

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

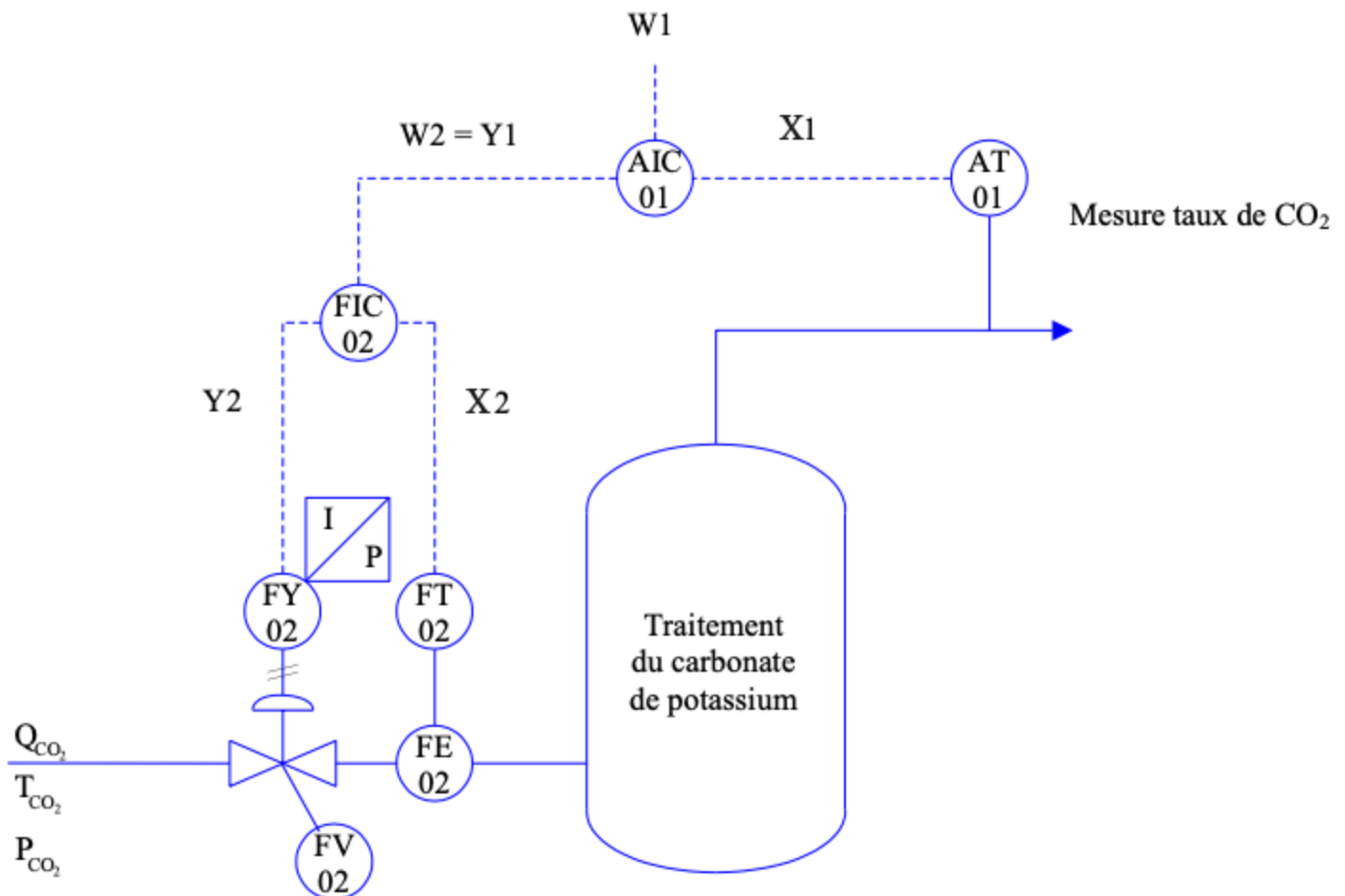
Purification de carbonate de potassium

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 CO₂. Les appareils AT01 et AIC01 sont respectivement un analyseur/transmetteur de taux de CO₂ et un régulateur/indicateur de taux de CO₂.

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

Il y a :
-FIC 02: un régulateur indicateur de débit
-FT 02: un transmetteur de débit
-FV 02: une vanne pneumatique
-FY 02: un relai de calcul d'un courant au pneumatique
-FE 02: un capteur de débit

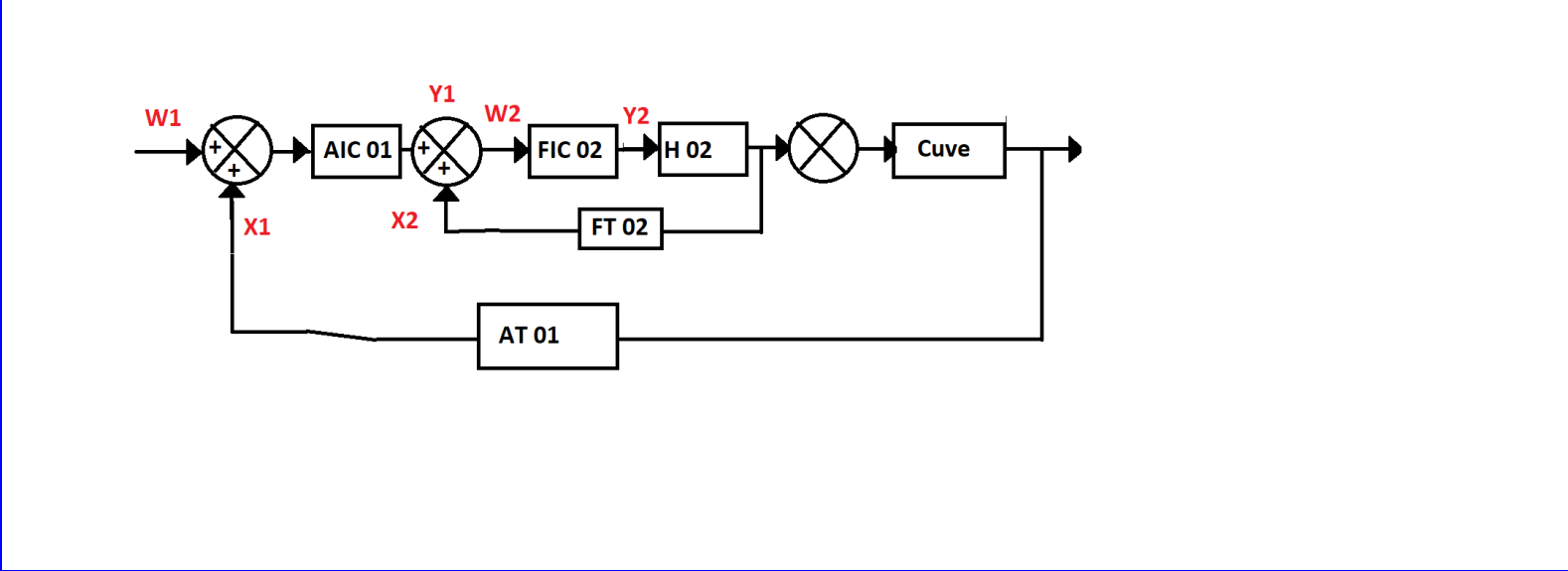
Q2: Quelles sont les grandeurs réglante(s), réglée(s) et perturbatrice(s) de la boucle 02 ? 1 B

grandeur réglante: le débit Qco2 d'entrée
grandeur réglée : le débit de sortie Qco2
grandeur perturbatrice: la température ambiante

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

grandeur réglante: sortie du régulateur AT2
grandeur réglée : taux de co2
grandeur perturbatrice:le débit Qco2

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



Mesure de débit

La mesure de débit de CO₂ est une mesure de débit massique, c'est à dire qu'on mesure le débit volumique et la masse volumique du CO₂ (le produit des deux donnant le débit massique). La masse volumique est obtenue par une mesure de la température et de la pression du CO₂ (lois des gaz).

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

Avec un 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 

La valeur du courant est de 14.7 mA

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

Comme la pression dépend de la température, avec la valeur de la température on peut connaître la pression avec la lois des gaz.

Régulation de débit

Q8 : En cas de problème, on doit envoyer le CO₂ en excès pour être certain de dissoudre toute l'amine. En déduire le sens d'action de la vanne FV02 (FMA ou OMA) 1

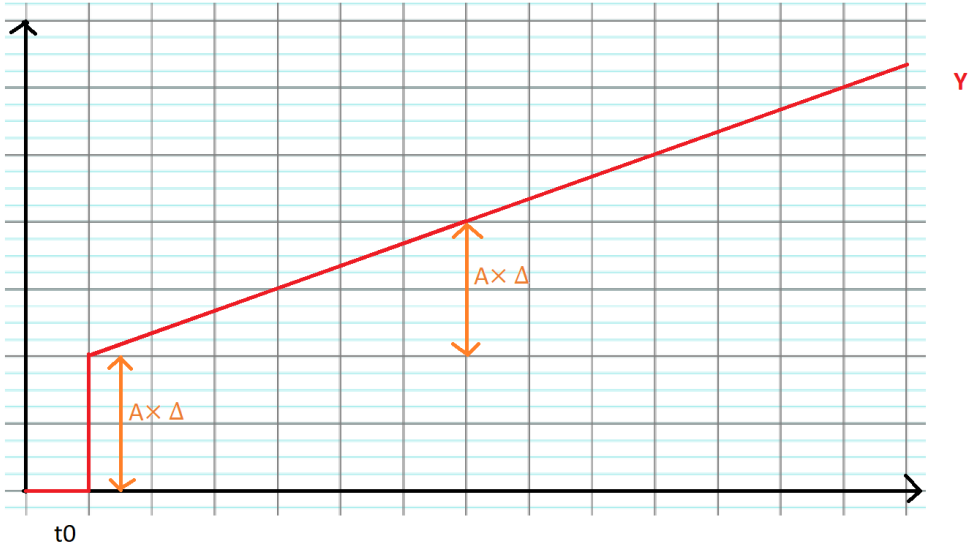
elle est OMA car en cas de probleme avec la vanne, elle pourra toujours laisser passer le CO2

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

Lorsque la commande augmente la vanne se ferme alors le taux de CO2 diminue, donc la mesure diminue donc le régulateur doit être en direct puisque le procédé est inverse.

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



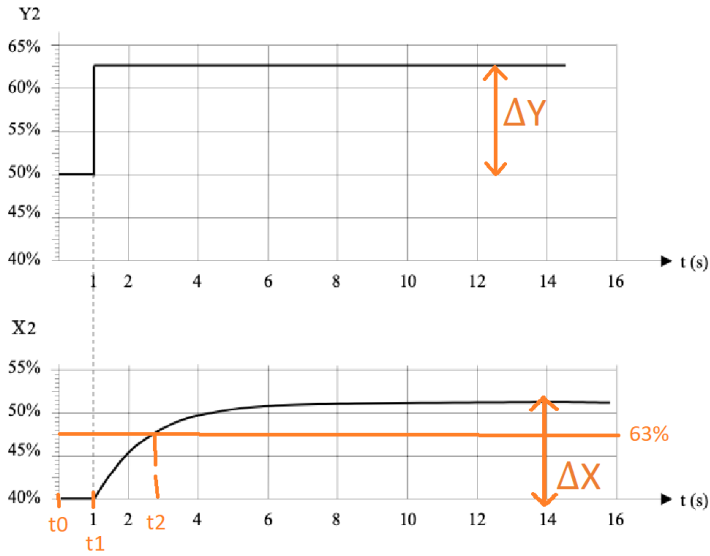
On réalise un essai en boucle ouverte pour modéliser le procédé. On applique un échelon de 12,5 % sur la sortie du régulateur. (voir Q12)
On cherche un modèle de la forme :

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

Q11 : Déterminer la valeur de K et celle de τ en vous aidant de la courbe obtenue. 1 

K=1 ; $\tau=2s$

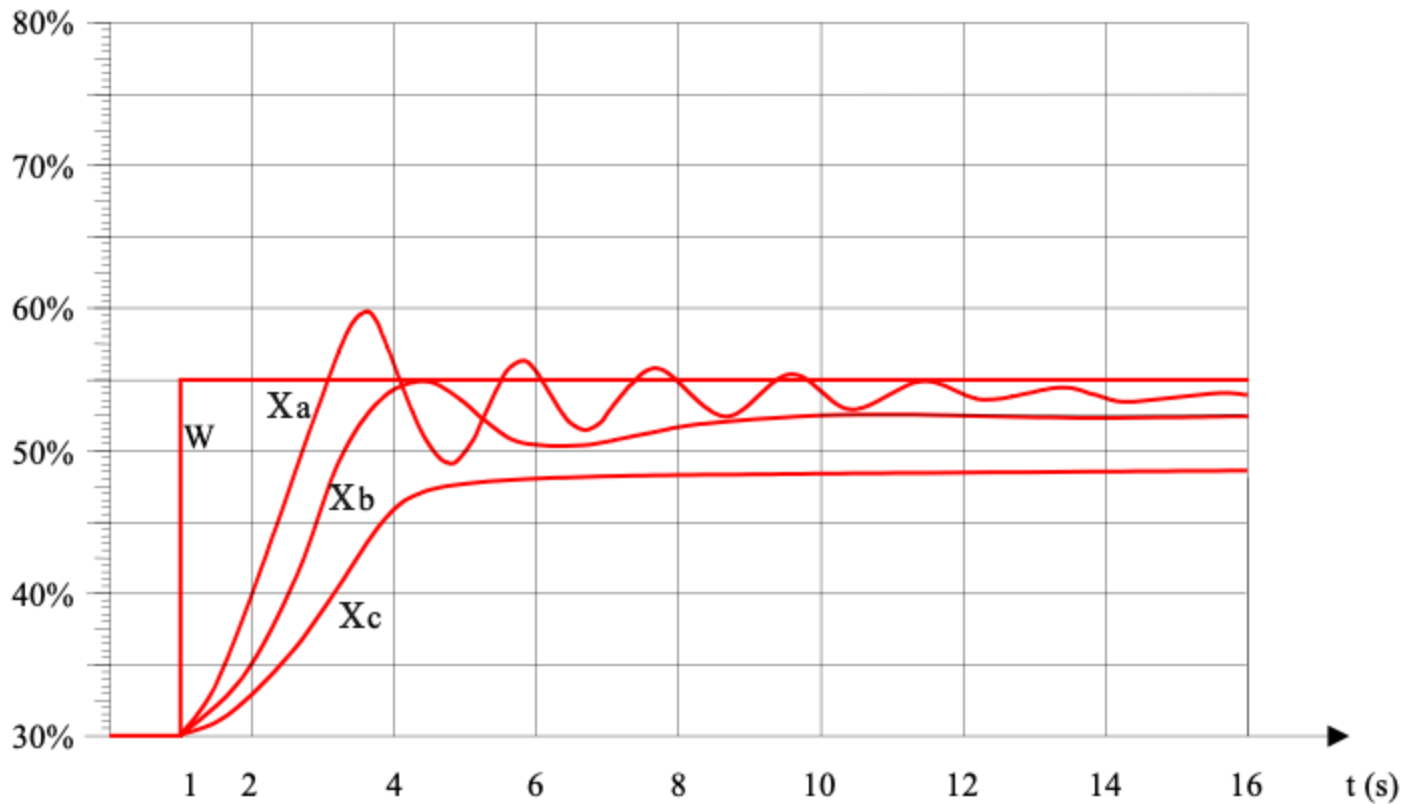
Q12 : Faire apparaitre les constructions sur le graphique. 1 



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. 1 A

Essai 1 : Xa : 30%
Essai 2 : Xb : 50%
Essai 3 : Xc : 70%

Q14 : Déterminer la valeur du premier dépassement de la mesure Xb. 1 D

Le premier dépassement de Xb vaut 0%

Q15 : Calculer l'écart statique sur la courbe Xb. 1 A

On écart statique est de 2,5%

Q16 : Quelle réponse vous paraît la plus convenable ? Justifier. 1 A

La réponse la plus convenable est la celle de Xb car elle n'a pas de dépassement, une faible erreur statique, un bon temps de réponse, et une bonne stabilité.

Q17 : Proposer un réglage du régulateur PID mixte qui annule l'erreur statique. 2 A

C'est l'action intégrale qui annule l'erreur statique, il faudrait augmenter la valeur de T_i la valeur de T_I

Q18 : Donner la fonction de transfert $C(p)$ du correcteur que vous proposez à la question Q17. 1 D

Je donnerai la structure en série pour la fonction de transfert