

# BTS C.I.R.A.

## INSTRUMENTATION ET RÉGULATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Le sujet comporte 8 pages dont 4 annexes. Les annexes 1 et 2 sont à rendre avec la copie.

La calculatrices sont autorisées.

Note : Toutes les questions de ce sujet sont indépendantes.

L'installation représentée en annexe 1 est une colonne à distiller à plateaux. Elle permet de séparer les deux constituants A et B d'un mélange liquide.

### ÉTUDE ET COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ

#### 1- LA DISTILLATION : (2,5 points)

1.1 - Faire le schéma de 3 plateaux consécutifs de la colonne .

1.2 - Sur le plateau n°15 la température est de 90°C. Quelles sont, à cette température, les compositions du liquide et de la vapeur en équilibre (Les courbes des points de rosée et d'ébullition sont données en annexe 2) ?

1.3 - Combien de plateaux théoriques sont-ils nécessaires pour obtenir un produit de composition  $x_A > 0,90$  à partir d'un mélange liquide de composition  $x_B = 0,90$  ?

Justifier la réponse à l'aide de l'annexe 2 qui est à joindre à la copie.

La fraction  $x_A$  est-elle obtenue en haut ou en bas de la colonne à distiller ?

#### 2- INSTRUMENTATION 1 (6 points)

##### 2.1 - Mesure du niveau LT6 :

La mesure est réalisée par un transmetteur électronique de niveau à plongeur (signal 4-20 mA ). L'étendue de mesure est de 0,6 m. Le plongeur a un diamètre de 50 mm et une masse de 1,95 kg. Le produit, qui est chimiquement très dangereux, a une masse volumique de 100 kg/m<sup>3</sup>. Expliquer clairement la méthode à mettre en oeuvre pour étalonner ce transmetteur à l'atelier et calculer tous les paramètres nécessaires à cette opération de réglage.

Faire le schéma du montage sur la colonne sachant que l'on ne souhaite pas vidanger la colonne pour intervenir sur cet appareil.

Donner un schéma de principe technologique de cet appareil.

## 2.2 - Vanne de réglage FCVI :

- A l'aide des valeurs numériques et courbes fournies en annexes 3 et 4 calculer la chute de pression  $\Delta P$  aux bornes de la vanne, la chute de pression utilisée pour le dimensionnement en écoulement critique  $\Delta P_S$  et le coefficient de débit  $C_v$  de la vanne.
- Tracer deux caractéristiques possibles de vanne liant le débit et le signal de commande.
- Quelle différence y a-t-il entre la caractéristique intrinsèque d'une vanne et sa caractéristique "installée"?
- Proposer un schéma de montage de cette vanne sachant que l'on ne souhaite pas interrompre le fonctionnement de la colonne lors d'intervention sur la vanne de régulation.

## ÉTUDE DU SYSTÈME DE CONTRÔLE COMMANDE

### 3 - SCHÉMAS DE RÉGULATION : (4 points)

3.1 - Compléter le schéma de l'annexe 1 (à rendre avec la copie ) en faisant apparaître les chaînes de régulation nécessaires pour maintenir constant :

- la charge (FT1)
- la pression colonne (PT4)
- le reflux (FT3)
- les niveaux (LT5 et LT6)

Choisir les sens d'action des vannes et des régulateurs. On notera sur le schéma OPMA les vannes ouvertes par manque d'air et FPMA les vannes fermées par manque d'air. On notera DIR pour le sens direct des régulateurs et INV pour le sens inverse.

3.2 - La régulation simple de la température TT2 proposée ne donne pas satisfaction.

Indiquer brièvement plusieurs raisons possibles de ce fonctionnement non satisfaisant.

On donne la fonction de transfert :

En utilisant l'instrumentation installée, proposer un nouveau schéma de régulation (montage cascade) réduisant ces fluctuations de température. Préciser tous les éléments nécessaires à la mise en oeuvre de ce schéma de régulation (sens d'action etc..).

3.3 - D'une manière générale, quelles sont les avantages que présente une régulation cascade ?

3.4 - Indiquer très clairement et le plus strictement possible, la méthode conduisant à la mise en service et au réglage de la boucle de régulation cascade.

### 4- RÉGULATION CASCADE 1 (7,5 Points)

4.1 Le schéma fonctionnel simplifié de la boucle de régulation cascade peut se présenter comme suit :

- $C1(p)$  et  $C2(p)$  sont les fonctions de transfert de deux régulateurs  $R1$  et  $R2$ .
- $H0(p)$  et  $Hi(p)$  sont les fonctions de transfert des systèmes réglés.
- $F2(p)$  est la fonction de transfert perturbatrice
- $W1$  représente la consigne du régulateur  $Ri$ ,
- $M$  représente la grandeur réglée
- $Z$  représente la perturbation

On donne :

	avec $A$ = amplificateur du régulateur $R2$  $Ti$ = temps d'action intégrale du régulateur $R2$
	avec $Gs$ = gain statique du système réglé  $T$ = constante de temps du système réglé
Exprimer la fonction transfert en boucle fermée $B1$ sans tenir compte de la perturbation $Z$ .	

4.2 - Montrer que, après un choix judicieux de  $Ti$  la fonction de transfert  $B1(p)$  peut se mettre sous la forme suivante :

Quels enseignements pratiques peut-on déduire de ce résultat ?

4.3 - La boucle de régulation cascade peut se représenter comme suit :

Posons  $Fs(p) = B1(p)H1(p)$  et admettons que :

4.3.1- Le régulateur R1 étant supposé à action proportionnelle seule, d'amplification A1, un échelon unitaire appliqué sur la consigne W1 peut-il entraîner une réponse oscillatoire amortie de la boucle ? pourquoi ?

4.3.2- Quel amplification A1 doit-on adopter dans le régulateur pour obtenir un amortissement  $m = 0,5$  ?

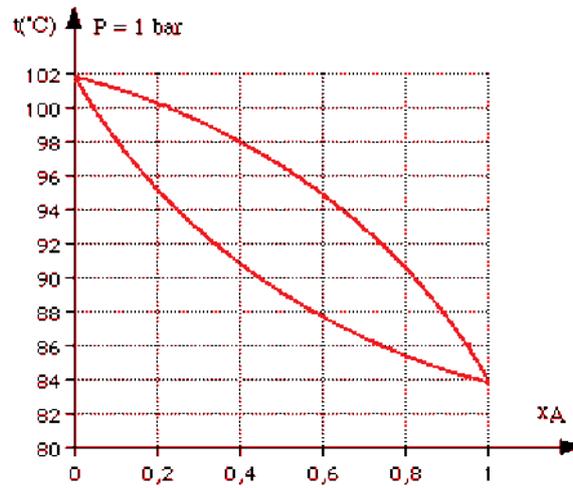
4.3.3 - Que se passe-t-il si on ne néglige plus le temps mort de 30 secondes introduit par le bouilleur ?

---

## **Annexe**

### **Annexe 1**

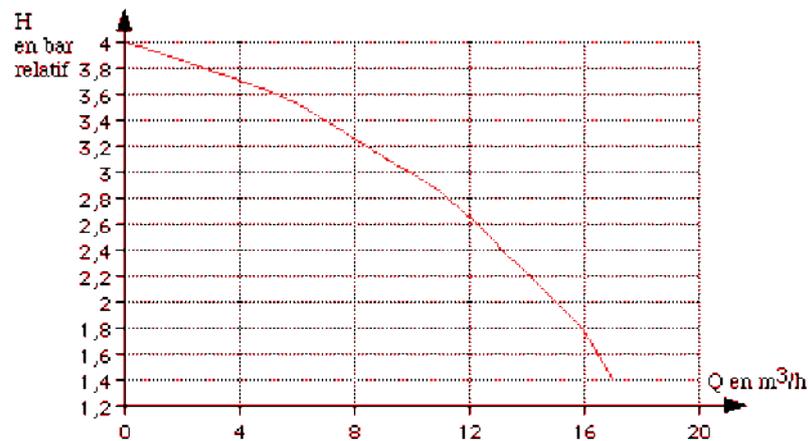
## **Annexe 2**



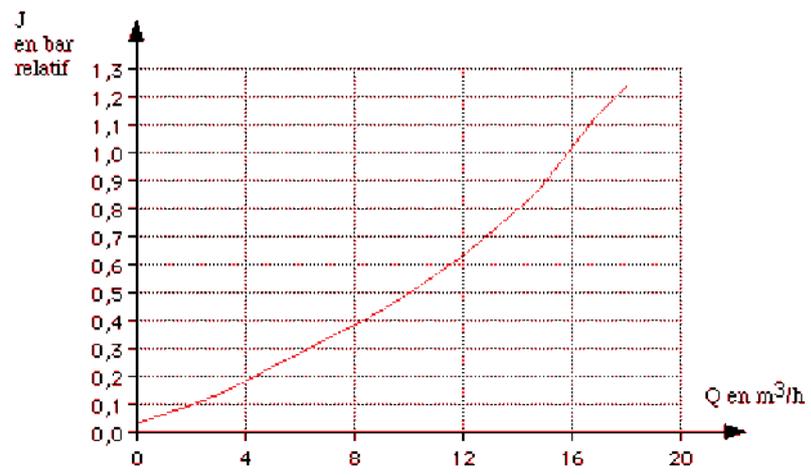
## Annexe 3

- Débit maximum =  $10 \text{ m}^3/\text{h}$
- Masse volumique du liquide =  $950 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Tension de vapeur du liquide à la température =  $0,03 \text{ bar abs}$
- Cf de la vanne choisie  $0,90$
- H hauteur d'élévation de la pompe
- J perte de charge du circuit
- Q débit volumique

### Caractéristique de la pompe P3



### Pertes de charge du circuit entre la pompe et la colonne



## Annexe 4

