

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

SESSION 2005

Épreuve SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(Unités : U.11, U.12, U.13)

Durée : 6 heures 45 min.

Coefficient : 5

E1

Cette épreuve comprend 3 sous-épreuves.

Sous-épreuve A1 : étude d'un système à dominante électrotechnique (durée 4 heures, coefficient 2)

Sous-épreuve B1 : mathématiques et sciences physiques (durée 2 heures, coefficient 2)

Sous-épreuve C1 : travaux pratiques de sciences physiques (durée 45 min, coefficient 1.)

SOUS-ÉPREUVE A1 (Unité U.11)

Étude d'un système à dominante électrotechnique

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Ce sujet comporte : -1 dossier travail demandé et documents réponses, de couleur blanche, à rendre avec la copie.
-1 dossier technique de couleur verte.

Matériel autorisé : CALCULATRICE

Circulaire 99.186 du 16 novembre 1999 : "Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

Chaque candidat ne peut utiliser qu'une seule machine sur table.

En cas de défaillance, elle pourra cependant être remplacée.

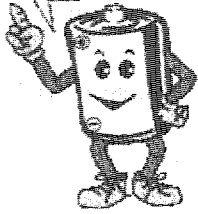
Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices **sont interdits.**"

ATTENTION
DOSSIER À RENDRE AVEC LA COPIE

BARÈME DE CORRECTION

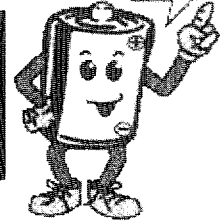
QUESTIONS	PAGES	POINTS
A - PONT ROULANT	5	14/14
A1	5	/1
A2	5	/1
A3	5	/1
A4	6	/1
A5	6	/3
A6	7	/3
A7	7	/3 (4x0,5+1)
A8	7	1
TOTAUX PARTIE A		/14
B- BROYEUR	8	18/18
B1	8	/1
B2	8	/7,5
B3	9	/1
B4	9	/1,5 (0,5+1)
B5	9	/3
B6	9	/2
B7	9	/2
TOTAUX PARTIE B		/18
C- FOUR A COURANT CONTINU	10	14,5 / 14,5
C1	10	/2
C2	10	/4,5
C3	11	/2
C4	11	/2
C5	11	/2
C6	11	/2
TOTAUX PARTIE C		/14,5
D- REGULATION	12	13,5 / 13,5
D1	12	/2,5
D2	13	/2
D3	13	/3
D4	13	/2
D5	14	/2
D6	14	/2
TOTAUX PARTIE D		/13,5
TOTAUX : A+B+C+D		/60
NOTE		/20

LES SOURCES
LUMINEUSES
CONTIENNENT
DU MERCURE



PRÉSENTATION DUCLOS ENVIRONNEMENT

LE RECYCLAGE,
C'EST POSSIBLE!



Duclos Environnement est spécialisé dans le recyclage des déchets mercuriels depuis 1986. La société est située sur le site de sa maison mère Duclos SA, pôle industriel de chimie minérale situé entre Aix-en-Provence et Marseille.

La technologie de traitement thermique sous vide utilisée permet de traiter une grande variété de déchets mercuriels, liquides et solides, aussi bien :

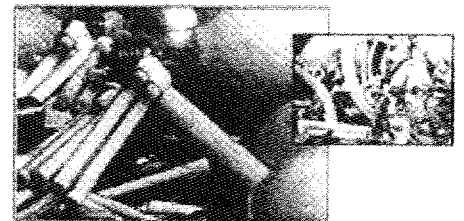
- à faible teneur en mercure tels que: piles, tubes fluorescents, lampes fluo-compactes...
- à forte teneur en mercure tels que : piles boutons, déchets industriels, amalgames dentaires, thermomètres ...

L'étude portera sur le recyclage des lampes fluocompactes et des tubes fluorescents qui polluent non seulement d'un point de vue électrique (harmoniques) mais aussi d'un point de vue chimique.

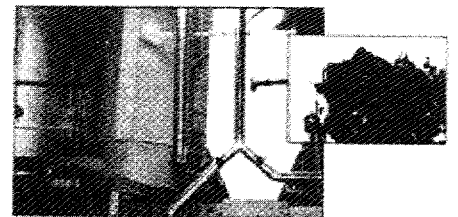
Les tubes fluorescents et les lampes subissent un traitement séparé.

Traitement :

Les tubes fluorescents et les lampes sont broyés sous dépression avec filtration des gaz. Ensuite, sont séparés : le verre, les poudres luminescentes et les embouts métalliques. les poudres et les embouts sont passés dans des fours pour distiller le mercure.



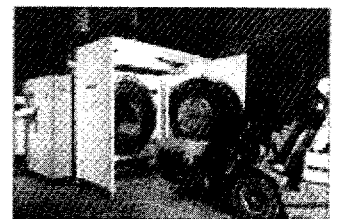
tubes et lampes
trés



unité de traitement

Recyclage :

Le verre, la ferraille, le mercure et les poudres (qui sont des terres rares) sont recyclés en totalité dans les industries spécifiques.



unité
de démercuration



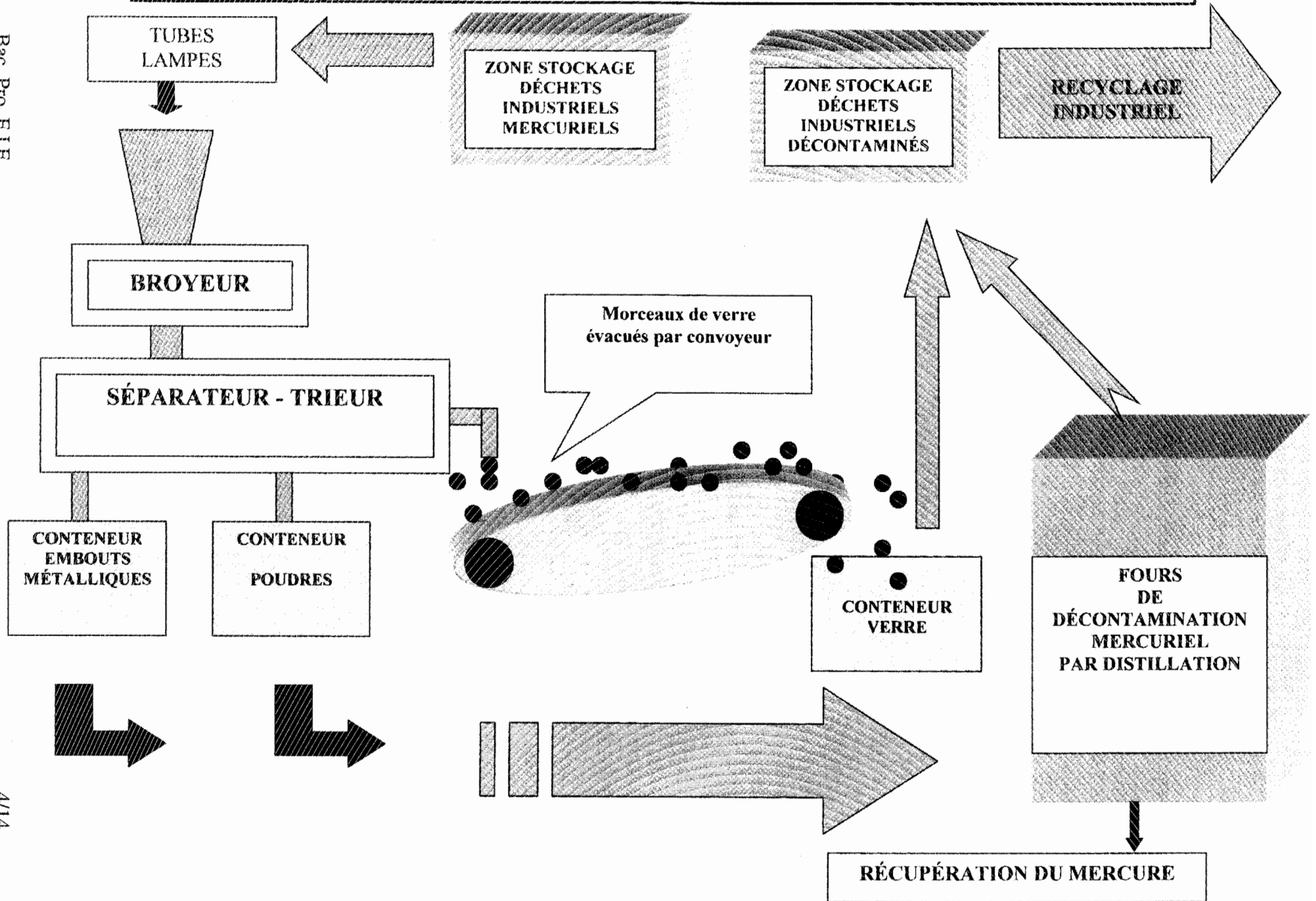
produits
revalorisables



SYNOPTIQUE DU PROCESSUS INDUSTRIEL DU TRAITEMENT DES DÉCHETS MERCURIELS

Bac. Pro. E.I.E.

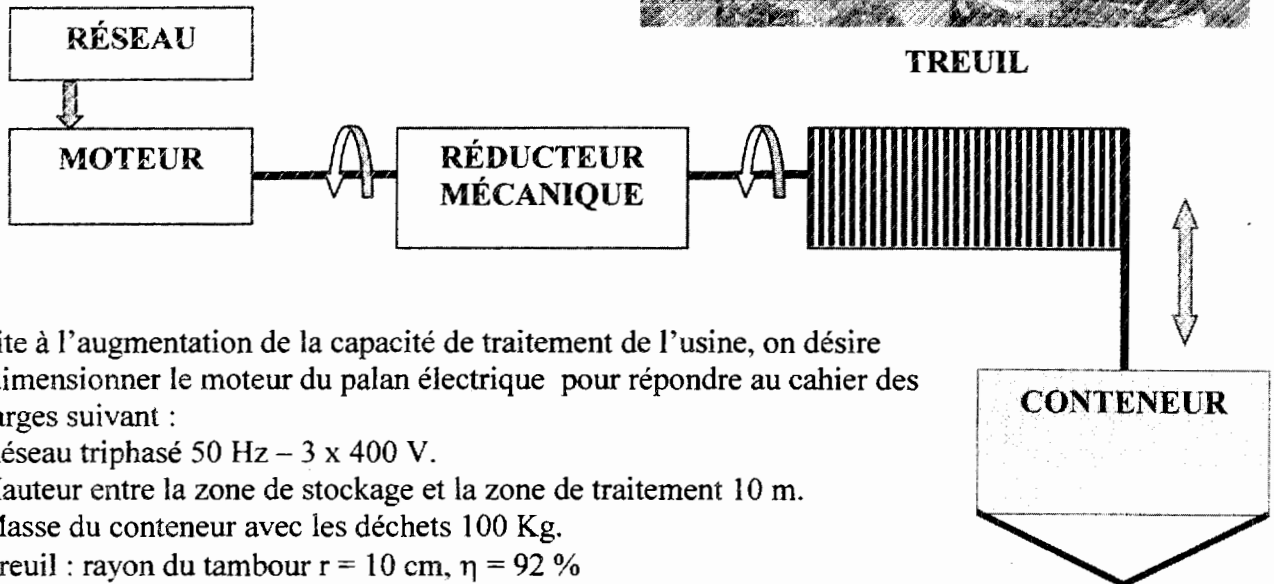
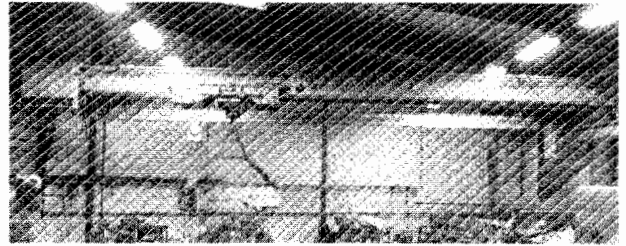
0506-EIE ST A



PARTIE A

ÉTUDE DU PALAN ÉLECTRIQUE

Pour acheminer les tubes et les lampes de la zone de stockage à l'unité de traitement on utilise un palan électrique à commande manuelle.



Suite à l'augmentation de la capacité de traitement de l'usine, on désire redimensionner le moteur du palan électrique pour répondre au cahier des charges suivant :

- Réseau triphasé 50 Hz – 3 x 400 V.
- Hauteur entre la zone de stockage et la zone de traitement 10 m.
- Masse du conteneur avec les déchets 100 Kg.
- Treuil : rayon du tambour $r = 10$ cm, $\eta = 92$ %
- Réducteur : rapport de réduction $r = 60$, $\eta = 87$ %.
- temps de montée $t = 60$ s

On prendra $g = 9,81$ m/s².

POUR CHAQUE RÉSULTAT PRÉCISER L'UNITÉ (U.S.I.).

Question A1

Calculer la force mécanique exercée par le conteneur sur le câble.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$F =$

Question A2

Calculer le travail utile (énergie mécanique) à la sortie du treuil pour lever le conteneur.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$W_{mT} =$

Question A3

Calculer la puissance mécanique nécessaire à la sortie du treuil.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$P_{mT} =$

Question A4

Calculer la puissance mécanique utile nécessaire sur l'arbre du moteur.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$P_{mM} =$

Question A5

Au niveau du treuil calculer :

- la vitesse linéaire
- la vitesse angulaire
- le couple mécanique.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$V_T =$
		$\omega_T =$
		$T_T =$

Question A6

Au niveau de l'arbre du moteur calculer :

- la vitesse angulaire.
- la vitesse de rotation.
- le couple mécanique.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$\omega_M =$
		$N_M =$
		$T_M =$

Question A7

Comparer le couple et la vitesse avant et après le réducteur.

	AVANT RÉDUCTEUR	APRES RÉDUCTEUR
COUPLES (N.m)		
VITESSES DE ROTATION (min⁻¹)		

Donner la fonction principale du réducteur et expliquer la conséquence sur le couple mécanique.

--

Question A8

Choisir le moteur et donner sa référence d'après la documentation technique.
Préciser sa puissance et sa vitesse de rotation.

P =	N =	Réf:
------------	------------	-------------

PARTIE B

ÉTUDE DU BROYEUR

Après l'opération de chargement par le palan électrique, les tubes et les lampes sont ensuite écrasés et concassés dans un broyeur sous dépression afin de filtrer les gaz. Le broyeur est composé d'un moto-réducteur avec des "doigts mobiles" qui écrasent, pilent les tubes et les lampes.

Pour répondre à l'augmentation de capacité de traitement envisagée précédemment le broyeur devra être modifié en fonction des données suivantes .

Réseau triphasé : $3 * 400V - 50 Hz$

Rendement du réducteur : $\eta = 0,95$

Moment du couple mécanique sur l'arbre du moto-réducteur : $M_{ns} = 7100 Nm$

Vitesse de rotation à la sortie du réducteur: $n_s = 23 tr/min$

Question B1 : (documentation technique)

Calculer la puissance utile du moteur asynchrone composant le moto réducteur Compabloc 2000.

FORMULE(S)	CALCUL (S)	RÉSULTAT(S)
		P_u =

Question B2 : (documentation technique)

On choisira un moteur asynchrone triphasé **type LS 180 MT** pour le reste de l'étude.

Donner les caractéristiques électromécaniques du moteur LS 180 MT :

Puissance nominale utile (kW)	
Vitesse de synchronisme (min ⁻¹)	
Rendement (%)	
Puissance absorbée (kW)	
Nombre de paires de pôles	
Vitesse nominale (min ⁻¹)	
Glissement (%)	
Couple nominal (N.m)	
Intensité nominale (A)	
Intensité de démarrage (A)	
Tension d'alimentation (V)	
Facteur de puissance	
Indice de protection	
Classe	
Service	

Question B3 :

Calculer le rapport de réduction du réducteur.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$R_R =$

Question B4 :

Quel sera le couplage des enroulements du moteur ? justifiez votre réponse.

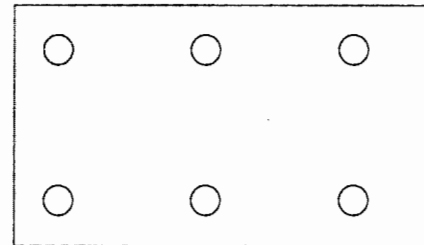
ETOILE Y		TRIANGLE Δ	
----------	--	-------------------	--

Question B5 :

- Dessiner les enroulements du moteur en indiquant : U_1, V_1, W_1, U_2, V_2 et W_2 .

- Réaliser le couplage sur la plaque à bornes ci-contre.

- Représenter les conducteurs d'alimentation sur les bornes U_1, V_1, W_1

**Question B6 : (documentation technique).**

Pour réduire les à-coups de couple, les pointes de courant et les chutes de tension au démarrage, on décide de placer un démarreur électronique du type LH4.

En fonction des caractéristiques du moteur asynchrone triphasé *type LS 180 MT* de 18,5 kW, donner la référence du démarreur électronique.

Réf:

Question B7 : (documentation technique).

On désire protéger le moteur par un disjoncteur-moteur. En fonction des caractéristiques du moteur et du variateur, renseigner le tableau suivant :

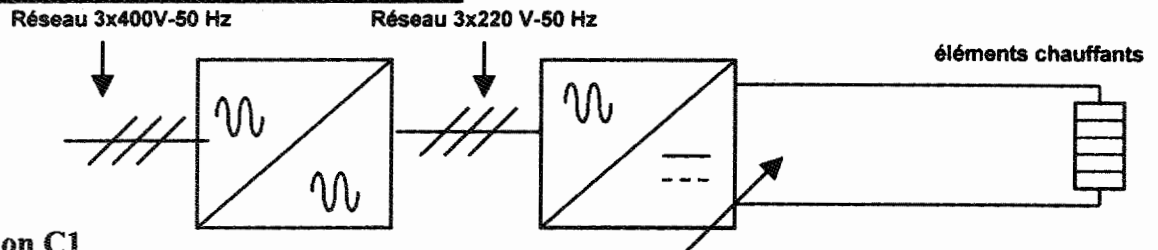
Référence Disjoncteur	
Tension (V)	
Calibre (A)	
Intensité de réglage (A)	

PARTIE C

Traitement thermique sous vide :

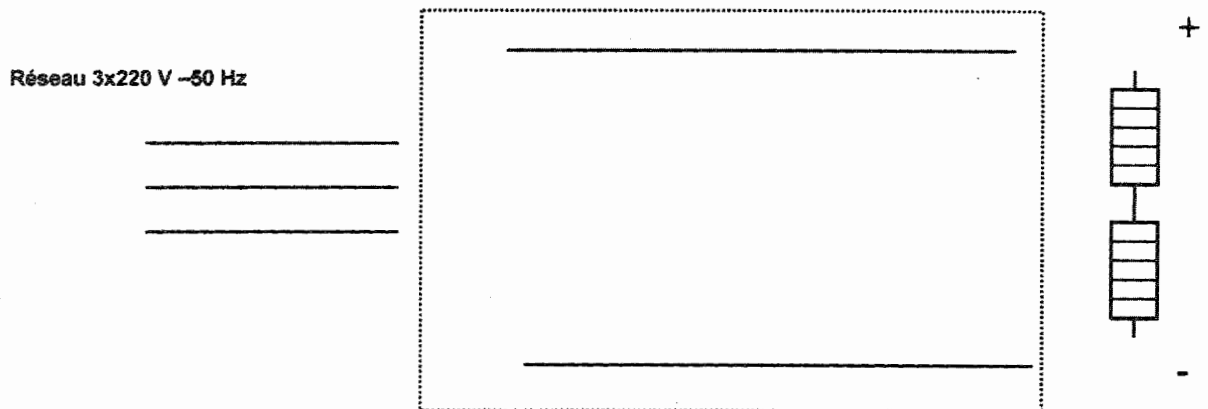
Les déchets sont ensuite placés dans des fours qui fonctionnent sous vide. Une montée progressive en température permet d'évaporer le mercure par distillation, celui-ci étant ensuite récupéré sous forme liquide. Ce traitement est réalisé dans deux fours à chambre de technologie différente : un four A à courant continu et un four B à courant alternatif.

FOUR A - COURANT CONTINU



Question C1

Sachant que le convertisseur alternatif-continu est un pont mixte triphasé (thyristors et diodes), réaliser le schéma de principe de la partie puissance.



Question C2 : (voir formulaire documentation technique).

La charge est composée de 2 éléments chauffants en kantal ayant chacun une résistance de $0,55 \Omega$. Calculer les valeurs suivantes :

Angle de commande α	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 120^\circ$
U _{moy} : (tension moyenne en sortie du pont mixte)			
I _{moy} : (courant moyen dans la charge)			
U _{dmax} : (tension maximale de la diode)			
I _{d moy} : (courant moyen dans une diode)			
I _{d eff} : (courant efficace dans un thyristor)			

Question C3.

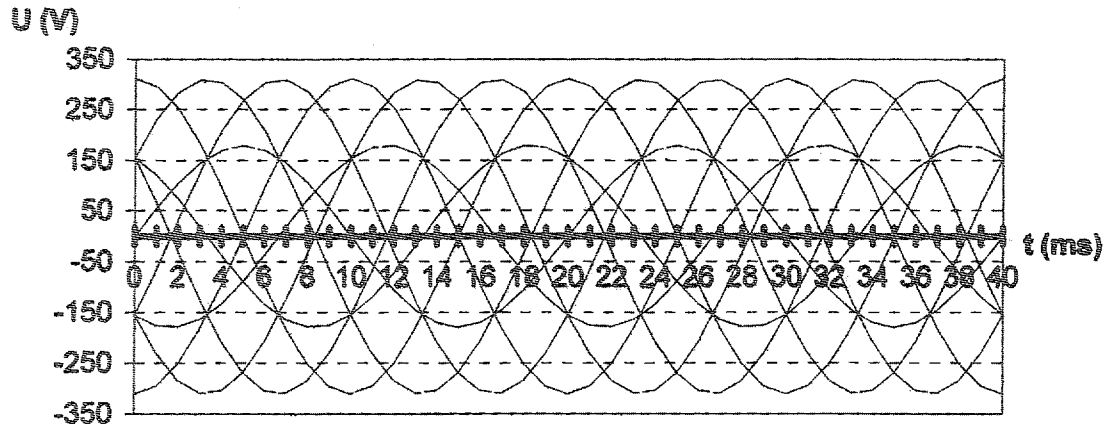
En fonction des résultats précédents, donner les références des diodes et des thyristors.

Référence diodes :

Référence thyristors :

Question C4.

Pour un angle de commande de 0° , représenter l'allure de la tension $U_s(t)$ aux bornes de la charge .



La puissance maximale dissipée dans l'élément chauffant de résistance $R = 1,1 \Omega$ ($0,55+0,55$) étant de 44 kW, en déduire la tension à la sortie du pont mixte U_s ainsi que le courant I_s .

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$U_s =$ $I_s =$

Question C6

Pour ne pas dépasser une valeur moyenne de 220 V, calculer l'angle de butée minimum de commande des thyristors (en degrés).

FORMULE(S)	CALCUL (S)	RÉSULTAT(S)
		$\alpha_{\min} =$

PARTIE D

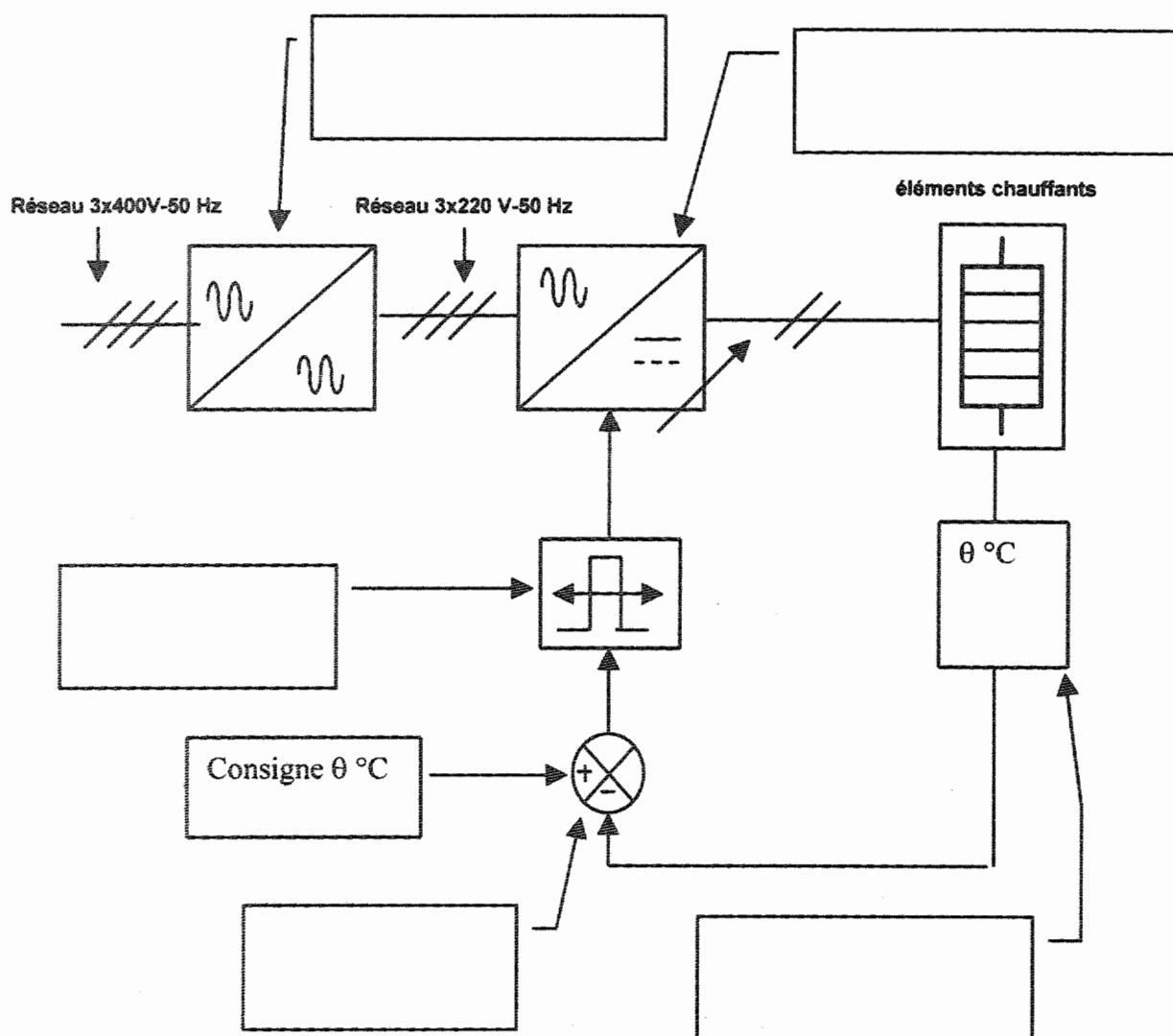
Régulation de température du four A.

Pour permettre la distillation du mercure sous vide, il faut une température constante de 600 °C dans le four.

L'alimentation des éléments chauffants sera réalisée par l'intermédiaire d'un pont mixte triphasé.

Question D1

Renseigner les différentes parties du schéma fonctionnel suivant :



Question D2

Température 600 °C.

Connexion par câble $L = 3 \text{ m}$.

Longueur de la gaine 1m.

Donner la référence du thermocouple le plus adapté.

Référence Capteur de température :

Question D3

Quel est :

- la fonction d'un thermocouple :

--

- le principe technologique d'un thermocouple :

--

Question D4

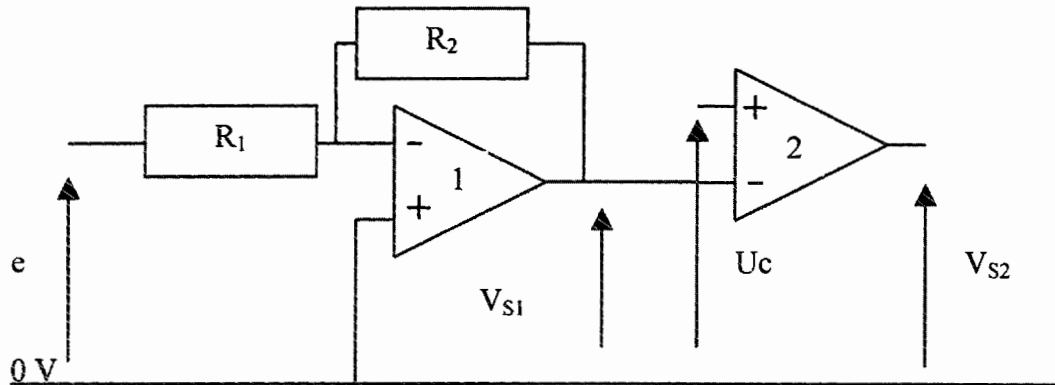
Nous utiliserons un thermocouple de type J qui a une sensibilité de $55 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Calculer la tension mesurée à la sortie du thermocouple pour une température de 600°C .

FORMULE(S)	CALCUL (S)	RÉSULTAT(S)
		e =

Question D5.

On désire amplifier la tension de sortie du thermocouple "e" (AOP1), afin de pouvoir la traiter au niveau du comparateur consigne – mesure (AOP 2).



Exprimer V_{S1} en fonction de la tension "e"

FORMULE
$V_{S1} =$

Calculer pour une température de 600 °c la tension V_{S1}
 $R_1 = 1k\Omega$; $R_2 = 300k\Omega$.

FORMULE(S)	CALCUL(S)	RÉSULTAT(S)
		$V_{S1} =$

Question D6

Tension d'alimentation des 2 amplificateurs +15 v et - 15 V
 Les amplificateurs sont parfaits : $V_H = +15 V$ et $V_L = -15 V$

$$\text{Si } U_C > V_{S1} \Rightarrow V_{S2} = +15 V$$

$$\text{Si } U_C = V_{S1} \Rightarrow V_{S2} = 0 V$$

$$\text{Si } U_C < V_{S1} \Rightarrow V_{S2} = -15 V$$

L'amplificateur opérationnel 2 fonctionne en comparateur.

Donner la valeur de V_{S2} si la consigne $U_C = -9,89 V$.

$V_{S2} =$
