

DANS CE CADRE	Académie :	Session :
	Examen :	Série :
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
	Epreuve/sous épreuve :	
	NOM : (en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
	Prénoms :	N° du candidat <input type="text"/>
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	
NE RIEN ECRIRE	Appréciation du correcteur	
	<input style="width: 100px; height: 40px;" type="text"/>	

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

## EPREUVE EP1 SUJET ET DOCUMENT REPONSE

### B E P



## 2005

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 1 sur 28

# NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

## PRESENTATION DU SUJET

### INTRODUCTION

Dans une usine de production ADVENTIS, une chaîne de réactions chimiques aboutit à la fabrication d'un produit à l'état liquide dans les conditions normales de température et de pression constitué d'un mélange d'acide chlorhydrique, de chlorure de vinyle et de dichloroéthane 1.2, que l'on sépare ensuite de l'acide chlorhydrique par distillation.

On va s'intéresser dans la suite aux régulations mises en œuvre lors de cette étape de distillation en continu.

Corps en présence :

- Acide chlorhydrique : (HCl)

Ce corps est un gaz aux conditions normales de température et de pression 20°C 1013hPa. Cependant il est en phase liquide dans le mélange.

L'acide chlorhydrique est corrosif en présence d'eau.

- Chlorure de Vinyle : CH<sub>2</sub>-CHCl

Corps gazeux dans les conditions normales de température et de pression.

- Dichloro-ethane 12 : CH<sub>2</sub>Cl-CH<sub>2</sub>Cl

Liquide dans les conditions normales de température et de pression.

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 2 sur 28

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

### DISTILLATION

Exploitant les différences de volatilité des constituants d'un mélange, la distillation permet la séparation ou comme l'on dit généralement, le fractionnement de ces constituants en fonction de leur température d'ébullition. La simplicité du procédé et son prix de revient relativement modique en font une opération de base dans les processus d'élaboration des produits chimiques et pétroliers.

### DISTILLATION EN CONTINU

La plupart des colonnes de distillation utilisées dans l'industrie pétrolière et les industries chimiques fonctionnent en continu.

Elles sont alimentées en permanence par une charge dont la composition, le débit et la température sont constants. Cette propriété est valable en tout point de l'appareillage.

Seule la pression varie légèrement entre le sommet et le fond, par suite des pertes de charge dans les étages de contact ; mais, en première approximation, on pourra toujours admettre sa constance tout au long de la colonne. Pour les colonnes à garnissage c'est la notion de hauteur équivalente à un plateau théorique qui sera utilisée (HETP), le contact établi entre le liquide et la vapeur étant continu.

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 3 sur 28

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA COLONNE A DISTILLER

La distillation a pour but la séparation d'un mélange en ses constituants.

Cette opération s'effectue en continu dans une tour de distillation dont le fonctionnement peut être schématisé comme suit :

5 parties principales :

1. • La colonne à distiller comprenant le rebouilleur et la colonne ;
2. • Le condenseur, échangeur thermique permettant la recondensation du mélange gazeux
3. • Le réservoir de distillat (recette)
4. • Le réservoir de résidus
5. • La bouteille d'alimentation contenant le mélange à distiller.

Le produit à traiter est introduit dans la tour à un niveau intermédiaire, le niveau d'alimentation et descend à travers le garnissage constitué d'anneaux Raschigs, jusqu'au "rebouilleur". L'ébullition est entretenue dans le rebouilleur par un apport de puissance calorifique qui détermine un débit de vapeur ascendant du produit dans la colonne. La vapeur s'élève dans la colonne en barbotant à travers les anneaux Raschigs et s'enrichit progressivement des composants les plus volatils. Une fraction du condensât obtenu est renvoyée dans la colonne et redescend à contre-courant de la vapeur améliorant encore la séparation (reflux). Un équilibre s'établit et l'on recueille un débit de produit léger en tête de colonne et un débit de produit lourd en pied.

Pour chacun des essais, la distillation s'effectue en continu car les quantités et qualités de produits ne doivent pas varier au cours du temps.

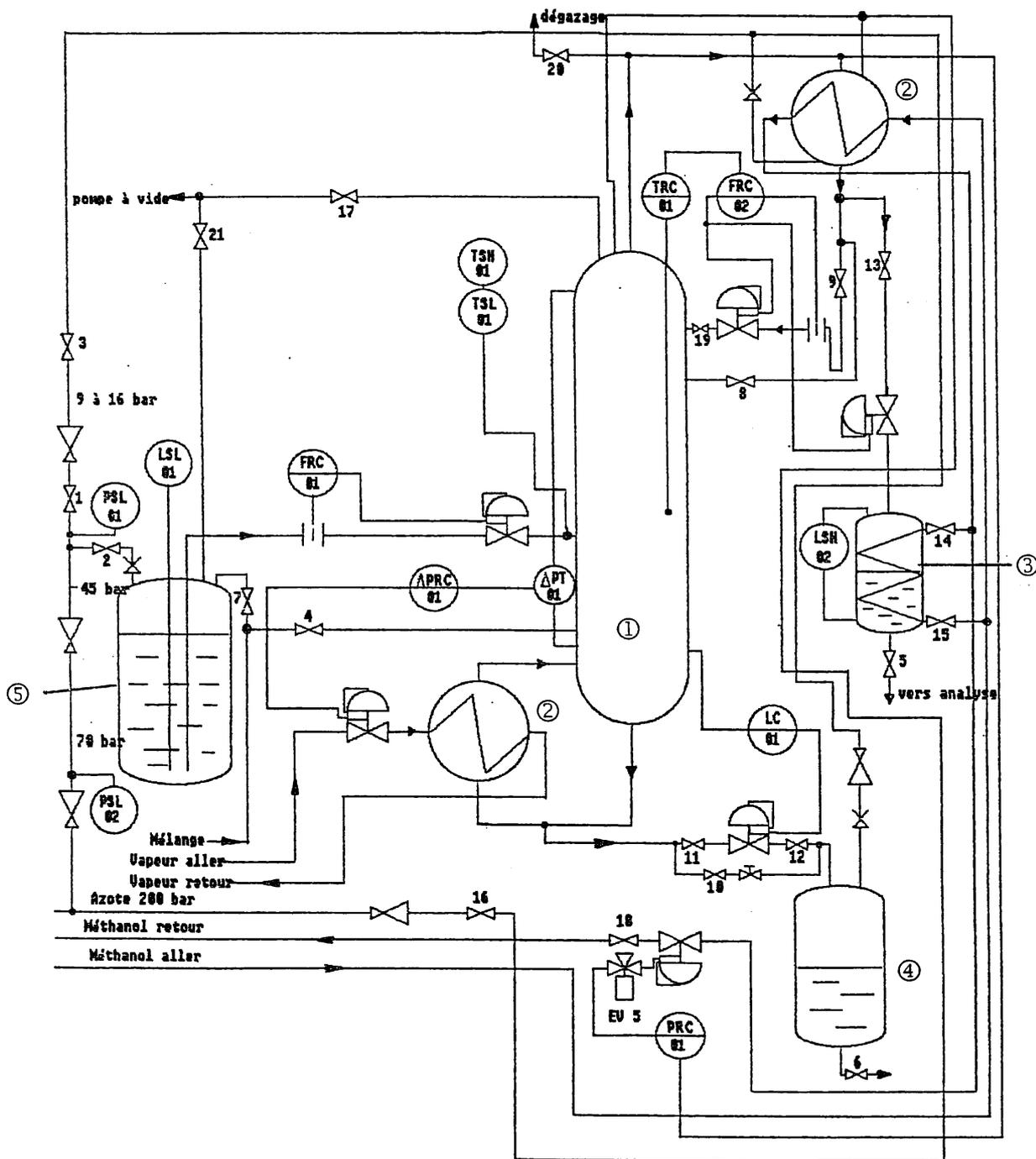
Les contraintes seront donc :

- d'assurer un débit constant d'alimentation en mélange
- de maintenir cette recette à la même température et à la même pression qu'au niveau du condenseur de manière à obtenir un distillat à l'état liquide.

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 4 sur 28

# NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

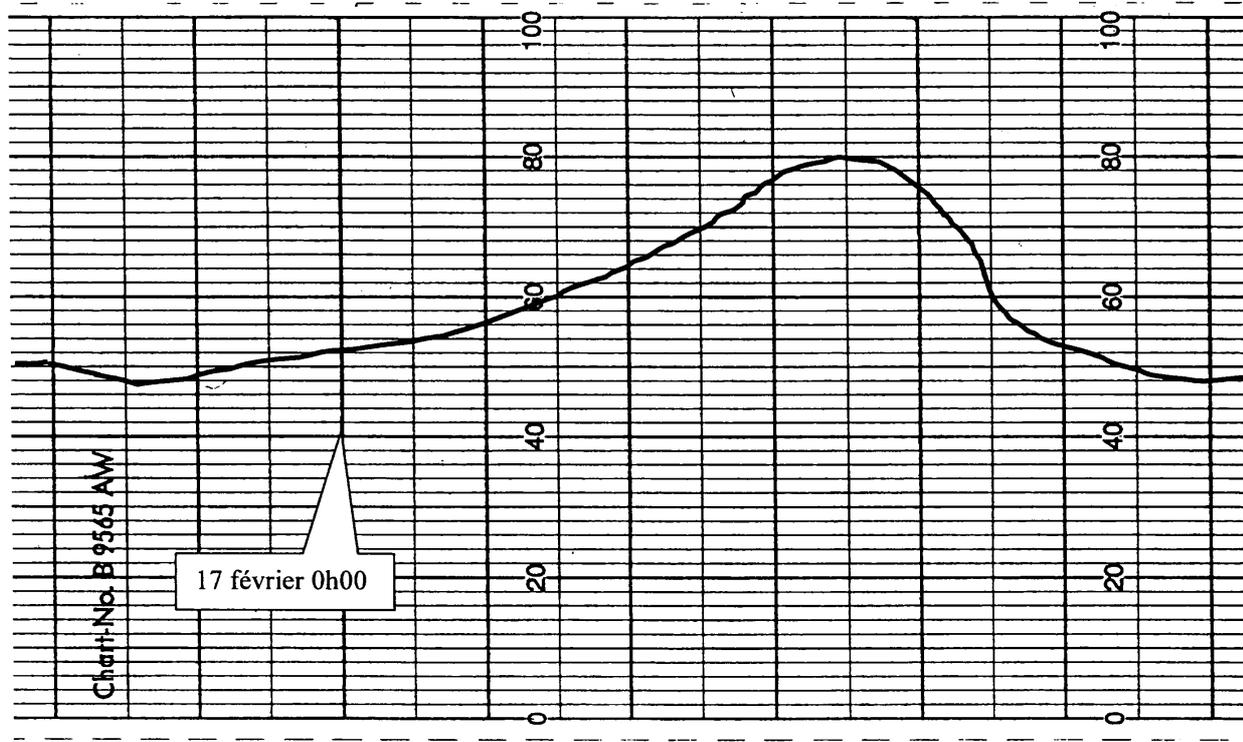
Schéma T.I. de l'inst allation



## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

### ETUDE D' UN DYSFONCTIONNEMENT DE LA REGULATION DE NIVEAU DANS LE REBOUILLEUR

L'exploitation a signalé un dysfonctionnement de la régulation de niveau (repérée LC01 dans le schéma T.I.de la page précédente) dans le rebouilleur dans la nuit du 16 au 17 février. En effet, comme le montre l'enregistrement ci-dessous, le niveau monte régulièrement et ne semble plus régulé avant d'être repris en manuel.



On vous confie la tâche d'identifier la cause de ce dysfonctionnement. Pour cela vous allez devoir vérifier le fonctionnement de toute la boucle de régulation LIC01. Dans un premier temps on demande d'analyser l'enregistrement du niveau ci-dessus en vous précisant que le niveau est mesuré entre un minimum de 200mm et un maximum de 1200mm.

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EPI : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 6 sur 28

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

1. D'après l'enregistrement ci-dessus et sachant que la vitesse de défilement de l'enregistreur est de 2 carreaux par heure, à quelle heure le niveau maximum a-t-il été atteint pendant la nuit du 16 au 17 février 2004 ? (1point)

Réponse :

2. D'après l'enregistrement précédent, quel est le niveau maximum atteint pendant la nuit du 16 au 17 février 2004 ? Complétez le tableau suivant (5points) :

	Valeur en %	Valeur en m
Niveau minimum mesurable		
Niveau maximum dans la nuit		
Niveau maximum mesurable		

Calcul du niveau maximum dans la nuit en m :

Le niveau maximum atteint dans la nuit est nettement supérieur à la valeur normale de 70cm. On peut en conclure qu'il y a effectivement un dysfonctionnement de la régulation de niveau LC01.

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

3. Afin de lister tous les instruments de la boucle de régulation de niveau dans le rebouilleur on vous demande de faire le schéma T.I. développé de cette boucle de régulation sachant que le régulateur implanté est de technologie électronique et que de plus cette boucle comprend un enregistreur indicateur (5points).

Réponse :

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 8 sur 28

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

4. Pour vérifier la conformité des signaux des instruments de la boucle, complétez les tableaux suivants en précisant la nature et les valeurs (pour les signaux standards uniquement) des grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que la fonction dans la boucle (5points).

Instrument :		
Fonction dans la boucle :		
	Entrée	Sortie
Nature :		
Unité :		
Minimum :		
Maximum :		

Instrument :		
Fonction dans la boucle :		
	Entrée	Sortie
Nature :		
Unité :		
Minimum :		
Maximum :		

Instrument :		
Fonction dans la boucle :		
	Entrée	Sortie
Nature :		
Unité :		
Minimum :		
Maximum :		

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

Instrument :		
Fonction dans la boucle :		
	Entrée	Sortie
Nature :		
Unité :		
Minimum :		
Maximum :		

Instrument :		
Fonction dans la boucle :		
	Entrée	Sortie
Nature :		
Unité :		
Minimum :		
Maximum :		

5. Afin de pouvoir interpréter correctement le fonctionnement de la boucle de régulation, précisez quelle est la grandeur réglée (1 point).

Réponse :

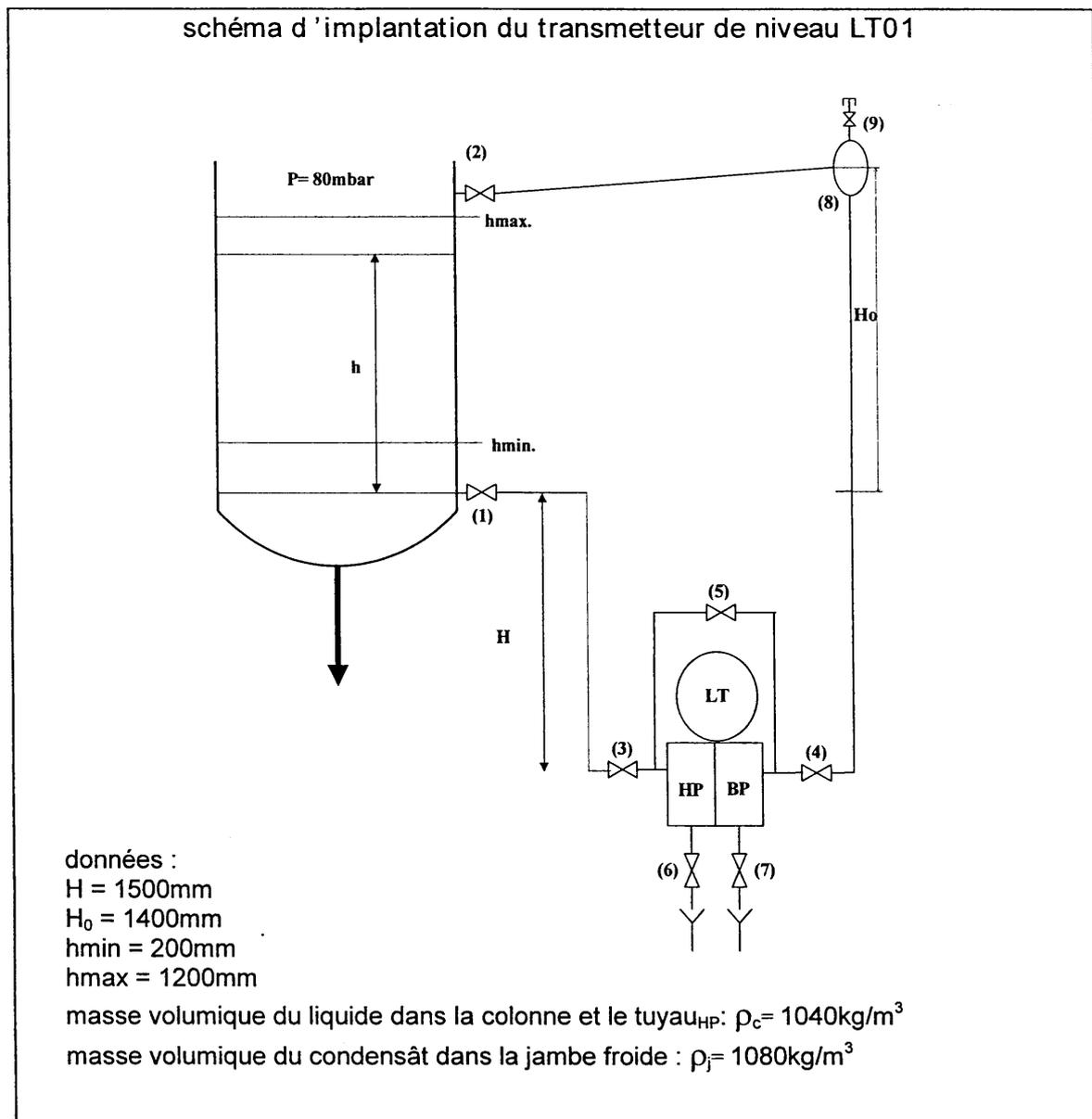
6. Afin de pouvoir interpréter correctement le fonctionnement de la boucle de régulation, précisez quelle est la grandeur réglante (1 point).

Réponse :

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

Le premier instrument à vérifier est le transmetteur. Vous allez devoir vérifier son étalonnage.

7. Pour vérifier son étalonnage, il faut démonter le transmetteur et l'emmener à l'atelier. Avant de démonter le transmetteur il est nécessaire de connaître les différents éléments de robinetterie autour de ce transmetteur. Le transmetteur de niveau LT01 est implanté comme le montre le schéma ci-dessous. On vous demande donc de compléter la nomenclature (page suivante) relative à la robinetterie en précisant la fonction de chaque accessoire (6points).



**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

Tableaux à compléter :

N° de l'accessoire	Nom de l'accessoire	Fonction de l'accessoire
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

8. Pourquoi le tuyau reliant la colonne à l'accessoire n°8 est-il incliné vers la colonne ?

Réponse :

(1point)

Pour vérifier l'étalonnage du transmetteur il faut connaître sa plage de mesure. Afin de faciliter vos calculs de détermination de la plage de mesure, on vous demande de suivre la procédure suivante en répondant aux questions 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 et 19.

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 12 sur 28

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

9. Le schéma d'implantation du transmetteur de niveau LT01 de la page 12 montre comment sont raccordés les cotés HP et BP de la cellule de mesure du transmetteur. Expliquez pourquoi a-t-on relié le coté BP vers la jambe froide et le coté HP vers la colonne. (1point)

Réponse :

10. Le principe de mesure utilisé pour mesurer un niveau à l'aide d'un transmetteur de pression différentielle est le principe de l'hydrostatique. Rappeler ce principe en précisant clairement les différentes grandeurs et leurs unités. (1point)

Réponse :

Principe :

grandeurs et unités :

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

11. A l'aide du schéma d'implantation de la page 12, donner l'expression littérale de la hauteur de liquide qui s'exerce sur la chambre BP de la cellule de mesure du transmetteur lorsque le niveau est minimum. (1 point)

Réponse :

12. A l'aide du schéma d'implantation de la page 12, donner l'expression littérale de la hauteur de liquide qui s'exerce sur la chambre HP de la cellule de mesure du transmetteur lorsque le niveau est minimum. (1 point)

Réponse :

13. A l'aide du schéma d'implantation de la page 12, donner l'expression littérale de la hauteur de liquide qui s'exerce sur la chambre BP de la cellule de mesure du transmetteur lorsque le niveau est maximum. (1 point)

Réponse :

14. A l'aide du schéma d'implantation de la page 12, donner l'expression littérale de la hauteur de liquide qui s'exerce sur la chambre BP de la cellule de mesure du transmetteur lorsque le niveau est maximum. (1 point)

Réponse :

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 14 sur 28

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

15. A l'aide du schéma d'implantation de la page 12, donner l'expression littérale de HP.  
(1point)

Réponse :

16. A l'aide du schéma d'implantation de la page 12, donner l'expression littérale de BP.  
(1point)

Réponse :

17. A l'aide du schéma d'implantation de la page 13 et des expressions trouvées précédemment, donner l'expression littérale de  $\Delta P = HP - BP$ . (3points)

Réponse :

18. Calculer  $\Delta P$  lorsque le niveau est minimum. (3points)

Réponse :

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

19. Calculer  $\Delta P$  lorsque le niveau est maximum. (3points)

Réponse :

Après vérification de son étalonnage, le transmetteur peut être mis hors de cause.  
Le problème peut venir du régulateur et notamment du réglage de ses actions. On vous demande donc de vérifier que les actions affichées correspondent bien aux actions réelles.

20. Le régulateur LIC01 est un régulateur PI. Explicitez ce terme et donner le rôle de chacune des actions. (3points)

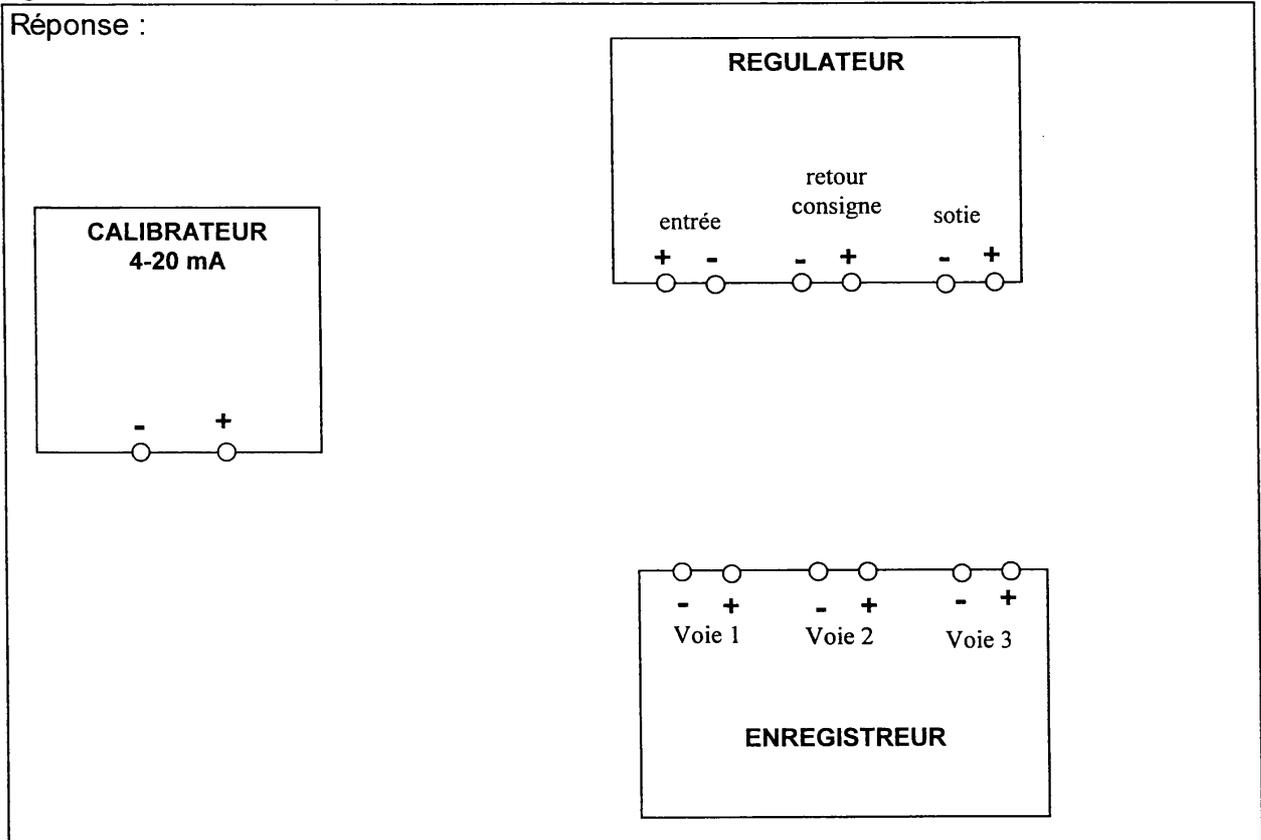
Réponse de la signification de PI :

Réponse : P

Réponse : I

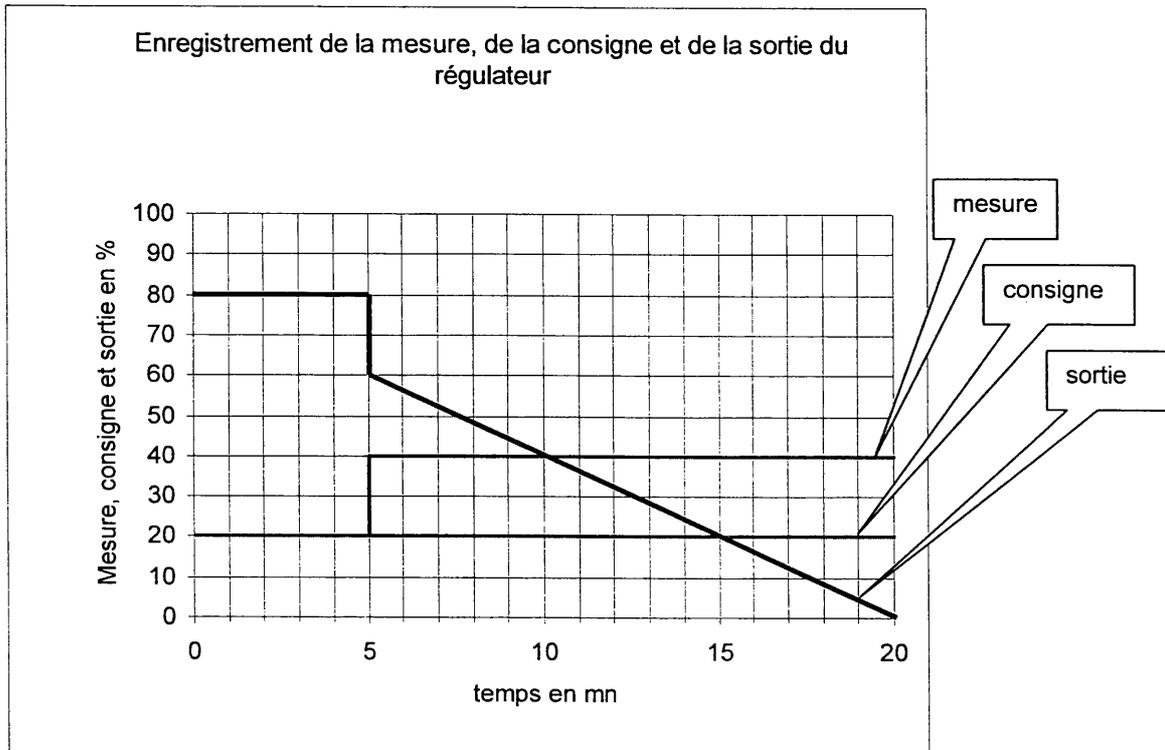
## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

21. Afin de vérifier que les actions P et I du régulateur LIC01 correspondent bien aux valeurs affichées sur celui-ci on va étudier les réponses indicielles en boucle ouverte de ce régulateur à une simulation de mesure par un calibrateur. Faites le schéma de câblage qui va vous permettre cette étude (mesure en voie 1, consigne en voie 2 et sortie du régulateur en voie 3). (2points)



## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

22. La réponse indicielle obtenue est la suivante. Calculez la bande proportionnelle et le temps  $T_i$  du régulateur et déterminez le sens d'action du régulateur. (4points)



Réponse :

Gr =

BP =

Justification :

Réponse :  $T_i$  =

Justification :

Sens d'action :

Justification :

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

Les actions affichées sur le régulateur analogique sont  $BP = 75\%$  et  $Ti = 3mn$ .

23. D'après les valeurs de BP et de Ti que vous avez trouvées à la question précédente, le régulateur vous semble-t-il être la cause du problème ? (1 point)

Réponse :

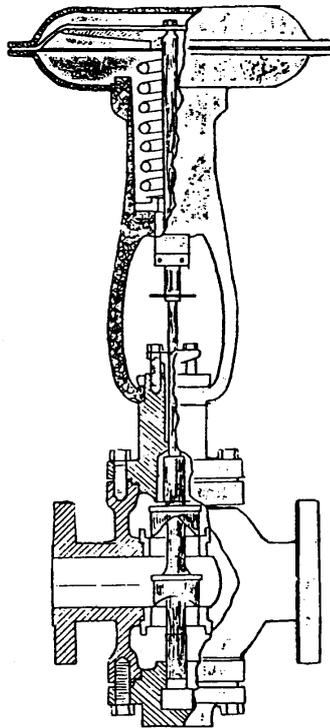
Justification :

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 19 sur 28

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

La vanne pneumatique pouvant aussi être une cause du problème on va profiter de l'arrêt de la régulation pour la démonter.

24. Le schéma de la vanne de régulation de la boucle de niveau est donnée ci-dessous. D'après ce schéma, précisez s'il s'agit d'une vanne simple siège ou double siège. (1point)



Réponse :

25. Donnez l'avantage de ce type de vanne. (1point)

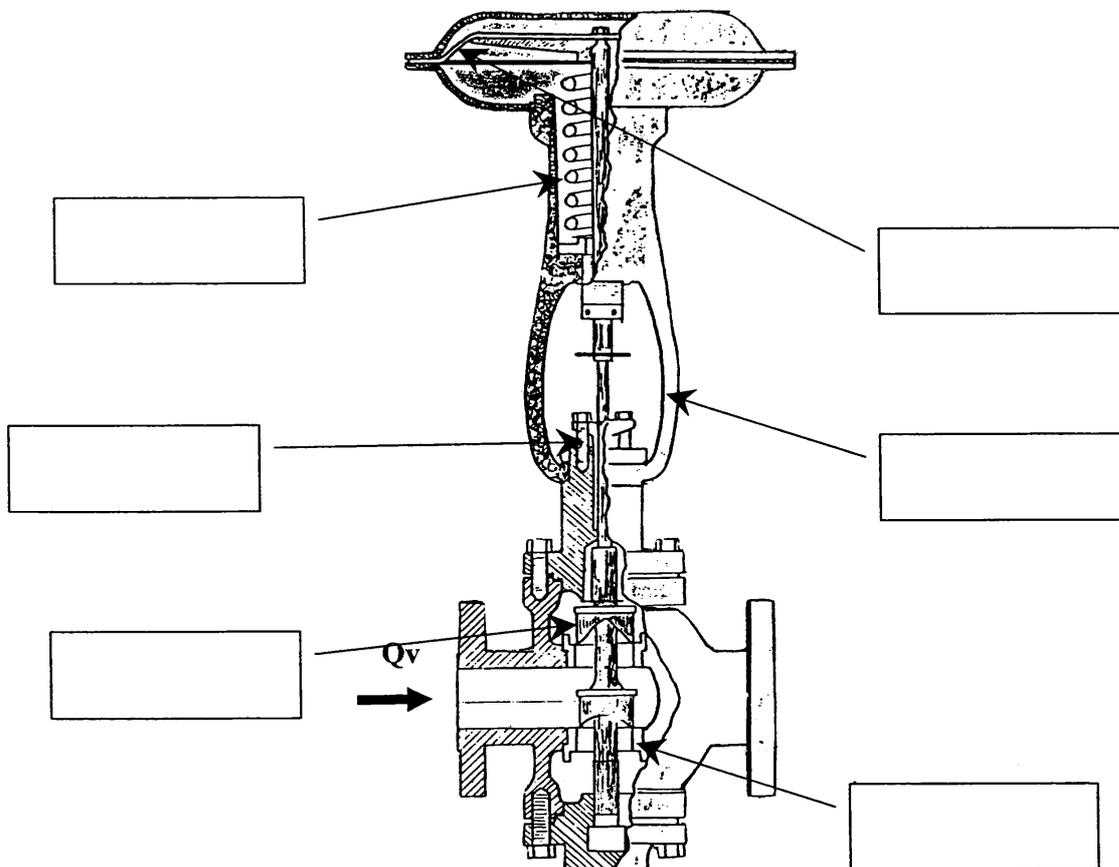
Réponse :

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

26. Donnez l'inconvénient de ce type de vanne. (1point)

Réponse :

27. Avant de démonter la vanne il est nécessaire de connaître les principales pièces la constituant. Complétez la nomenclature de cette vanne donnée sur le schéma ci-après. (5points)



## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

### EP1.2 ELECTROTECHNIQUE

Une pompe peine à fournir le débit nécessaire. On vous demande de vérifier les caractéristiques de celle-ci. Pour cela vous bénéficiez d'une source de renseignements, sa plaque moteur ( ci-dessous) :

		MOT. 3 - LS 80 L T			
		N° 734570 BJ 002 kg 9			
IP 55	1 cl.F	40°C	S1		
V	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	cos	A
Δ 220	50	1480	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	1480	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	1480	0,75	0,80	3,3
Y 415					1,9

28. Sachant que le réseau de l'installation est 230/400V, déterminez le couplage du moteur.(2points)

Réponse :

29. Déterminez le courant en ligne.(2points)

Réponse :

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

30. Déterminez la puissance utile.(2points)

Réponse :

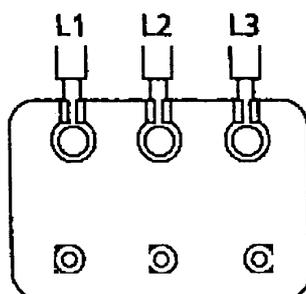
31. Déterminez la puissance nominale absorbée au réseau.(4points)

Réponse :

32. Déterminez le rendement.(2points)

Réponse :

33. Représentez la position des barrettes de couplage sur la plaque à bornes suivante (2points) :

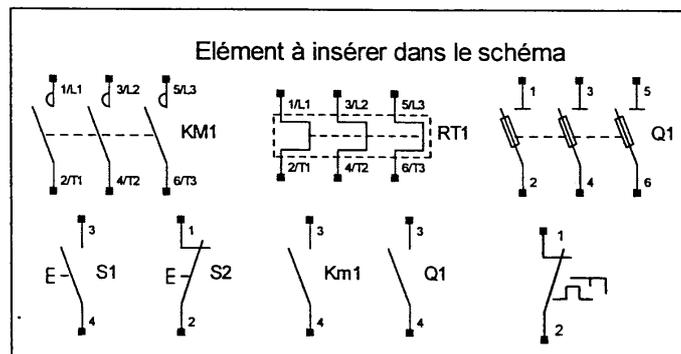


## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

34. On vous demande aussi de vérifier le câblage électrique du moteur de cette pompe. On retrouve, dans ce câblage des éléments repérés KM1, Rt1 et Q1 (vous pouvez retrouver ces éléments dans le schéma de la page suivante). Complétez le tableau suivant en précisant le nom et la fonction de ces éléments (6points):

Repère	Nom	Fonction
KM1		
RT1		
Q1		

35. Afin de vérifier le câblage du moteur de la pompe, on vous demande de préétablir le schéma de la partie commande et de la partie puissance sur la page suivante en y plaçant les éléments suivants (10points) :



On rappelle qu'il n'y a qu'un sens de marche et que la commande de la pompe est effectuée avec un bouton poussoir de marche et un bouton poussoir d'arrêt.

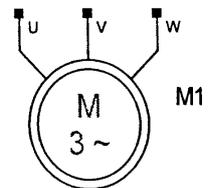
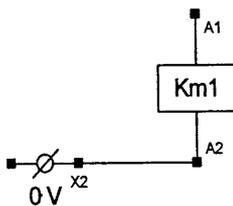
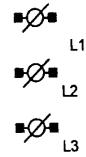
# NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

Schéma de démarrage direct de la pompe à compléter :

Partie commande



Partie puissance

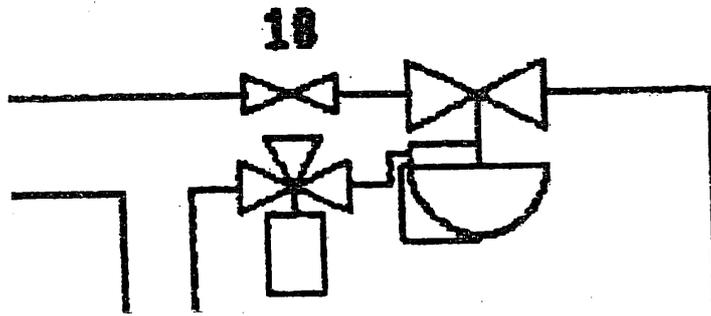


BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 25 sur 28

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

### EP1.3 AUTOMATISME

Suite au dysfonctionnement de la régulation de niveau dans le bouilleur il a été décidé de vérifier toutes les sécurités autour de cette régulation et notamment le fonctionnement de l'électrovanne EV5 permettant de couper la chauffe.



EV5

Cette électrovanne EV5 est commandée par 3 éléments :

- Un contact automate AP18 prioritaire interdit toute action sur cette électrovanne.
- Le contact d'un relais à seuil LSL déclenché par un niveau trop bas.
- Une commande manuelle, bouton tournant 2 positions AEV5.

BEP Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels	Code : 51 20101	Session Juin 2005	SUJET
EP1 : Epreuve technologique	Durée : 4h00	Coefficient : 6	Page 26 sur 28

**NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE**

36. On vous demande de remplir la table de vérité suivante représentant le fonctionnement de l'électrovanne EV5. (8points)

LSLL	AEV5	API8	EV5
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

37. Donnez l'équation de l'électrovanne EV5 d'après votre table de vérité. (3 points)

Réponse :

38. Représenter le schéma correspondant à l'équation  $EV5 = AP18 (LSLL + AEV5)$ . (6 points)

39. Expliquer comment on peut passer de l'équation issue de la table de vérité à l'équation simplifiée. (3 points)

## NE RIEN INSCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Suite à une demande de la commission de sécurité, il est envisagé de modifier le programme de l'automate programmable afin de rajouter un voyant d'alarme « VEV5 » indiquant la coupure du signal de commande de vanne de débit de vapeur, pilotée par EV5. La commande de l'électrovanne EV5 est assurée par un bit interne B15. Un bouton poussoir « acqv5 » permet à l'opérateur d'éteindre le voyant d'alarme « VEV5 ». Cependant aucun acquittement n'est possible tant que l'électrovanne EV5 fonctionne.
  - Remarque : la commande de l'électrovanne EV5 est assurée par un bit interne « B15 ».
40. Il vous est demandé de compléter le grafcet point de vue partie opérative décrivant le fonctionnement de l'électrovanne EV5 et du voyant d'alarme « VEV5 ». (10points)

