

Critères de performance d'une régulation

3.1 Stabilité.....	67
3.2 Paramètres de la réponse d'un système stable.....	68
3.3 Critères de performance d'une régulation.....	71

NOTATIONS UTILISÉES DANS LE CHAPITRE 3

C : Consigne.
e : Erreur statique.
D : Dépassement.
M : Mesure.
t : Variable temps.
 t_0 : Temps de réponse ou d'établissement.
 ΔC : Variation de consigne.
 ΔM : Variation de mesure.

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

La figure 3.1 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 périodique.

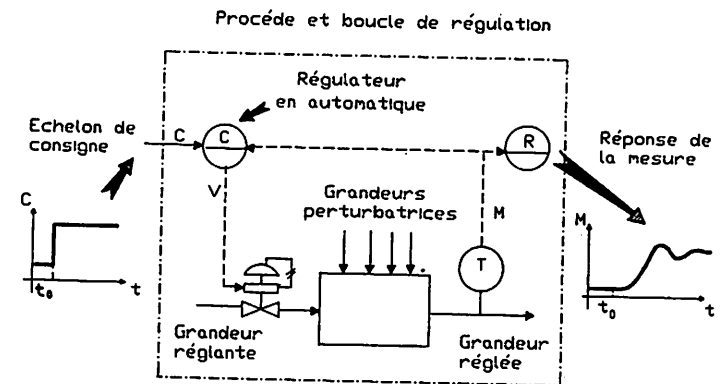


Fig. 3.1 : Procédé et boucle de régulation.

3.1 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 (fig. 3.2), dans le cas contraire (fig. 3.3) le système est dit instable. Pour un système stable, le temps écoulé pour retrouver la stabilité constitue le régime transitoire.

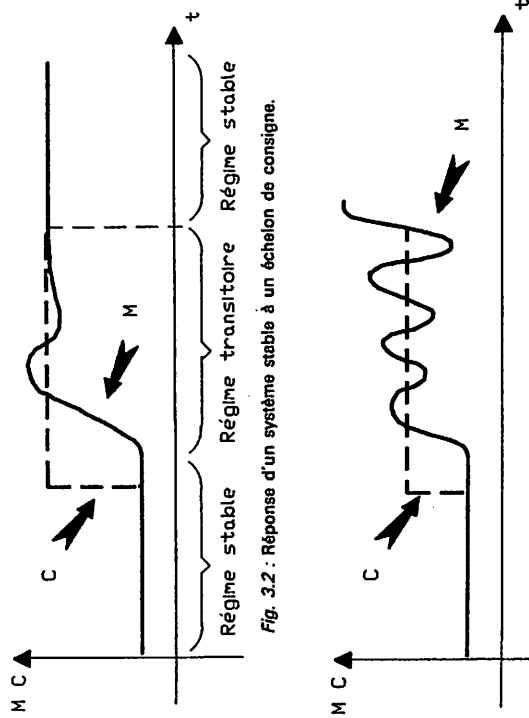


Fig. 3.2 : Réponse d'un système stable à un échelon de consigne.

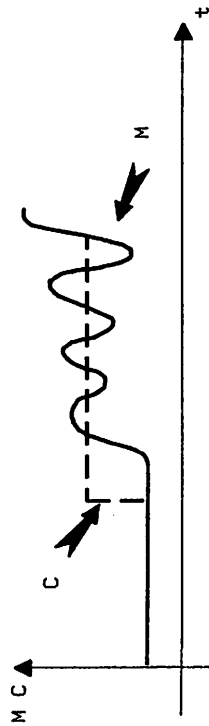


Fig. 3.3 : Réponse d'un système instable à un échelon de consigne.

3.2 PARAMÈTRES DE LA RÉPONSE D'UN SYSTÈME STABLE

3.21 PRÉCISION

Elle est définie à partir de l'erreur statique e et en régime stable, comme le montre la figure 3.4.

$$\text{Erreur de précision (\%)} = \frac{e}{\Delta C} \cdot 100$$

e et ΔC sont mesurées dans les mêmes unités (mm, % ou unité physique).

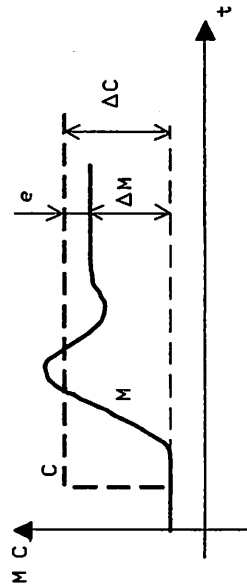


Fig. 3.4.

Exemple : Pour $\Delta C = 10\%$
et $e = 2\%$

l'erreur de précision est : $\frac{2}{10} \cdot 100 = 20\%$

3.22 AMORTISSEMENT

Il est défini par l'allure de la réponse. Les différents types de réponses sont représentés figure 3.5.

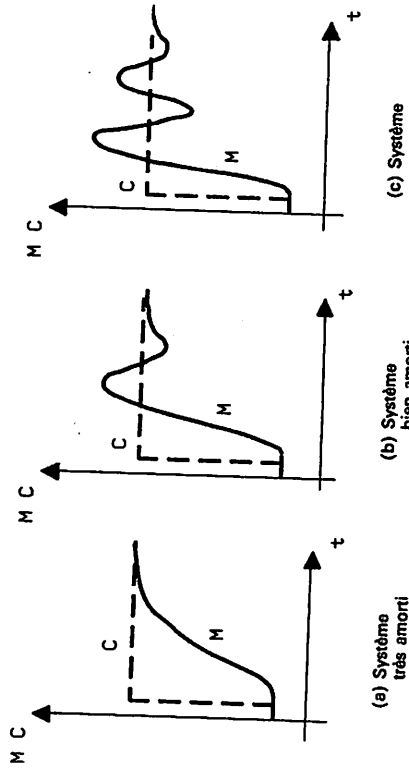


Fig. 3.5 : (a) Réponse apériodique. (b et c) Réponses périodiques.

Dans le cas de la figure 3.6, l'amortissement s'exprime généralement de deux façons.

$$\text{Amortissement par période} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$\text{Dépassement (\%)} = \frac{D_1 \cdot 100}{\Delta M}$$

D_1 et D_2 , ΔM sont exprimés par les mêmes unités (mm, %, unité physique).

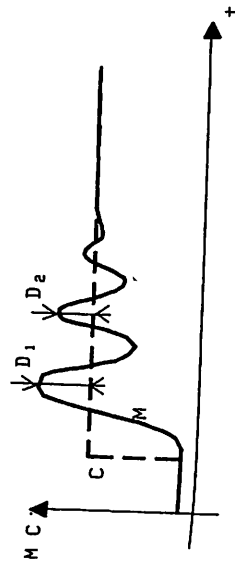


Fig. 3.6.

Exemple : Pour $D_1 = 5^\circ \text{C}$ (degré Celsius)
 $D_2 = 2^\circ \text{C}$
 $\Delta M = 10^\circ \text{C}$

L'amortissement par période est : $\frac{2}{5} = 0,4$

Le dépassement est : $\frac{5}{10} \cdot 100 = 50 \%$

3.23 RAPIDITÉ

Elle traduit pratiquement la durée du 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 3.7 (a) et 3.7 (b) représentent des réponses oscillatoires amorties, t_e correspond au temps mis pour atteindre 95 % ou 105 % de la valeur finale de ΔM .

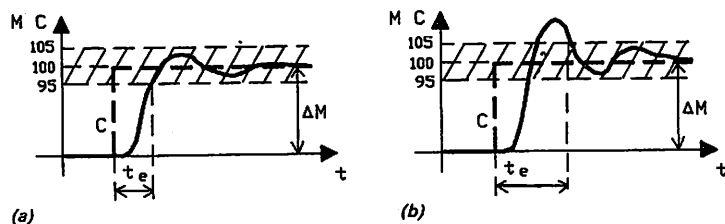


Fig. 3.7.

La figure 3.8 illustre le cas d'une réponse apériodique, t_e correspond au temps mis pour atteindre les 95 % de ΔM .

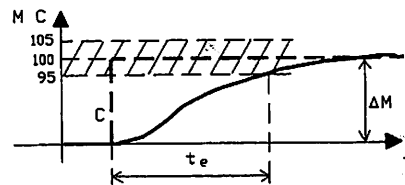


Fig. 3.8.

Exemple : Sur la courbe fig. 3.9 on relève :

Mesure initiale = 26 %
 Mesure finale = 36 %
 d'où $\Delta M = 10 \%$
 5 % de $\Delta M = 5 \%.10 = 0,5 \%$

La zone à l'intérieur de laquelle on considère la mesure comme établie, est délimitée par deux traits situés à :

$$36 + 0,5 = 36,5 \%$$

et à :

$$36 - 0,5 = 35,5 \%$$

On relève $t_e = 1,25 \text{ mn}$

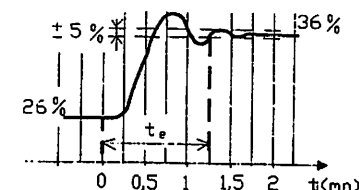


Fig. 3.9.

3.3 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.