

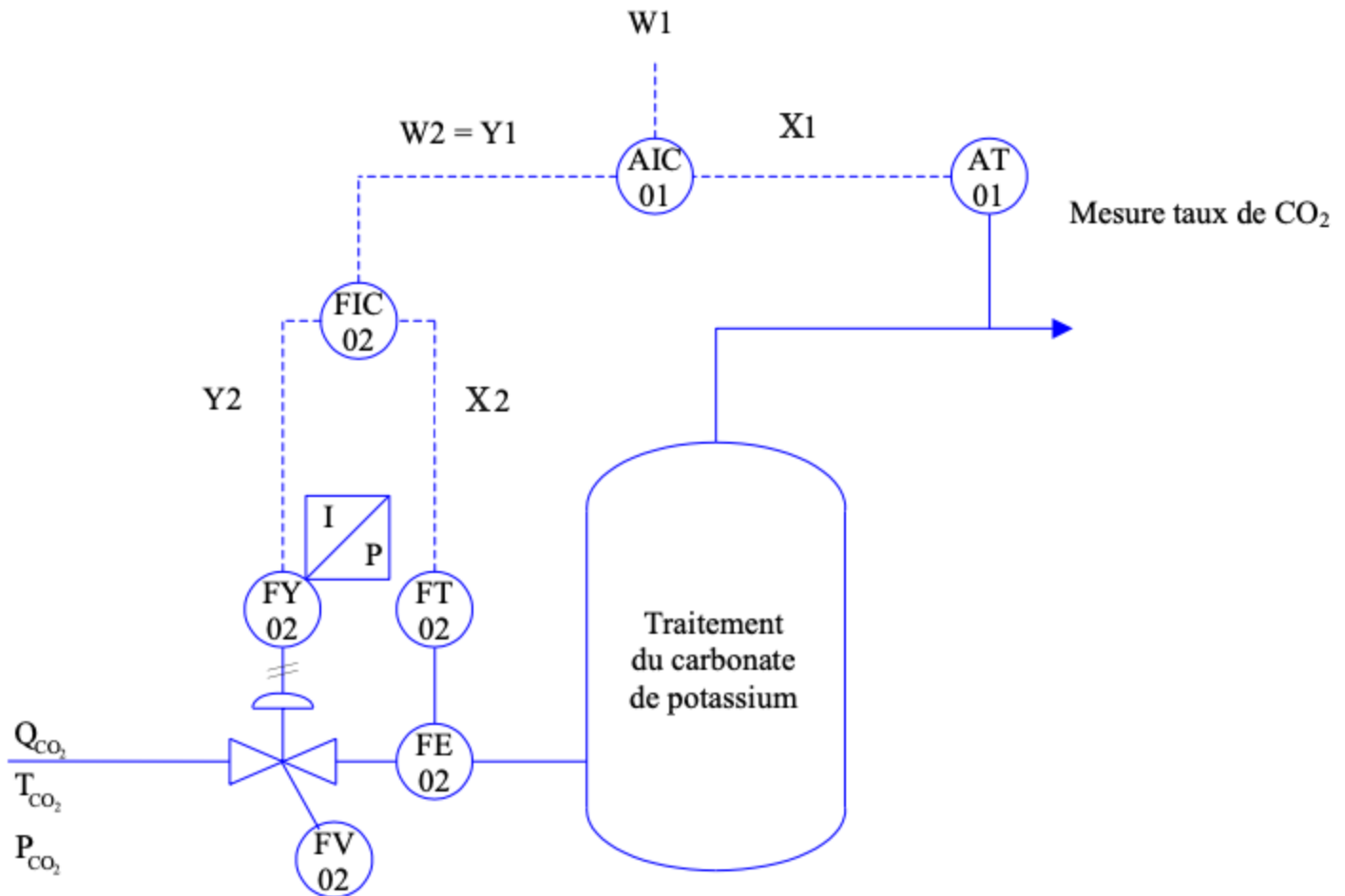
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18
A	A	B	A	D	A	D	A	A	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## Purification de carbonate de potassium

Le carbonate de potassium est un des composants utilisés dans la fabrication du verre. Au cours de sa fabrication, on introduit de l'amine, qui doit ensuite être éliminée.

Pour cela on fait réagir sous pression atmosphérique le mélange de carbonate de potassium et d'amine avec de l'eau ( $H_2O$ ) et du gaz carbonique ( $CO_2$ ). La réaction chimique ainsi obtenue permet à l'amine de se dissoudre dans l'eau. Si la réaction est incomplète, tout le  $CO_2$  est consommé. Il faut donc toujours avoir un excédent de  $CO_2$  à la sortie du procédé pour s'assurer de l'élimination complète de l'amine.

Le débit de  $CO_2$  à l'entrée du procédé est donc régulé en fonction de la mesure du taux de  $CO_2$  à la sortie. Le schéma du procédé est le suivant :



$T_{CO_2}$  désigne la température du  $CO_2$  en entrée du procédé.

$P_{CO_2}$  désigne la pression du  $CO_2$  en entrée du procédé.

Analyse fonctionnelle

Le procédé est composé de deux boucles repérées par les indices 01 et 02.  
La boucle 01 est une régulation de taux de CO<sub>2</sub>. Les appareils AT01 et AIC01 sont respectivement un analyseur/transmetteur de taux de CO<sub>2</sub> et un régulateur/indicateur de taux de CO<sub>2</sub>.

Q1: Nommer les éléments de la boucle repérée 02. 1 A

FE : capteur de débit ; FIC : régulateur indicateur de débit ; FV : vanne de débit ; FT : transmetteur de débit ; FY : relais calcul de débit

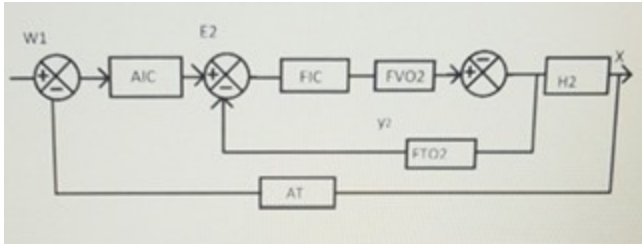
Q2: Quelles sont les grandeurs réglante(s), réglée(s) et perturbatrice(s) de la boucle 02 ? 1 A

Grandeur réglée : débit du CO2 en sortie  
Grandeur réglante : section ouverte vanne  
Grandeur perturbatrice : température et pression du CO2

Q3: Quelles sont les grandeurs réglante(s), réglée(s) et perturbatrice(s) de la boucle 01 ? 1 B

Grandeur réglée : mesure du taux de CO2  
Grandeur réglante : sortie du régulateur AIC  
Grandeur perturbatrice : température et pression du CO2

Q4: Proposer un schéma fonctionnel des deux boucles. 1 A



**Mesure de débit**

La mesure de débit de CO<sub>2</sub> est une mesure de débit massique, c'est à dire qu'on mesure le débit volumique et la masse volumique du CO<sub>2</sub> (le produit des deux donnant le débit massique). La masse volumique est obtenue par une mesure de la température et de la pression du CO<sub>2</sub> (lois des gaz).

**Q5:** Proposer un moyen de mesurer la température (-10°C à +80°C). 1 

Capteur de température

**Q6:** Le transmetteur de température à une sortie 4-20 mA. Quelle est la valeur du courant pour une mesure de 50°C ? 1 

14,7 mA

**Q7:** Proposer un moyen de mesurer la pression (0 à 4 bar) en expliquant le principe physique utilisé. 1 

Pv = rNT lois des gaz

Régulation de débit

**Q8 :** En cas de problème, on doit envoyer le CO<sub>2</sub> en excès pour être certain de dissoudre toute l'amine. En déduire le sens d'action de la vanne FVo2 (FMA ou OMA) 1 A

Fvo2 : OMA  
Il faut que la vanne soit ouverte donc le sens d'action est directe

**Q9 :** Quel doit être le sens d'action du régulateur de la branche o2 ? (Justifier la réponse). 1 A

Quand on augmente la commande du FIC la vanne NO se ferme donc le débit diminue et la mesure diminue , procédé inverse , régulateur brancher en direct

On isole le régulateur FICo2. Initialement  $Y2 = 50 \%$  et  $X2 = W2 = 40 \%$ . On lui applique un échelon sur l'entrée mesure de  $+10 \%$  à l'instant  $t = 0$ . La structure du régulateur est PI série.  
Les paramètres sont les suivants :  $Xp = 50 \%$  ;  $Ti = 1 \text{ min}$ .

**Q10 :** Tracer  $X2(t)$  et  $Y2(t)$ , en tenant compte du sens d'action retenu question Q9. 2 X

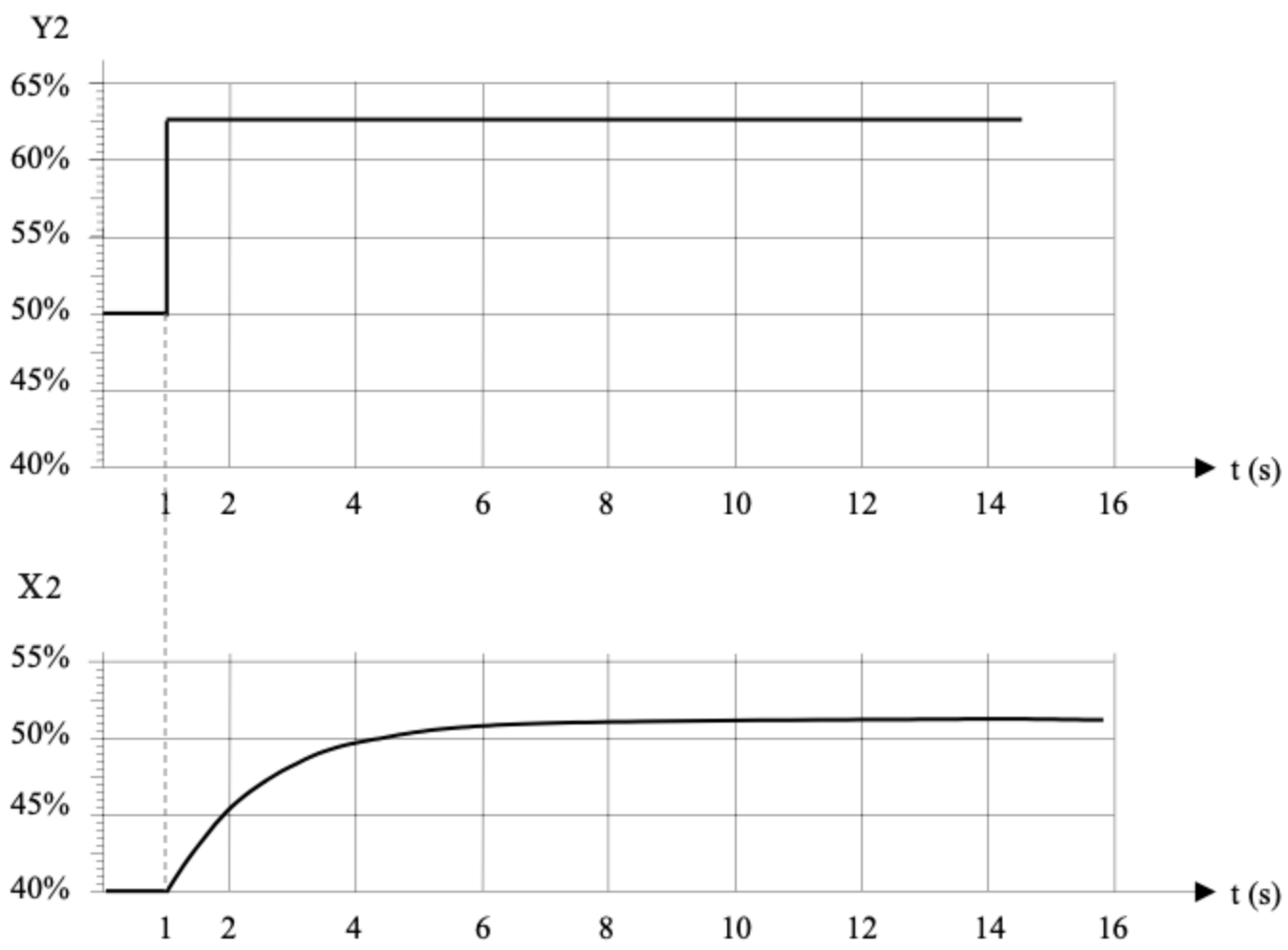


On réalise un essai en boucle ouverte pour modéliser le procédé. On applique un échelon de 12,5 % sur la sortie du régulateur. (voir Q12)  
On cherche un modèle de la forme :

$$H(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$$

**Q11 :** Déterminer la valeur de K et celle de  $\tau$  en vous aidant de la courbe obtenue.  
?

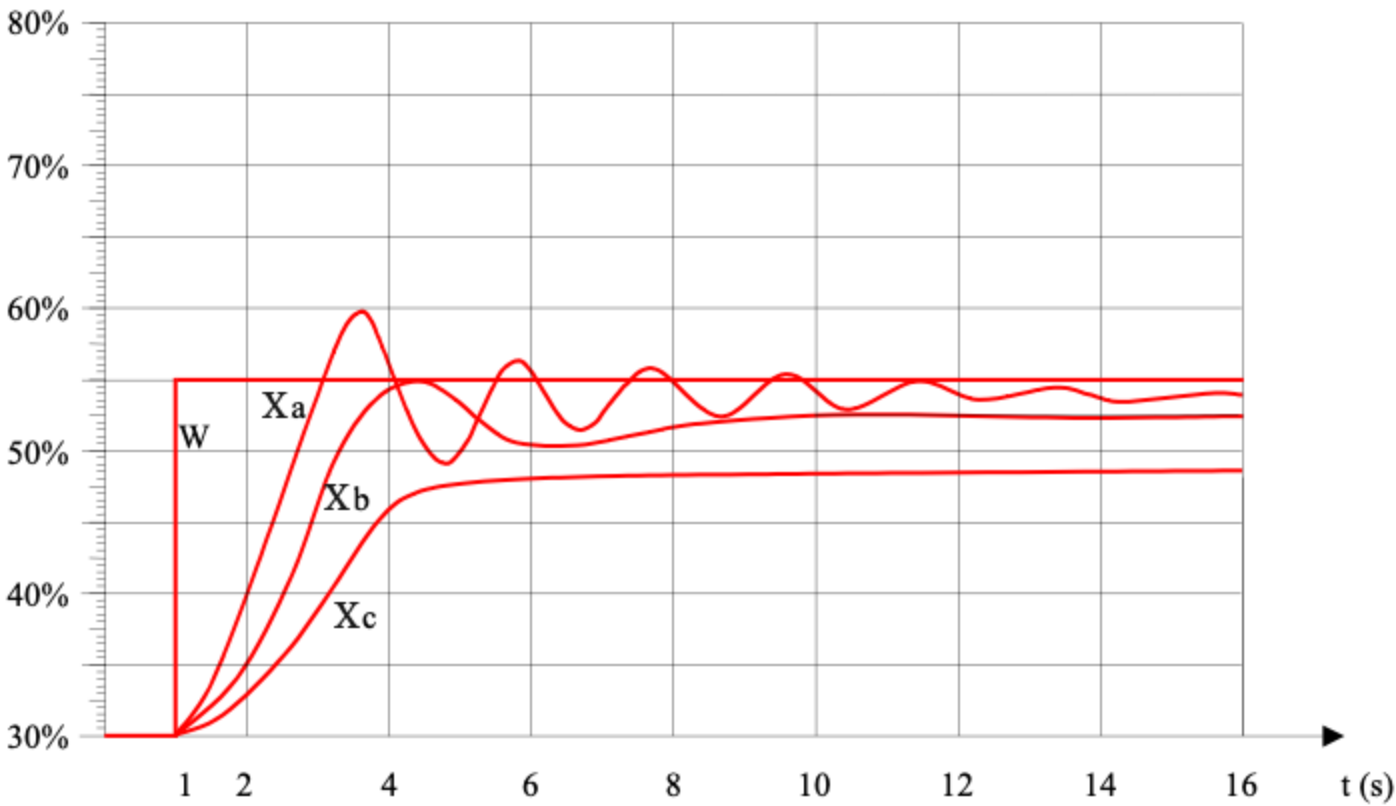
**Q12 :** Faire apparaître les constructions sur le graphique.



Le régulateur est placé en fonctionnement automatique, sans action intégrale ni dérivée.  
On réalise trois essais successifs du régulateur en mode automatique. Dans chaque essai on applique un échelon de consigne de 25% :

- Essai 1 :  $X_p = 30\%$  ;
- Essai 2 :  $X_p = 50\%$  ;
- Essai 3 :  $X_p = 70\%$ .

Les courbes correspondantes à chacun de ces essais sont données ci-dessous :



**Q13 :** Associer chacune des mesures Xa, Xb, Xc à chacun des essais (1, 2 ou 3). Justifier la réponse.

?

**Q14 :** Déterminer la valeur du premier dépassement de la mesure Xb.

?

**Q15 :** Calculer l'écart statique sur la courbe Xb.

?

**Q16 :** Quelle réponse vous paraît la plus convenable ? Justifier.

?

**Q17 :** Proposer un réglage du régulateur PID mixte qui annule l'erreur statique.

?

**Q18 :** Donner la fonction de transfert C(p) du correcteur que vous proposez à la question Q17.

?