

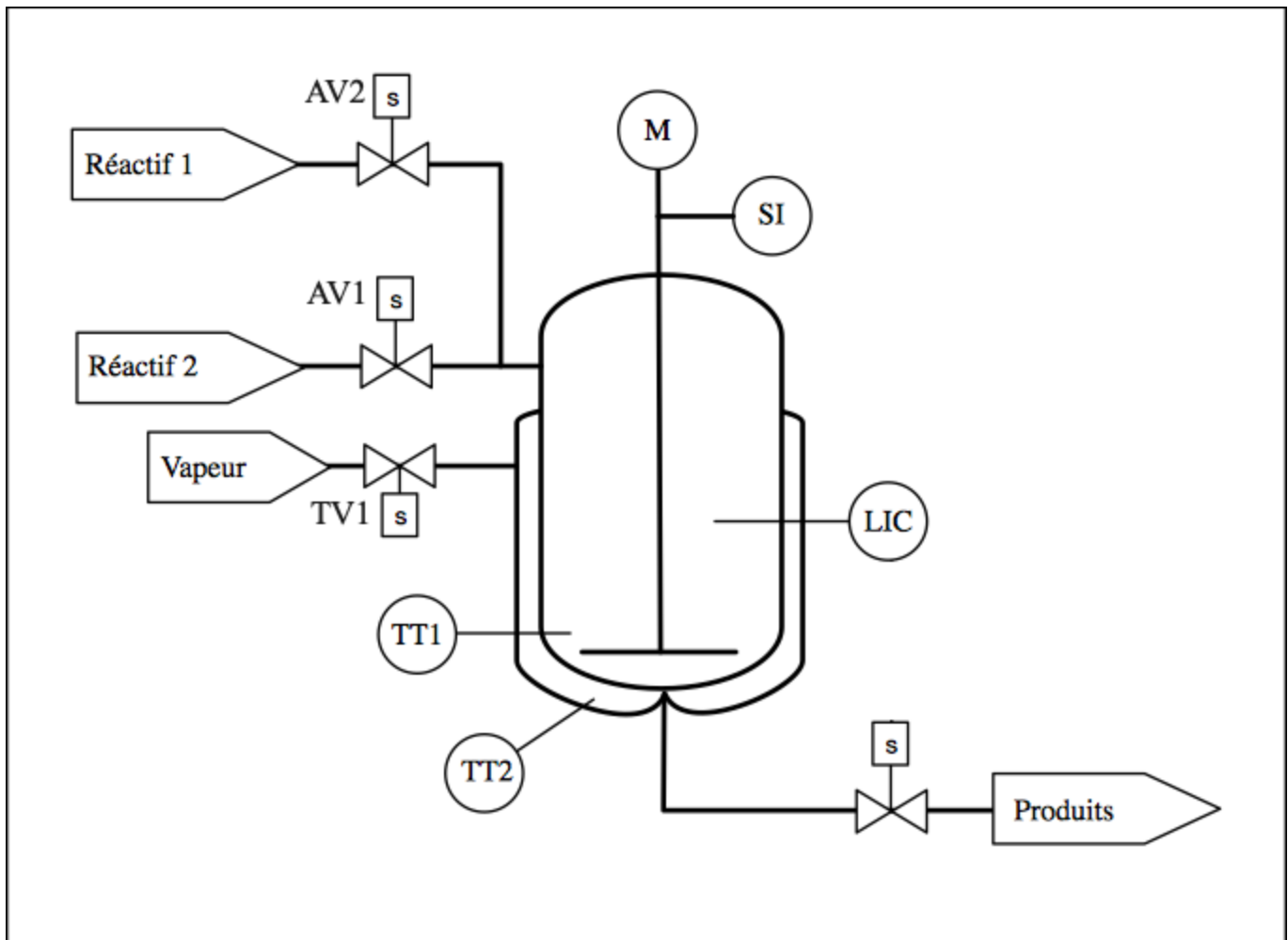
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	B	A	A	A	B	A

## Réglage d'un réacteur chimique

La fabrication d'un engrais nécessite l'utilisation d'un réacteur chimique à double enveloppe, permettant :

- Le maintien de la température du mélange réactionnel en régime stabilisé.
- Une évolution contrôlée de la température pendant les changements de phase de la fabrication.

En fin de fabrication, le produit est soutiré par gravitation, le réacteur est lavé puis à nouveau chargé pour le départ d'un nouveau lot.



Le procédé peut être considéré comme approximativement linéaire dans toute la plage de variation de la température, grâce au choix judicieux de la vanne. Les transmetteurs sont des transmetteurs 2 fils 4-20 mA et les vannes sont à commande 4-20 mA.

**Contraintes :** le procédé peut permettre un dépassement de la consigne de 20% maximum. L'erreur statique doit être nulle.

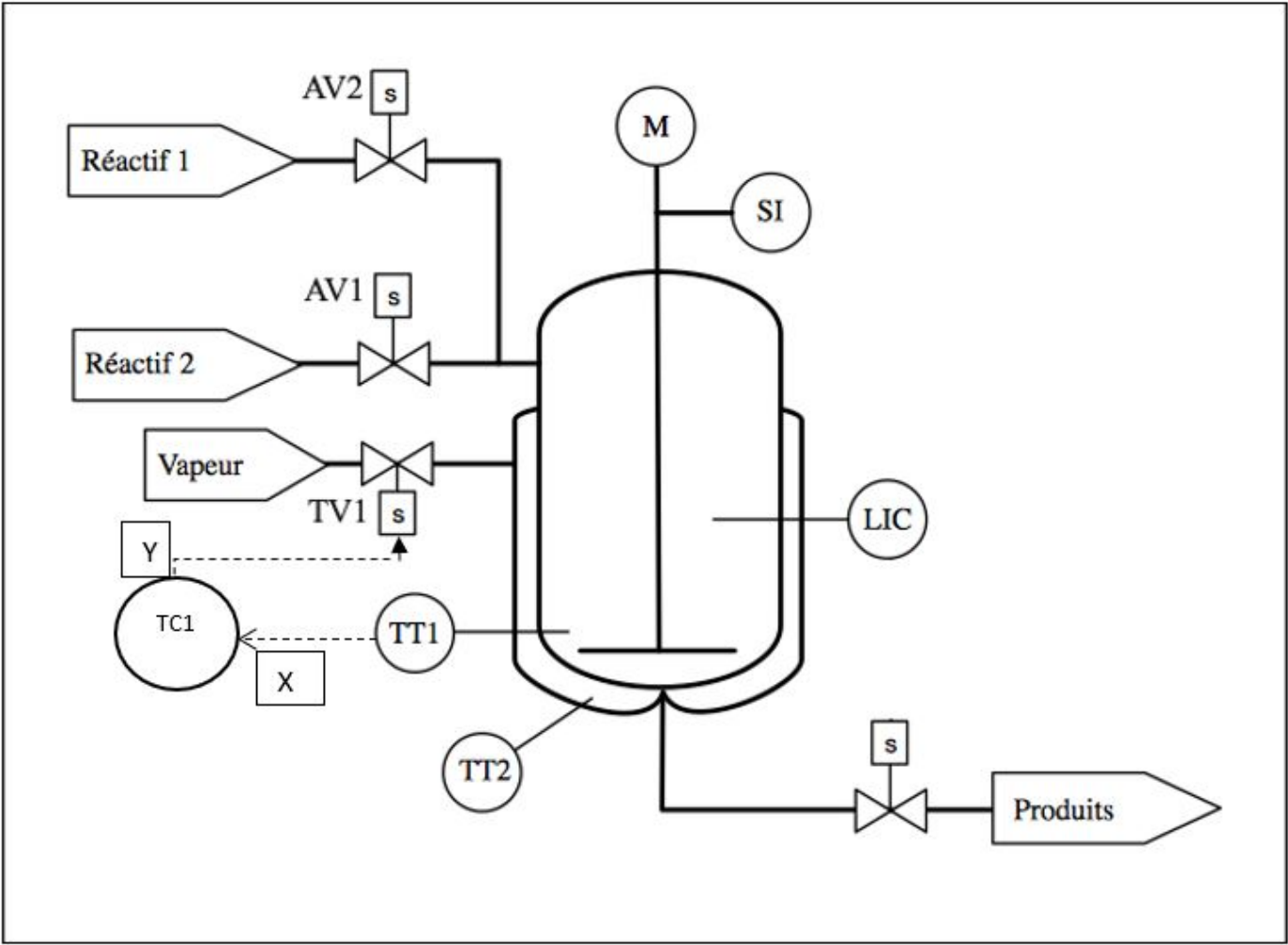
Le système sera simulé par le logiciel [Process IV](#) qui vous permet de tester différents réglages.

**Boucle simple**

Le technicien décide dans un premier temps de réaliser une régulation simple pilotée par un régulateur P.I.D. mixte TC1.

**Q1:** Compléter le schéma TI pour faire apparaître la boucle de régulation.

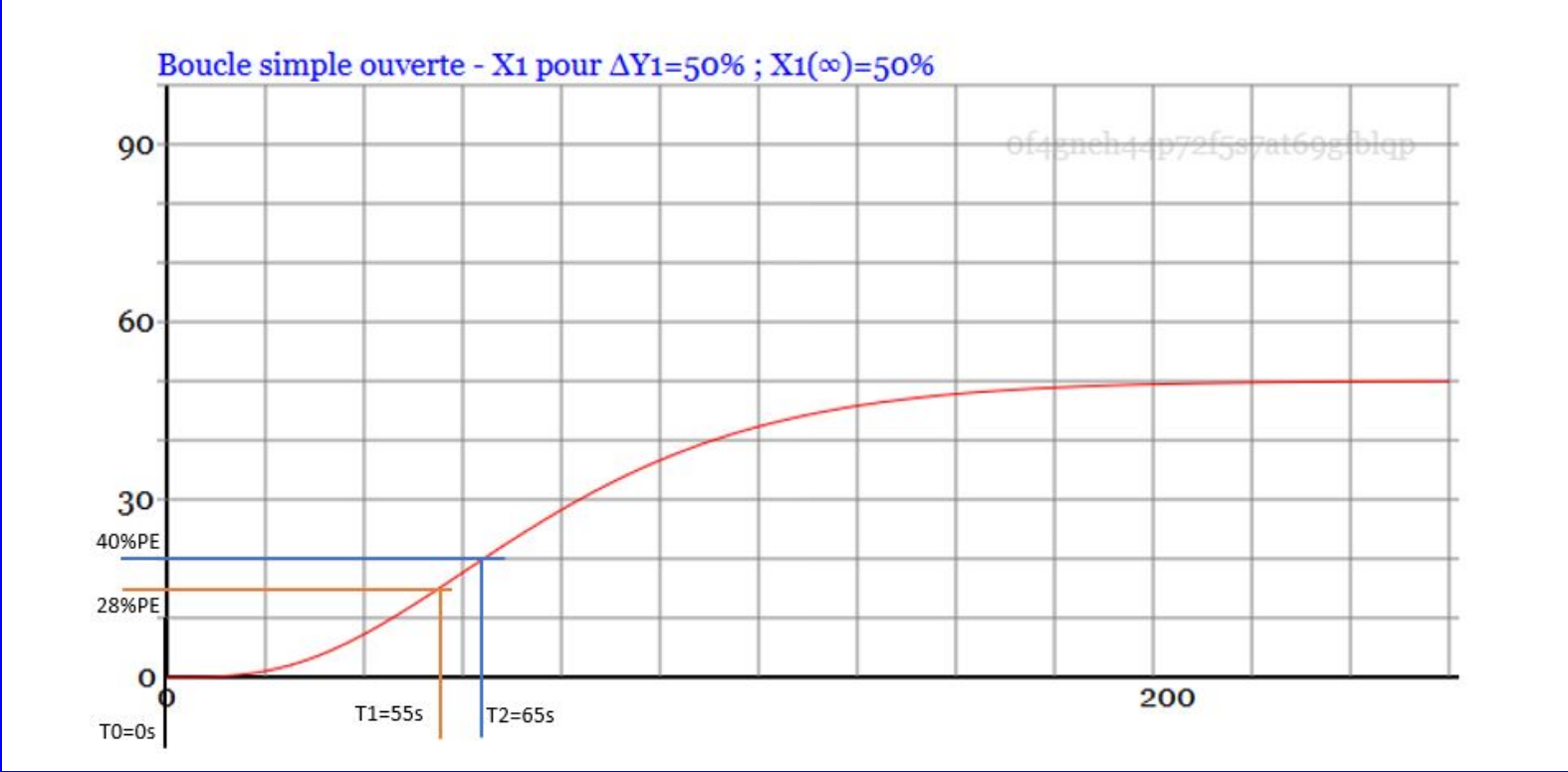
1 



**Q2:** Identifier le procédé à un modèle de Broïda. On donnera le gain K, la constante de temps  $\tau$  et le retard T. 1 A

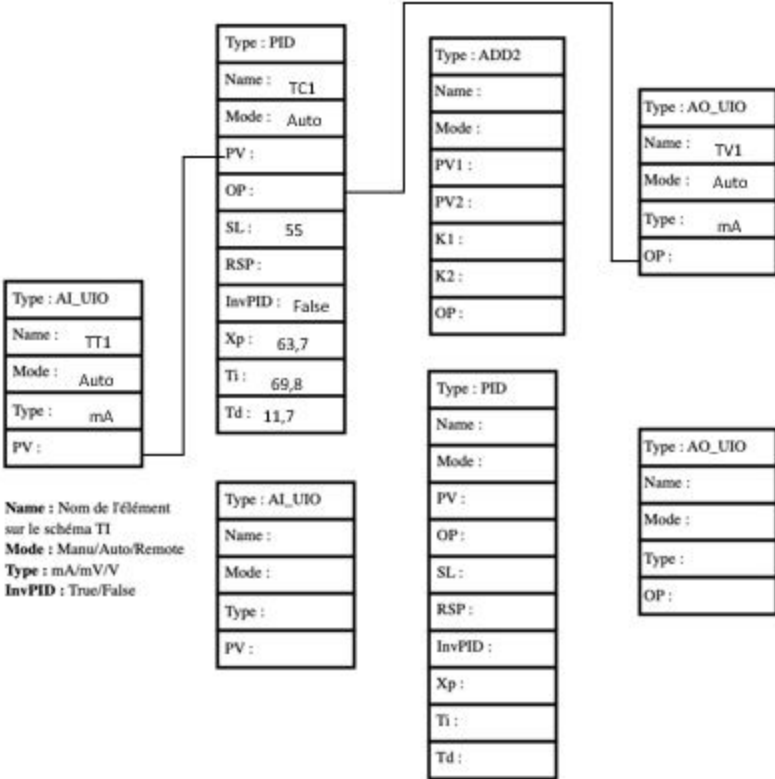
$K=50/50=1$   $\tau = 5,5(65-55)=55$   $T=2,8(55-0)-1,8(65-0)= 37$   $H(p)= (e^{(-37p)})/(1+55p)$

**Q3:** Fournir le graphique qui a permis d'identifier le procédé. 1 A

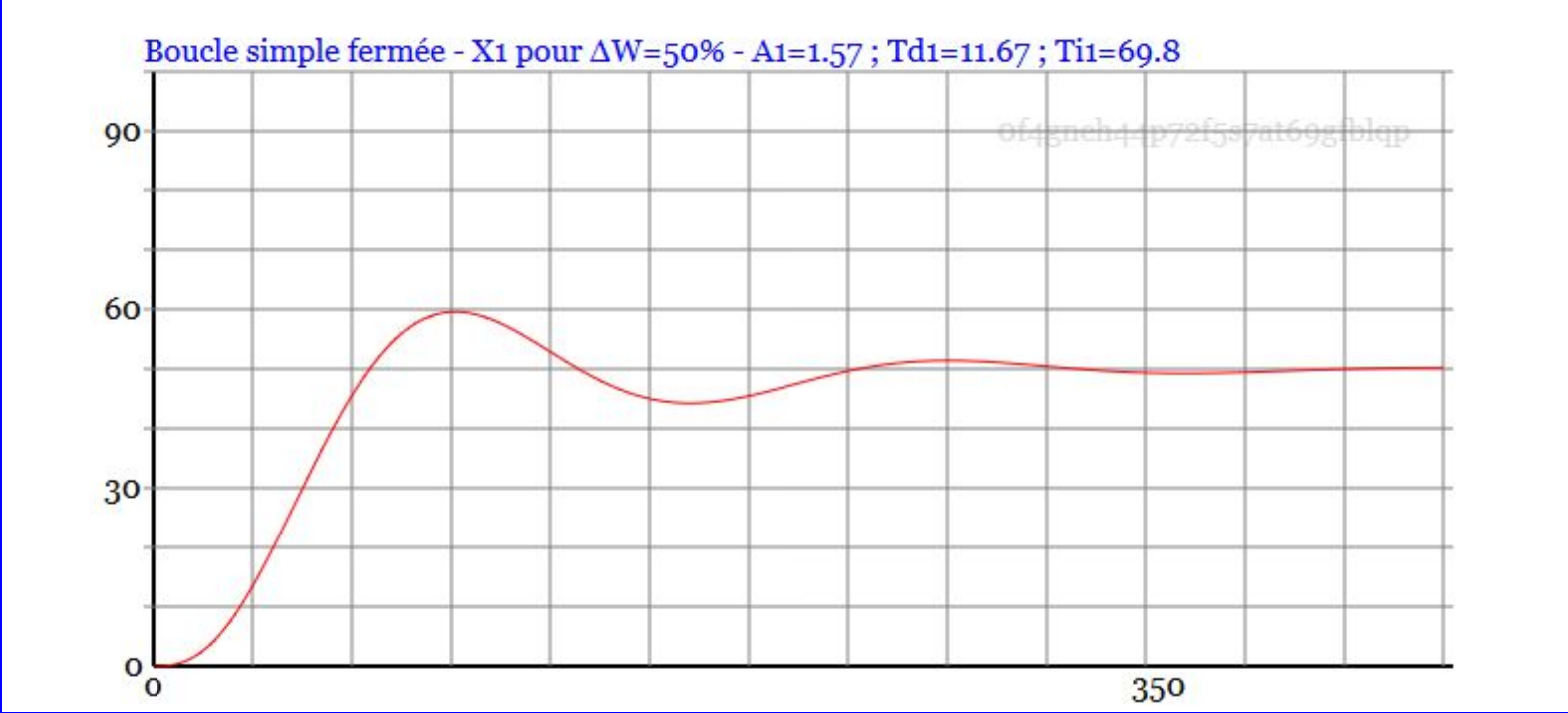


**Q4:** À l'aide des réglages de Dindeleux fournis dans le cours, déterminer les paramètres  $A1$ ,  $Td1$  et  $Ti1$  de votre correcteur. 1 A

$A1= 1,57$   $Td1= 11,67$  s  $Ti1= 69,8$ s



**Q6 :** Enregistrer la réponse obtenu de votre régulation en réponse à un échelon de consigne. 1 A



**Q7 :** Faire l'analyse critique de ce résultat. 1 A

ce résulta n'est pas parfait par rapport à la stabilité mais il respecte le fait de ne pas dépasser la consigne de 20%

Déterminer un réglage des actions PID qui respectent les contraintes du procédé (page 1), avec un temps de réponse le plus court possible.

**Q8 :** Enregistrer la réponse obtenu de votre régulation en réponse à un échelon de consigne. 1 A



**Q9 :** Mesurer les performances de votre régulation (Erreur statique  $\epsilon_s$ , Temps de réponse à  $\pm 10\%$   $Tr$  et premier dépassement  $D1$ ). Faire apparaitre les constructions sur le graphique précédent. 1 A

$\epsilon_s=0$   $D1<-1\%$   $Tr=100s$

**Q10 :** Meilleurs temps de réponse que la correction ? 1 A

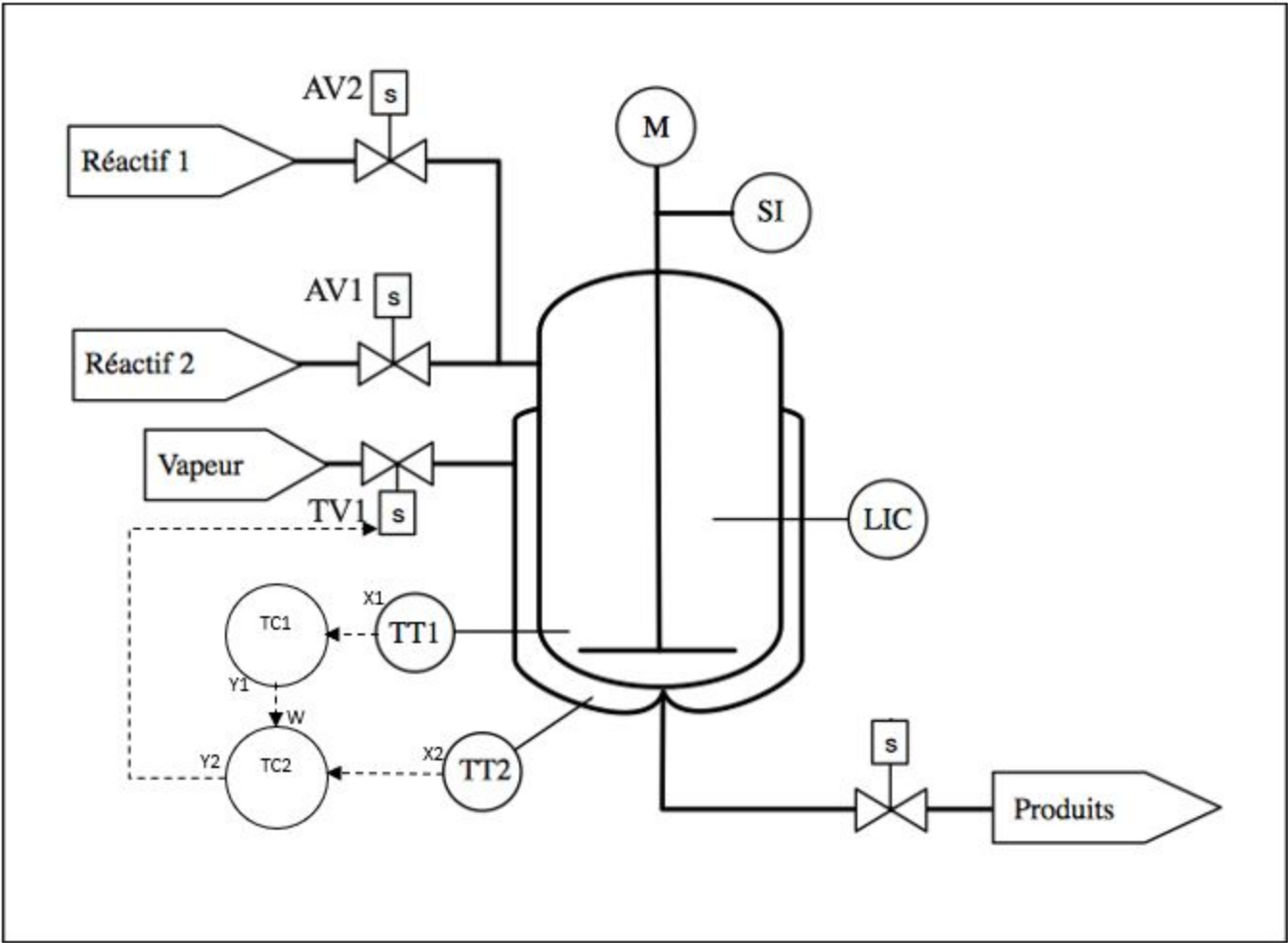
Oui car  $100s<130s$

**Boucle cascade**

Le technicien décide d'essayer une régulation cascade sur la grandeur intermédiaire (la température de l'enveloppe) en ajoutant un régulateur TC2.

**Q11 :** Compléter le schéma TI pour faire apparaître la boucle cascade.

1 

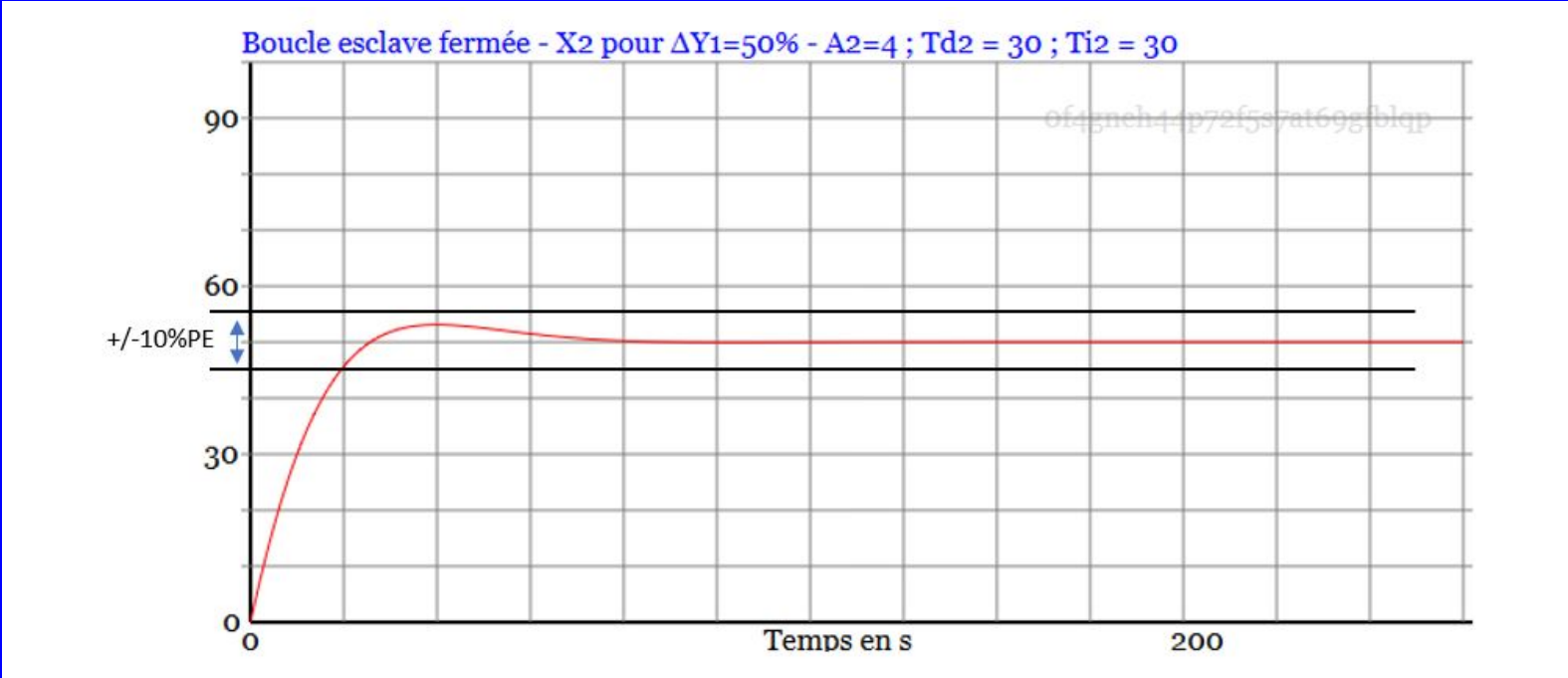


# Réglage de la boucle esclave

D'expérience le technicien sait que la boucle esclave fonctionne correctement avec  $T_i = T_d = 20\text{ s}$  et un dépassement limité à 10%. Déterminer un réglage des actions PID qui respectent ces contraintes, avec un temps de réponse le plus court possible.

**Q12 :** Enregistrer la réponse obtenu de votre régulation en réponse à un échelon de consigne.

1 B



**Q13 :** Mesurer les performances de votre régulation (Erreur statique  $\epsilon_s$ , Temps de réponse à  $\pm 10\%$   $T_r$  et premier dépassement  $D_1$ ). Faire apparaitre les constructions sur le graphique précédent.

1 B

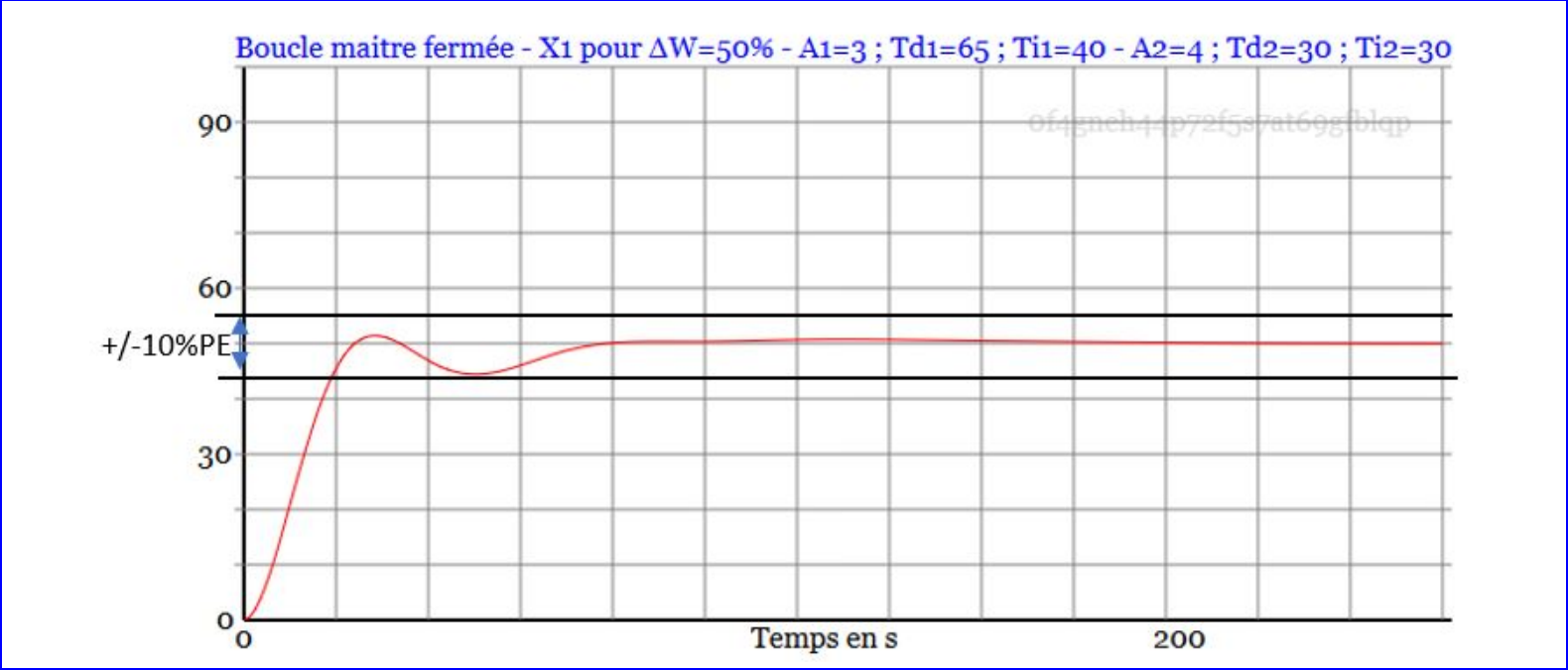
$\epsilon_s=0$   $T_r = 20\text{ s}$   $D_1=3\%$



Réglage de la boucle maitre

Déterminer un réglage des actions PID, par la méthode du régleur, qui respectent les contraintes du procédé (page 1), avec un temps de réponse le plus court possible.

Q14 : Enregistrer la réponse obtenu de votre régulation en réponse à un échelon de consigne. 1 A



Q15 : Mesurer les performances de votre régulation (Erreur statique  $\epsilon_s$ , Temps de réponse à  $\pm 10\%$   $T_r$  et premier dépassement  $D1$ ). Faire apparaitre les constructions sur le graphique précédent. 1 B

$\epsilon_s=0$   $T_r=19s$   $D1=2\%$

Q16 : Meilleurs temps de réponse que la correction ? 1 A

oui

# Conclusion


**Q17 :** Quand une régulation cascade se justifie-t'elle ? Appliquer ce raisonnement au procédé étudié ici. 1 

Une régulation cascade se justifie quand il l'organe de réglage de notre boucle de régulation peut aussi agir sur une perturbation.

dans notre cas on cherche à réguler la température interne de la cuve en agissant sur la vanne de vapeur mais avec la régulation cascade on peut aussi agir sur enveloppe interne de la cuve et donc prévoir si la température interne de la cuve va augmenté et de ce fait agir sur la vannes pour éviter d'atteindre des températures limites

**Q18 :** Comparer les performances de la boucle simple et de la boucle cascade. 1 

les deux régulation arrive à une erreur statique nul, mais la régulation cascade a un temps de réponse 5 fois inférieur à la régulation simple

**Q19 :** Qu'apporte la régulation cascade dans ce procédé ? 1 

cette régulation apport une meilleur sécurité et un meilleur rendement avec un temps de réponse plus rapide

**Q20 :** Quelle régulation choisissez-vous ? Justifier votre réponse. 1 

je choisirais une régulation cascade pour la sécurité et l'efficacité