

Epreuve EP1

FABRICATION DE POLYFLUORURE DE VINYLIDENE (PVDF)

L'épreuve EP1 de technologie est composée de trois parties distinctes :

Partie EP1-1 : Étude de boucles de régulation
Durée conseillée : 3h00 60 points

Partie EP1-2 : Technologies appliquées
Durée conseillée : 1h00 24 points

Partie EP1-3 : Automatique.
Durée conseillée : 1h00 36 points

Le dossier remis au candidat comprend 20 feuilles.

Feuilles 2 à 3 : Présentation du système.

Feuilles 4 à 8 : Partie EP1-1

Feuilles 9 à 12 : Partie EP1-2

Feuilles 13 à 21 : Partie EP1-3.

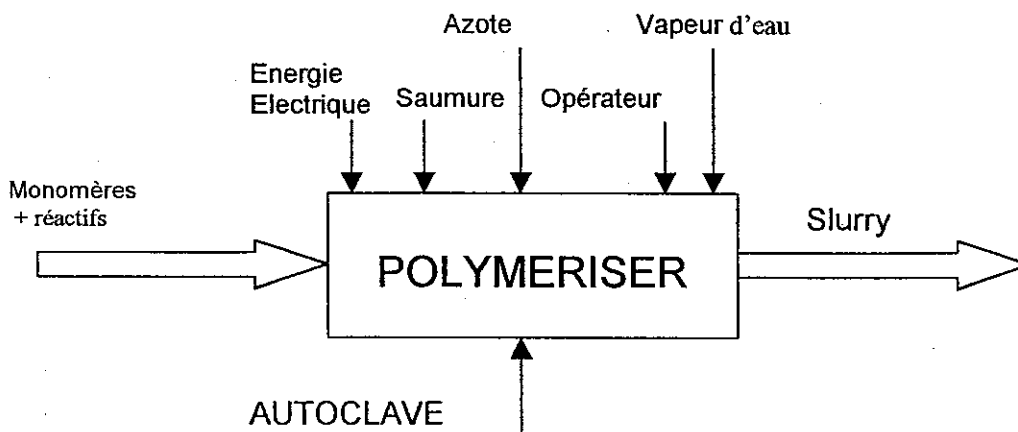
La totalité du dossier doit-être remis aux surveillants à la fin de l'épreuve.

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 1 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20	
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

DESCRIPTION DU PROCEDE

Ce procédé (document en annexe1), représente un sous ensemble de fabrication d'une matière plastique utilisée en construction sous des formes diverses (tubes, raccords, vannes, gaines de cables électriques, emballages alimentaires....).

Cette matière appelée *polyfluorure de vinylidène* (PVDF) est obtenue par injection de composés chimiques (réactifs et monomères) dans un autoclave destiné à réaliser leur polymérisation.



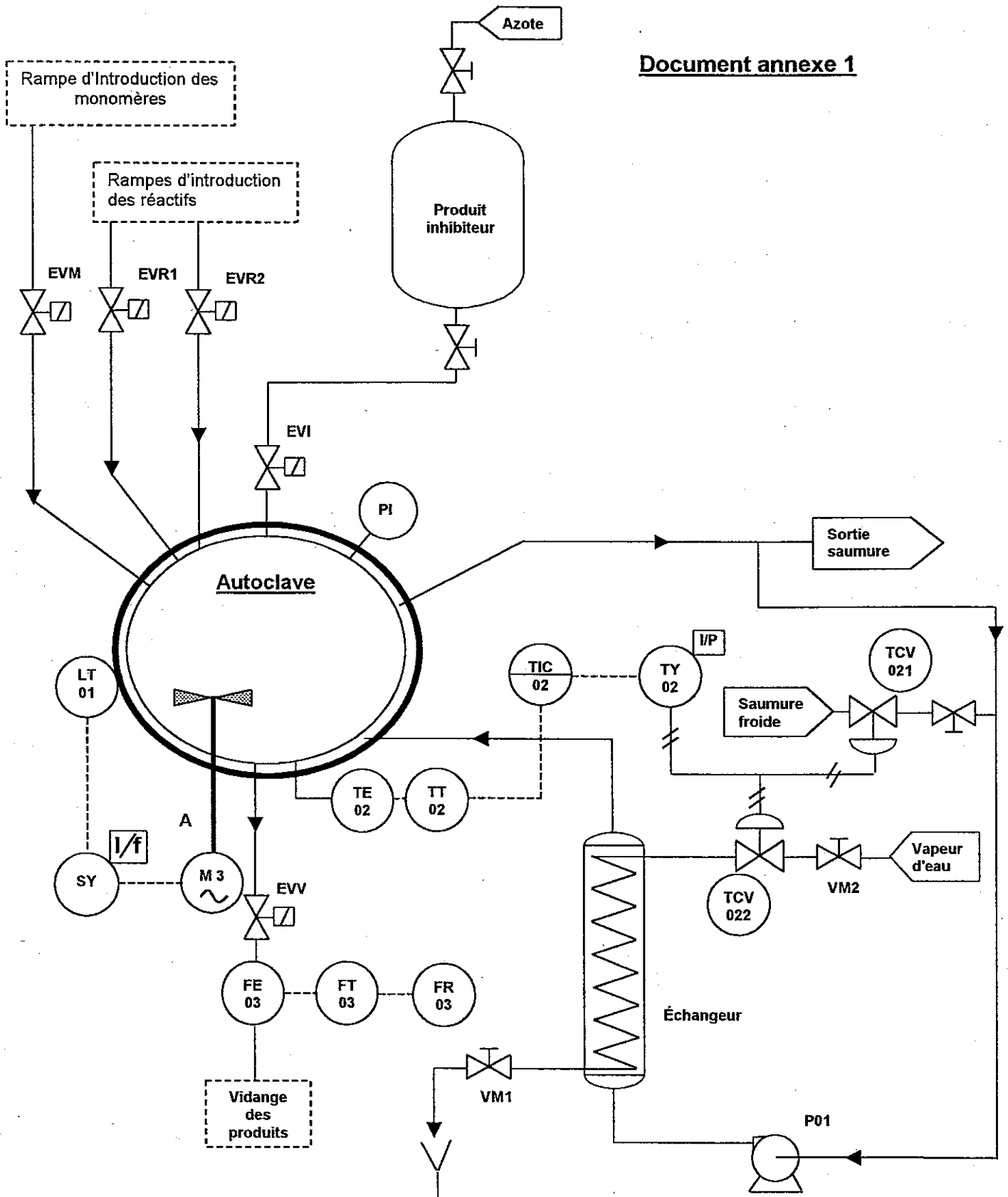
L'autoclave est une cuve sphérique de 8 m³ dont la surface interne est en acier inoxydable. La pression avoisine 140 bar et la température est comprise entre - 40°C et +184°C. Il comprend un agitateur, des rampes d'injection et de vidange des produits, ainsi qu'un échangeur permettant soit d'apporter les calories nécessaires à l'initialisation de la réaction de polymérisation, soit d'évacuer les calories dégagées par la réaction elle-même.

En cas de surpression dans l'autoclave, il est possible d'envoyer sous forte pression (200 bar) un produit inhibiteur chargé de réduire la polymérisation .

L'échangeur peut être refroidi par admission de saumure froide à l'aide de la vanne TV02, ou chauffé par un échangeur de vapeur à l'aide de la vanne TV01. Une pompe permet la circulation du fluide caloporteur dans une double enveloppe qui entoure l'autoclave. La durée de polymérisation est d'environ 10 heures. Le produit obtenu en sortie de l'autoclave est appelé « Slurry ».

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 2 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

Document annexe 1



<p>Groupe Est</p>	<p>Le SUJET comprend : 20 feuilles</p>	<p>Page 3 sur 20</p>	
<p>Examen : B.E.P. session 2002</p>		<p>Note obtenue :</p>	
<p>Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels</p>		<p>...../20</p>	
<p>Epreuve de : E.P.1</p>	<p>Durée : 5 heures</p>		

EP1-1

1- Mesure de température

On utilise un régulateur (TIC02) configuré comme suit:

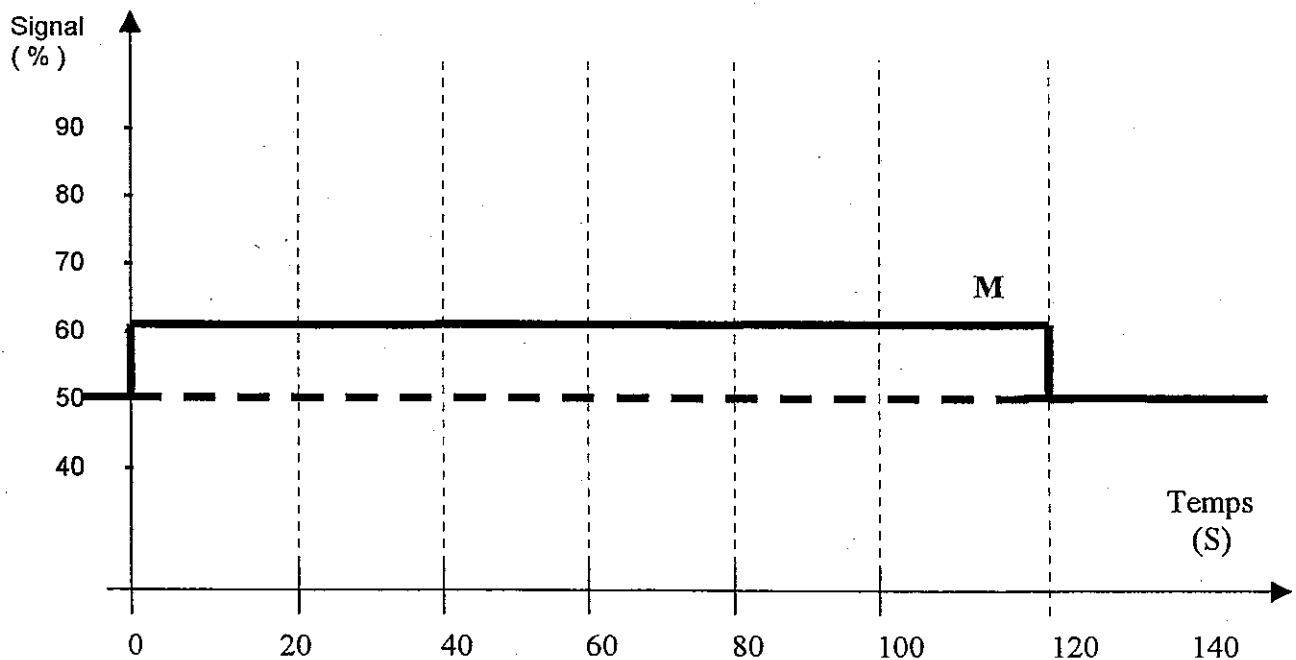
- régulateur P + I (structure série), avec X_p bande proportionnelle = 50% et T_i taux d'action intégrale = 60 s
- sortie analogique en courant : 4 – 20 mA

Le signal de mesure M (trait continu) est exprimé en %, son évolution temporelle en marche automatique est représentée par le chronogramme ci-dessous. Le signal de consigne W est représenté en trait discontinu.

Question 1 a- Donner le sens d'action du régulateur TIC02 en expliquant votre démarche. TCV021 est FMA et TCV022 est OMA.

4 points

Question 1 b- Sur le chronogramme ci-dessous représenter l'évolution du signal de sortie en rouge en supposant que ce signal de sortie est à 50% à l'instant $T = 0$ s.



6 points

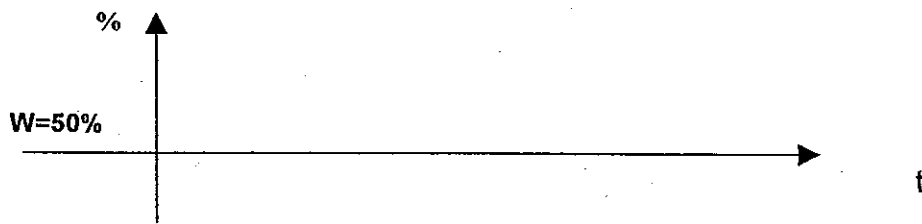
Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 4 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-1

Question 1 c- Sachant que $X_p = 50\%$. Calculer le gain du régulateur

2 points

Question 1 d- Tracer l'évolution du signal de mesure lors d'un réglage du gain égal à 20 (supérieur au gain critique)



- Que se passe-t-il au niveau du système ?

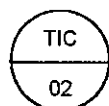
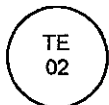
4 points

Le contrôle de la température est obtenu par une régulation chaud – froid à l'aide de deux vannes de réglage commandées par le même convertisseur courant/pression TY02.
TCV021 est fermée par manque d'air (FMA) et TCV022 est ouverte par manque d'air (OMA).

Question 1 e- Sur le document annexe 1, retracer en bleu le circuit relatif au refroidissement et en rouge le circuit relatif au chauffage de l'autoclave.

6 points

Question 1f- Que représentent les symboles suivants ?



6 points

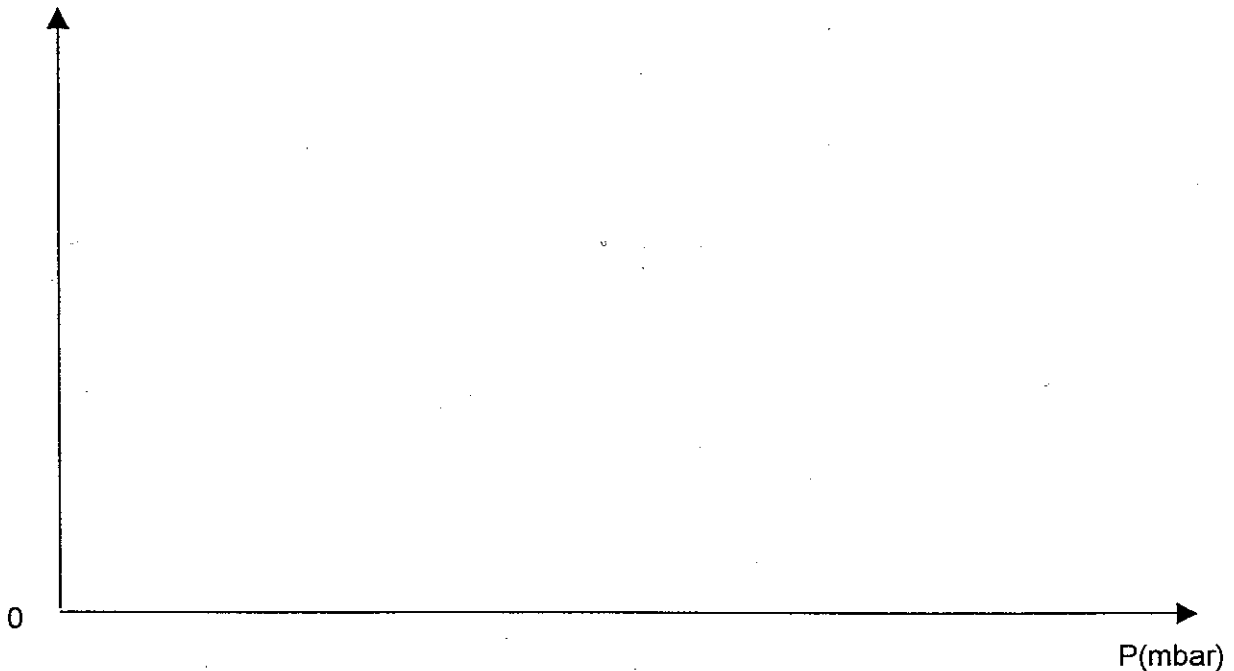
Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 5 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-1

Question 1 g – Expliquer le principe de cette régulation chaud-froid de l'autoclave.

5 points

Question 1 h – Représenter graphiquement le pourcentage d'ouverture de ces vannes (ces vannes ont une caractéristique linéaire) en fonction du signal issu de TY02 (échelle 1 cm = 20 % et 1 cm = 100 mbar)



4 points

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 6 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-1

Question 1 i-La variation de température à l'intérieur de l'autoclave est de - 40 à +184 °C. La sonde de température est équipée d'un convertisseur 4-20 mA. Donner la valeur de la température pour un signal de sortie du convertisseur égal à 10,5 mA.

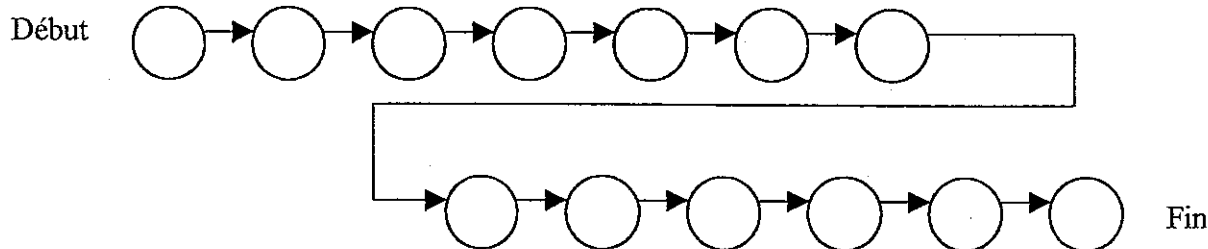
5 points

Maintenance sur le circuit de température.

Question 1j - Suite à une rupture de canalisation inox sur le circuit vapeur, entre l'échangeur et la pompe P01, une partie de la conduite vapeur doit être changée. La canalisation sera tronçonnée de part et d'autre de la rupture. Un nouveau morceau de canalisation inox sera soudé.

Placer dans un ordre chronologique les différentes étapes à réaliser pour effectuer une réparation en toute sécurité.

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Vidanger le circuit vapeur. | 8 | Mettre en route le process. |
| 2 | Vérifier l'étanchéité des soudures. | 9 | Mettre à la longueur la nouvelle canalisation. |
| 3 | Tronçonner de part et d'autre de la fuite. | 10 | Isoler la zone d'intervention. |
| 4 | Souder les deux extrémités de la nouvelle canalisation. | 11 | Ebavurer les parties tronçonnées. |
| 5 | Retirer le balisage de la zone d'intervention. | 12 | Couper le circuit vapeur. |
| 6 | Rendre compte de la fin d'intervention. | 13 | Arrêter le système. |
| 7 | Mettre sous pression le circuit vapeur. | | |



8 points

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 7 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures	

EP1-1

Question 1k- Les vannes montées sur le circuit chaud-froid doivent pouvoir être changées sans arrêter le process. Que faudra-t-il ajouter au circuit pour réaliser cette fonction ? (schéma obligatoire)

6 points

2 Etude de la vanne (TCV022)

Les vannes pneumatiques pour réaliser la régulation de température sont des vannes à membrane déroulante et obturateur rotatif de type Camflex.

Question - Faire le schéma simplifié de la membrane déroulante du servomoteur et repérer les différents éléments qui constituent ce système.

4 points

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 8 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-2

3- Boucle de contrôle de vitesse de l'agitateur

La mesure de niveau LT 01 est une mesure par rayon Gamma.

Question 3 a- Que signifie le symbole apposé à côté de celui du transmetteur LT01 ?



2 points

Question 3 b- Donner le schéma correspondant à ce type de mesure. Expliquer brièvement.

4 points

Question 3 c- La mesure aurait pu se faire à l'aide d'un transmetteur de pression différentielle. Sachant que le liquide a une densité de 2,2, que la hauteur maxi est de 1,8 m et que l'autoclave est sous une pression de 140 bar. Donner les valeurs d'étalonnage de ce transmetteur.

ΔP									
S mA	4	6	8	10	12	14	16	18	20

3 points

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 9 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20	
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-2

4- Mesure de débit en sortie d'autoclave

La mesure de débit se fait à l'aide d'un débitmètre massique à effet Coriolis

Question 4 a- Expliquer les termes débit volumique et débit massique.

- Débit volumique :

- Débit massique :

- Indiquer la relation entre débit volumique et débit massique :

3 points

Question 4 b- On veut changer ce débitmètre afin d'avoir toujours un visuel en salle de contrôle du débit de sortie. Pour cela on prendra un débitmètre version séparée avec 10 m de câble. Sachant que le liquide a une densité de 2,2, que l'autoclave comprend 7 m³ de produit et que l'on veut vider cet autoclave en 1 heure. Quel débitmètre devra-t-on commander ?

- Calculer le débit de sortie :

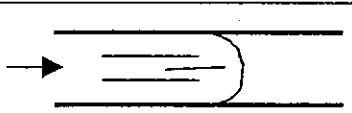

- Compléter la référence ci dessous en utilisant la documentation constructeur (annexe 2)

Référence.

6 0 W 0 0 . 0 0 B 1 B

3 points

Question 4 c- Indiquer dans le tableau ci dessous le type d'écoulement et le nombre de Reynolds Re pour les deux exemples de fluide en circulation dans une canalisation.

Matérialisation de L'écoulement	Type d'écoulement		Valeur de Re	
	Turbulent	Laminaire	<1000	>10000
				
				

2 points

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 10 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures	

Promass 60 A

Diamètre	Gamme de mesure (kg/h)		Référence	
	min.	max.		
DN 2	5	100	60AC02-	SVW00A00B1B
DN 4	225	450	60AC04-	
Raccords standard 4 - VCO-4				
Options				
Standard 60ACxx - SVW00A00B1B				
		2	Alimentation 20-55VAC, 16-62 VDC	
		A	Sans affichage	
		3	Version Cenelec EExde/EExd (ib) IICT2-T6	
		B	Version séparée avec 10 m de câble	
	ST		Raccords Tri-clamp 1/2", certif. 3A	

Promass 60 F

DN / PN	Gamme de mesure (kg/h)		Référence	
	min.	max.		
08/40	100	2000	60FS08-	D2W00A00B1B
15/40	300	6000	60FS15-	
25/40	1000	20000	60FS25-	
40/40	2000	40000	60FS40-	
50/40	4000	70000	60FS50-	
Options idem Promass A (hormis les raccords)				

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20feuilles	Page 11 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :/20
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		Note éliminatoire : <
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures	

EP1-2

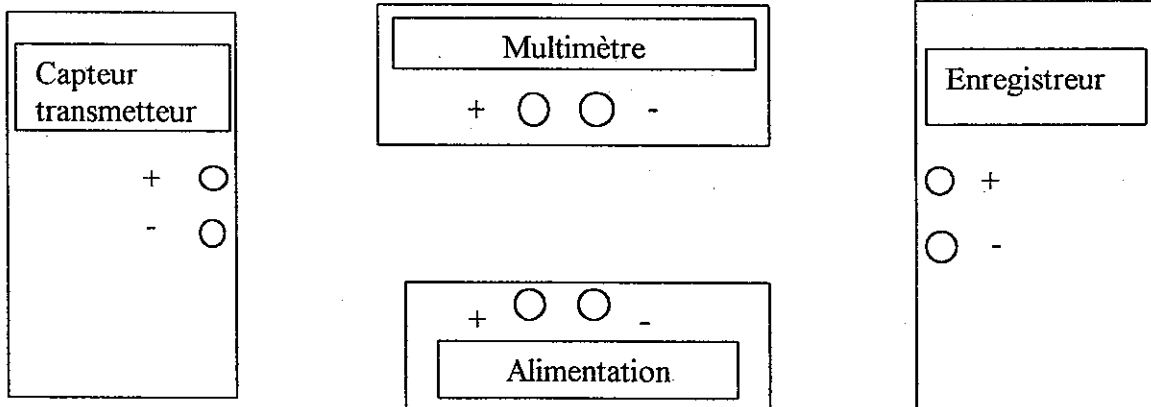
5- Mesure de pression

Question 5 a- La réaction dans l'autoclave engendre une forte élévation de température et un émanation de gaz corrosifs. Que faut-il placer entre le manomètre à tube de Bourdon et la cuve pour éviter la détérioration du manomètre ?

2 points

Question 5 b- Pour améliorer le contrôle de la mesure de pression, on décide de remplacer le manomètre existant par un capteur-transmetteur (signal 4-20mA) à membrane céramique et de relier celui-ci à un enregistreur. Cet enregistreur ne possède qu'une entrée 1-5 Volt.

- Quelle valeur de résistance faut-il placer sur l'entrée de l'enregistreur afin de visualiser le signal ?
- Réaliser le câblage des différents éléments



5 points

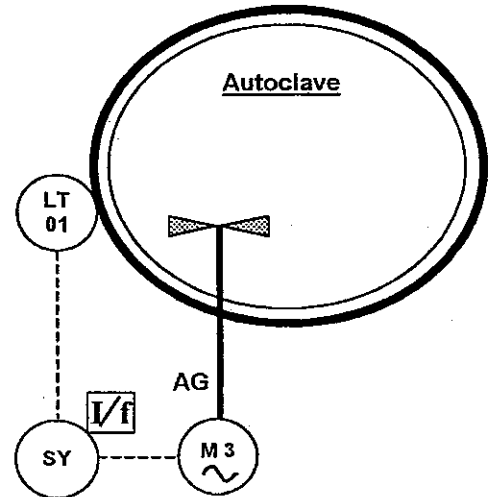
Groupe Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 12 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

PREMIERE ETUDE :

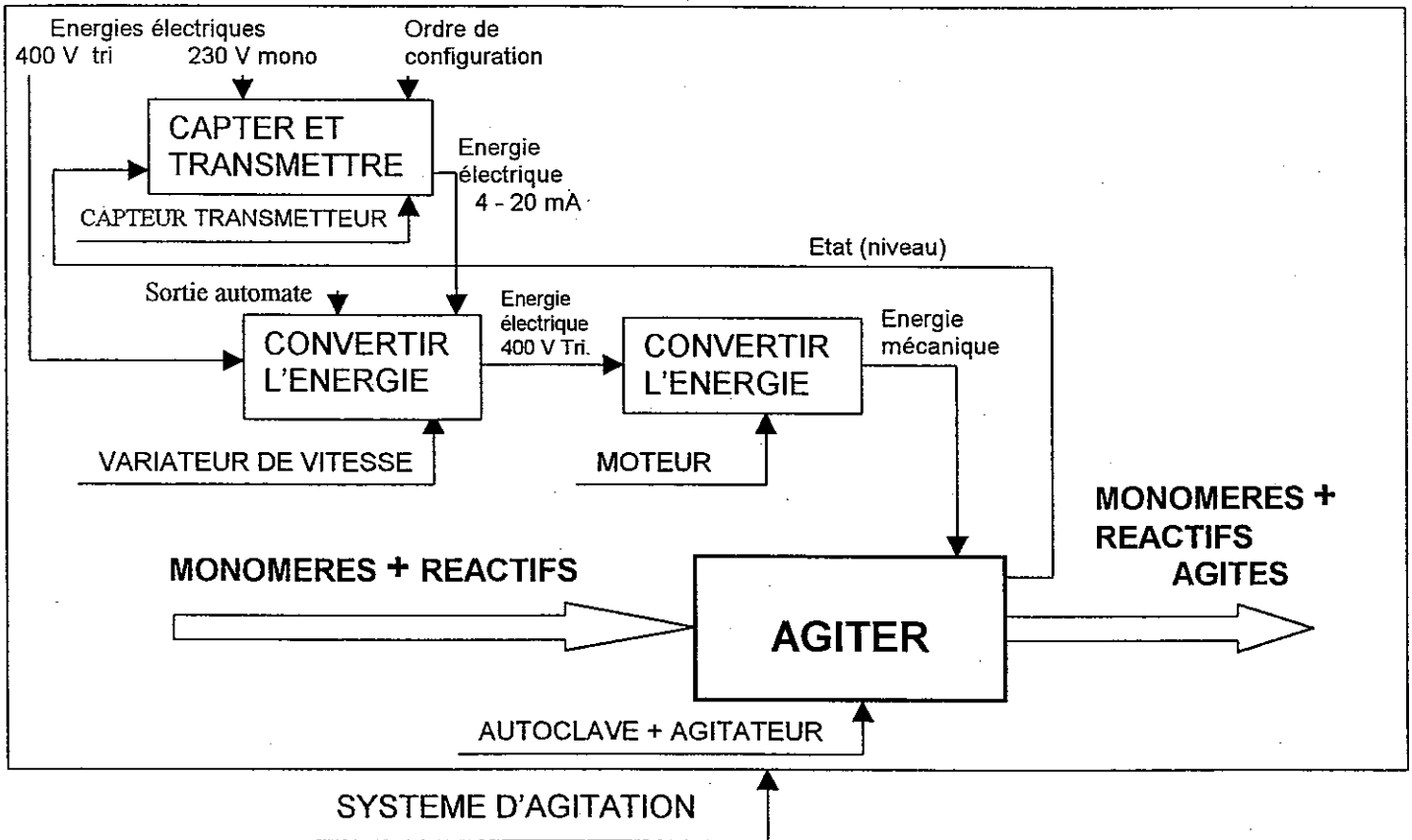
SYSTEME D'AGITATION DES MONOMERES ET DES REACTIFS

INTRODUCTION :

L'agitation facilite le transfert thermique en permettant d'avoir une bonne homogénéité du liquide. La vitesse d'agitation est un élément déterminant de la grosseur des groupes de molécules. Dans notre cas la vitesse varie de 30 à 150 tr/min.



SCHEMA FONCTIONNEL :



Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 13 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-3

FONCTIONNEMENT DE L'AGITATEUR :

- ◆ En mode automatique, le moteur de l'agitateur est piloté par un relais K commandé par une sortie de l'automate qui gère le remplissage de l'autoclave. L'agitateur est ainsi en rotation dès l'introduction des composants dans l'autoclave.
- ◆ Le mode manuel permet au moteur de l'agitateur d'être piloté sans condition de remplissage lors d'une opération de maintenance.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES :

- MOTEUR :**
- ◆ réf : LS 132 S Asynchrone
 - ◆ U = 400 V Couplage Y
 - ◆ I = 12,9 A
 - ◆ P = 5,5 KW ◆ $\eta = 0,82$
 - ◆ N = 970 tr /min ◆ $\cos \varphi = 0,75$

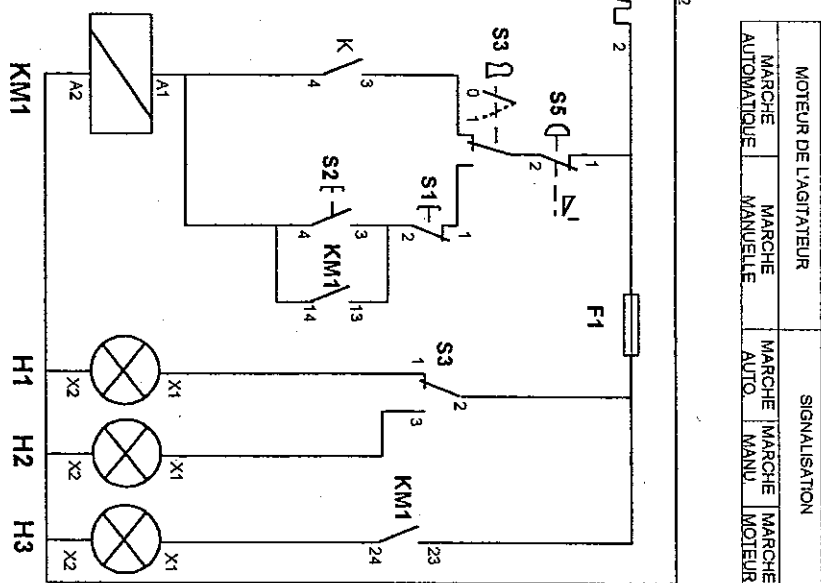
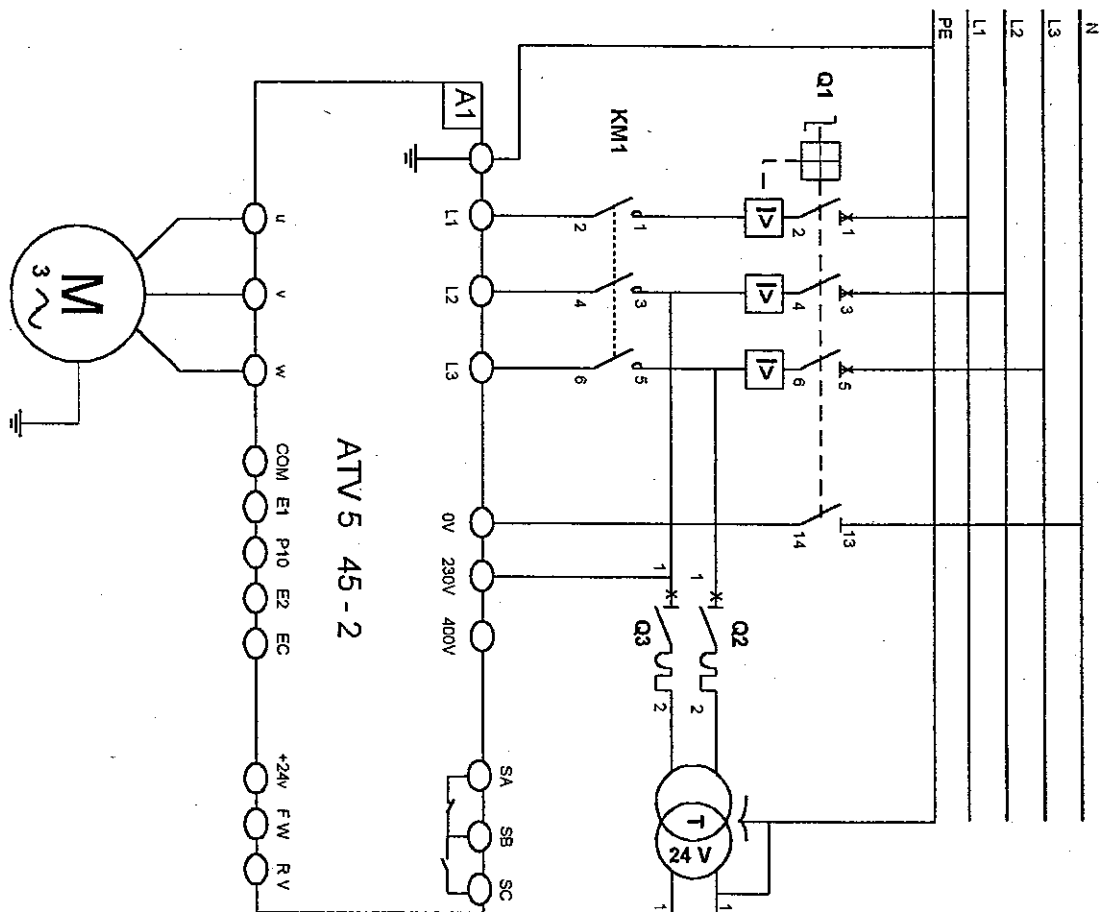
- VARIATEUR :**
- ◆ réf : Altivar série 45 – 2
 - ◆ 3 consignes de vitesse possibles :
 - a) Par potentiomètre :
bornes COM , E1 , P10.
 - b) Par signal analogique en tension :
bornes COM , E2.
 - c) Par signal analogique en courant 4 – 20 mA :
bornes COM , EC.
 - ◆ 2 sens de rotation possibles :
 - a) F W premier sens de rotation. Bornes à relier: +24v ; FW.
 - b) R V second sens de rotation. Bornes à relier: +24v ; RV.
 - ◆ Protection thermique du moteur intégrée au variateur.

CAPTEUR TRANSMETTEUR :

- ◆ réf : Gammasilometer FMG 573 Z.
- ◆ Mesure par radioisotopes.
- ◆ Signal de sortie 4 – 20 mA. Bornes COM ; POS.

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 14 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

SCHEMA ELECTRIQUE (Variateur+moteur)



MOTEUR DE L'AGITATEUR		SIGNALISATION		
MARCHE	MARCHE	MARCHE	MARCHE	MARCHE
AUTOMATIQUE	MANUELLE	AUTO	MANU	MOTEUR

Groupe Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 15 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002 Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels Epreuve de : E.P.1		Note obtenue :/20
Durée : 5 heures		

EP1-3

QUESTIONS :

Question 1-

Donner les noms et les fonctions des appareils ayant les repères suivants sur le schéma électrique.

Repères	Noms	Fonctions
Q1
S3

4 points

Question 2-

Quelle est la valeur de la tension d'alimentation du transformateur T ?
(justifier votre réponse)

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

3 points

Question 3-

Calculer la puissance électrique absorbée par le moteur M. ($P_a = UI\sqrt{3} \cos\phi$)

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

3 points

Groupe : Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 16 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-3

Question 4-

Quelle valeur doit-on préciser, lors de la configuration du variateur, pour le paramètre I_{th} (protection thermique du moteur) ?

.....

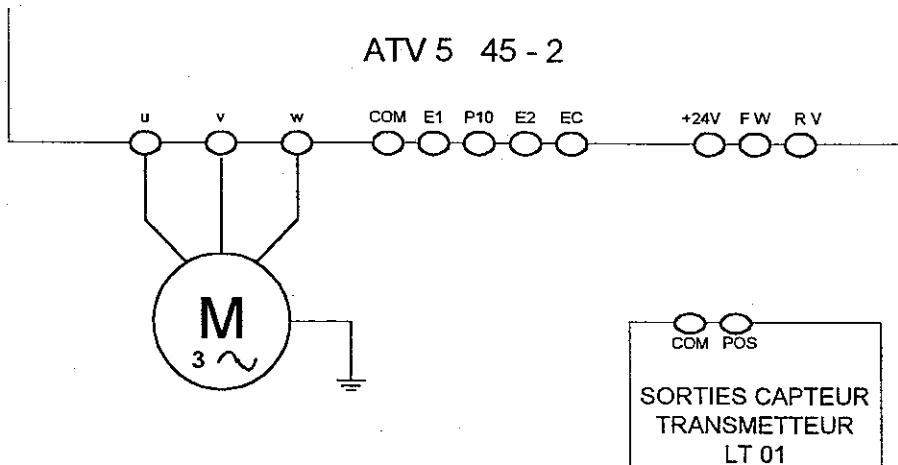
2 points

Question 5-

Compléter le schéma électrique partiel suivant à l'aide des caractéristiques électriques page 14 /20 pour réaliser :

4.1 les liaisons entre les sorties du capteur transmetteur et le variateur de vitesse ATV 5.

4.2 la liaison assurant la rotation du moteur M dans le sens FW.



3 points

Question 6-

Lors du remplissage de l'autoclave le contacteur KM1 ne s'enclenche pas. Les voyants H1 et H3 sont éteints. Le voyant H2 est allumé.

Quelle manipulation l'opérateur doit-il effectuer pour que ce contacteur s'enclenche ?

.....

.....

3points

Groupe Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles ..	Page 17 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures	

EP1-3

DEUXIEME ETUDE :

SYSTEME DE REMPLISSAGE ET VIDANGE DE L'AUTOCLAVE

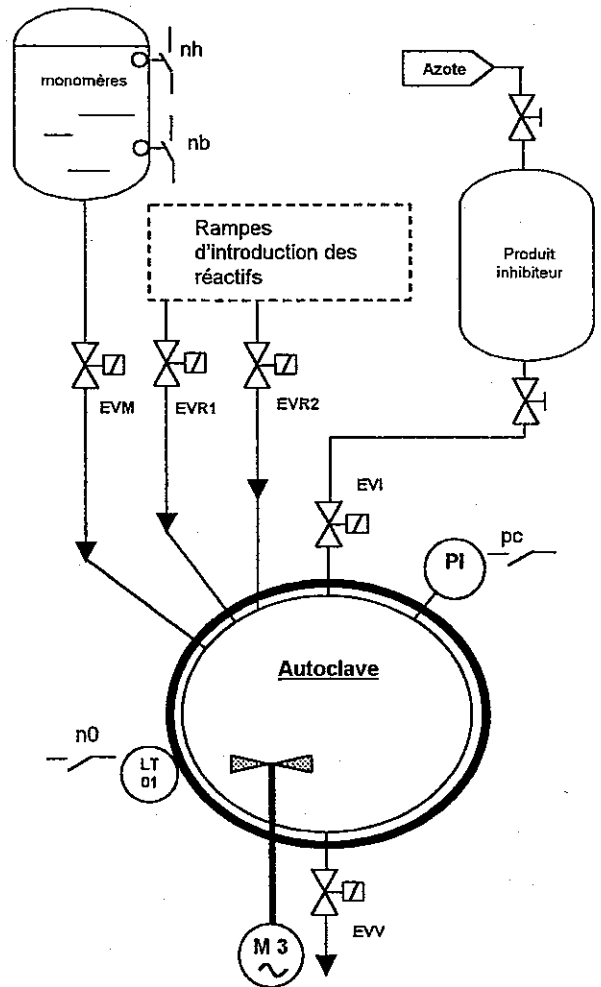
Le cycle comprenant le remplissage de l'autoclave, la mise en marche de l'agitateur et la vidange est géré par un automate programmable.

Les vannes *EVM*, *EVR1*, *EVR2*, *EVI*, *EVV* et *EVE* sont des vannes de sectionnement à pilotage électrique de type normalement fermé (NF). L'agitateur *AG* est mis en fonctionnement dès l'arrivée des produits dans l'autoclave. Le cycle démarre lorsqu'un opérateur donne une impulsion sur un bouton poussoir *ma* et à condition que l'autoclave soit vidangé.

Tableau d'adressage :

Entrees		
mnémoniques	API	commentaires
nb	I1.0	Niveau bas cuve monomères
nh	I1.4	Niveau haut cuve monomères
no	I1.1	Présence fluide dans l'autoclave
pc	I1.2	Détecteur de surpression
ma	I1.3	Départ cycle

Sorties		
mnémoniques	API	commentaires
EVM	O 1.1	Vanne monomères
EVR1	O1.2	Vanne réactif 1
EVR2	O1.3	Vanne réactif 2
EVI	O1.4	Vanne produit inhibiteur
K	O1.5	Marche agitateur
T1		Tempo alim. réactifs
T2		Tempo polymérisation
EVV	O1.6	Vanne de vidange



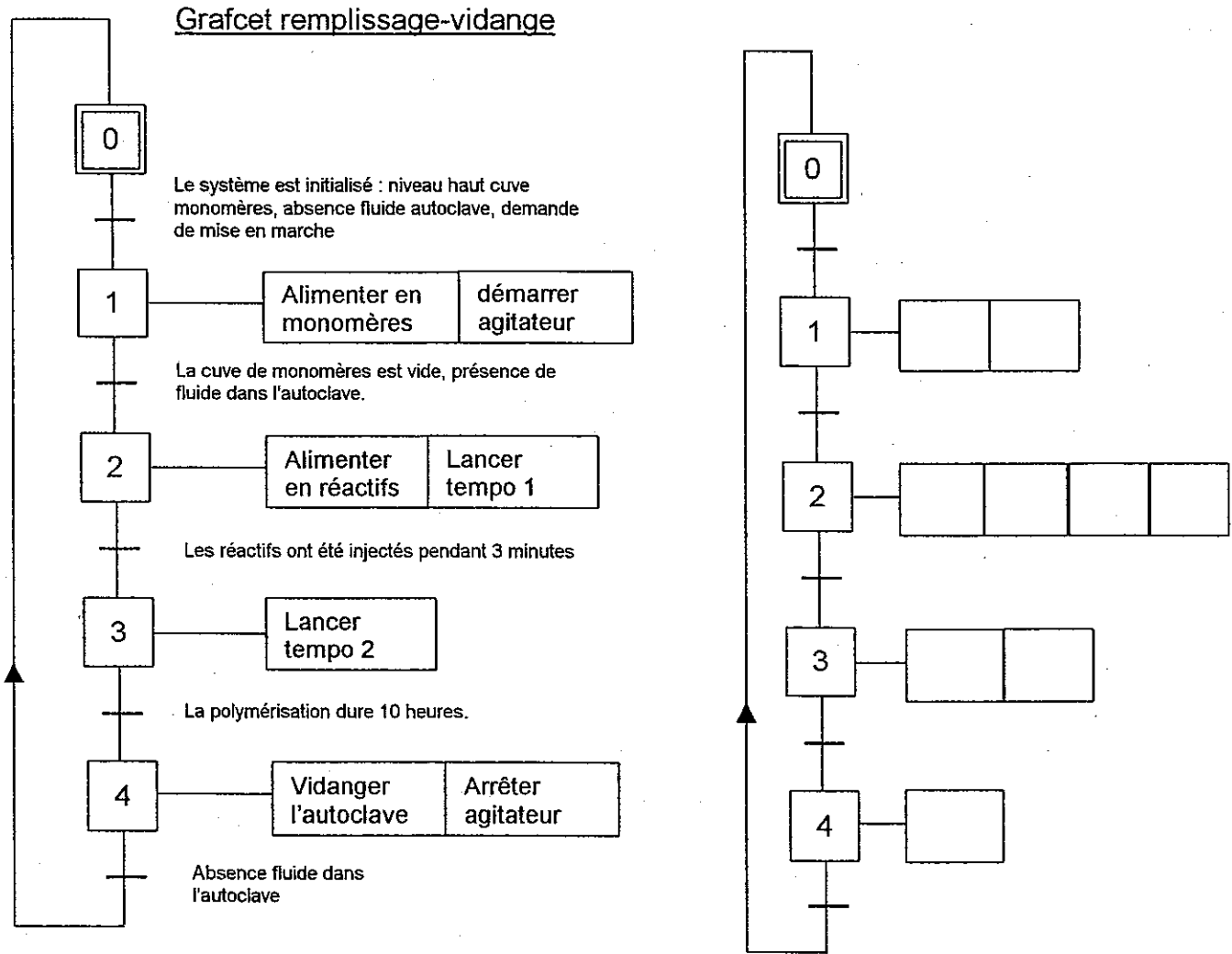
Groupe Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 18 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures	

EP1-3

QUESTIONS :

Question 1 –

A partir du grafcet du point de vue de la partie opérative et du tableau d'adressage, compléter le grafcet du point de vue de **la partie commande** correspondant au système de remplissage et de vidange de l'autoclave.



8 points

Groupe Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 19 sur 20	
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :	
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures		

EP1-3

Question 2 -

- Les détecteurs de niveau nh et nb sont des détecteurs tout ou rien (TOR) :
Que signifie l'appellation tout ou rien ?

2 points

Question 3 -

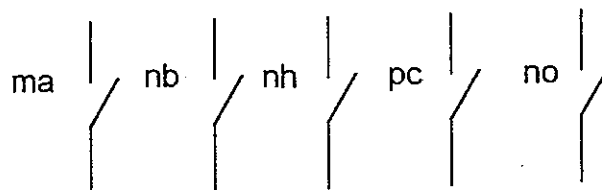
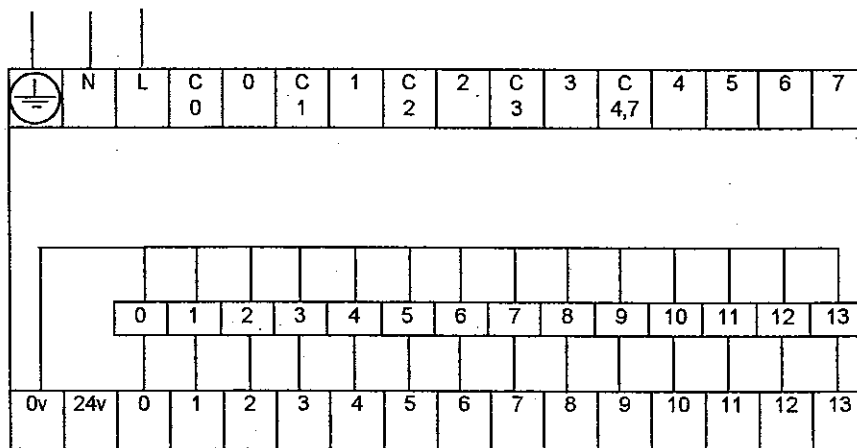
Le fluide contenu dans la cuve monomères est non agressif :
Quelle technologie appliquée aux détecteurs utiliseriez-vous pour nb et nh ?

2 points

Question 4 -

A partir du bornier ci-dessous, réaliser le câblage des entrées automate. L'automate fournit l'alimentation des détecteurs (24v).

Alimentation API
110 à 240VCA



6 points

Groupement Est	Le SUJET comprend : 20 feuilles	Page 20 sur 20
Examen : B.E.P. session 2002		Note obtenue :
Spécialité : Maintenance des Equipements de commande des Systèmes Industriels		...../20
Epreuve de : E.P.1	Durée : 5 heures	