

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

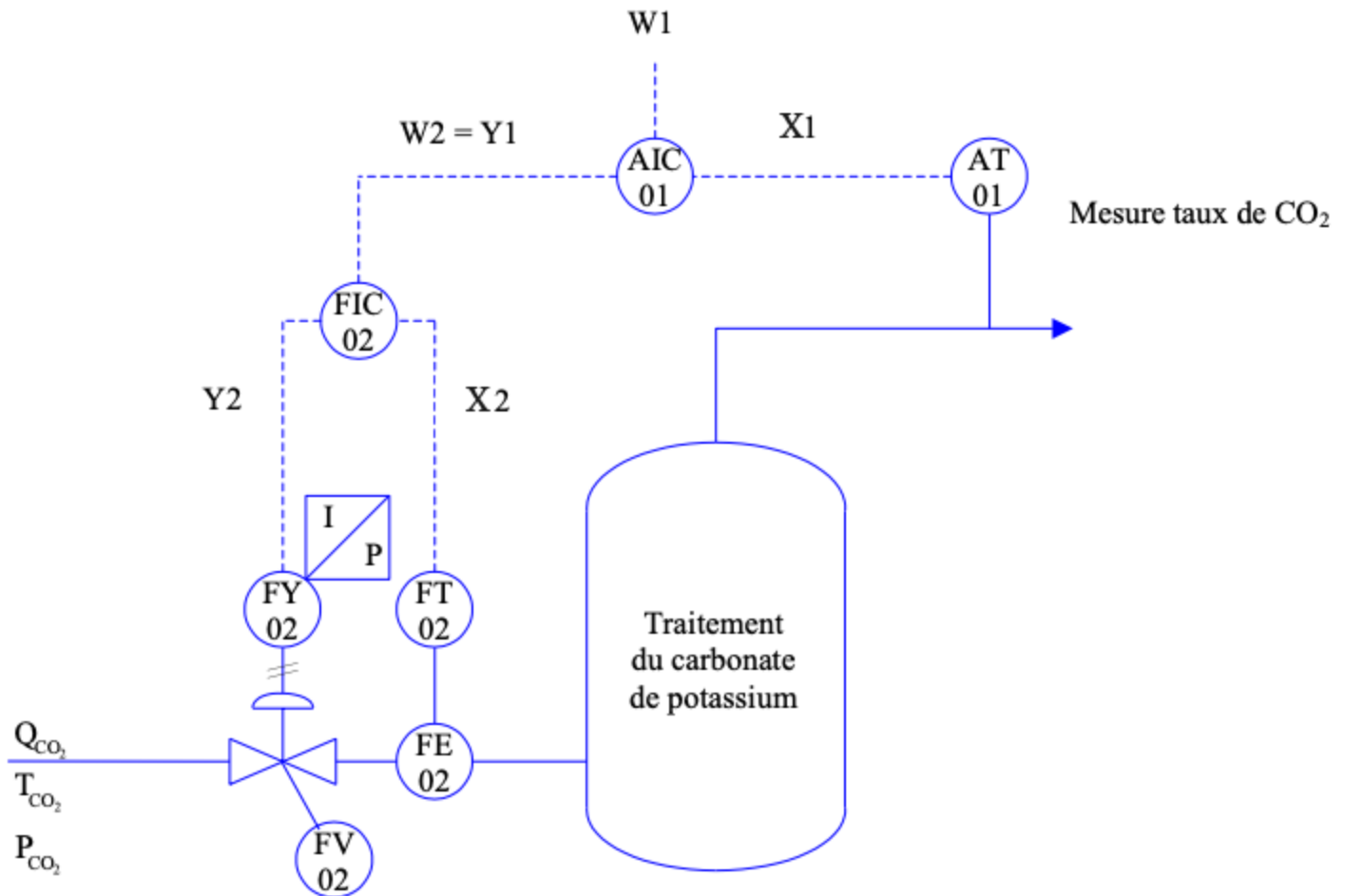
Purification de carbonate de potassium

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 AICo1 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

dans la boucle 02 nous avons un relais de calcul FY, transmetteur de débit:FT, la vanne pneumatique:FV, un régulateur indicateur de débit:FIC et un capteur de débit: FE

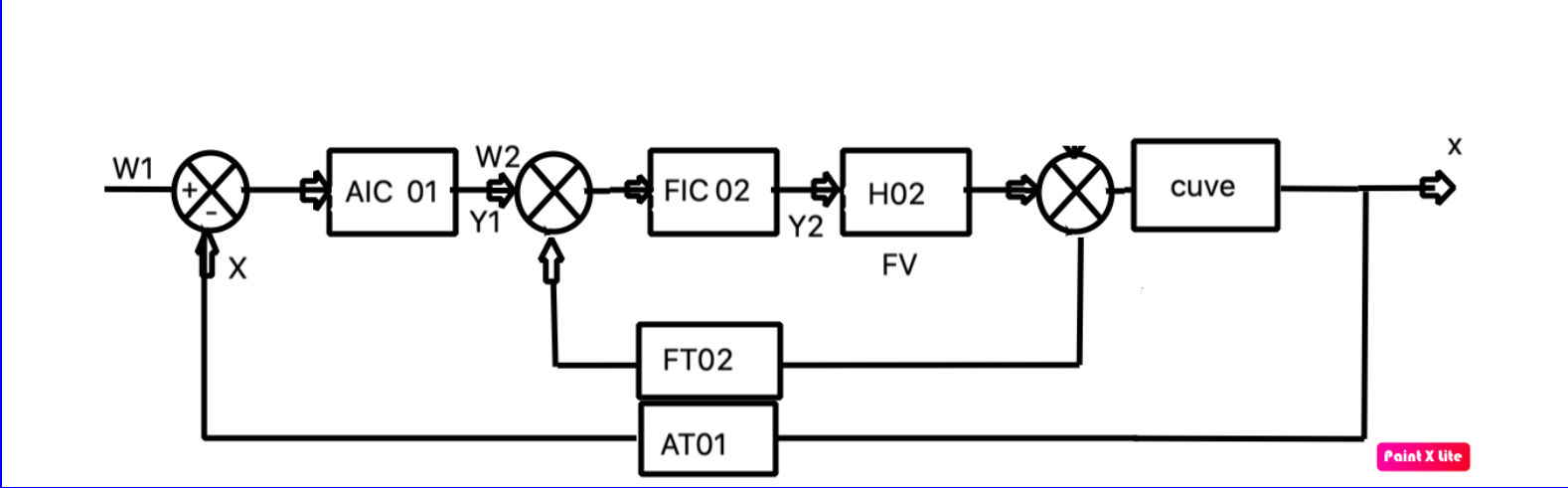
Q2: Quelles sont les grandeurs réglante(s), réglée(s) et perturbatrice(s) de la boucle 02 ? 1 B

grandeur réglée: Le débit Qco2 en sortie
grandeur réglante: Le débit Qco2
grandeur perturbatrice: température et pression

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

grandeur réglée: le taux de CO₂
grandeur réglante: AT01 et ATCo1
grandeur perturbatrice: Température

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 

Pour mesurer la température on ajoute 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 

On obtient 14,6 mA d'après le théorème de GATT

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 il suffit de connaitre la température pour connaitre la pression, le théorème de la loi des gaze

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 FVo2 (FMA ou OMA) 1 A

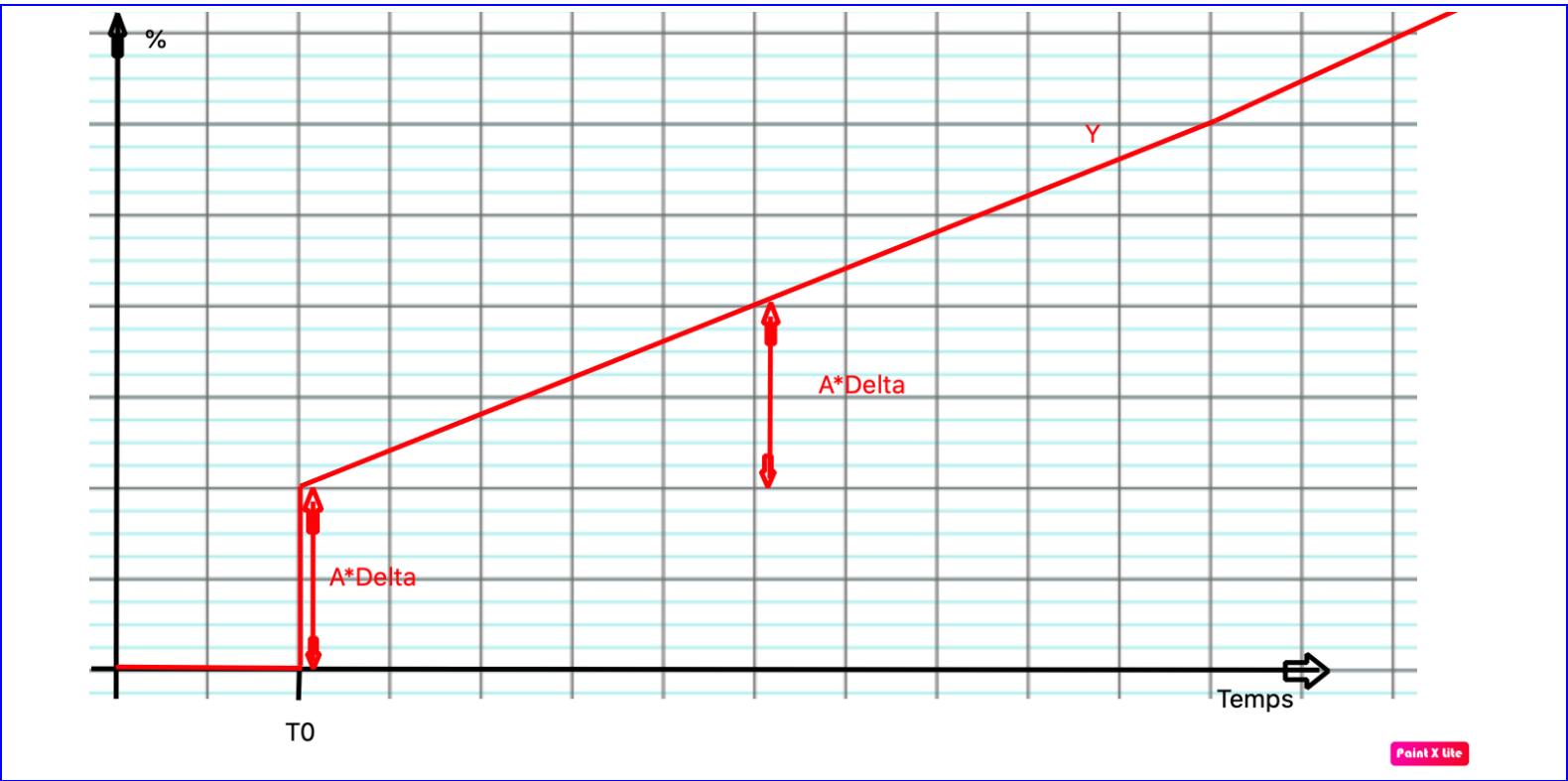
OMA car cela permet de libéré le co2

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 la mesure diminue on a donc un procédé inverse et un régulateur 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 B



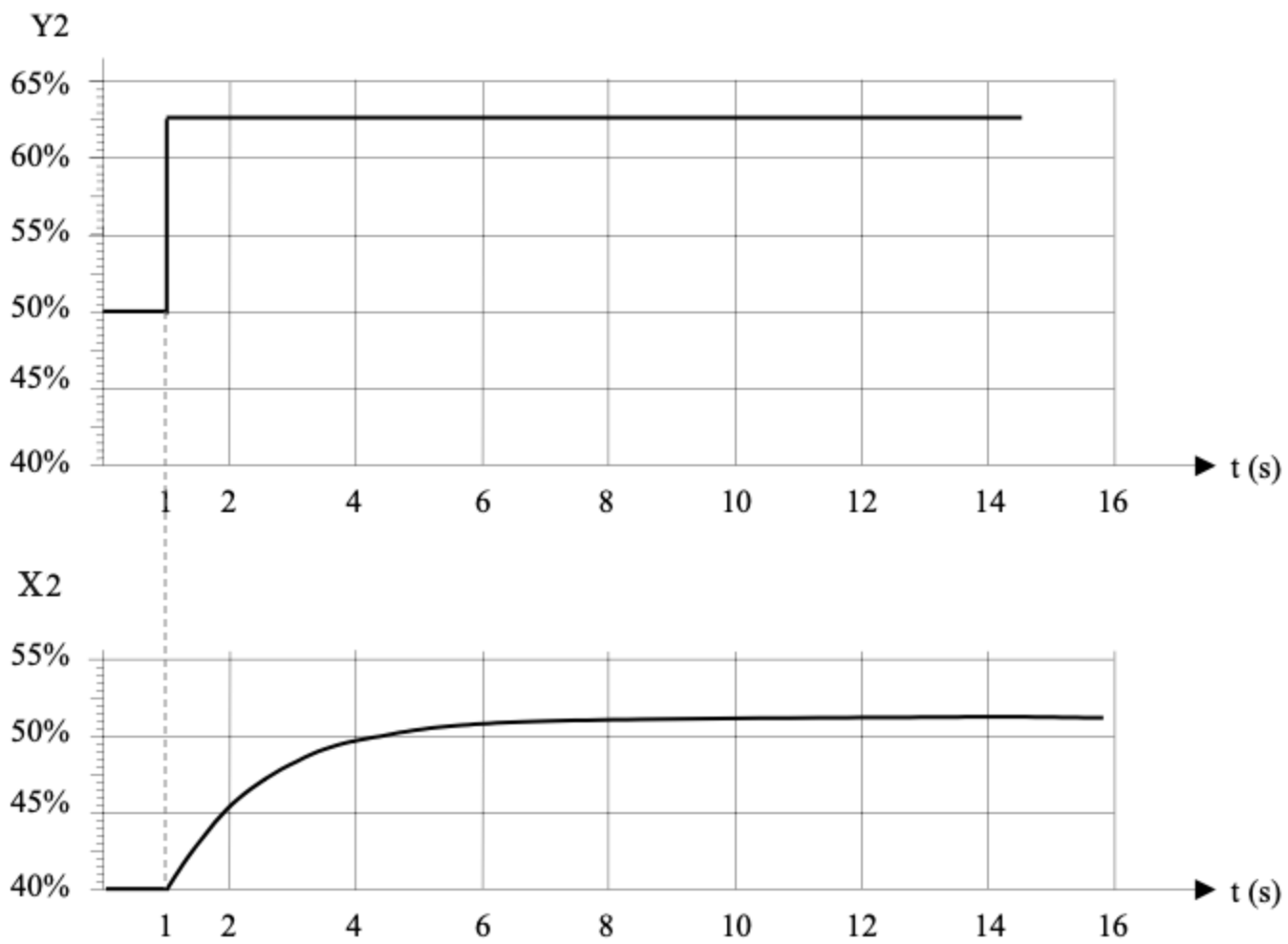
On réalise un essai en boucle ouverte pour modéliser le procédé. On applique un échelon de 12,5 % sur la sortie du régulateur. (voir Q12)
On cherche un modèle de la forme :

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

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

K=0,95 et to =2s

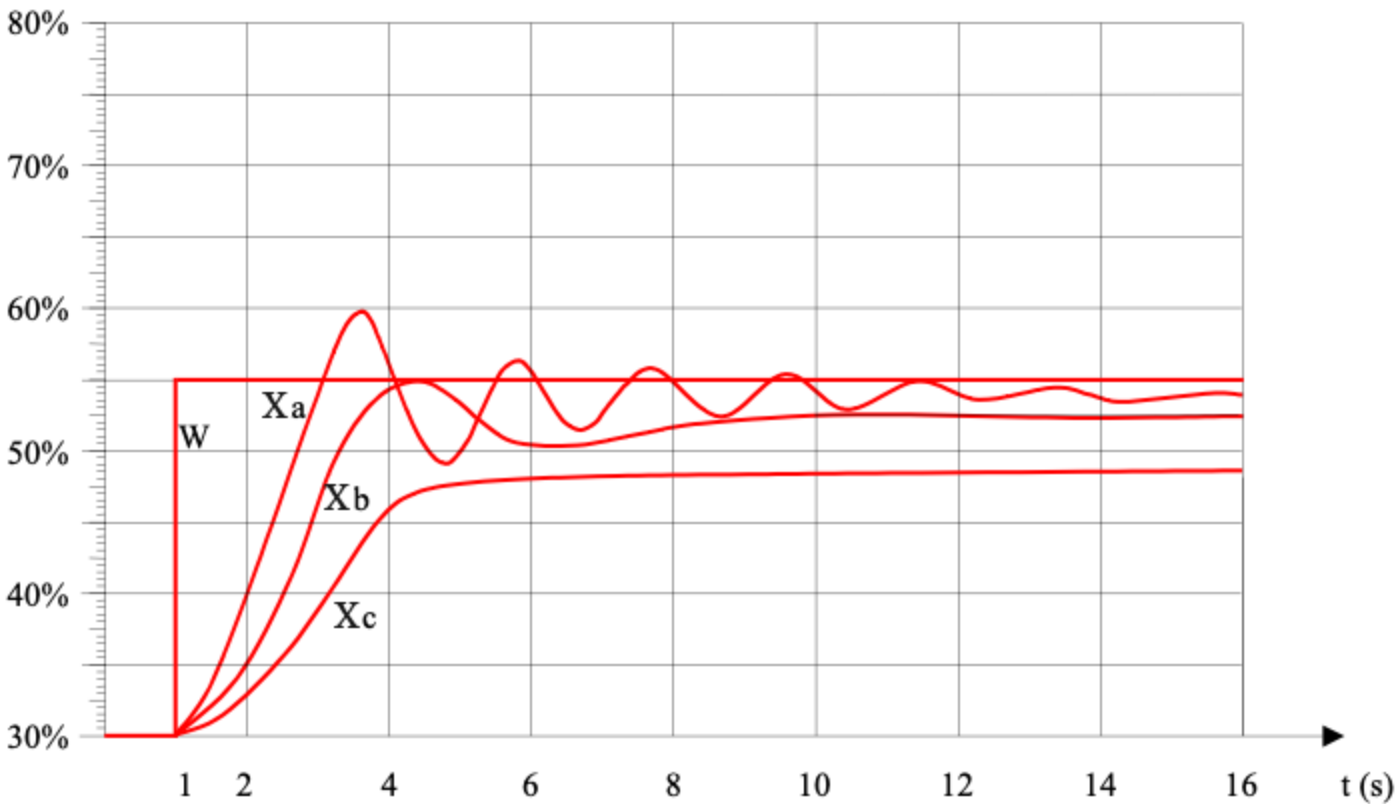
Q12 : Faire apparaître les constructions sur le graphique.  



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. 1 A

Xa: On a un X_p trop petit ($X_p=30\%$) car on a des ondulations
 Xb: On a un X_p correct ($X_p=50\%$) régulation correct
 Xc: On a un X_p trop grand ($X_p=70\%$) car la mesure est trop basse

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

le premier dépassement Xb est égale a 0

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

l'écart statique est de 2,5%

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

La pls convenable serait Xb car elle n'a pas de dépassement, elle est stable, elle a une faible erreur statique

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

On devrait alors rajouter du T_i

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

$C(p)=A*(1+T_i*p+T_i*T_d*p^2)/(T_i*p)$