



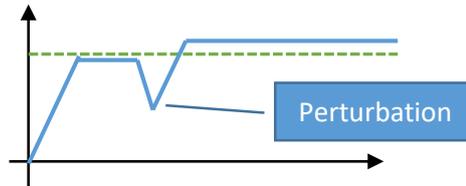
Généralités : On souhaite **asservir des grandeurs physiques** issues de processus technologiques. Ces grandeurs peuvent appartenir aux domaines Électriques, Mécaniques, Thermiques, Hydrauliques, Optique, Chimiques etc...

1/ Quelle est la différence entre Réguler et Asservir ?

Régulation : la consigne est constante, le système compense les perturbations.

Exemple : maintenir la vitesse d'un véhicule quelles que soient les perturbations (profil de la route, vent, etc.).

Le système régulé est soumis à une **consigne fixe** (température, vitesse...), on désire que sa réponse (sortie) soit la plus constante possible malgré les perturbations extérieures.

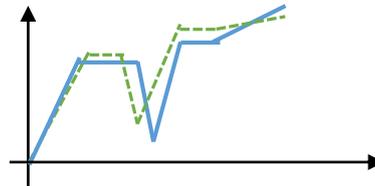


Consigne
Réponse du système

Asservissement : poursuite par la sortie d'une consigne variable dans le temps.

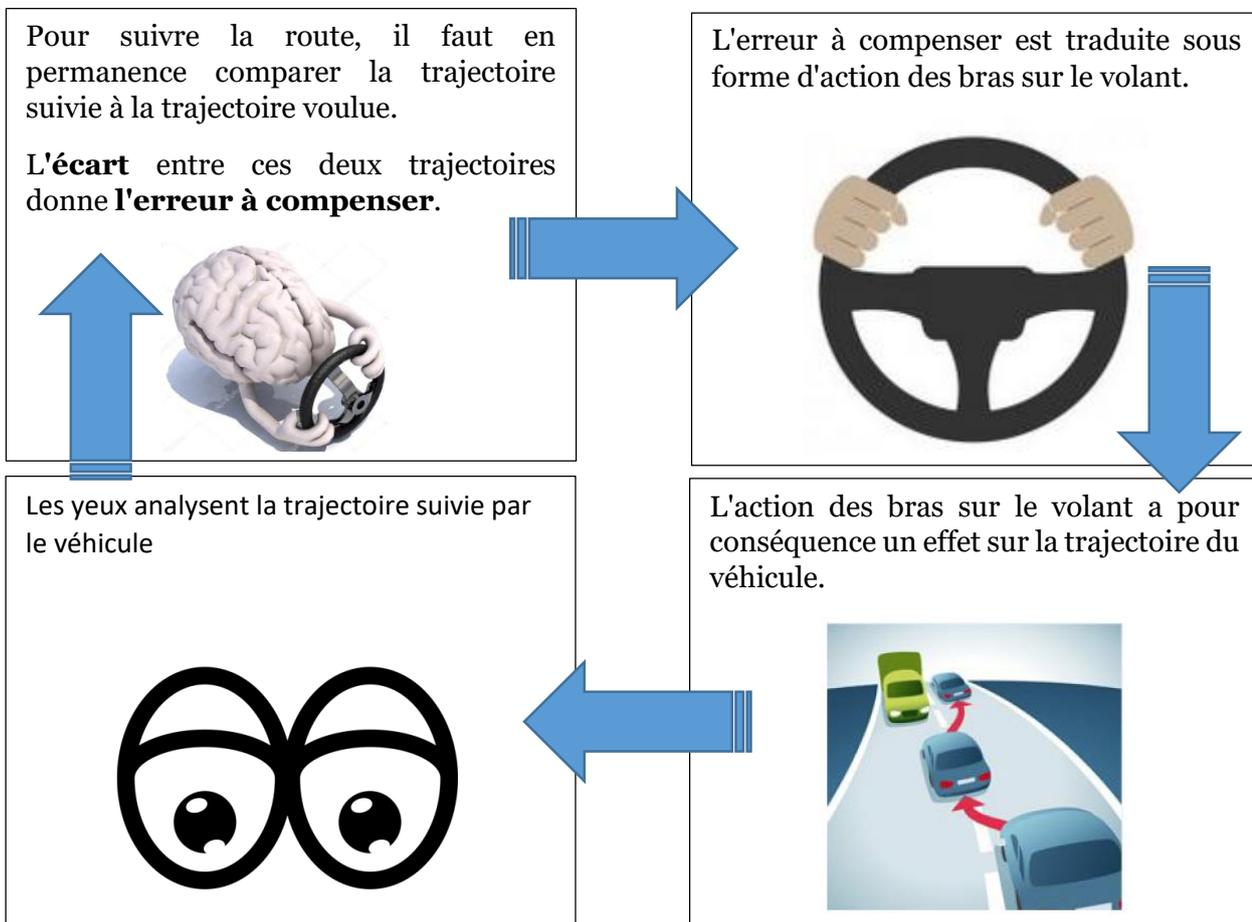
Exemple : reproduction des gestes d'un chirurgien par un robot distant.

Le système asservi est soumis à une **consigne variable** (température...), on désire que sa réponse (sortie) soit la plus fidèle à la variation de grandeur en entrée (en rapidité, précision ou stabilité).



Consigne
Réponse du système

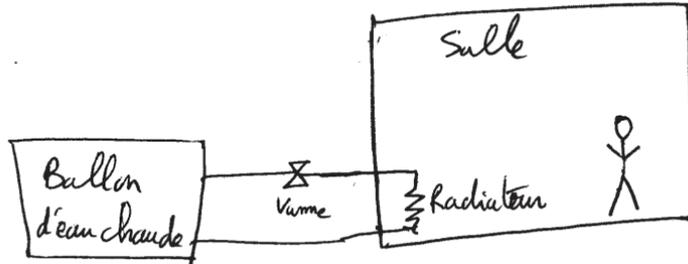
Exemple de boucle d'asservissement : L'automobiliste.



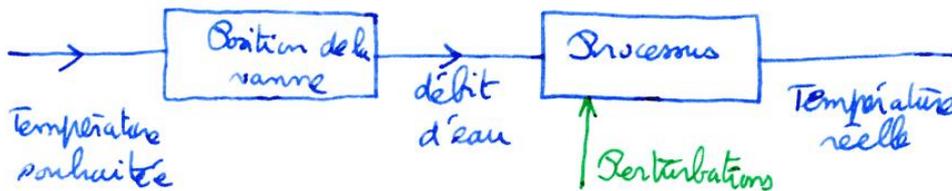


2/ Système en boucle ouverte : Un système est dit à **boucle ouverte** quand il n'y a **pas de retour** d'information du système pour compenser les erreurs.

Exemple : On va chauffer une salle de cours à l'aide d'un ballon d'eau chaude. Pour cela, on règle la vanne de débit d'eau chaude afin d'agir sur la température de la pièce.



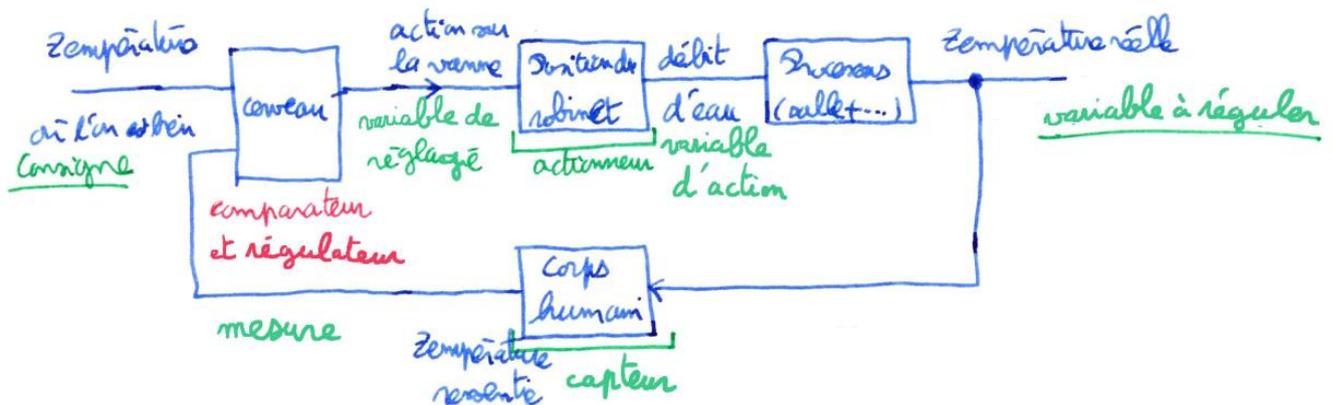
Malheureusement, le processus sera soumis à diverses perturbations : soleil, ouverture d'une fenêtre, température de l'eau, température extérieure, ... Dès lors, la température réelle ne correspondra plus à la température souhaitée le lendemain.



3/ Système en boucle fermée : Un système est dit à **boucle fermée** quand il y a un contrôle de la réponse du système par un capteur.

On reprend l'exemple de la salle de cours, mais cette fois l'humain va corriger la température.

Si la température n'est pas correcte, la personne présente dans la salle modifiera le réglage de la température. Elle réalise donc une **régulation de température** : elle **agit** sur la position de la vanne afin que la température de la salle corresponde à la température souhaitée.

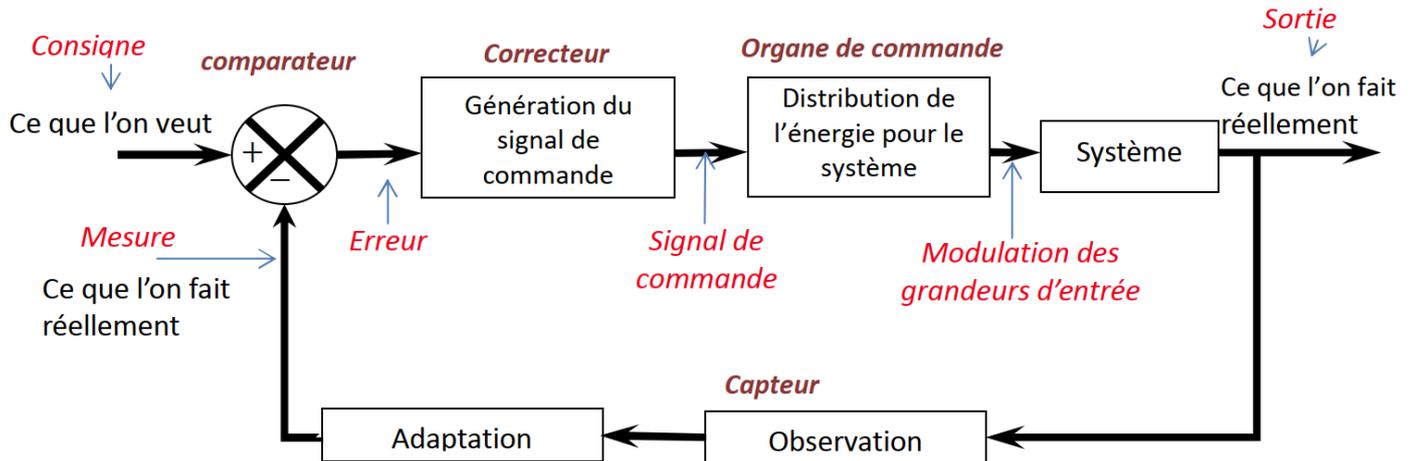




Organisation d'un système en boucle fermée :

Dans un système en boucle fermée, on trouve les éléments suivants :

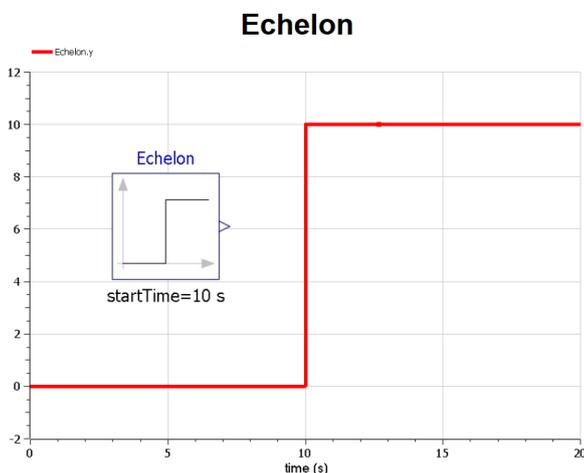
- un capteur pour mesurer la sortie,
- un comparateur qui élabore l'erreur entre la consigne et la mesure de la sortie,
- un correcteur qui élabore la commande en fonction du signal d'erreur,
- un organe de commande qui module le signal d'entrée du système.



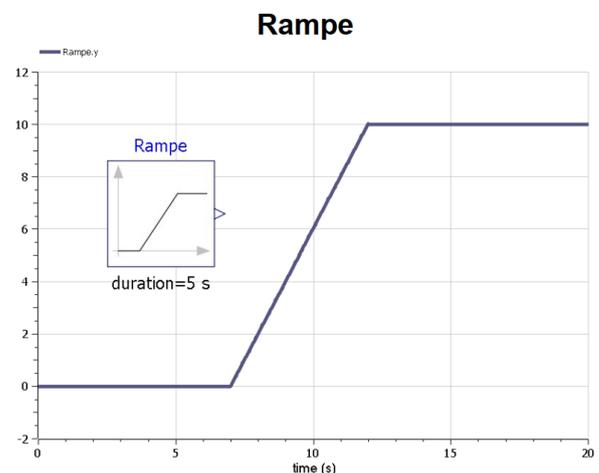
4/ Réponse d'un système asservi :

La réponse d'un système asservi dépend du signal d'entrée et les performances sont généralement évaluées à partir d'une entrée constante, appelée **consigne**.

La consigne peut être de différente nature :



Exemples : interrupteur, bouton poussoir...



Exemples : potentiomètre, joysticks....

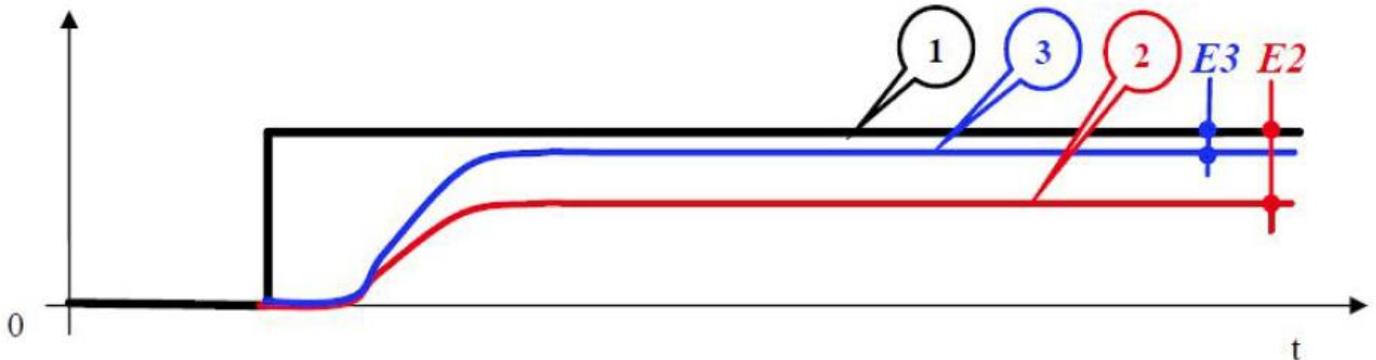
Un système asservi est caractérisé par :

- sa précision ;
- sa rapidité ;
- sa stabilité.

Pour un système donné, il faudra trouver le bon compromis entre les 3 critères.



5/ La précision : C'est la capacité du système à se rapprocher le plus possible de la valeur de consigne. La précision est caractérisée par un écart nommé « Ecart statique » que l'on peut exprimer en pourcentage.



1 : consigne.

2 : système peu précis.

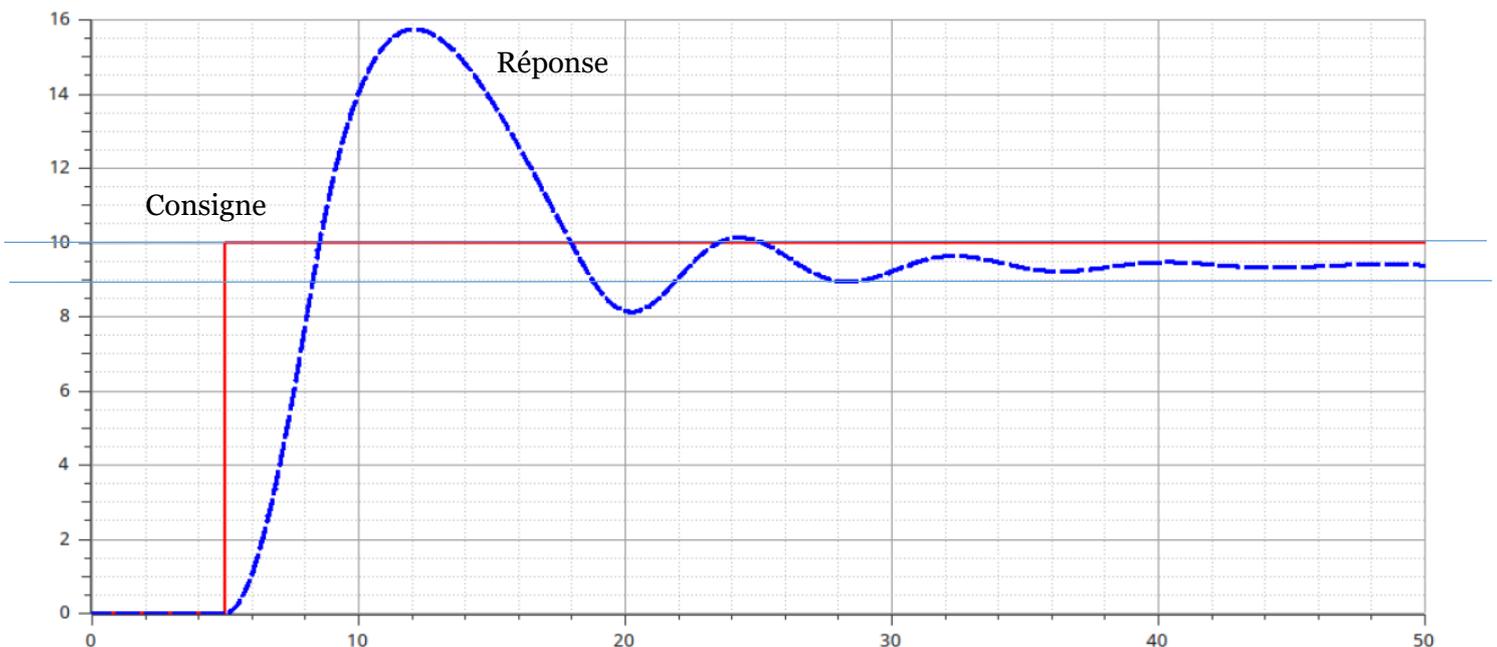
3 : système précis.

E2 : erreur statique liée à la courbe 2.

E3 : erreur statique liée à la courbe 3.

6/ La rapidité : C'est la capacité du système à atteindre dans les meilleurs délais son régime stable. La rapidité d'un système est définie par son temps de réponse t_r (plus t_r est petit plus le système est dit rapide).

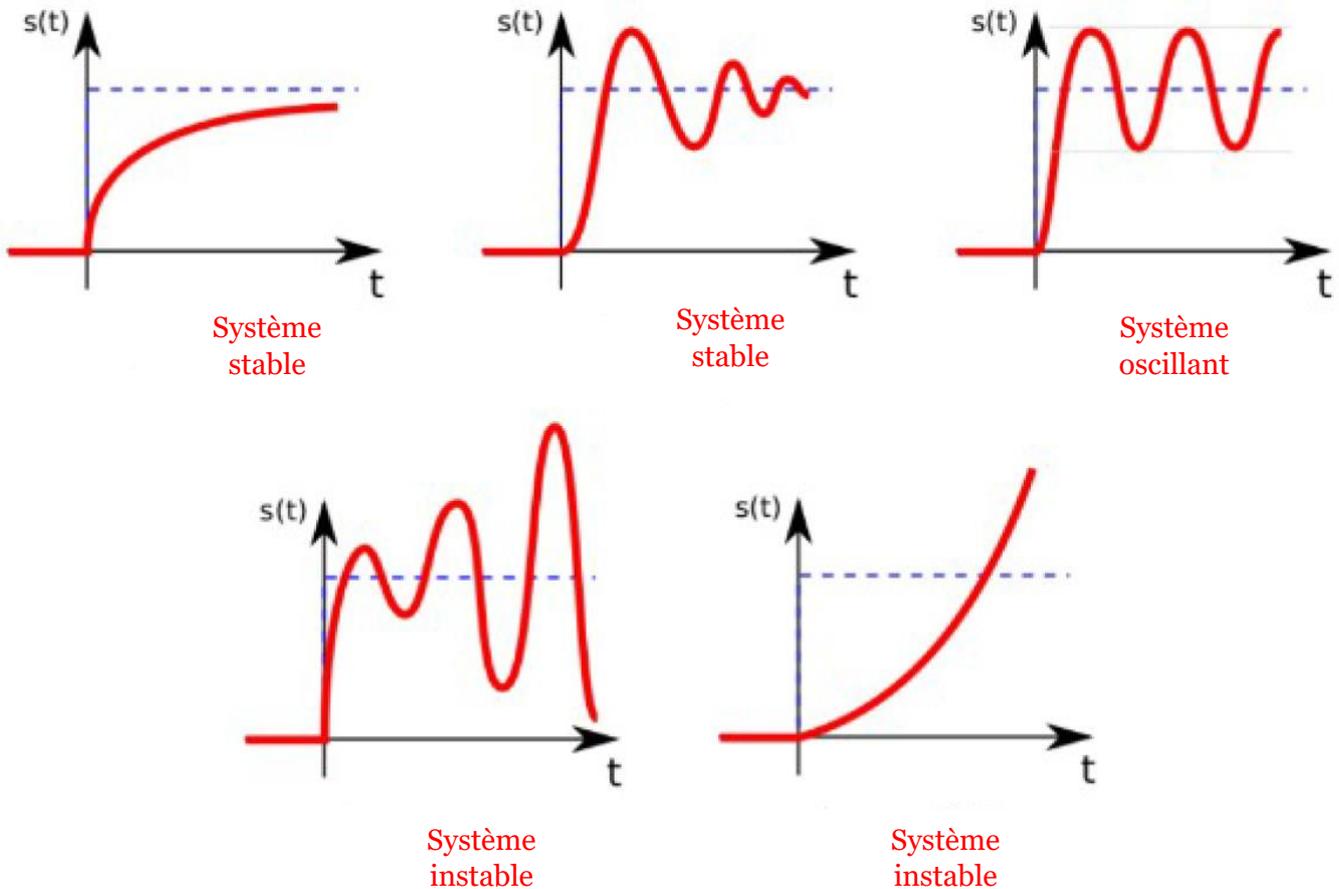
Pour trouver le temps de réponse « t_r » on trace la zone des 5 % autour de la valeur finale atteinte (V_f), soit une droite à $1,05 \cdot V_f$ et une autre droite à $0,95 \cdot V_f$.



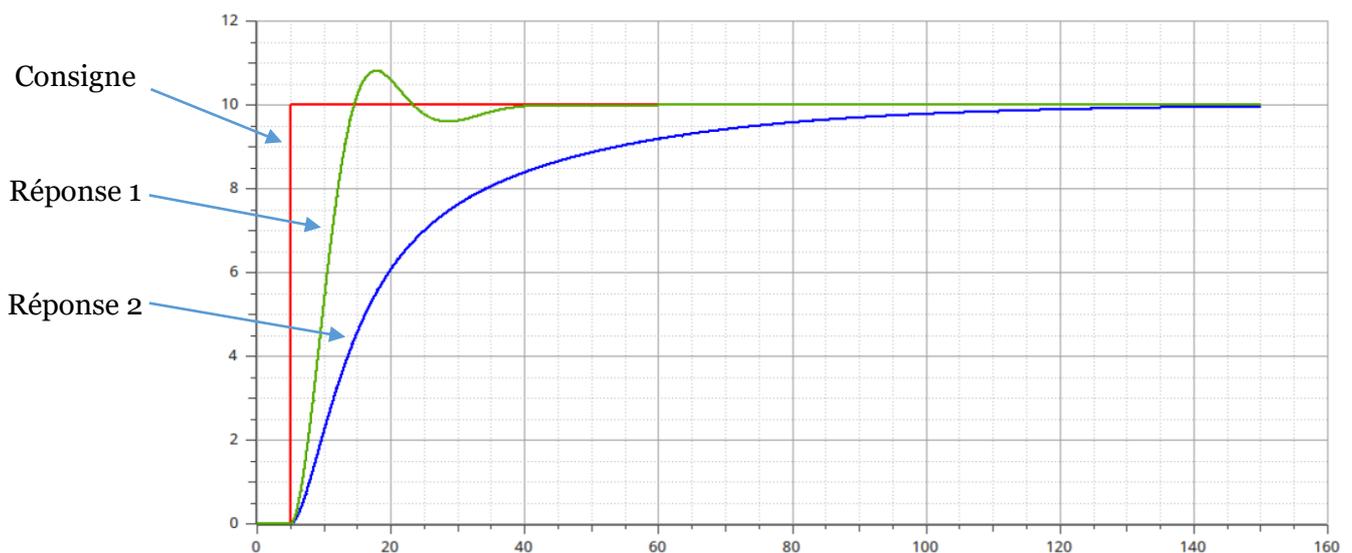


7/ La stabilité : Pour une consigne constante la sortie doit tendre vers une réponse stable.

On distingue 3 types de réponses : stable, oscillante, instable.



8/ Les dépassements : Selon les procédés à régler ou asservir il n'est pas possible de tolérer des dépassements telle que la réponse 1.



Exemple : l'asservissement de position d'une fraise d'usinage de machine outil ne doit jamais subir de dépassement au risque d'enlever de la matière sur la pièce à usiner (on rappelle que les fraises à « rajouter » de la matière n'existent pas) !



9/ La régulation : La régulation que l'on a décrit dans la boucle fermée permet de corriger les paramètres que l'on vient de citer (stabilité, rapidité...).

La régulation comporte des correcteurs qui ont pour but de corriger l'erreur détectée. Ces correcteurs sont désignés par les symboles suivants :

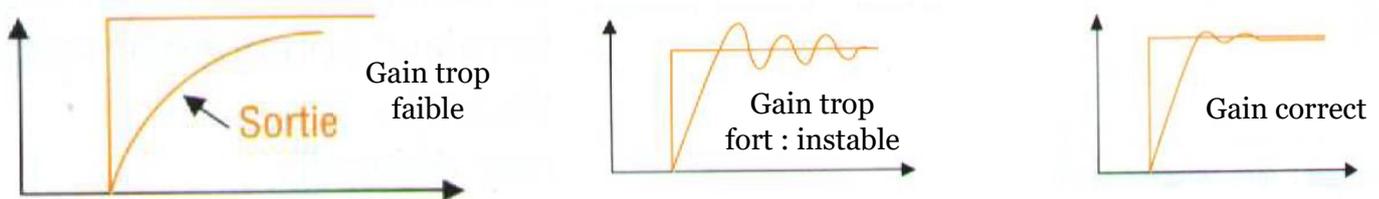
- P : **action proportionnelle**
- I : **action intégrale**
- D : **action dérivée**

Attention : Ces corrections **PID** ont un dosage de très délicat : une modification de faible amplitude peut avoir sur le système des conséquences très importantes.



A quoi servent les correcteurs :

Correcteur P : Permet d'accélérer le **temps de réponse** de la mesure. Une augmentation du gain, accélère la réponse, diminue l'écart résiduel, mais rend la mesure de + en + oscillatoire.

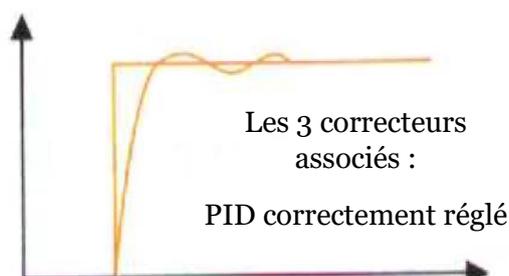


Le correcteur P est utilisé lorsque on désire régler un paramètre dont la précision n'est pas importante, exemple : régler le niveau dans un bac de stockage.

Correcteur I : Le rôle de l'action intégrale est d'annuler l'écart entre la mesure et la consigne. L'action intégrale est utilisée lorsque on désire avoir en régime permanent avec une **précision** parfaite.

Le correcteur I est utilisé pour le réglage des variables bruitées telles que la pression.

Correcteur D : Le rôle de l'action dérivée est compenser les effets du temps mort, à l'arrivée de la consigne. **Stabilité**.



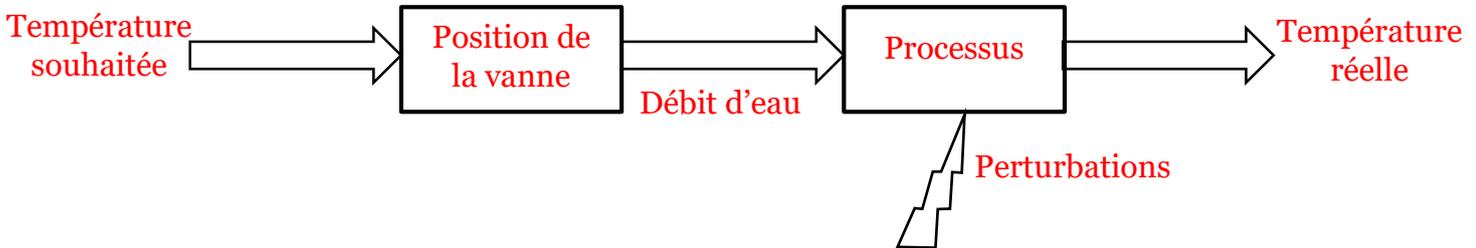


La consigne : C'est la valeur de la grandeur physique, fixée par la partie commande.

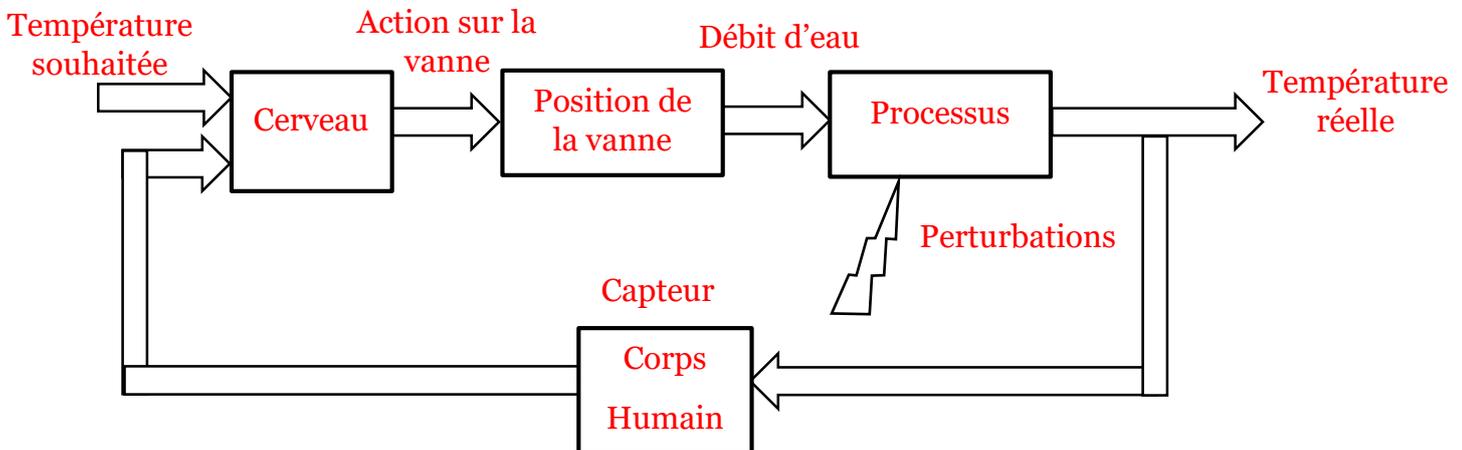
L'écart : différence entre la consigne et la mesure. **Réguler** : La consigne est constante.

Asservissement : La consigne est variable dans le temps.

Système en boucle ouverte : Un système est dit à boucle ouverte quand il n'y a pas de retour d'information du système pour compenser les erreurs.



Système en boucle fermée : Un système est dit à boucle fermée quand il y a un contrôle de la réponse du système par un capteur.



Un système asservi est caractérisé par : Sa précision, sa rapidité, sa stabilité.

La précision : C'est la capacité du système à se rapprocher le plus possible de la valeur de consigne.

La rapidité : C'est la capacité du système à atteindre dans les meilleurs délais son régime stable.

La stabilité : Pour une consigne constante la sortie doit tendre vers une réponse stable.

On distingue 3 types de réponses : **stable, oscillante, instable.**

Les dépassements : Selon les procédés à réguler ou asservir il n'est pas possible de tolérer des dépassements.

La régulation : La régulation que l'on a décrit dans la boucle fermée permet de corriger la précision, la rapidité et la stabilité.

La régulation comporte des **correcteurs** qui ont pour but de corriger l'erreur détectée. Ces correcteurs sont désignés par les symboles suivants : **P** : action proportionnelle, **I** : action intégrale, **D** : action dérivée. **(PID)**

Correcteur P : Permet **d'accélérer le temps de réponse** de la mesure. Correcteur I : Le rôle de l'action intégrale est d'annuler l'écart entre la mesure et la consigne (**précision**).

Correcteur D : Le rôle de l'action dérivée d'améliorer la **stabilité**.