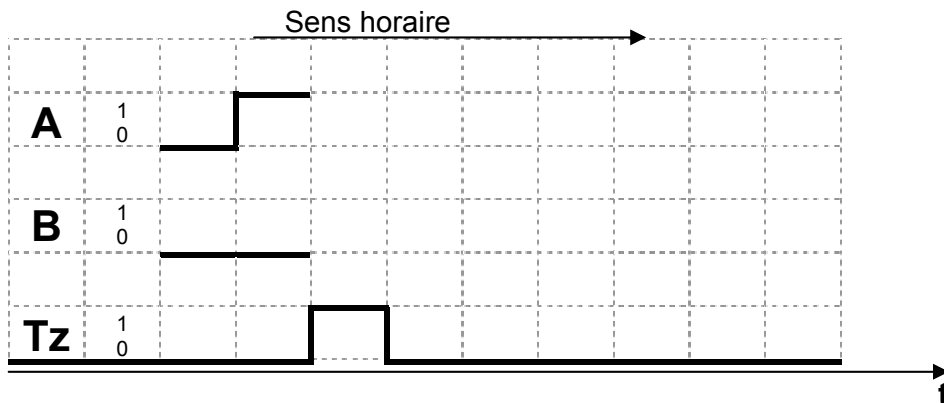
de déterminer les caractéristiques de ce capteur permettant sa mise en œuvre :

C2-2- de calculer la période minimum du signal A

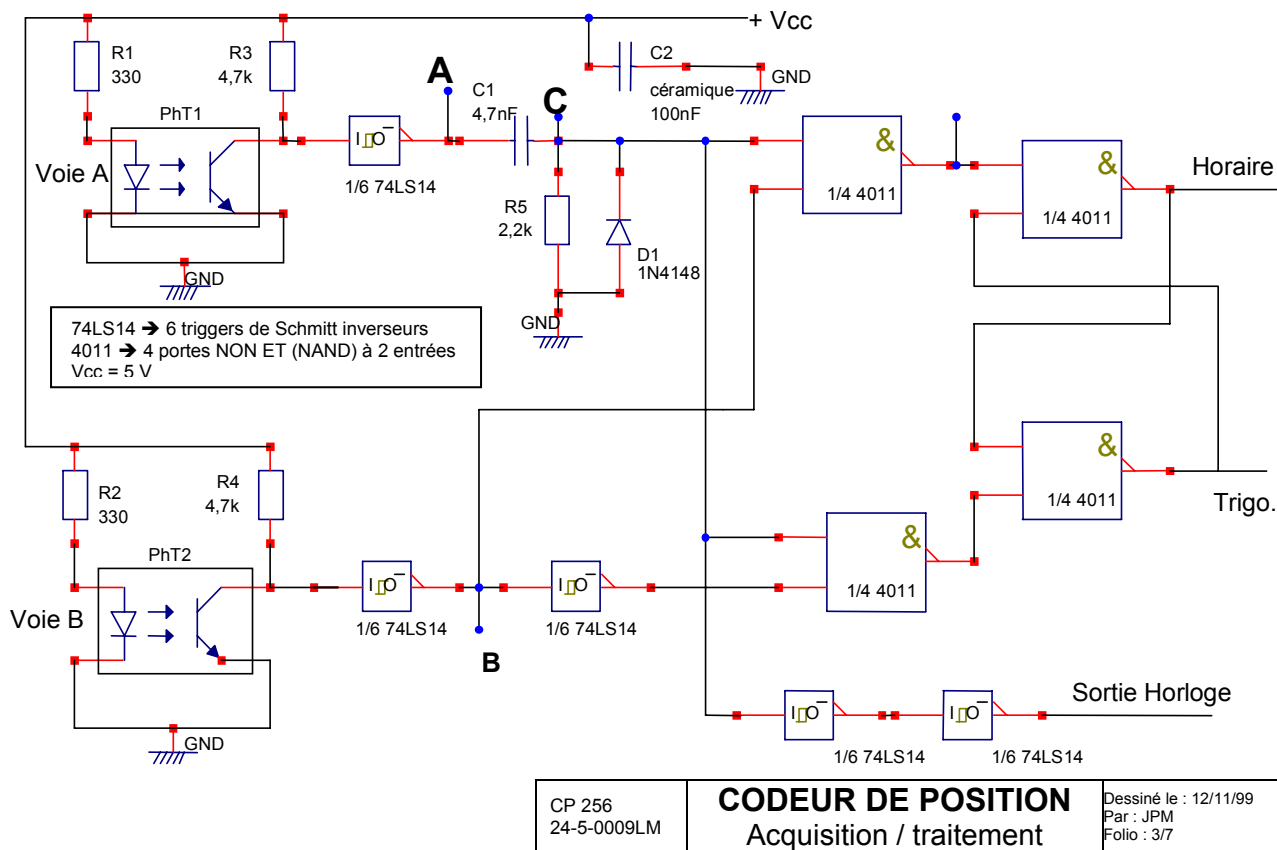
C2-3- d'en déduire la fréquence maximum des signaux transmis à l'automate de gestion

PARTIE C2 - QUESTIONNEMENT - Capteur de position

C2-4-de tracer, pour une période complète, le chronogramme des signaux de sortie **A** et **B** (capteur tournant dans le sens horaire à vitesse constante et vu côté axe)

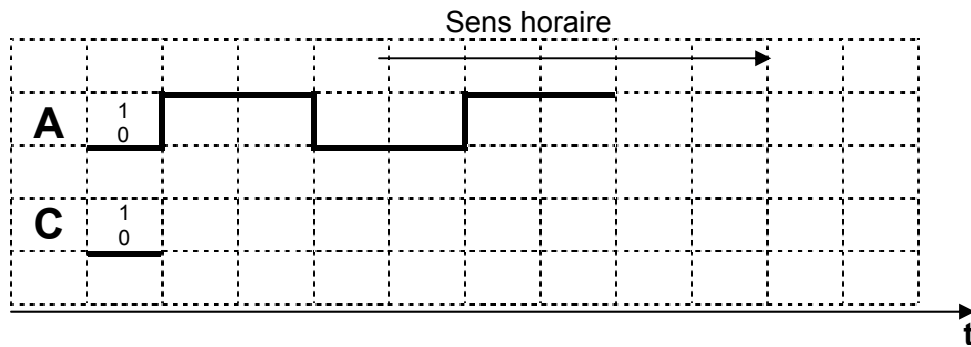


C2-5- A partir de l'exemple de réalisation interne du capteur déterminer l'allure du signal au point test C et justifier votre réponse :



PARTIE C2 - QUESTIONNEMENT - Capteur de position

Echelles :
5 Volt / Div
1 ms / Div

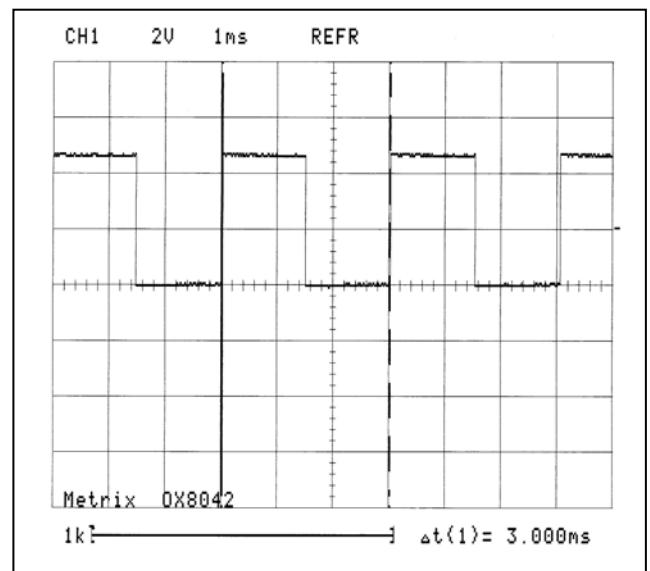


Justification de l'allure du signal au point C

Dans l'application, seule la voie A est utilisée pour le positionnement. La voie B sert au calcul de la fréquence de rotation.

Pendant le réglage de la machine, le technicien a relevé l'oscillogramme ci- contre.

C2-6- déterminez la fréquence de rotation du moteur d'entraînement au moment de l'essai :



PARTIE C2 - QUESTIONNEMENT - Capteur de position

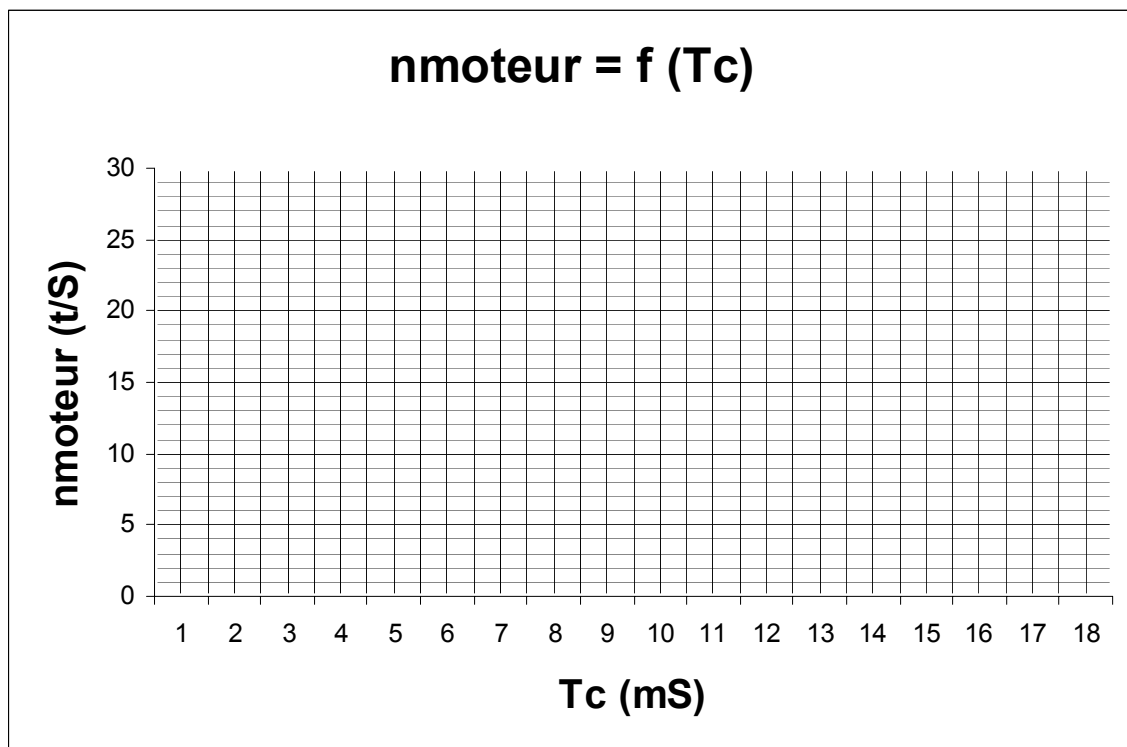
C2-7- La commande du convertisseur, qui alimente le moteur, est analogique (0/10 V) et linéaire.

Sachant qu'une tension de consigne $U_c = 10 \text{ V}$ permet d'obtenir la vitesse maximale, déterminer la tension U_c au moment de l'essai.

C2-8 Pour faciliter la mise au point de la machine, le technicien utilise un oscilloscope pour visualiser les signaux du capteur de position. On vous demande d'établir la relation permettant de calculer la vitesse du moteur en fonction de la période des signaux du codeur.

Tracer, dans la plage de réglage, la caractéristique $n_{\text{moteur}} = f(T_c)$

n_{moteur} est la vitesse, en t/s, du moteur et T_c la période des signaux du codeur en ms.

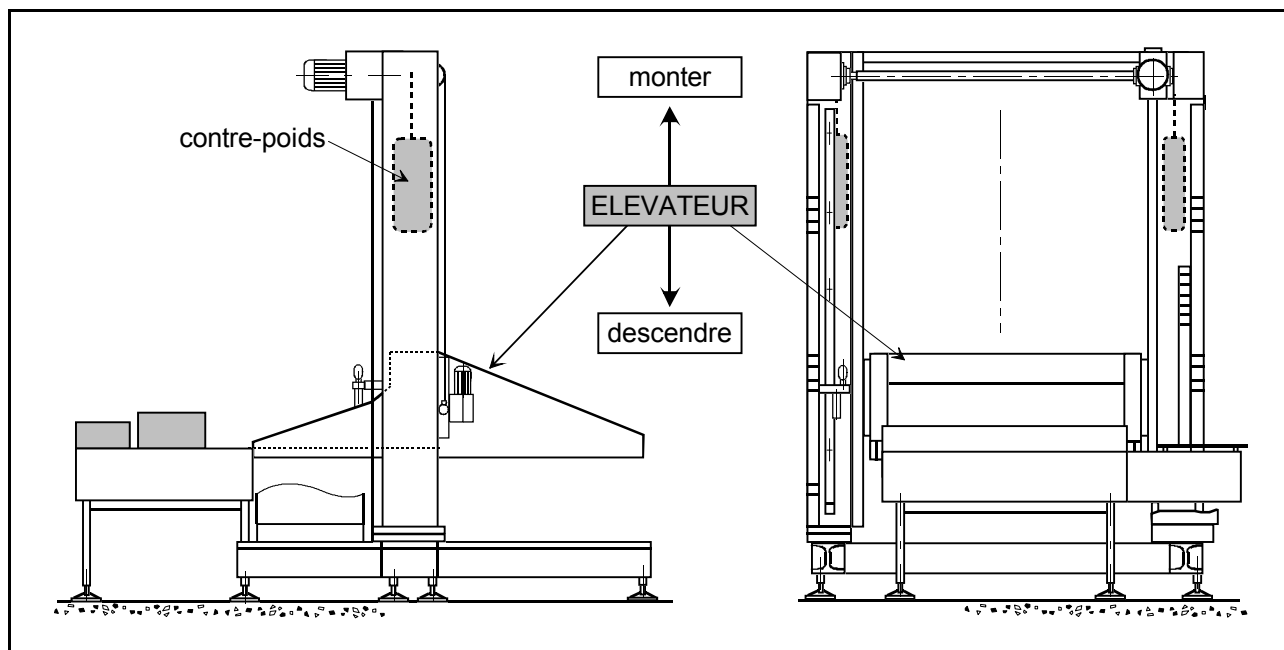


PARTIE D – QUESTIONNEMENT – Palettiseur

L'étude porte sur la motorisation de l'élévateur.

Les cartons sont regroupés sur la table d'entrée, puis transférés, par couche entière, sur l'élévateur. L'élévateur est positionné à la hauteur de dépose sur la palette. Un système de poussoir et de rideau coulissant transfère la couche sur la palette.

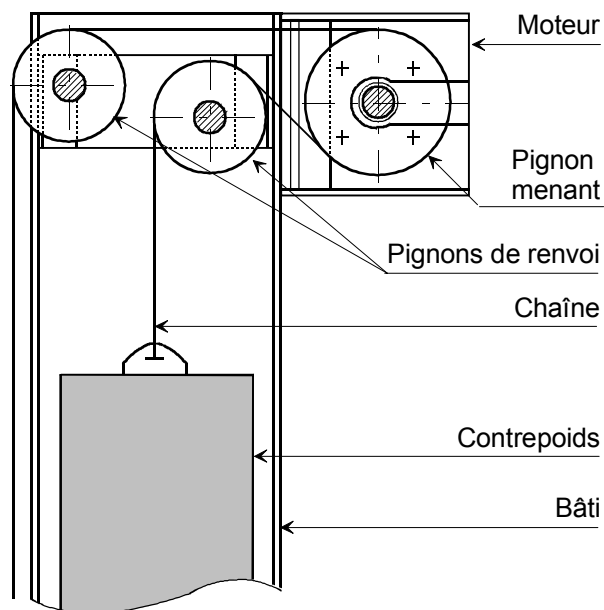
Description de la partie opérative :



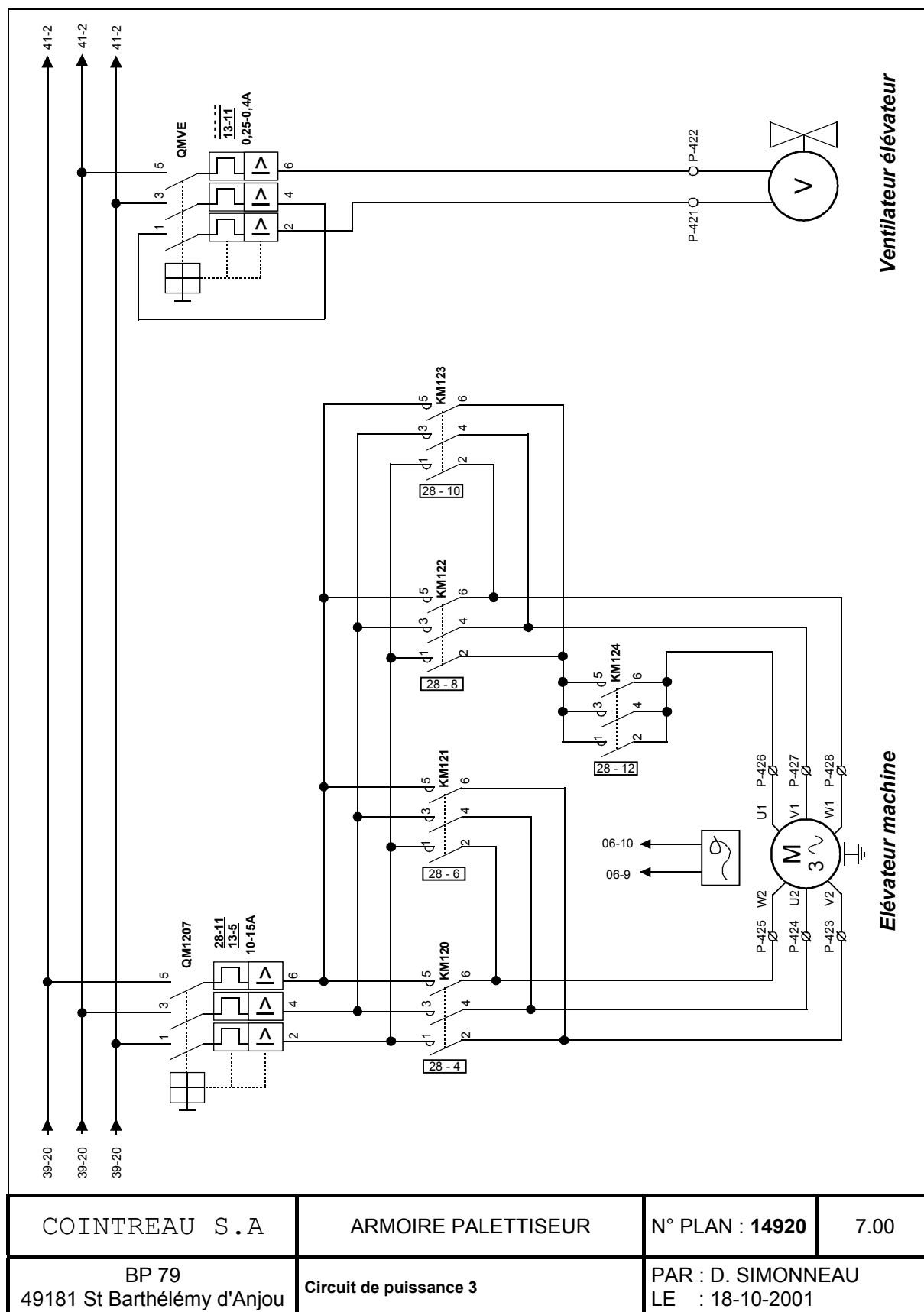
Données techniques

Masse à vide	: $M_0 = 600 \text{ kg}$
Masse de la charge	: $M_L = 200 \text{ kg}$
Masse d'un contre poids	: $M_{cp} = 250 \text{ kg}$
Diamètre pignon menant	: $D = 277 \text{ mm}$
Rendement mécanique	: $\eta_L = 90 \%$
Rendement du réducteur	: $\eta_R = 95 \%$
Conditions de service	: 40% SI
Rapport des vitesses	: 1 à 4
Vitesse linéaire rapide	: $V_R = 0,7 \text{ m/s}$
Vitesse linéaire lente	: $V_L = 0,17 \text{ m/s}$

Détail de l'entraînement de l'élévateur

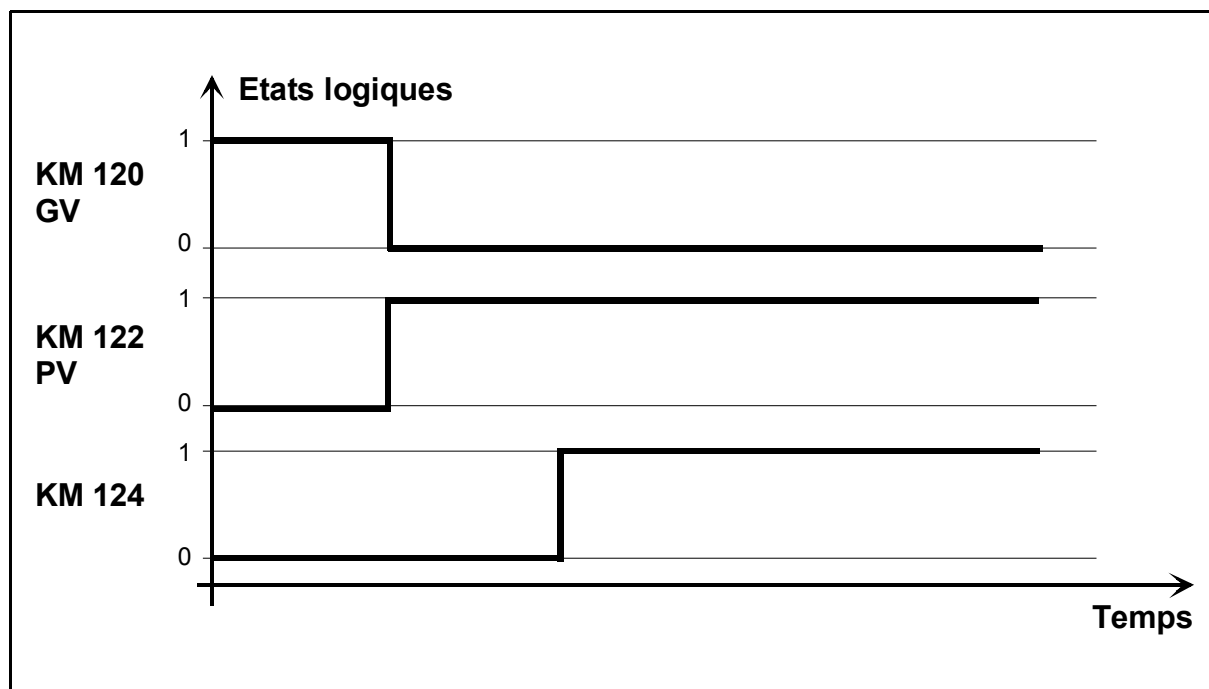


PARTIE D – QUESTIONNEMENT – Palettiseur



PARTIE D – QUESTIONNEMENT – Palettiseur

D-1- A partir du schéma de puissance et du chronogramme ci-dessous, expliquer la fonction du contacteur KM124 :



D-2- A partir des différents documents, donner les différentes fonctions réalisées par le composant repéré QMVE et justifier son câblage :

PARTIE D – QUESTIONNEMENT – Palettiseur

D-3- Le palettiseur permet de préparer le conditionnement des bouteilles de Cointreau de 70 cl sous la forme d'une couche de 10 caisses.

Le détail de la palette est donné dans les « documents ressources ».

On demande de :

D-3-1- Calculer la masse **m_T** à déplacer par le palettiseur pour chaque couche :

D-3-2- Calculer le rendement global **η_G** du système :

D-3-3- Calculer les puissances statiques **P_{stat}** du moteur :

Puissance statique à vitesse rapide **P_{stat R}** :

Puissance statique à vitesse lente **P_{stat L}** :

D-3-4- Donner les caractéristiques et la référence du moteur :

D-3-5- Calculer les vitesses angulaires pour les 2 vitesses :

PARTIE D – QUESTIONNEMENT – Palettiseur

D-3-6- Calculer les couples moteurs à la sortie de l'arbre moteur pour les 2 vitesses :

D-3-7- Calculer les vitesses angulaires à la sortie du réducteur pour les 2 vitesses :

D-3-8- Calculer le rapport de réduction i du réducteur de vitesse :

D-3-9- Calculer les couples moteurs à la sortie du réducteur pour les 2 vitesses :

PARTIE D – QUESTIONNEMENT – Palettiseur

D-3-10- Calculer la force de traction sur la chaîne pour les 2 vitesses **FTR** et **FTL** :

D-3-11- Calculer les moments d'inerties **J_x** des masses externes pour les 2 vitesses :

D-3-12- Calculer le couple moteur au démarrage pour la vitesse rapide **MHR** :

D-3-13- Calculer le temps de démarrage en montée pour la vitesse rapide **t_{AR}** :

D-3-14- Calculer la distance de démarrage en vitesse rapide **SAR** :