

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Ecole Supérieure de Technologie
 Département Génie des Procédés
 Deuxième année
 Route d'Immouzer Bp 2427 Fès -Maroc

Filière : Agro-alimentaire et Génie Biologique (AGB)
Examen de régulation industrielle (2012-2013)

Durée: 2h
Les documents cours + TD sont autorisés
Enseignant : D^r.Ing. M.Rabi : <http://www.est-usmba.ac.ma/Rabi>

Texte : (Procédé agro-alimentaire)

Le fluide procédé est un jus sucré qui doit être concentré de $x_0 = 5\%$ (95 % en masse d'eau) à $x_2 = 21.5\%$ dans un atelier d'évaporation à double effet (2 évaporateurs E1 et E2, figure 1 ci-dessous).

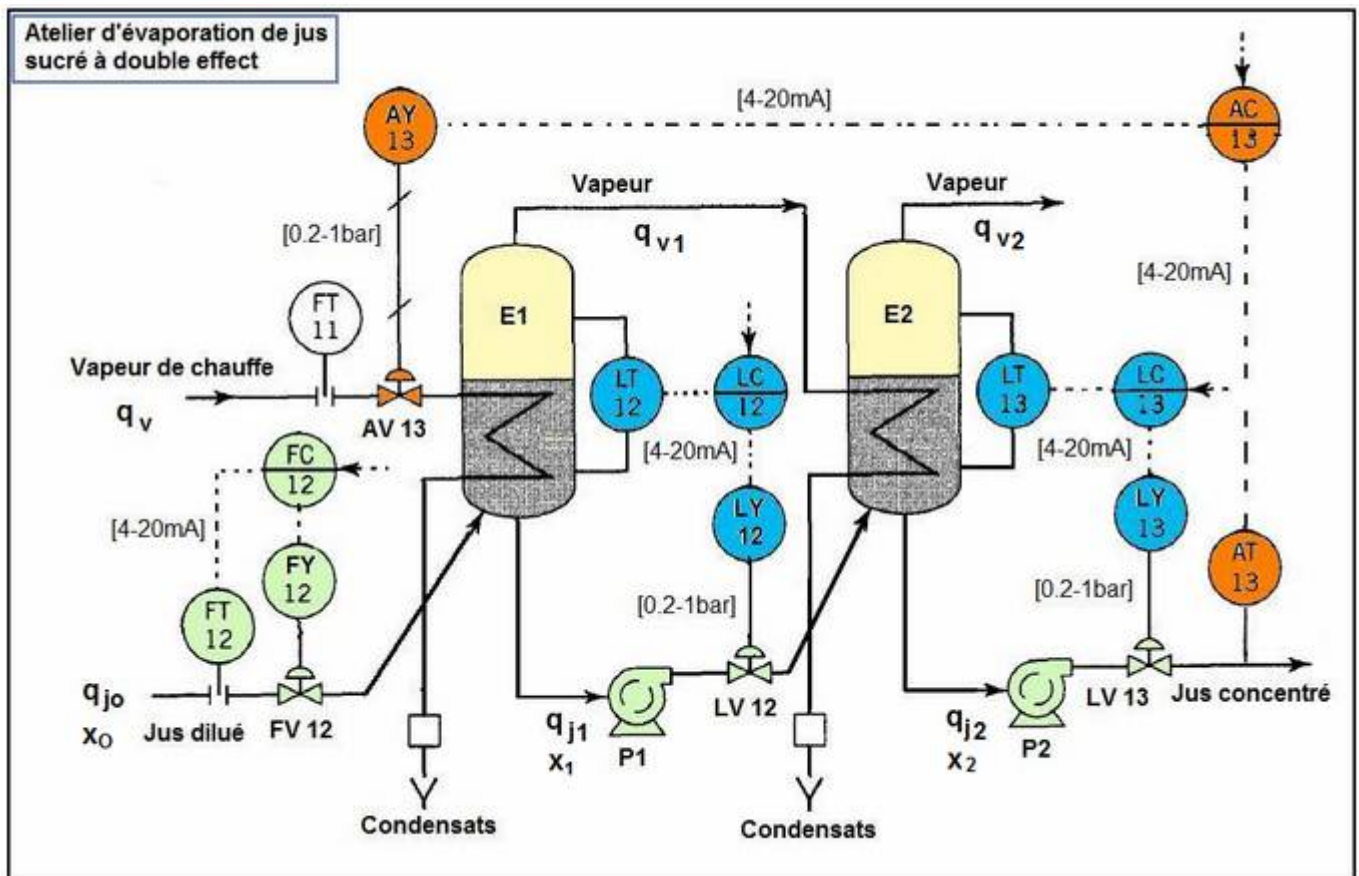


Figure 1 : Atelier d'évaporation à double effet

La vapeur de chauffe saturée nécessaire au premier corps d'évaporation provient de la centrale thermique de la même usine, son débit est de 9.6 t/h. Le jus dilué à l'entrée de cet atelier est à sa température d'ébullition, son débit est de 25 t/h.

1- La concentration du jus à la sortie du dernier corps d'évaporation doit être fixée à 21.5%, en plus pour satisfaire un cahier des charges garantissant le bon fonctionnement de cet atelier, les responsables de fabrication l'ont équipé de certaines boucles de régulations. Lesquelles ? En considérant, comme un seul système, l'atelier d'évaporation et les fluides qu'il contient, donner le schéma bloc correspondant : en sortie ne considérer que les grandeurs régulées.

On s'intéresse par la suite aux boucles de régulations AC13 et LC13. Le niveau de jus dans les deux évaporateurs est maintenu à 5m.

Pour chacune des 2 régulations, préciser quelles sont les grandeurs réglées, réglante et perturbantes. Donner la valeur de Consigne de chacune d'elles.

2-Choix des capteurs et vannes de régulation :

le LT13 est un capteur passif, d'étendue d'échelle 0 à 8 mètres, de signal 4-20 mA, muni d'une sécurité intrinsèque ; le capteur AT13 est un capteur passif, d'étendue d'échelle 10% à 35 %, de signal 4-20 mA, muni d'une sécurité intrinsèque. Expliquez pourquoi ces capteurs conviennent.

La vanne LV13 est pneumatique, NF, munie d'un positionneur, de débit maximum 42 t/h, le débit varie linéairement avec la commande ; la vanne AV13 est pneumatique, NF, munie d'un positionneur, de débit maximum 20000 kg/h, le débit varie linéairement avec la commande. A-t-on eu raison de choisir une vanne NF pour l'AV13 ?

3-On dispose de 2 régulateurs 4-20 mA sur les canaux de mesure et de correction, les régulateurs sont capables d'alimenter les boucles de mesure, ils sont situés en salle de contrôle, le LC13 est mixte et le AC13 est parallèle. On dispose de 2 enregistreurs 2 voies, situés en salle de contrôle, le LR13 fonctionne en entrée 4-20 mA et le AR fonctionne en entrée 1-10 V, ils sont destinés à enregistrer les variations de la mesure et de la correction sur chaque boucle de régulation. On dispose ensuite de tous les convertisseurs et de tous les types d'alimentations nécessaires.

Effectuer les câblages de chacune des deux boucles de régulation.

4-Application numérique :

4.1- Le LT13 mesure 4.8 m dans l'évaporateur E1, quelle est l'intensité transmise au régulateur LC13 ?

4.2- Le AC13 reçoit du AT une intensité de 16 mA, quelle est la valeur de la concentration mesurée par le capteur-transmetteur AT13 ?

4.3- Le LC13 envoie à la LV13 une commande u de 65 %, quelle est le niveau mesuré par le capteur-transmetteur LT13 ?

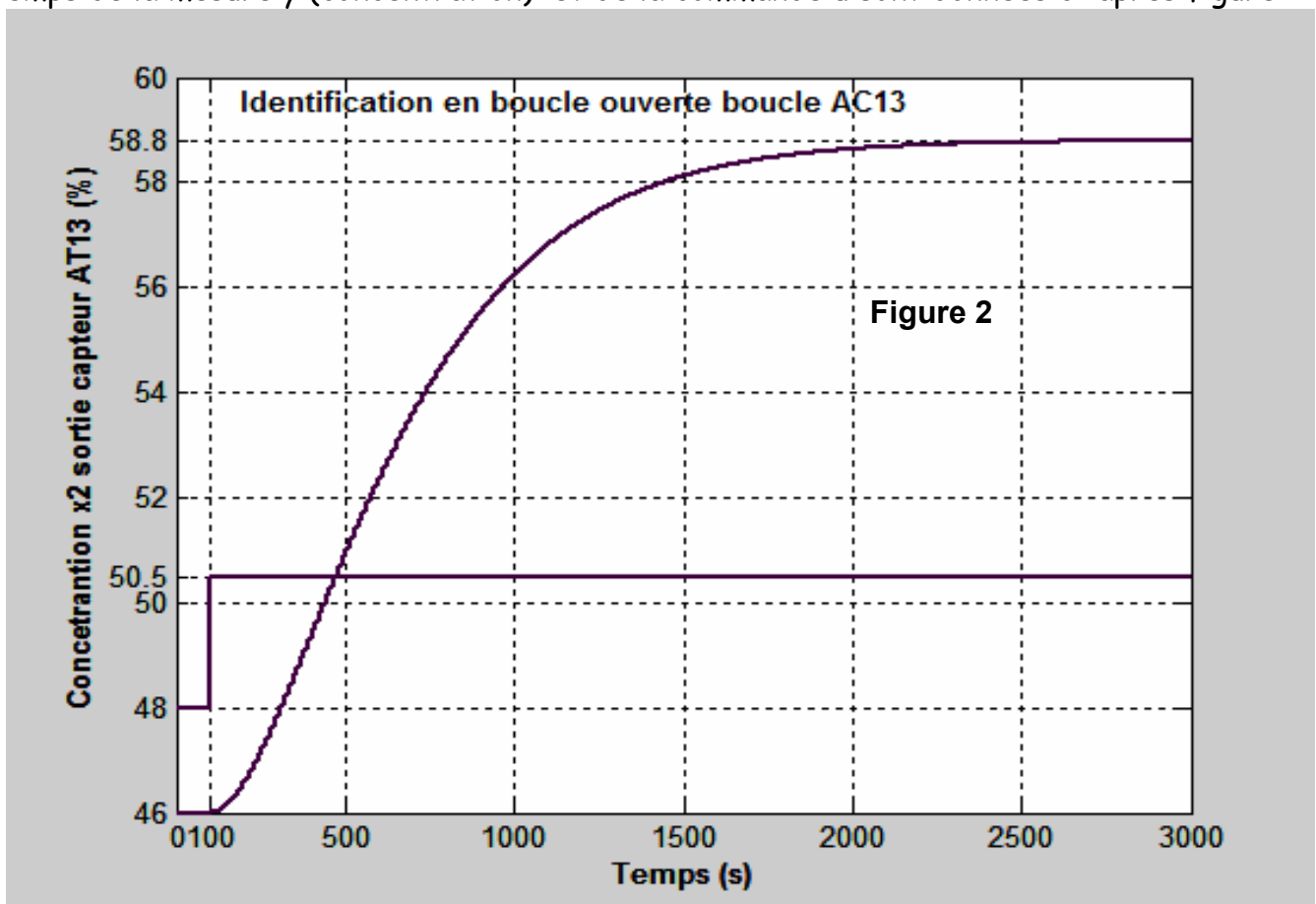
4.4- La AV13 laisse passer un débit de 12 t/h, quelle est l'ouverture de la vanne, la valeur de la pression de commande et la valeur de la commande envoyée par le régulateur AC13 ?

5- Pour la régulation de concentration seulement, déterminer la consigne à programmer sur le régulateur, le sens d'action et la valeur centrale u_0 .

6- Quelle est la valeur centrale de la boucle LC13 ?

7- La consigne à programmer sur le LC13 est de 62.5 %, le sens d'action est direct, la valeur centrale est de 14.0 %. Le régulateur est en automatique en mode Proportionnel seul avec un gain de 1. La régulation stabilise le niveau à 5.2 mètres. Les concentrations d'entrée x_0 et de sortie x_2 (régulée par AC13) sont restées à leur valeur nominale par contre, le débit de jus dilué à l'entrée de l'atelier d'évaporation à une valeur différente de sa valeur nominale suite à un changement de la production. Déterminer sa valeur ? Le débit de chauffe q_v est-t-il resté à sa valeur nominale ? Si non comment la détermine-t-on ?

8- Pour la régulation de concentration uniquement. L'analyse de la dynamique grandeur réglante - grandeur réglée est effectuée pour identifier le système. Les évolutions dans le temps de la mesure y (concentration) et de la commande u sont données ci-après figure 2 :



Déterminer, par la méthode de Broida, la fonction de transfert réglante. En déduire le mode idéal de régulation et les paramètres du régulateur.

9- L'analyse des performances de la régulation programmée (après introduction des paramètres du régulateur on crée un échelon de 10% de la consigne) donne l'évolution de la figure 3. Quelles sont les valeurs des critères de performances ? De combien a-t-on accéléré la concentration x_2 en boucle fermée ? (Accélération = $t_{5\%(BO)} / t_{5\%(BF)}$)

