

Volume 3

Michel G. Bérard

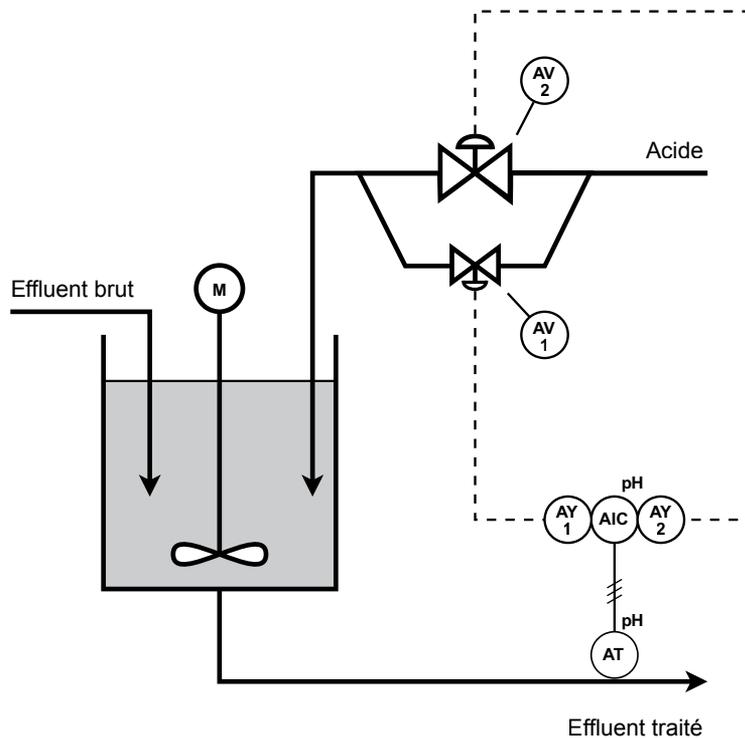
# STRATÉGIES USUELLES DE RÉGULATION DES PROCÉDÉS CONTINUS

LES  
ÉDITIONS  
REYNALD  
GOULET  
INC.

*Lavoisier*  
TEC & DOC

# 6

## Contrôle fin et grossier (*coarse and fine control*)



## 6.1 Définition

Un contrôle fin et grossier utilise deux éléments finaux, un « petit » et un « gros », raccordés de façon à produire un effet cumulatif sur la variable manipulée. Le gros élément final peut produire de grands changements de la variable manipulée, mais sa précision n'est pas suffisante pour atteindre les critères de performance du procédé. Le petit élément final est utilisé pour peaufiner la valeur de la variable manipulée avec la précision voulue.

Cet agencement permet donc de réduire la valeur minimale contrôlable de la variable manipulée lorsque le gros élément final ne peut plus la contrôler avec précision pour les faibles valeurs. Le débit minimal contrôlable d'une vanne est le débit minimal qu'elle peut contrôler avec précision. L'imprécision de la fabrication mécanique d'une vanne fait en sorte que pour les faibles ouvertures de la vanne, on perd la précision de la commande. En deçà de la valeur minimale contrôlable, une même valeur de signal de commande peut produire des débits différents.

Le contrôle fin et grossier (*coarse/fine control*) est quelques fois appelé contrôle « majeure / mineure ».

Le contrôle de débit à deux vis sans fin de la figure 6.1 est un contrôle fin et grossier. Un moteur entraîne chacune des vis.

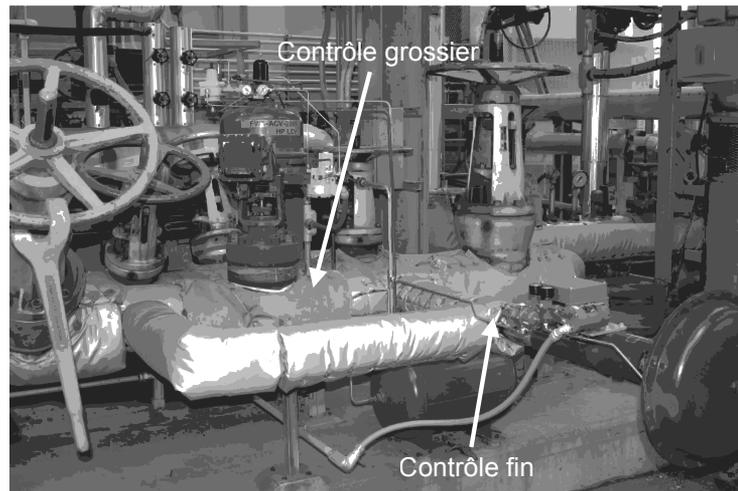


**Figure 6.1** Contrôle fin et grossier à deux vis sans fin

Le débit de la grosse visse est peu précis à cause du grand volume de matériaux entre les pas de l'hélice.

La petite vis détermine la précision du système. Son pas est plus court et son filet moins profond ce qui permet d'obtenir un petit débit et plus de précision.

Le remplissage d'une chaudière montré à la figure 6.2 est quelquefois réalisé au moyen d'un contrôle fin et grossier à deux vannes.



**Figure 6.2** Contrôle fin et grossier à deux vannes

L'alimentation en pâte d'une machine à papier est un autre exemple pour lequel un contrôle fin et grossier est souvent utilisé.

Il peut arriver que les deux éléments finaux aient tendance à interagir. Il faut alors séparer leurs temps de réponse afin d'éviter l'oscillation du système. Il arrive que les temps de réponse naturels des deux éléments finaux soient tels qu'on n'a pas besoin de les séparer davantage. Dans le cas où les éléments finaux n'auraient pas naturellement une séparation suffisante de leurs temps de réponse, il est préférable de ralentir raisonnablement l'élément final le plus lent au moyen d'une boucle en cascade plutôt que d'accélérer l'élément final le plus rapide et risquer de rendre tout le système instable. La méthode Lambda est utilisée pour séparer les temps de réponse.

## 6.2 Rangeabilité et turndown

Les deux termes anglais *rangeability* et *turndown* sont couramment utilisés pour décrire les limites du débit minimal mesurable dans le cas d'un instrument de mesure ou le débit minimal contrôlable pour un élément final. Dans ce chapitre, nous utilisons le terme débit minimal contrôlable puisque nous nous intéressons exclusivement aux éléments finaux. Le terme *rangeability* est la plupart du temps traduit en français par «rangeabilité». Quant au terme *turndown*, aucune traduction française ne semble faire l'unanimité. Les néologismes «rangeabilité» et «turndown» seront donc utilisés dans le texte qui suit par souci de précision et de clarté. Par ailleurs, rangeabilité et turndown sont deux concepts souvent confondus qu'il faut distinguer.

## Rangeabilité

La rangeabilité «*R*» est le rapport entre le débit maximal qu'un procédé peut faire passer dans un élément final et le débit minimal contrôlable de l'élément final.

$$R = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{contrôlable}}} \quad (6.1)$$

$Q_{\max}$ : Débit maximal que le procédé peut faire passer dans l'élément final. (Ce n'est pas le débit nominal de l'élément final.)

$Q_{\text{contrôlable}}$ : Débit minimal pour lequel l'élément final est encore précis.  
Un débit moindre que le débit minimal contrôlable peut prendre des valeurs différentes pour le même signal de commande.

## Turndown

Le turndown «*T*» d'un élément final est le rapport entre son débit nominal et son débit minimal contrôlable.

$$T = \frac{Q_{\text{nominal}}}{Q_{\text{contrôlable}}} \quad (6.2)$$

$Q_{\text{nominal}}$ : Débit maximal admissible annoncé par le fabricant de l'élément final. (Ce n'est pas nécessairement le débit maximal que fait circuler le procédé dans l'instrument.)

### Exemple:

La vanne de contrôle de la figure 6.3 a un débit nominal de 2000 l/min. Le procédé sur lequel elle est installée fait passer dans la vanne un débit d'au plus 1 800 l/min. Si le débit descend sous 60 l/min, la vanne n'est plus contrôlable avec précision à cause de sa construction.

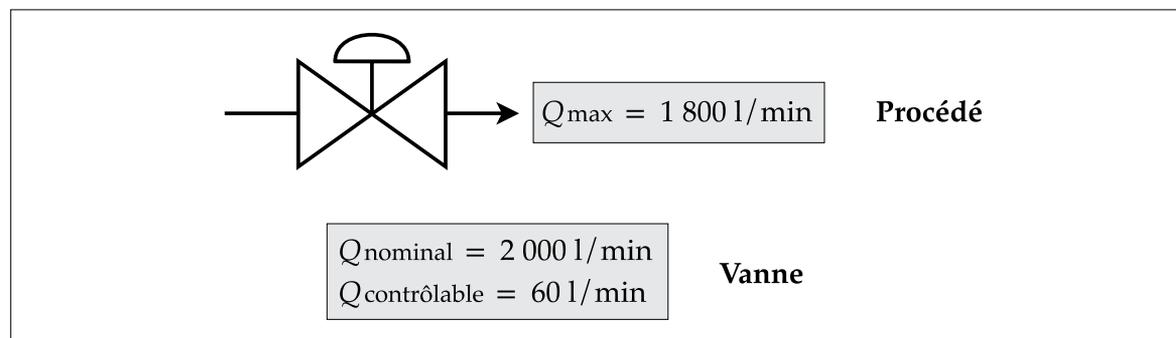


Figure 6.3 Rangeabilité et turndown

$$R = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{contrôlable}}} = \frac{1\,800 \text{ l/min}}{60 \text{ l/min}} = 30 \quad (6.3)$$

La rangeabilité est exprimée de façon standard sous la forme d'un rapport 30 : 1 (c'est-à-dire 30 à 1). Le rapport est toujours fait par rapport à 1 et il est indiqué par les deux points standards.

$$T = \frac{Q_{\text{nominal}}}{Q_{\text{contrôlable}}} = \frac{2\,000 \text{ l/min}}{60 \text{ l/min}} = 33,3 \quad (6.4)$$

Le turndown est donc de 33,3:1

### Valeurs typiques de turndown pour les vannes

Des vannes avec un turndown élevé sont très coûteuses à fabriquer. La principale raison est la tolérance de l'ajustage mécanique entre le disque et le siège de la vanne. Pour des raisons économiques, on privilégie la stratégie de contrôle fin et grossier pour augmenter le turndown et la rangeabilité d'un ensemble de vannes avec un contrôle fin et grossier à moins que pour des raisons d'installation on ne puisse utiliser qu'une seule vanne. Les valeurs suivantes sont typiques pour des vannes.

T = 500 : 1	extrême précision ;
T = 100 : 1	très bonne précision ;
T = 30 : 1	précision normale.

## 6.3 Types de contrôle fin et grossier

Le contrôle fin et grossier se divise en trois types :

- Contrôle fin et grossier à plage partagée ;
- Contrôle fin et grossier à plage flottante ;
- Contrôle fin et grossier à plage flottante avec recherche du centre.

## 6.4 Contrôle fin et grossier à plage partagée

Le principe d'un contrôle fin et grossier à plage partagée consiste à partager la plage de CO du régulateur FIC entre les deux vannes FV-1 et FV-2 tel qu'illustré à la figure 6.4. Le contrôle à plage partagée est repris et présenté en détail au chapitre 7.

On suppose que chacune des deux vannes est munie d'un positionneur. La position des vannes est donc directement proportionnelle au signal de commande reçu par les vannes. Les fonctions FY-1 et FY-2 servent à convertir le CO du FIC et à le partager en deux signaux de commande pour les vannes FV-1 et FV-2. Les fonctions de conversion  $f1()$  et  $f2()$  sont traitées au chapitre 7.

Pour un CO variant entre 0 % et  $x$ , la commande vers la vanne FV-1 passe graduellement de 0 % (vanne fermée) à 100 % (vanne ouverte) et FV-2 reçoit une commande de 0 % (vanne fermée).

Pour un CO variant de  $x$  à 100 %, la commande vers la vanne FV-2 passe graduellement de 0 % (vanne fermée) à 100 % (vanne ouverte) et FV-1 reçoit une commande de 100 % (vanne ouverte).

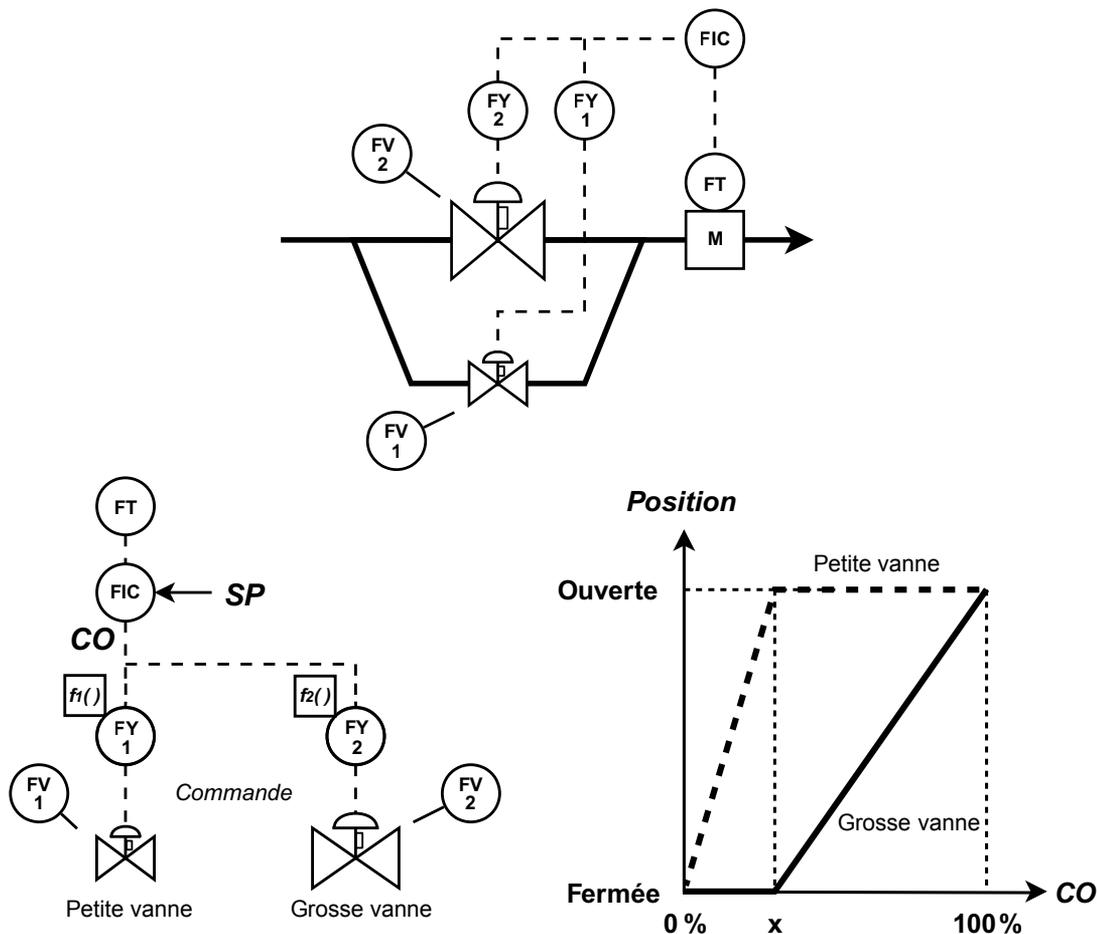


Figure 6.4 Contrôle fin et grossier à plage partagée

Le point  $x$  détermine le partage de plage du CO.

Pour  $CO \geq x$ , c'est la grosse vanne qui contrôle le débit. La petite vanne est ouverte à 100 %.

Lorsque CO diminue et atteint la valeur  $x$ , la grosse vanne est à son débit minimal contrôlable. La petite vanne commence à fermer pour  $CO < x$ . La petite vanne a un débit minimal contrôlable beaucoup plus petit que celui de la grosse vanne, ce qui augmente la rangeabilité de l'ensemble des vannes.