

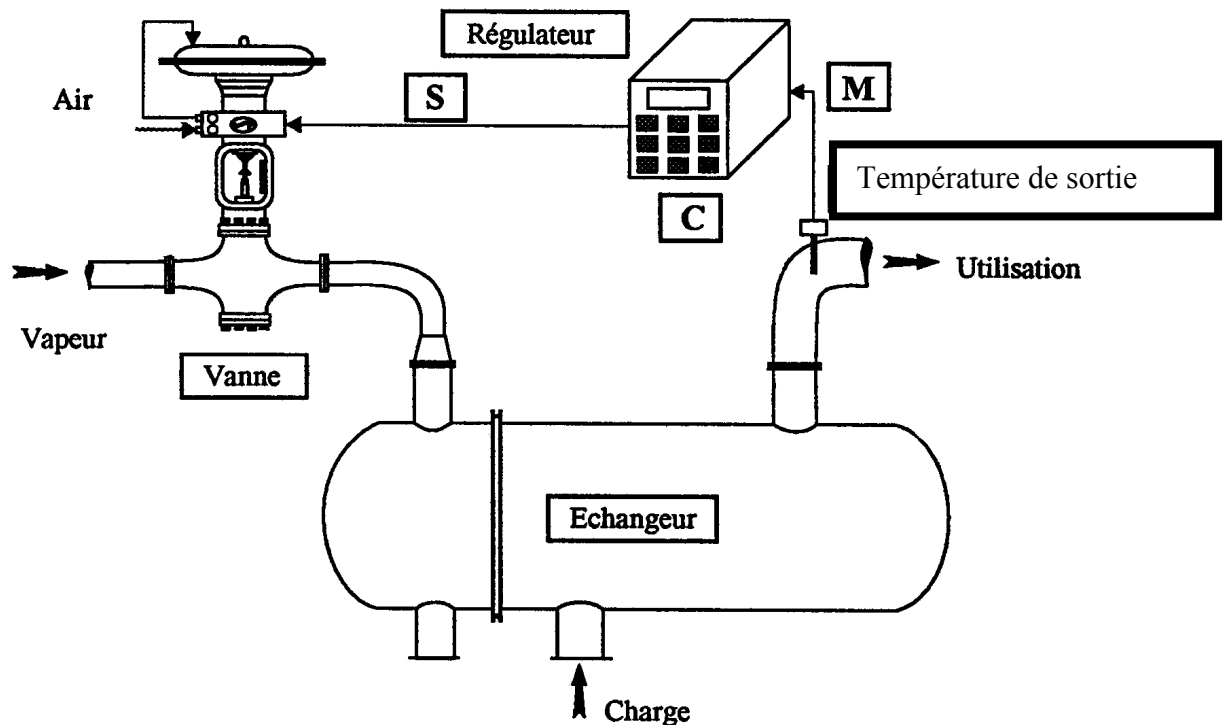
Représentation Symbolique de la Régulation

1 Généralités

La régulation des procédés industriels regroupe l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre pour maintenir une grandeur physique à **régler**, égale à une valeur désirée, appelé **consigne**.

Lorsque des perturbations ou des changements de consigne se produisent, la régulation provoque une action correctrice sur une grandeur physique du procédé appelée grandeur **réglante**.

Dans l'exemple de la figure suivante, la température d'un fluide est réglée en agissant sur le débit de vapeur de l'échangeur et ceci quelles que soient les perturbations : débit de charge, température d'entrée de la charge....



Régulation de température d'un échangeur thermique

Dans le cas de la figure précédente, le **capteur** de température, le **régulateur** et la **vanne**, représentent le matériel qui permet de réaliser la technique de régulation la plus courante qui est la boucle fermée.

Suivant les procédés et les objectifs à réaliser, il existe une grande variété de matériels et de techniques.

Parmi les matériels :

- Régulateurs monoblocs analogiques et numériques,
- Systèmes numériques de contrôle commande de procédé,
- Opérateurs de calcul arithmétiques et dynamiques
-

Parmi les techniques :

- Régulation en boucle fermée,
- Régulation discontinu,
- Régulation cascade,
- Régulation mixte ou feedforward,
- Régulation Split range
- Régulation de rapport,
- Régulation par modèle de référence,
- Régulation multivariable,
- Régulation adaptative,
- ...

Pour réguler un système physique, il faut :

Mesurer la grandeur réglée avec un capteur. **Réfléchir** sur l'attitude à suivre : c'est la fonction du régulateur. Le régulateur compare la grandeur réglée avec la consigne et élabore le signal de commande.

Agir sur la grandeur réglante par l'intermédiaire d'un organe de réglage.

On peut représenter une régulation de la manière suivante :

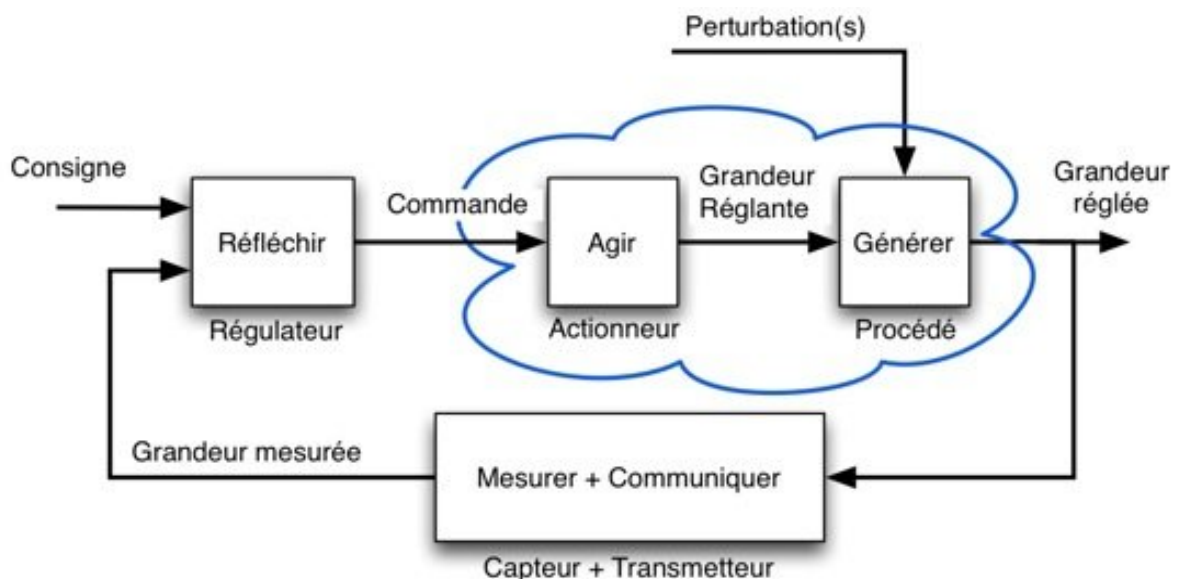



Schéma de principe de fonctionnement d'une régulation

2 Rôle des principaux constituants d'une boucle de régulation

2.1 Instrumentation Principale

NOM DE L'INSTRUMENT	FONCTION – ROLE
CAPTEUR 	Elément servant à l'acquisition d'une grandeur physique et à la convertir en un signal standard
REGULATEUR PNEUMATIQUE CORRECTEUR NUMERIQUE S.N.C.C. / A.P.I CALCULATEUR	Comparaison entre la grandeur réglée et la consigne (calcul de l'écart x). Traitement du signal x par un algorithme de régulation.
ORGANE DE REGLAGE : VANNE AUTOMATIQUE UNITE A THYRISTOR MOTEUR VENDELLES	Action de correction sur la grandeur réglante. Peuvent être commandés directement par des signaux standards d'instrumentation ou indirectement par l'intermédiaire d'un convertisseur.

2.21 Instruments Périphériques

- **Fonction de tendance** : Indicateur.
- **Fonction de mémorisation** : Enregistreur.
- **Fonction de calcul** : Sommation, multiplication, division, racine carrée intégrateur...
- **Fonction de sécurité** : Pressostat, alarme, relais à seuil...

3 Schémas de représentation

3.1 Schéma TI ou PCF

Un **schéma tuyauterie et instrumentation** (*Piping and instrumentation diagram* en anglais, P&ID) est un diagramme qui définit tous les éléments d'un procédé chimique. Il est le schéma le plus précis et le plus complet utilisé par les ingénieurs-chimistes pour la description d'un procédé.

Il se distingue du schéma de procédé par l'ajout des éléments de contrôle, les armatures, les détails sur l'isolation et la protection des installations et la position coordonnées des installations les unes par rapport aux autres.

Les installations ainsi que les vannes et les éléments de contrôle sont décrits par des symboles.

La norme **NF E 04-203** définit la représentation symbolique des régulations, mesures et automatisme des processus industriels. Les instruments utilisés sont représentés par des cercles entourant des lettres définissant la grandeur physique réglée et leur (s) fonction (s). La première lettre définit la grandeur physique réglée, les suivantes la fonction des instruments.

Lettres pour le schéma TI

Première lettre		Les suivantes	
Grandeur réglée	Lettre	Fonction	Lettre
Pression	P	Indicateur	I
Température	T	Transmetteur	T
Niveau	L	Enregistreur	R
Débit	F	Régulateur	C
Analyse	A	Capteur	E

Un exemple de schéma complet est fourni sur la figure suivante :

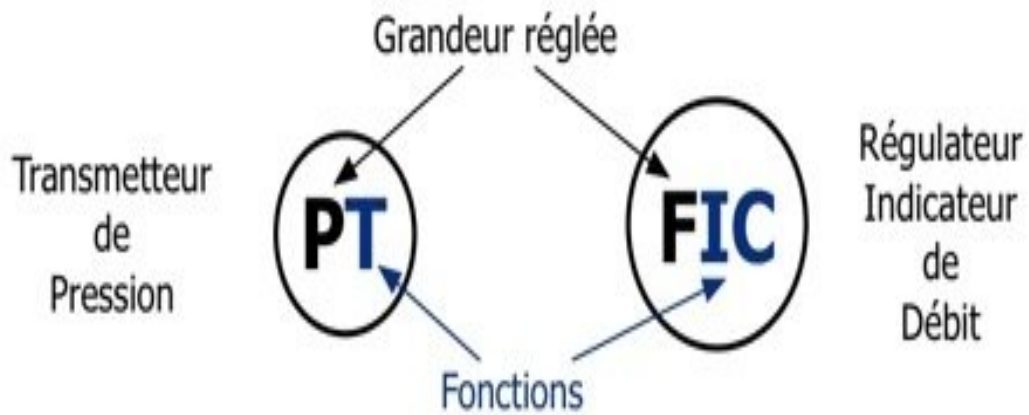
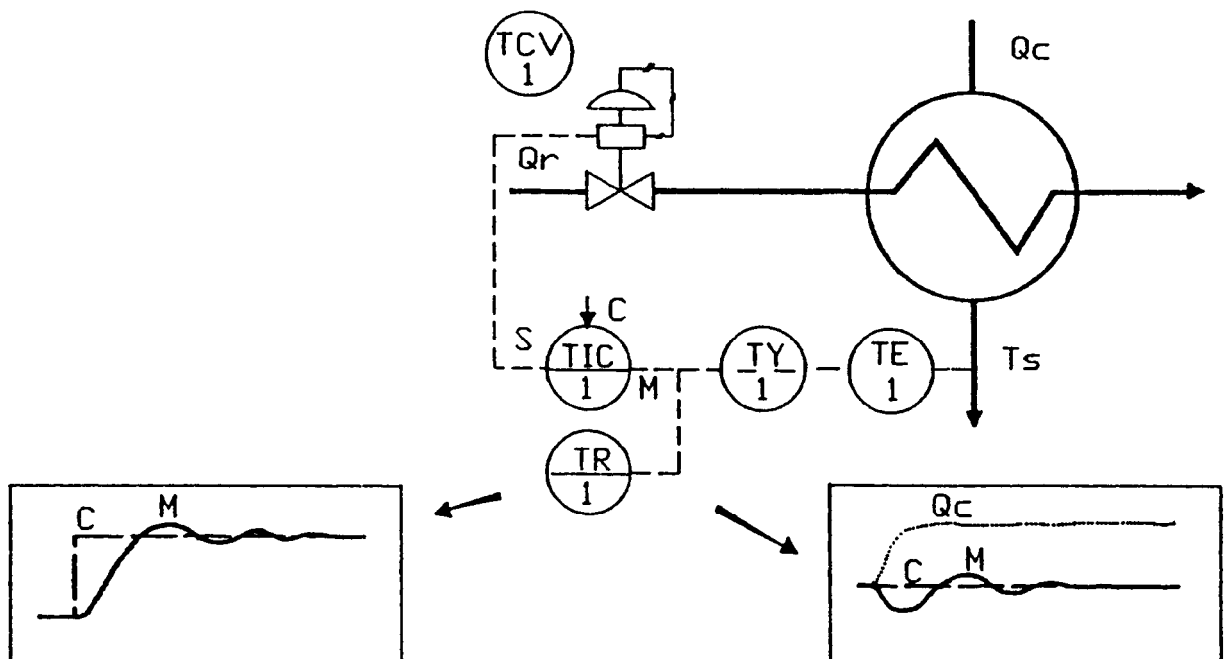


Schéma TI - Représentation de l'instrumentation

La figure suivante représente le schéma PCF d'un échangeur Thermique.



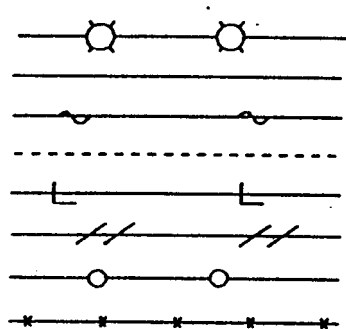
TE : capteur de température
 TY : relais de température
 TR : Enregistreur de température
 TIC : Régulateur indicateur de température.
 TCV : Vanne de Régulation de Température

Principaux schémas

{ **PID** : Piping and Instrument Diagram (ISA)
 TI : Tuyauteries et Instrumentation (AFNOR)

{ **FLOW SHEET**
 PCF: Plan de Circulation de Fluide

{ **LOOP DIAGRAMME**
 SCHEMA DE BOUCLE



SYMBOLISATION :

Quelques exemples

- Liaisons Fibre optique
- Liaison procédé instrument
- Liaison électromagnétique
- Liaison électrique inter instrument
- Liaison hydraulique
- Liaison pneumatique inter instrument
- Liaison numérique (bus-soft)
- Liaison capillaire (mesure de température)

INSTRUMENTS

Numériques Analogiques

Instrument monté localement

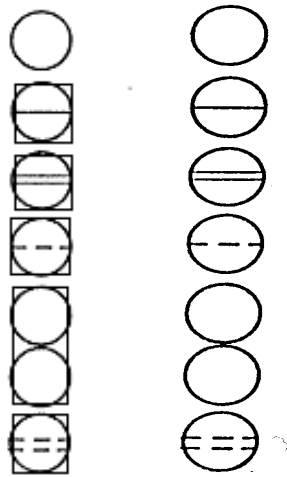
Instrument monté sur tableau principal

Instrument monté sur tableau secondaire (local)

Instrument monté à l'arrière du tableau principal

Instrument à fonction multiples ou fonctions différentes rassemblées dans un même récepteur.

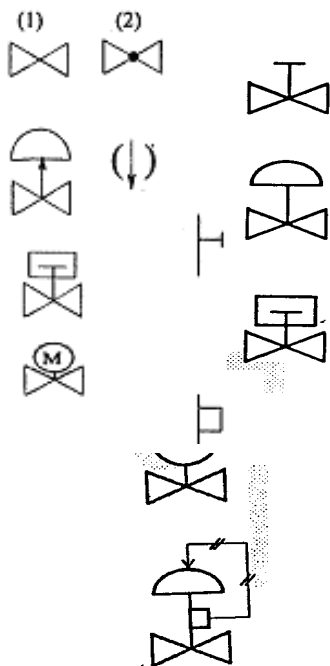
Instrument sur panneau local (non en façade)



Vanne à commande manuelle

Vanne automatique avec servomoteur pneumatique

Vanne automatique avec servomoteur à piston



Vanne automatique avec servomoteur électrique

Vanne automatique avec servomoteur à membrane et équipée de positionneur

Aux symboles graphiques sont associés des groupes de lettres et de chiffres qui vont permettre aux techniciens de définir immédiatement :

- 1) L'unité, la ligne, l'atelier, etc... dans lesquels les instruments sont installés.
- 2) Le numéro d'ordre des appareils dans la chaîne de mesure
- 3) La grandeur physique mesurée
- 4) La ou les fonctions des instruments

En règle générale nous trouverons :

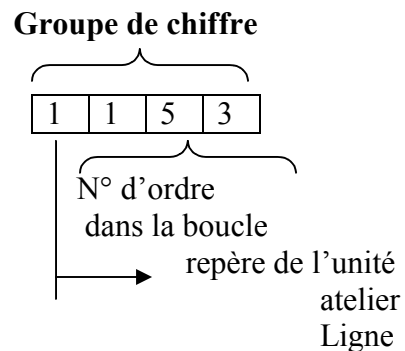
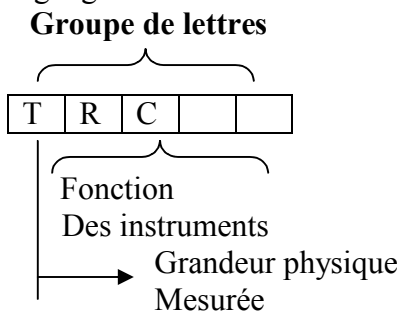


Tableau. Code servant à identifier les fonctions des instruments

	<i>GRANDEUR PHYSIQUE MESURE PREMIERE LETTRE</i>	<i>FONCTION DES INSTRUMENTS AUTRES LETTRES</i>
A	ANALYSE	ALARME
B	COMBUSTION	AU CHOIX DE L'UTILISATEUR
C	CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	REGULATION
D	MASSE VOLUMIQUE	DIFFERENCE
E	TENSION, FORCE ELECTROMOTRICE	ELEMENT PRIMAIRE
F	DEBIT	RAPPORT (FRACTION), FERME
G	LAISSE AU CHOIX DE L'USAGER	GLACE (SANS MESURE)
H	COMMANDE MANUELLE	H – HAUT. HH – TRES HAUT
I	INTENSITE D'UN COURANT ELECTRIQUE	INDICATION
J	PUISSANCE	SCRUTATION
K	TEMPS OU PROGRAMMATION	POSTE DE CONTROLE
L	NIVEAU	L – BAS. LL – TRES BAS, LAMPE TEMOIN
M	HUMIDITE	MOYEN INTERMEDIAIRE
N	VISCOSITE	LAISSE AU CHOIX DE L'USAGER
O	LAISSE AU CHOIX DE L'USAGER	OUVERT DIAPHRAGME (RESTRICTION)
P	PRESSION OU DEPRESSION (VIDE)	POINT D'ESSAI
Q	QUALITE, COMPTAGE	INTEGRE OU TOTALISE I NTEGRATION OU TOTALISATION
R	RAYONNEMENT	ENREGISTREMENT OU IMPRIMEUR
S	VITESSE OU FREQUENCE	COMMUNICATION, SECURITE
T	TEMPERATURE	TRANSMISSION
U	A VARIABLES MULTIPLES	MULTIFONCTION
V	GRANDEURS MECANIQUES (VIBRATIONS)	VANNE
W	MASSE OU FORCE	PROTECTION DOIGT DE GANT
X	LAISSE AU CHOIX DE L'USAGER	COORDONNEE
Y	EVENEMENT	RELAIS
Z	POSITION, LONGUEUR	ELEMENT DE REGULATION FINAL

Exemple de combinaisons de lettres

COMBINAISONS IMPOSSIBLES	Deuxième et troisième lettres – types de service										
	Indicateur										
	Enregistreur										
	Régulateur										
	Régulateur indicateur										
	Régulateur et enregistreur										
	Robinet de régulation										
	Glace uniquement pour observation sans mesure										
	Alarme										
	Totalisateur										
Mesure non raccordée											
Gaine											
Première lettre Type de mesure ou d'action	I	R	C	IC	RC	CV	G	A	Q	E	W
A Analyseur	AI	AR		AIC	ARC			AA			
B Flamme de brûleur	BI							BA			
C Conductivité	CI	C5		CIC	CRC			CA			
D Masse volumique	DI	DR	DC	DIC	DRC			DA			
E Tension	EI	ER						EA			
F Débit	FI	FR		FIC	FRC		FG	FA	FQ		
G Mesure dimensionnelle						HCV	GG				
H Commande manuelle			HC	HIC				III			
I Intensité	II	IR				KCV		IA	IQ		
K Temps	KI					LCV			KQ		
L Niveau	LI	LR	LC	LIC	LRC		LG	LA			
M Humidité	MI	MR	MC	MIC	MRC	PCV		MA			
P Pression	PI	PR	PC	PIC	PRC			PA			
Q Quantité	QI	QR						QA	QQ		
R Radioactivité	RI	RR				SCV			RQ		
S Vitesse	SI	SR	SC	SIC	SRC	TCV		SA		SE	
T Température	TI	TR	TC	TIC	TRC			TA			TW
V Viscosité	VI	VR		VIC	VRC		VG	VA			
W Poids	WI	WR		WIC	WRC			WA	WQ		