

# TD3 - Bagur

	Pt	A	B	C	D	Note	
1 Traduire l'intitulé "Pt 100"	1	C				0,35	
2 Déterminer le schéma du câblage liant la sonde Pt 100, le transmetteur et le régulateur.	1	C				0,35	
3 Préciser les différentes grandeurs fonctionnelles de l'installation au niveau de l'échangeur E1	1	B				0,75	
4 Dresser le plan de tuyauterie et d'instrumentation (T.I.) de cette boucle fermée simple.	1	A				1	
5 Déterminer le sens d'action du régulateur et le justifier.	1	A				1	
6 À l'aide du tableau des réglage vu dans le cours, calculer les valeurs de Xp et Ti.	1	A				1	
7 Déterminer en pourcentage la valeur de la consigne W de température de moût en sortie,	1	A				1	
8 Préciser le sens d'action du régulateur.	1	D				0,05	
9 Déterminer la valeur Xp la bande proportionnelle du régulateur.	2	D				0,1	
10 Déterminer la valeur Ti de la constante de temps d'intégration (en secondes).	2	B				1,5	
11 Faire apparaître les constructions sur le graphique.	2	B				1,5	
12 Donner le nom de cette régulation.	1	C				0,35	
13 Le régulateur maître fourni la consigne au régulateur esclave. Donner le nom du régulateur maître.	1	A				1	
14 La consigne du régulateur FIC peut être configurée en interne ou en externe. Que doit-on choisir ?	1	D				0,05	
15 Parmi les signaux I1, I2, I3, I4, définir quels signaux sont : les signaux de mesure, les signaux de consigne et les signaux de commande.	2	B				1,5	
16 Préciser vis-à-vis des repères 1, 2 et 3 les grandeurs mesure, consigne, commande.	1	A				1	
17 Déterminer le coefficient K à afficher sur le proportionneur FY.	1	B				0,75	

Note : 13,25/21

# TD3 Bagur

Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10 Q11 Q12 Q13 Q14 Q15 Q16 Q17

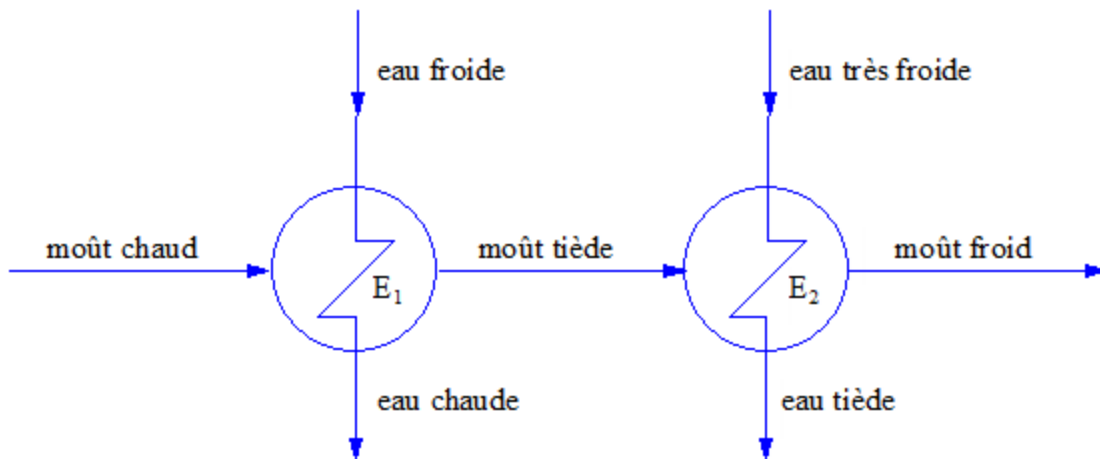
## Fabrication de la bière

La bière nécessite pour sa fabrication trois ingrédients principaux : l'eau, une céréale et une levure. La céréale utilisée dans nos régions productrices de cette boisson est l'orge. Entre la moisson et la dégustation, de nombreuses phases sont nécessaires :

- le maltage (transformation de l'orge en malt),
- le brassage (obtention d'un jus sucré, appelé moût, à partir du malt),
- la fermentation (transformation du sucre contenu dans le moût en alcool),
- le coupage (diminution du degré d'alcool par ajout d'eau),
- le conditionnement.

### Refroidissement du moût

Pour être refroidi le moût passe successivement dans deux échangeurs  $E_1$  et  $E_2$  :



Bien que l'objectif principal soit le refroidissement du moût, l'échangeur  $E_1$  sert à fabriquer de l'eau chaude, eau utilisée dans d'autres unités de la brasserie. L'échangeur  $E_2$  permet d'amener le moût en sortie à la température souhaitée.

Le moût chaud à une température aux environs de  $100^{\circ}\text{C}$  pénètre dans l'échangeur  $E_1$  par une tuyauterie DN 80 avec un débit maximal de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Par une autre conduite (DN 80), l'eau froide aux environs de  $12^{\circ}\text{C}$  est amenée à l'échangeur. Le débit d'eau froide, de valeur maximale  $800 \text{ hL/h}$  (hectolitres par heure), est modulé de manière telle que la température de l'eau chaude à la sortie soit de  $80^{\circ}\text{C}$ . Pour réaliser la boucle de régulation de température de l'eau chaude, on dispose des appareils suivants :

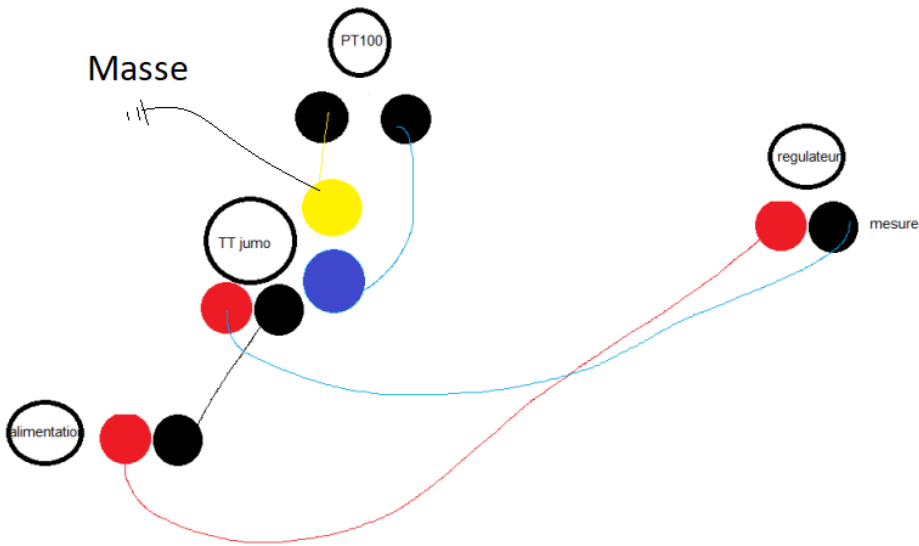
- Une sonde Pt100 3 fils, qui capte la température de l'eau chaude, et informe un transmetteur électrique 4 fils fonctionnant en direct,
- Un régulateur, qui reçoit l'information 4 à 20 mA du transmetteur en signal mesure, et émet une commande de 4 à 20 mA,
- Une vanne formée d'un servomoteur à membrane unique à rappel par ressort et d'un corps droit simple siège, équipée d'un positionneur pneumatique (200 à 1000 mbar) fonctionnant en direct. Cette vanne est ouverte par manque d'air (O.M.A.),
- Des éléments additionnels volontairement ignorés pour cette étude, qui assurent la sécurité de l'installation.

Mesure de la température

**Q1:** Traduire l'intitulé "Pt 100", c'est-à-dire préciser la nature du métal utilisé, puis expliquer la signification du nombre "100". 1

métal utilisé : acier inox et le 100 correspond à la résistance

**Q2 :** Déterminer le schéma du câblage liant la sonde Pt 100, le transmetteur et le régulateur. 1



**Structure de la boucle de régulation**

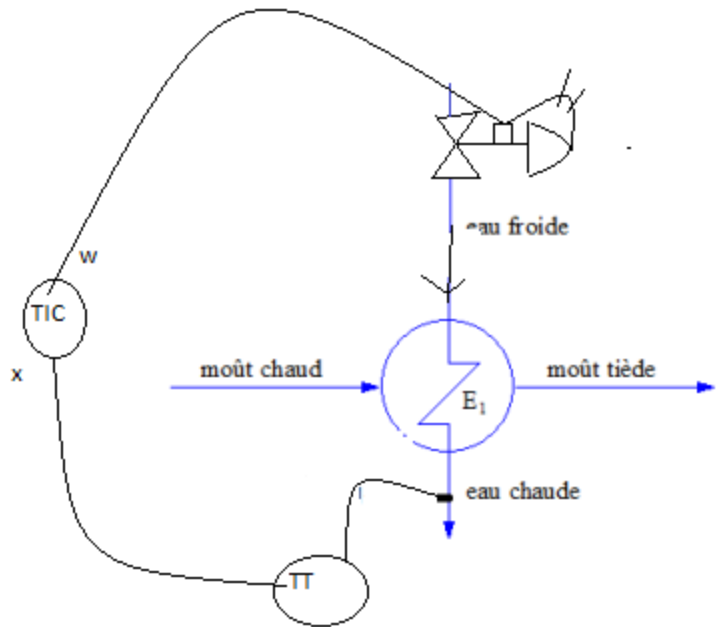
**Q3 :** Préciser les différentes grandeurs fonctionnelles de l'installation au niveau de l'échangeur E1 : réglée, réglante, perturbatrices (2 au moins).

1

Grandeur réglée : Température de l'eau  
Grandeur réglante : Débit d'eau  
grandeurs perturbatrices : Température ambiante et température du moût

**Q4 :** Dresser le plan de tuyauterie et d'instrumentation (T.I.) de cette boucle fermée simple.

1



**Q5 :** Déterminer le sens d'action du régulateur et le justifier.

1

Puisque la vanne est normalement ouverte, quand on augmente la commande du TIC la vanne se ferme, le débit d'eau froide diminue donc il chauffe de plus en plus, le procédé est directe, il faut donc régler le régulateur en inverse.

# Réglage de la boucle de régulation

Le dépouillement de la réponse indicielle du système conduit par la méthode de Victor Broïda permet de constater que les paramètres caractéristiques du modèle correspondant sont les suivants :

- Gain statique  $K_s = 1,6$
- Retard  $T = 20\text{ s}$
- Constante de temps  $\tau = 100\text{ s}$

**Q6 :** On utilise un régulateur de type PI série. À l'aide du tableau des réglage vu dans le cours, calculer les valeurs de  $X_p$  et  $T_i$ .

1

$X_p = 40\%$  et  $T_i = 100\text{ s}$

## Echangeur E2 : Régulation de la température de sortie du moût

Cette boucle de régulation utilise les mêmes types d'appareils que la boucle de régulation de température d'eau chaude étudiée précédemment. Le débit d'eau glycolée (eau très froide) à une température voisine de  $-3^\circ\text{C}$  permet de régler la température de sortie du moût. Le moût doit être à  $10^\circ\text{C}$  avant de subir la fermentation.

**Q7 :** Déterminer en pourcentage la valeur de la consigne  $W$  de température de moût en sortie, sachant que le transmetteur a une étendue de mesure en entrée de  $-30^\circ$  à  $+30^\circ\text{C}$ .

1

$W = 66.7\%$

Un essai du régulateur seul est réalisé. Un générateur de courant permet de simuler les variations de la mesure. La consigne est maintenue constante à 50 % ; la mesure est modifiée en échelon. Le régulateur est de type PI série. Un enregistrement de l'évolution de la mesure (X) et de la sortie (Y) du régulateur en fonction du temps est donné question 11)

**Q8 :** Préciser le sens d'action du régulateur. Justifier la réponse. 1

Quand on augmente la commande du régulateur, la mesure augmente. Le procédé est directe, on doit régler le régulateur avec un sens d'action inverse.

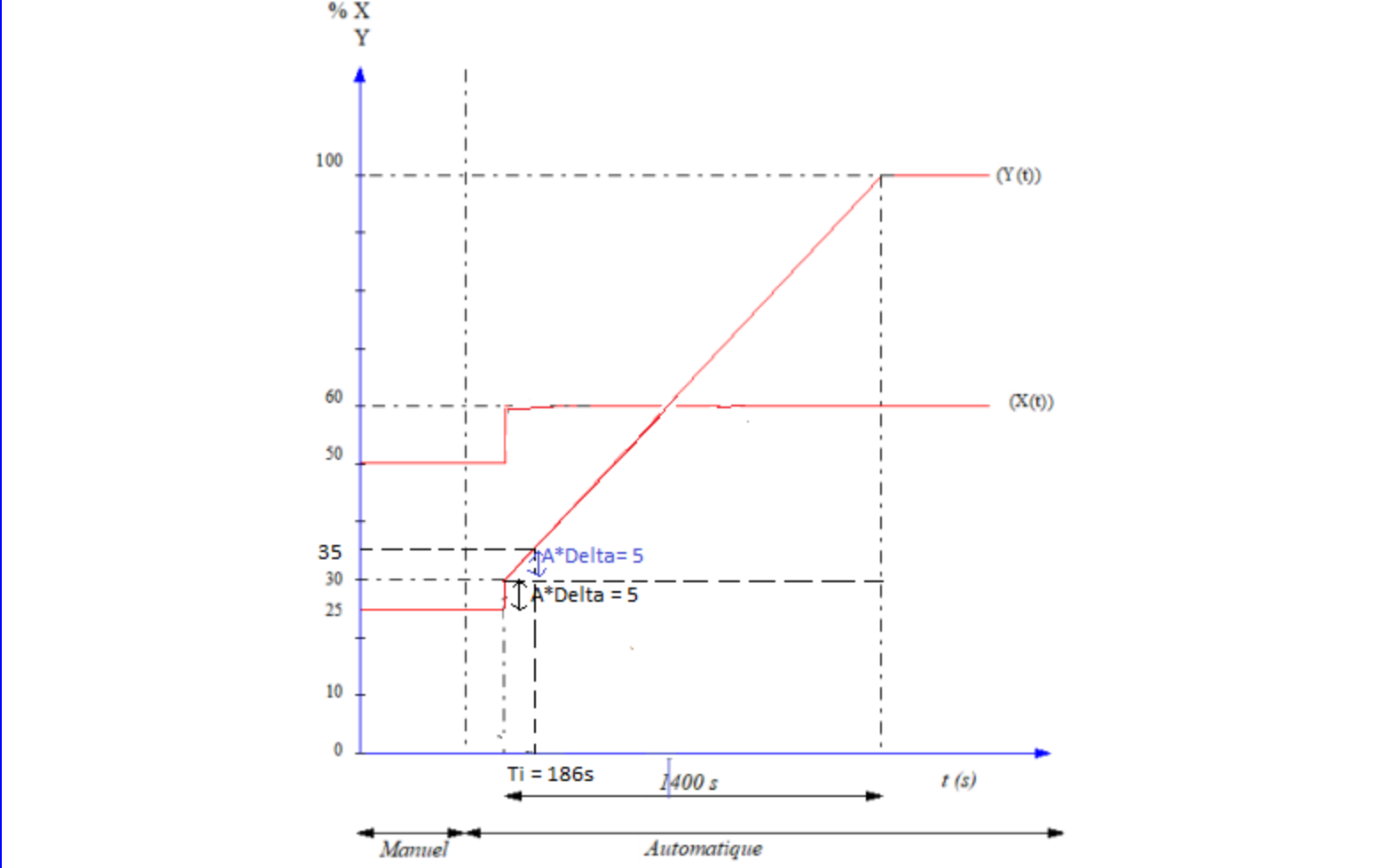
**Q9 :** Déterminer la valeur Xp la bande proportionnelle du régulateur. 2

50%

**Q10 :** Déterminer la valeur Ti de la constante de temps d'intégration (en secondes). 2

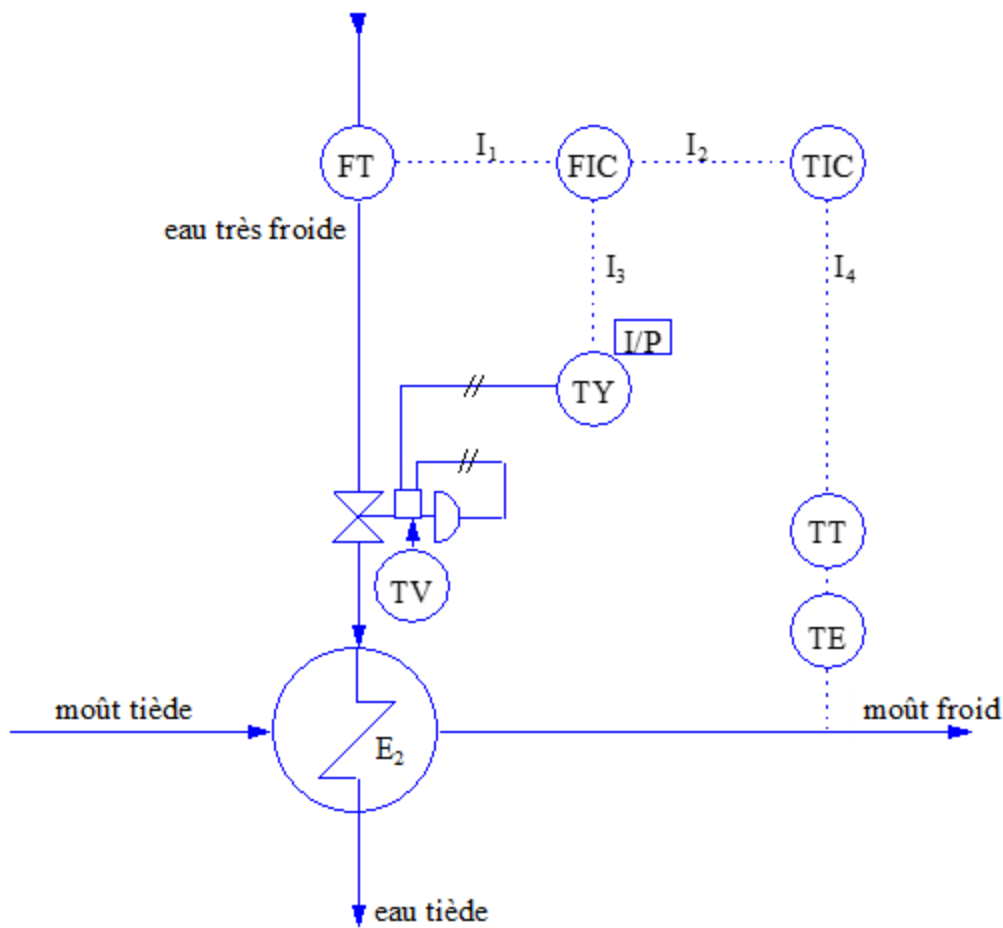
en appliquant le theoreme de gatt ont trouvent  $T_i = 186s$

**Q11 :** Faire apparaitre les constructions sur le graphique. 2



**Régulation Cascade**

Sachant que l'unité de fabrication d'eau glycolée alimente de nombreux utilisateurs, la pression en amont de la vanne fluctue fortement, et évidemment perturbe le débit. Afin d'améliorer la régulation de température du moût, on réalise la régulation dont le plan de tuyauterie et d'instrumentation est donné ci-après :



**Q12 :** Donner le nom de cette régulation. 1  
Régulation maître esclave

**Q13 :** Le régulateur maître fourni la consigne au régulateur esclave. Donner le nom du régulateur maître. 1  
TIC

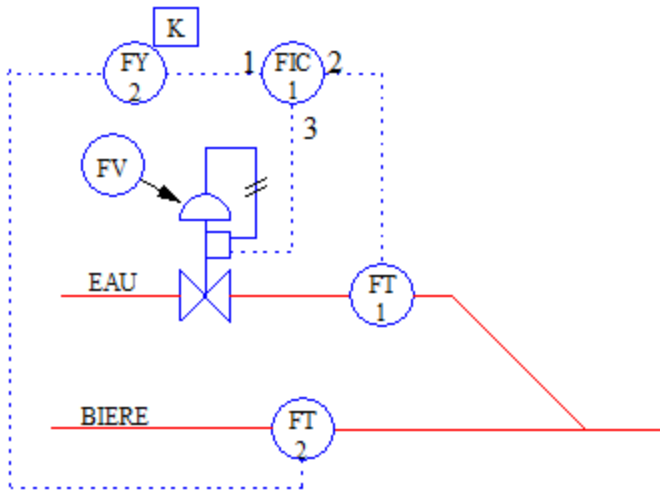
**Q14 :** La consigne du régulateur FIC peut être configurée en interne ou en externe. Que doit-on choisir ? 1  
La consigne du FIC doit être configuré en interne car esclave

**Q15 :** Parmi les signaux I1, I2, I3, I4, définir quels signaux sont : les signaux de mesure, les signaux de consigne et les signaux de commande. 2

I1 : mesure  
I2 : consigne esclave  
I3 : commande  
I4 : mesure

# Coupage

Le coupage consiste à ajouter à la bière une certaine quantité d'eau de manière à faire chuter son degré en alcool. Une régulation de proportion dite aussi de rapport est utilisée. Le plan de tuyauterie et d'instrumentation (T.I.) est donné ci-après :



$FYK$  est un proportionneur ou relais de proportion, sa sortie s'écrit  $S_{FYK} = K.S_{FT2}$ , ( $K$  est un coefficient multiplicateur,  $S$  sont les mesures en %). Le débit d'eau est le débit à asservir. Le débit de bière représente le débit pilote dit aussi débit libre.

**Q16 :** Préciser vis-à-vis des repères 1, 2 et 3 les grandeurs mesure, consigne, commande. 1

1 = consigne = débit de bière 2 = mesure = débit d'eau 3 = commande

Le débitmètre utilisé pour la bière a une étendue de mesure en entrée de 0 à 90 m<sup>3</sup>/h. Le débitmètre utilisé pour l'eau a une étendue de mesure en entrée de 0 à 25 m<sup>3</sup>/h. On veut faire chuter le degré en alcool de 5° à 4,6°, pour cela, il faut un volume d'eau pour neuf volumes de bière.

**Q17 :** Déterminer le coefficient  $K$  à afficher sur le proportionneur  $FY$ . 1

Le coefficient  $K$  est 1/9 soit 0.11