

1 Asservissement et régulation

1.1 Asservissement

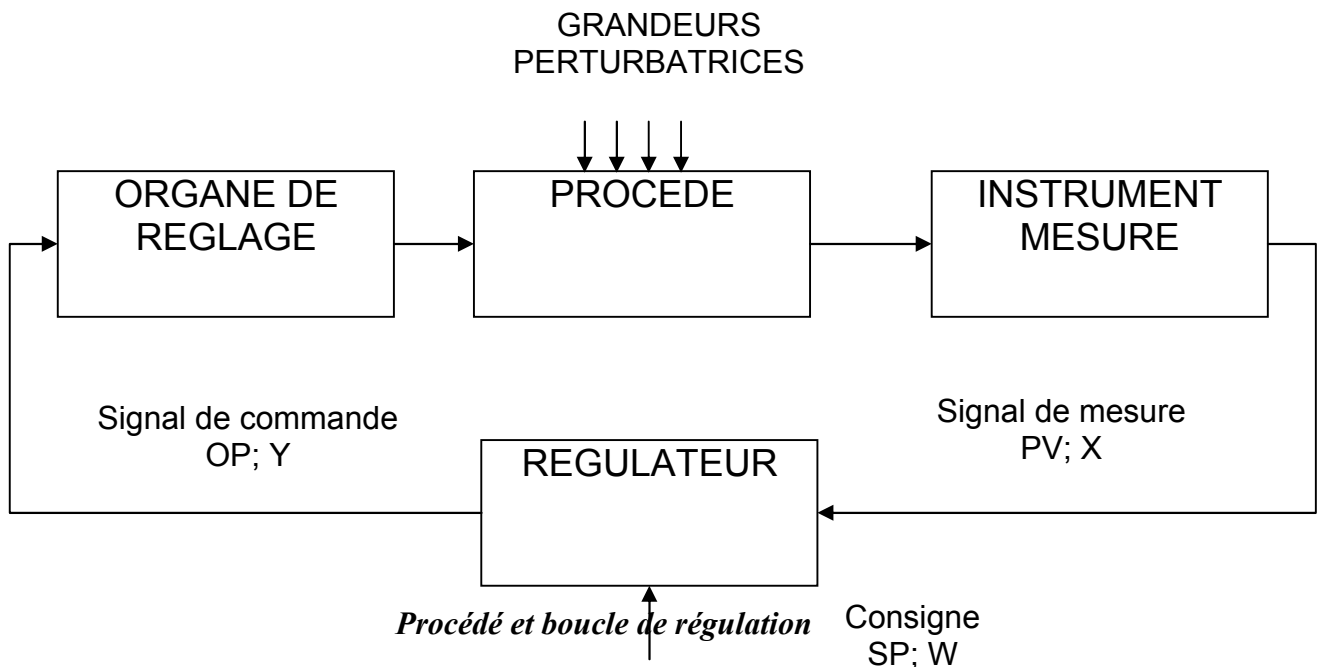
Un **système asservi** est un système dit suiveur, c'est la consigne qui varie : exemple ; une machine outil qui doit usiner une pièce selon un profil donné, un missile qui poursuit une cible.

1.2 Régulation

Dans ce cas, la consigne est fixée et le système doit compenser l'effet des perturbations, à titre d'exemple, le réglage de la température dans un four, de la pression dans un réacteur, le niveau d'eau dans un réservoir.

2. Critères de performance d'une régulation

La figure suivante illustre un procédé régulé par une boucle fermée. Dans ce cas l'association procédé et instruments constitue un système asservi, de ce fait la réponse à un échelon de consigne est généralement du type apériodique.



Pour un système de régulation, les spécifications restent souvent vagues en raison surtout de la grande diversité de problèmes de régulation. Les critères qualitatifs à imposer dépendent d'abord de la nature du processus à régler. A titre d'exemple, on ne peut imposer aveuglément un processus transitoire rapide ou un taux d'amortissement de 0,75 pour n'importe quel système. En effet l'asservissement d'un ascenseur (qui nécessite un confort pour les passagers) ne tolère pas par exemple

d'accélération. Les dépassements de la pression régulée dans un réacteur nucléaire ne doivent pas atteindre les seuils limites de tarage des soupapes de sécurité etc...

Les performances d'une régulation peuvent se définir à partir de l'allure du signal de mesure suite à un échelon de consigne.

Notons toutefois que les critères de performances classiques peuvent se résumer comme suit :

● **Stabilité** : Cette condition est impérative mais avec un certain degré de stabilité (marge de sécurité). En général on impose une marge de gain de 2 à 2.5. L'utilisateur parle en termes de «pompage».

● **Précision** : L'exploitant demande à ce que le système possède une bonne précision en régime permanent d'où une nécessité de mettre un régulateur PI ou d'afficher un gain important dans le cas d'un régulateur P.

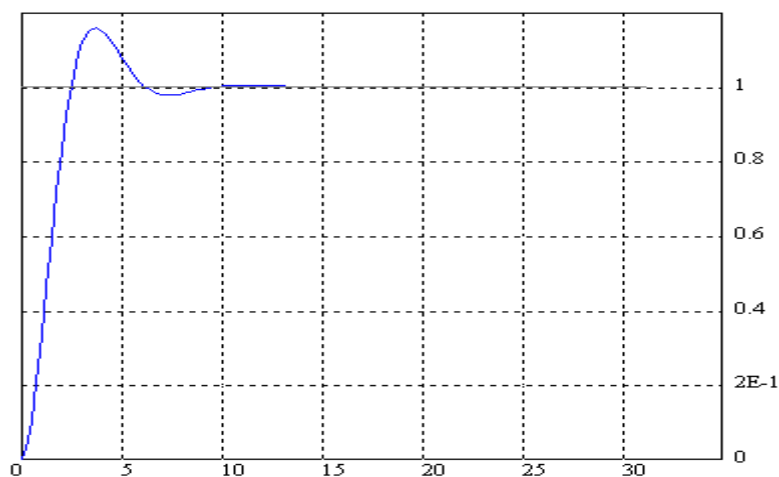
● **Rapidité** : On demande en pratique que le système soit capable rapidement de compenser les perturbations et de bien suivre la consigne.

● **Dépassement** : En général on recommande un système de régulation dont le régime transitoire soit bien amorti et dont le dépassement ne dépasse pas 5 à 10% la valeur nominale.

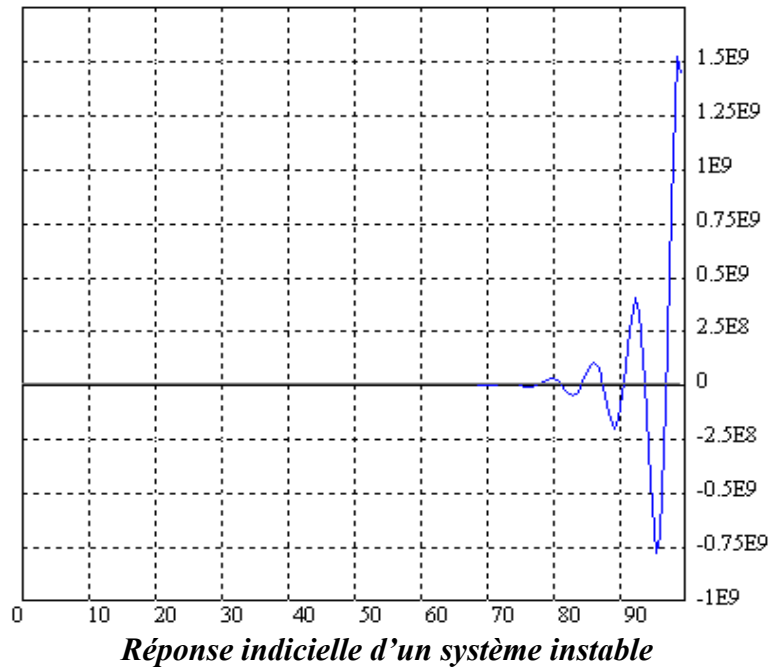
2.1 Stabilité

Le système constitué du procédé et de la boucle de régulation est dit **stable**, si soumis à une variation de consigne, la mesure retrouve un état stable, dans le cas contraire le système est dit instable.

Pour un système stable, le temps écoulé pour retrouver la stabilité constitue le régime transitoire.



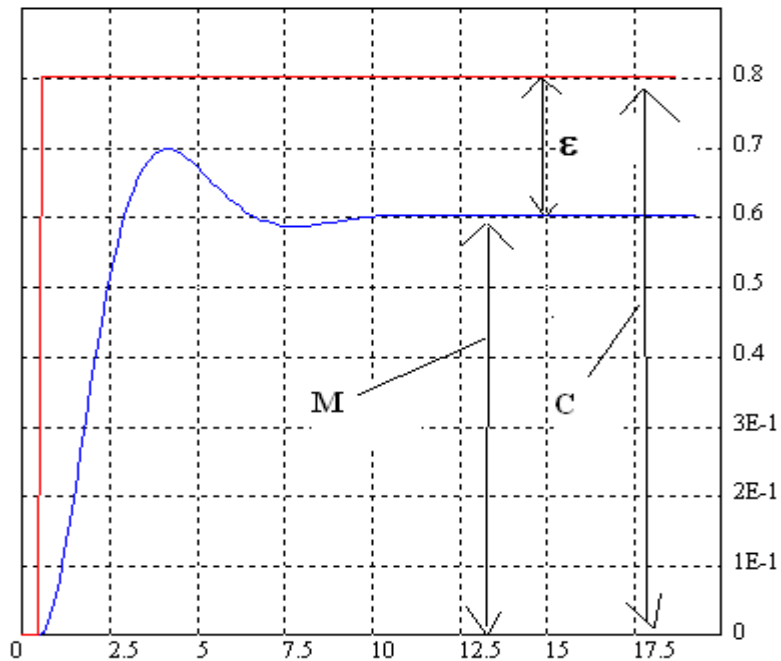
Réponse indicielle d'un système stable



2.2 Paramètres de la réponse d'un système stable

2.2.1 Précision

Elle est définie à partir de l'erreur statique ϵ en régime stable comme le montre la figure suivante :

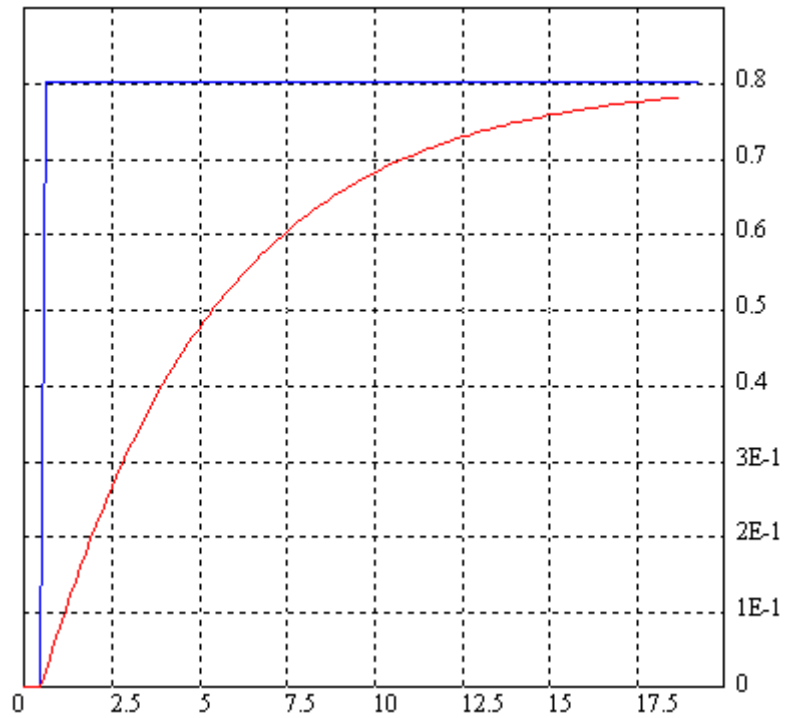


$$\text{Erreur de précision (\%)} = (\epsilon/C) \cdot 100$$

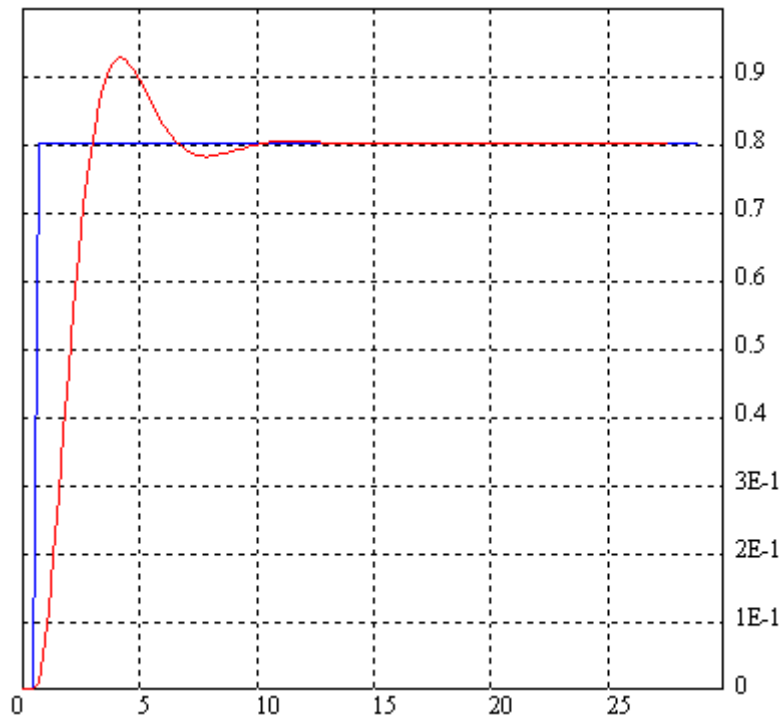
Exemple : pour $C = 10 \%$ et $\epsilon = 2 \%$ \Rightarrow erreur de précision est : $(2/10) \cdot 100 = 20 \%$

2.2.2 Amortissement

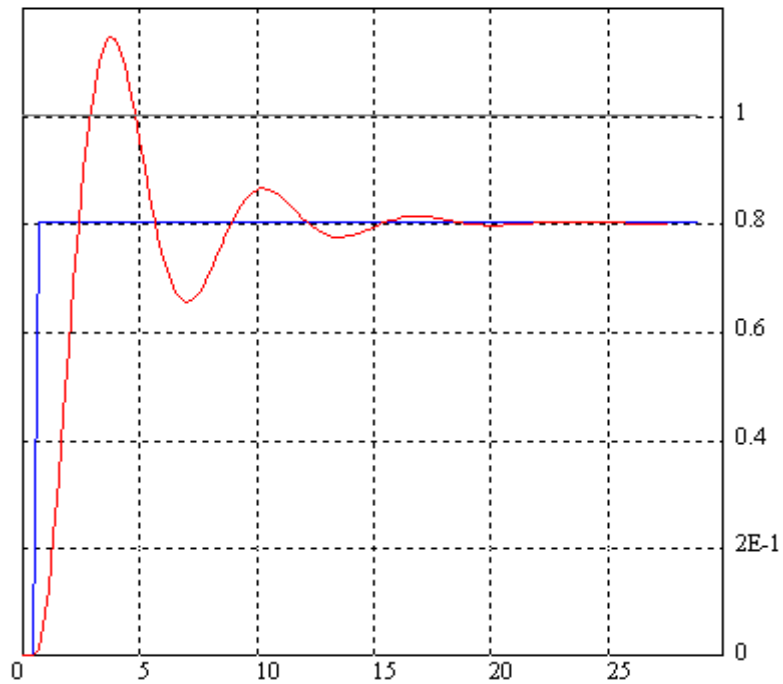
Il est défini par l'allure de la réponse. Les différents types de réponses sont représentés par les figures suivantes :



Systeme très amorti



Systeme bien amorti



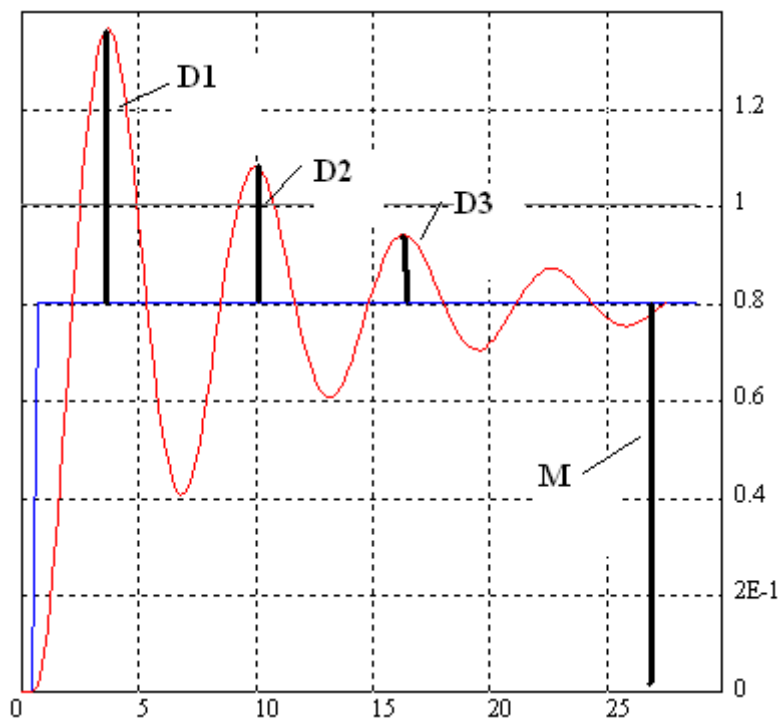
Système peu amorti

L'amortissement s'exprime généralement de deux façons :

Amortissement par période = $D2 / D1$

Dépassement (%) = $D1.100 / \Delta M$

D1, D2 et ΔM sont exprimés par les mêmes unités (mm, %, unité physique)



Exemple : Pour $D1 = (1.36-0.8) = 0.56 \text{ V}$

$$D2 = (1.09 - 0.8) = 0.29 \text{ V}$$

$$\Delta M = 0.8 \text{ V}$$

L'amortissement par période est : $0.29/0.56 = 0.518$

Le dépassement est : $(0.56/0.8).100 = 70 \%$

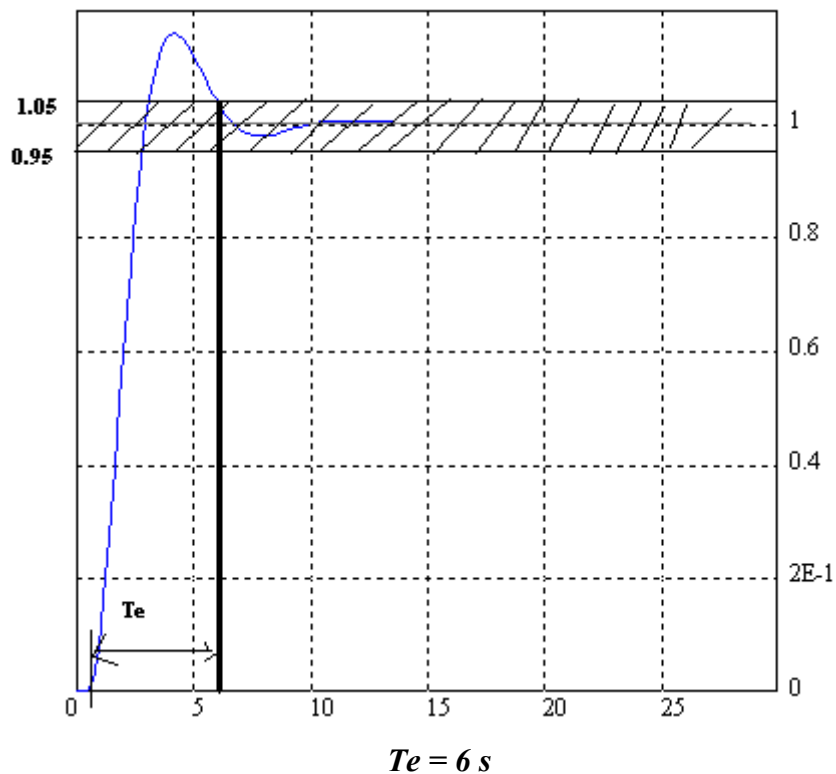
2.2.3 Rapidité

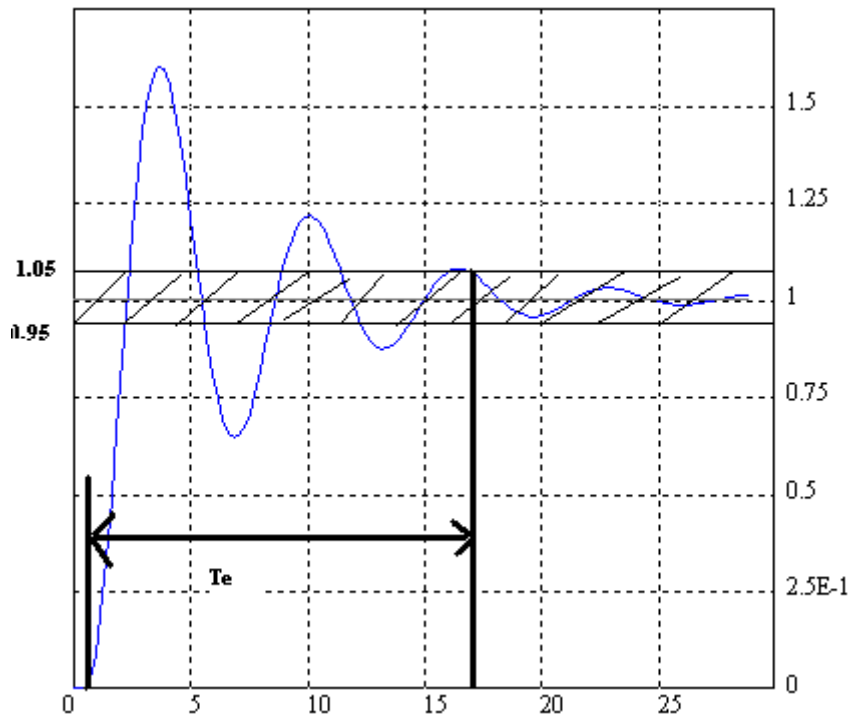
Elle traduit pratiquement la durée transitoire. Plus précisément, elle s'exprime par le temps de réponse T_e ou temps d'établissement, qui est le temps mis par la mesure pour atteindre sa valeur définitive à $\pm 5 \%$ de sa variation tout en se maintenant dans cette zone des $\pm 5 \%$.

Rapidité = temps de réponse T_e

Les figures suivantes représentent des réponses oscillatoires amorties.

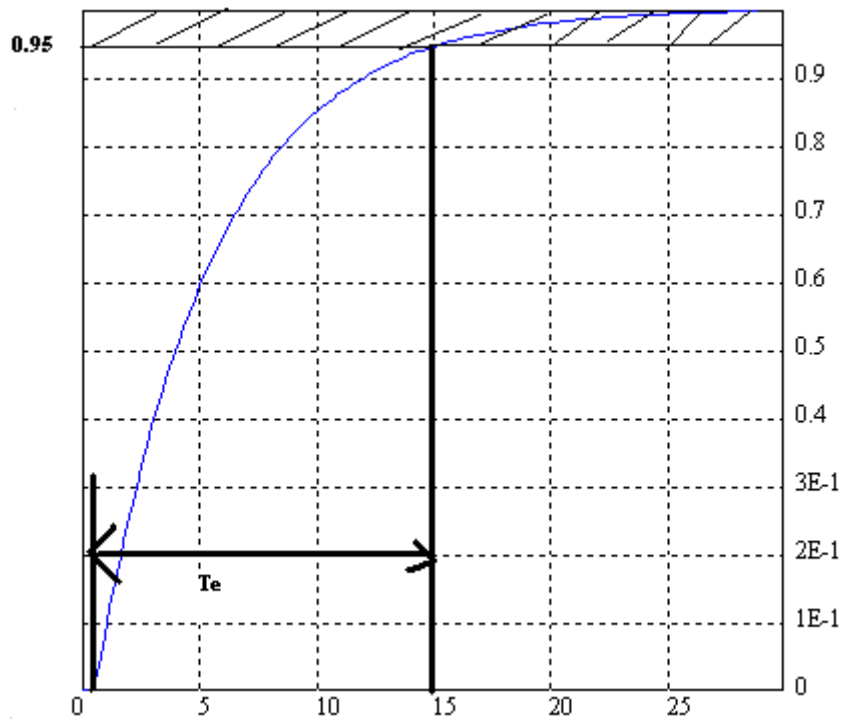
T_e : correspond au temps mis pour atteindre **95 %** ou **105%** de la valeur finale de ΔM .





$T_e = 16.5 \text{ s}$

La figure suivante illustre le cas d'une réponse apériodique, T_e correspond au temps mis pour atteindre les 95 % de ΔM .



$T_e = 14.5 \text{ s}$

2.3 Critères de performance d'une régulation :

Précision, amortissement, rapidité, permettent d'exprimer les performances d'une régulation.

En règle générale, on cherche à obtenir un temps de réponse T_e et un amortissement par période faibles.

On peut retenir le chiffre de **15%** comme valeur moyenne acceptable de dépassement.

Insistons sur le fait que si la mise au point de la régulation est effectuée à partir d'une réponse due à des changements de consigne, c'est généralement à des variations de grandeurs perturbatrices que la régulation est soumise. La théorie montre que si la stabilité qui est la condition indispensable, est assurée dans le premier cas, elle le sera dans le second, mais l'allure du transitoire sera différente.