LA BOUCLE FERMÉE

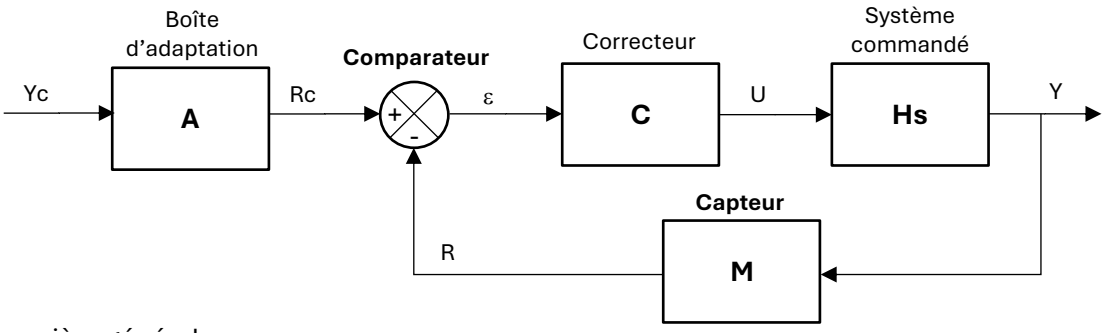
1. STRUCTURE D'UN SYSTEME RÉGULÉ

Un système régulé est un système commandé dont la commande est imposée par l'opérateur.
Il comprend :

- Un correcteur, ou régulateur, dont la fonction est de générer la commande du système ,
- Un capteur, dont la fonction est de donner une image de la grandeur générée par le système commandé,
- Une boîte d'adaptation, afin de pouvoir poser une consigne homogène à la grandeur mesurée par le capteur.

2. SCHEMA BLOC D'UN SYSTEME BOUCLÉ OU EN BOUCLE FERMÉE

Dans un système bouclé on voit apparaître deux nouveaux éléments, le **comparateur** et le **capteur**.



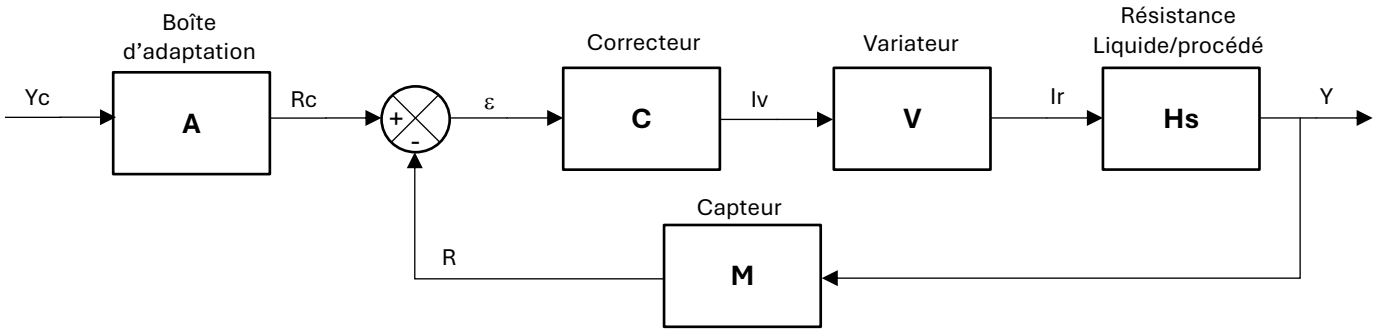
De manière générale :

- Une consigne **Yc** imposée par l'opérateur,
- La « boîte d'adaptation » permet de transformer la consigne **Yc** en une grandeur de même nature que la mesure **R** délivrée par le capteur (_____).
- Le « comparateur » soustrait les deux grandeurs **Rc** et **R**, et est souhaité nul en régime permanent.
- Le « correcteur » regroupe les éléments de contrôle et reste modifiable à souhait.
- Le « système commandé » comporte l'actionneur et tous les autres composants du système commandé, avec leurs caractéristiques intrinsèques.
- Le « Capteur » qui permet de mesurer la grandeur physique **Y** souhaitée par la consigne.

Le comparateur est le fondement du fonctionnement de cette boucle. En effet le principe de comportement de ce type de système est de détecter l'écart entre la consigne adaptée **Rc** (ce que l'on souhaite) et la mesure du capteur **R** (ce qui est ramené à l'entrée par l'intermédiaire du capteur).

3. EXERCICE – REGULATION DE TEMPERATURE

Schéma bloc :



Une consigne **Yc** de **70°C** est imposée par un opérateur.
La boîte d'adaptation **A** convertie la consigne **Yc** en un courant compris entre 4 et 20mA. L'équation du bloc **A** est la suivante : **Rc = 4 + 0,16·Yc**
Le gain proportionnel du correcteur **C = 10**
Le variateur **V** est commandé par un courant **Iv** compris entre 4 et 20mA et produit en sortie un courant **Ir** compris entre 0 et 12A.
La résistance chauffante est commandée par **Ir** selon l'équation **Ir = 0,75·(Iv-4)**. (Iv en mA)
Le système commandé est composé d'une résistance chauffante plongée dans le liquide (procédé).
La température **Y = 65°C** en régime permanent.
Le capteur **M** convertit la température Y en un courant compris entre 4 et 20 mA selon l'équation **R = 4+0,16·Y**

Remarque : afin d'éviter des valeurs incohérentes à l'entrée du variateur, le correcteur possède un écrêteur limitant les valeurs de sa sortie à 4 mA au minimum et 20mA au maximum.

Calculer les valeurs de **Rc, R, e, Ic, Ic** et le gain statique **Hs.**

Placer toutes les valeurs sur le schéma bloc ci-dessus :

Analyse quantitative :

- Si la température du liquide baisse parce qu'on ajoute du liquide froid (perturbation),
  - la température mesurée _____,
  - la différence entre la consigne et la mesure **ε** _____,
  - le courant de commande du variateur **Iv** _____,
  - le courant qui commande la résistance chauffante _____,
  - et la température _____.
- Si la température du liquide augmente parce qu'on ajoute du liquide chaud,
  - la température mesurée _____,
  - la différence entre la consigne et la mesure **ε** _____,
  - le courant de commande du variateur **Iv** _____,
  - le courant qui commande la résistance chauffante _____,
  - et la température _____.
- Ce type de système répond-il à la définition d'un système régulé ? _____.

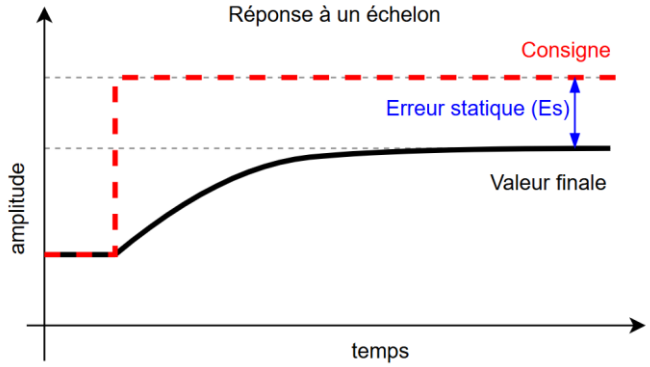
4. PERFORMANCES D'UN SYSTEME

Les performances des systèmes régulés se mesurent par les critères suivants :

- **La précision :** un système est précis si la sortie suit la consigne en toutes circonstances avec un écart inférieur à la valeur définie dans un cahier des charges.
- **La rapidité :** elle correspond au temps de réaction de la sortie par rapport à la consigne.
- **La stabilité** : pour une consigne constante la sortie doit être constante.

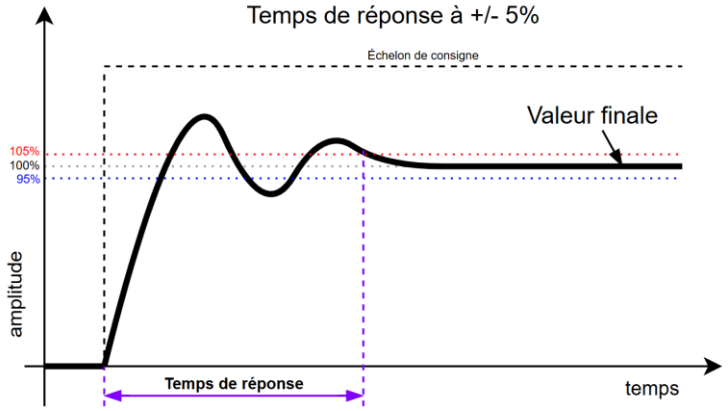
Pour caractériser ces performances, on utilise les concepts suivants :

- **Erreur statique** : c'est la différence entre la consigne et la valeur finale atteinte par la réponse.

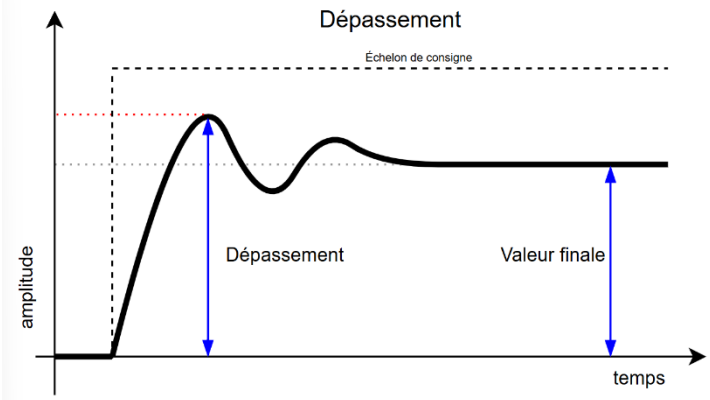


$E_S = |$**valeur de l'échelon** $-$ **Valeur finale**$|$

- **Temps de réponse à 5 %** : c'est la durée au bout de laquelle la réponse se stabilise à plus ou moins 5 % autour de la **valeur finale**.



- **Taux de dépassement relatif** : la réponse d'un système peut présenter des dépassements. Dans ce cas, la réponse dépasse la valeur finale avant de converger.

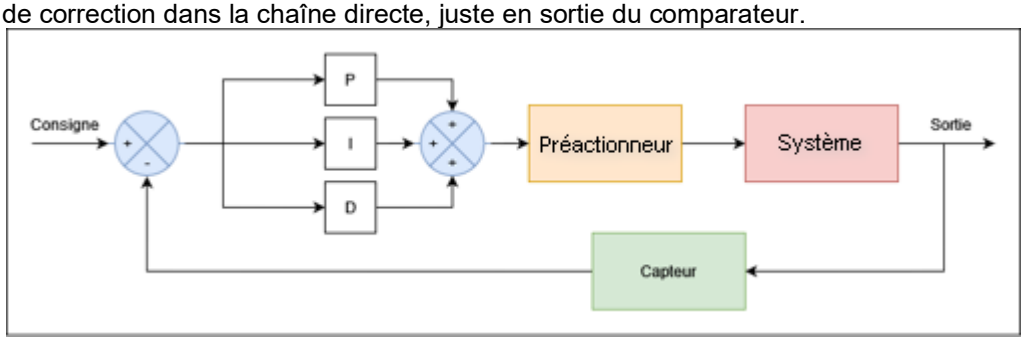


Le taux de dépassement relatif exprimé en pourcentage et se calcule avec l'amplitude maximale de la première oscillation et est défini par :

$$D(\%) = 100 \cdot \left| \frac{\text{valeur du dépassement} - \text{Valeur finale}}{\text{Valeur finale}} \right|$$

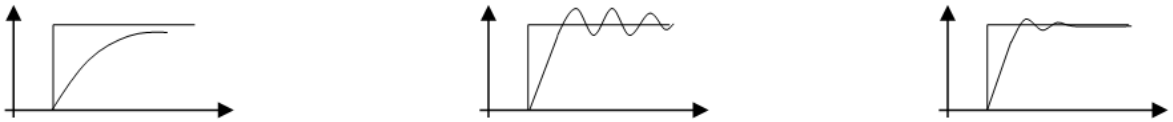
5. CORRECTEURS

Les correcteurs ont pour but d'améliorer les performances du système asservis. On place en général ce bloc de correction dans la chaîne directe, juste en sortie du comparateur.



5.1. L'ACTION PROPORTIONNELLE (P)

Le rôle de l'action proportionnelle ou gain, est de diminuer le temps de réponse ainsi que de diminuer l'erreur statique. Mais un gain trop important peu déstabiliser le système.

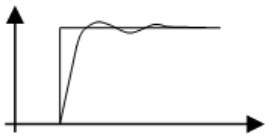


5.2. L'ACTION DERIVEE (D)

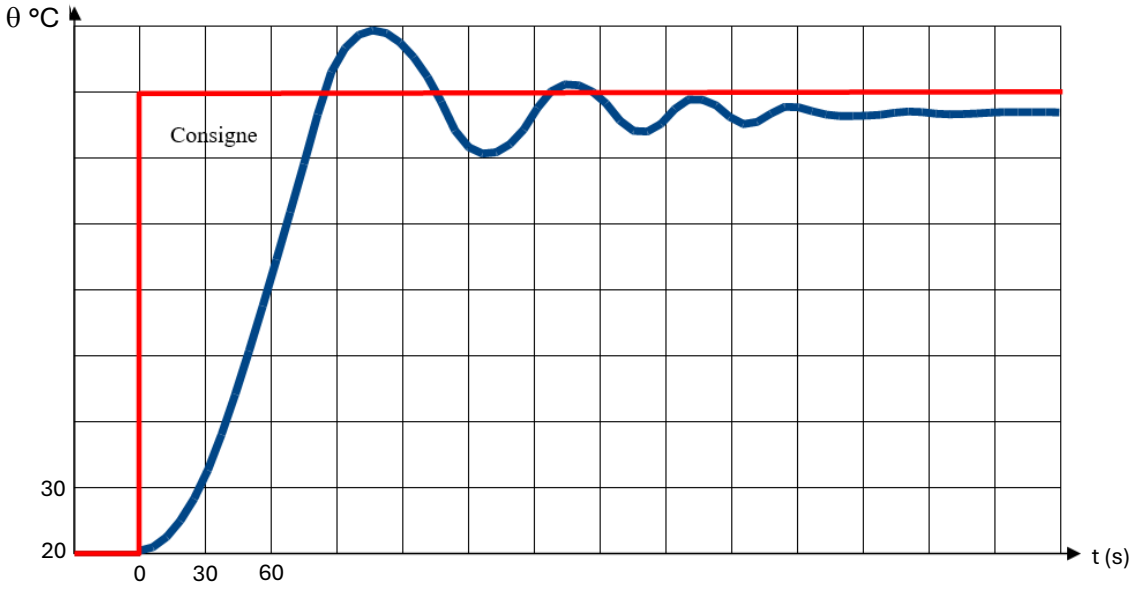
Le rôle de l'action est d'éviter les temps morts, elle permet de « booster » la chaîne directe et donc d'améliorer la rapidité.

5.3. L'ACTION INTÉGRALE

Le rôle de l'action intégrale est d'annuler l'écart entre la mesure et la consigne, c'est à dire d'annuler l'erreur statique.



6. EXERCICE :



Déterminer les performances du système.