

8. Schéma de présentation des systèmes de régulation Industrielle

8.2. Schéma fonctionnel

Le schéma fonctionnel tente de représenter les relations entre les différentes grandeurs physiques des boucles de régulation. Il sera composé uniquement des éléments suivants :

- Des lignes de parcours d'une grandeur physique, ces lignes représentent le parcours d'une grandeur physique de la boucle de régulation :
- Des blocs qui représentent un ou plusieurs éléments de la chaîne de régulation qui assure la relation entre deux grandeurs physiques, relation caractérisée par la fonction de transfert. La fonction de transfert permet pour tous types de signaux d'avoir la relation suivante $T_s = H \times e$

Notion Fonction de transfert (transmittance, Schémas blocs)

Chaque système peut être représenté par un schéma bloc liant une grandeur d'entrée et une grandeur de sortie. La transmittance est le coefficient (ou fonction) par lequel on applique l'entrée pour connaître la sortie.

Exemples :

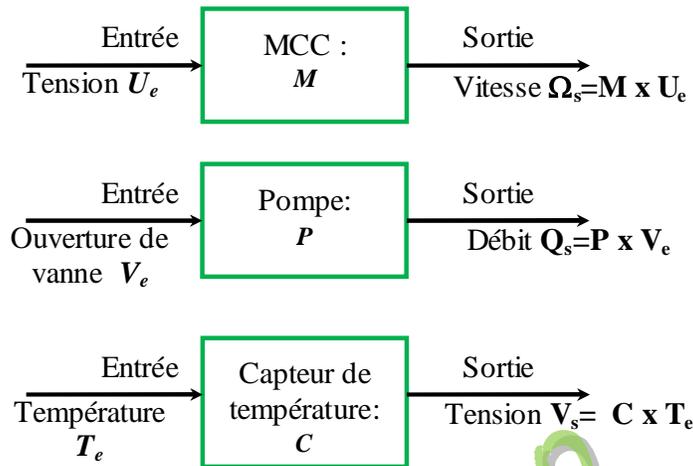


Figure 1.36: Exemples de transmittance

Un schéma tuyauterie et instrumentation (en anglais Piping and instrumentation **diagram** ou Process and instrumentation **diagram**, abrégé **P&ID**) est un diagramme qui définit tous les éléments d'un procédé industriel.

PI &D	P iping and I nstrument D iagram (ISA) C'est ce terme qui est utilisé dans l'industrie.
TI	T uyauteries et I nstrumentation (AFNOR)

8.3. Régulation de température d'un échangeur thermique

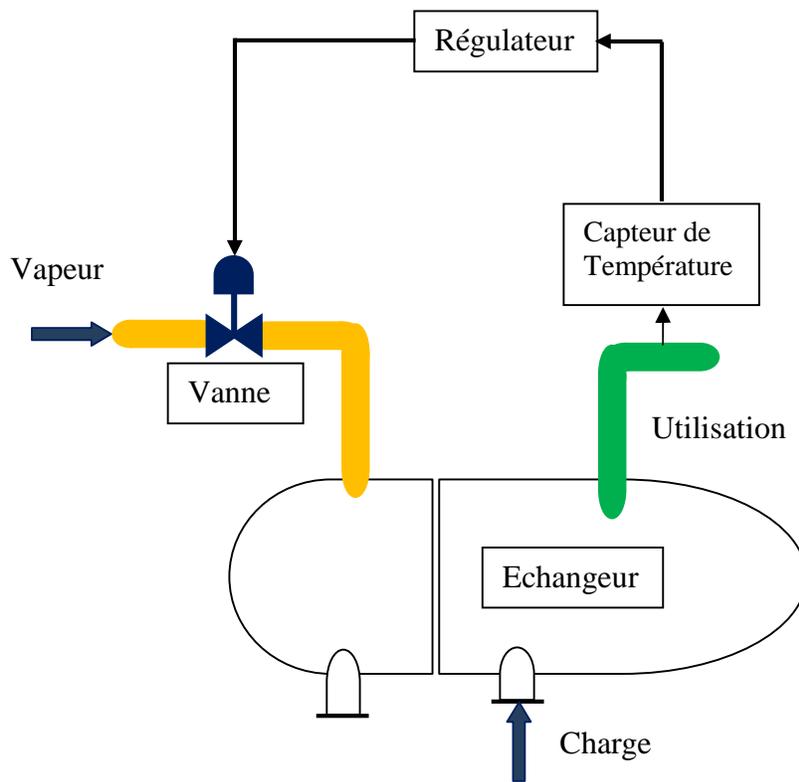


Figure 1.37: Représentation d'une régulation de température.

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.

NOM DE L'INSTRUMENT	FONCTION
Capteur Transmetteur	Elément servant à l'acquisition d'une grandeur physique et à la convertir en un signal standard.

Régulateur Pneumatique ou électrique (CORRECTEUR) Numérique S.N.C.C. / A.P.I Calculateur	Comparaison entre la grandeur réglée et la consigne (calcul de l'écart ϵ). Traitement du signal ϵ par un algorithme de régulation.
Organe de réglage : Vanne automatique, unité à thyristor moteur...	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.
Indicateur.	Fonction de tendance.
Enregistreur.	Fonction de mémorisation
Sommation, multiplication, division, racine carrée intégrateur...	Fonction de calcul
Pressostat , alarme, relais à seuil...	Fonction de sécurité

8.4. Schémas de représentation Schéma TI

Un **schéma tuyauterie et instrumentation (TI)** ou **P&ID** en anglais (*Piping and instrumentation diagram*.) est un diagramme qui définit tous les éléments d'un procédé industriel. Il est le schéma le plus précis et le plus complet utilisé par les ingénieurs 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.

8.4.1. Lettres pour le schéma TI

Première lettre		Les suivantes	
Grandeur réglée	Lettre	Fonction	Lettre
Pression	P	Indicateur	I
Température	T	Transmetteur	T
Niveau (Level)	L	Enregistreur (<i>Recorder</i>)	R
Débit (<i>Flow</i>)	F	Régulateur (<i>controller</i>)	C
Analyse	A	Capteur	E
Pression Différentielle	DP		
Densité	D		

Deux exemples de schéma complet sont fournis sur les deux figures suivantes :

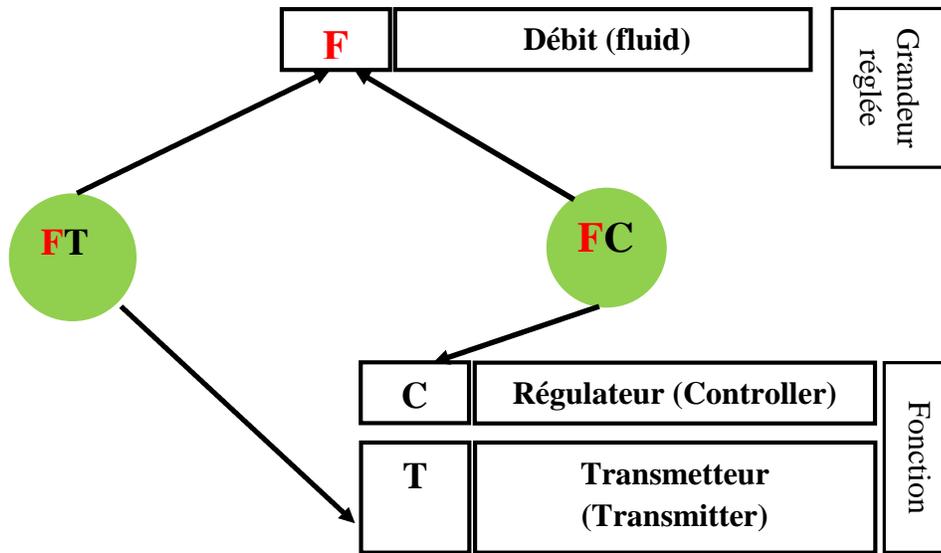


Figure.1.38: Schéma TI Régulateur et Transmetteur de débit.

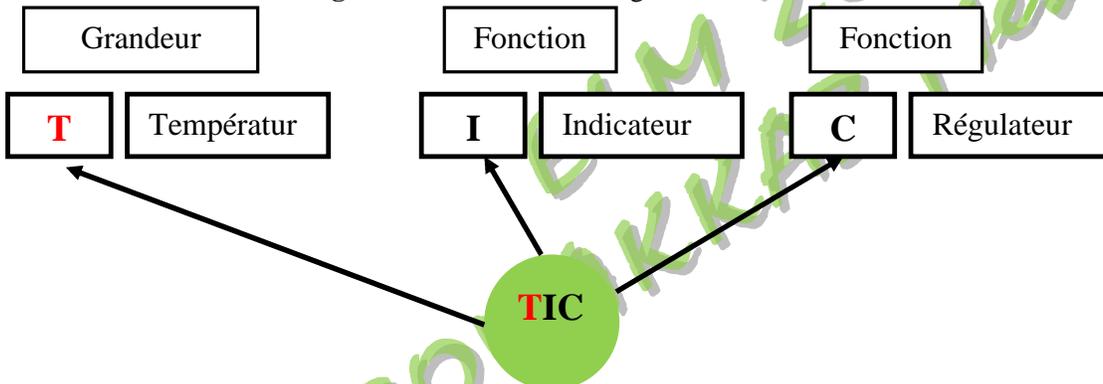
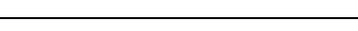


Figure.1.39: Schéma TI Régulateur Indicateur de Température

8.5. Présentation des signaux

Liaison	Type
	Liaison au procédé (système)
	Liaison par Signal pneumatique
	Liaison par signal électrique
	Liaison Numérique
	Liaison Hydraulique

8.6. Représentation des appareils de mesure

La représentation des appareils de mesure utilise un cercle, avec indication de la localisation de l'appareil, conforme à la règle suivante:

Symbole	Fonction ou type d'appareil
	Montage sur site
	Montage en salle de contrôle
	Montage en local technique
	Indicateur de pression
	Enregistreur de pression

Exemple :

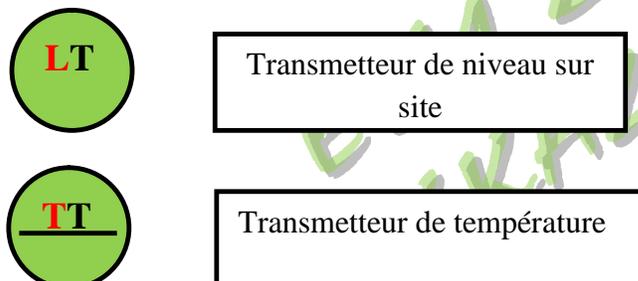


Figure.1.40: Schéma TI d'un Transmetteur

8.7. Représentation des appareils de calcul

La première lettre indique toujours la **grandeur réglée**. La fonction (2^{ème} lettre) est ici représentée par **Y**, dont **Y** (en 2^{ème} lettre) signifie "fonction mathématique" (calcul, conversion.)

Dans le cadre, indiquer la fonction mathématique ou le calcul réalisé Forme générale Remplacer le "point" par la grandeur réglée.

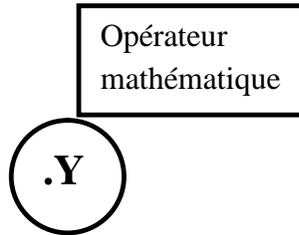


Figure.1.41: Schéma TI d'un opérateur mathématique

On peut trouver dans le cadre les symboles suivants :

Symbole	Fonction
√	Extracteur de racine carrée
Σ	Sommateur
I/P	Conversion Intensité - Pression
<	Sélecteur de Minimum
>	Sélecteur de Maximum
∫	Intégrateur
%	Proportion
x	Multiplication
P/I	Conversion Pression - Intensité

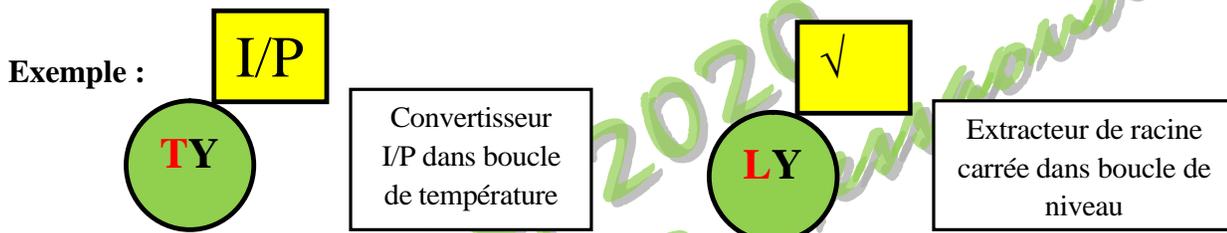


Figure.1.42: Schéma TI d'un convertisseur

8.8. Présentation des régulateurs :

1^{ère} lettre : **grandeur réglée**. En 2^{ème} ou 3^{ème} lettre : lettre **C** (*Control en anglais ; régulateur en français*).

Eventuellement, **I** en 2^{ème} lettre : indicateur (c'est-à-dire présence d'une face avant, d'un "écran").

Exemple :

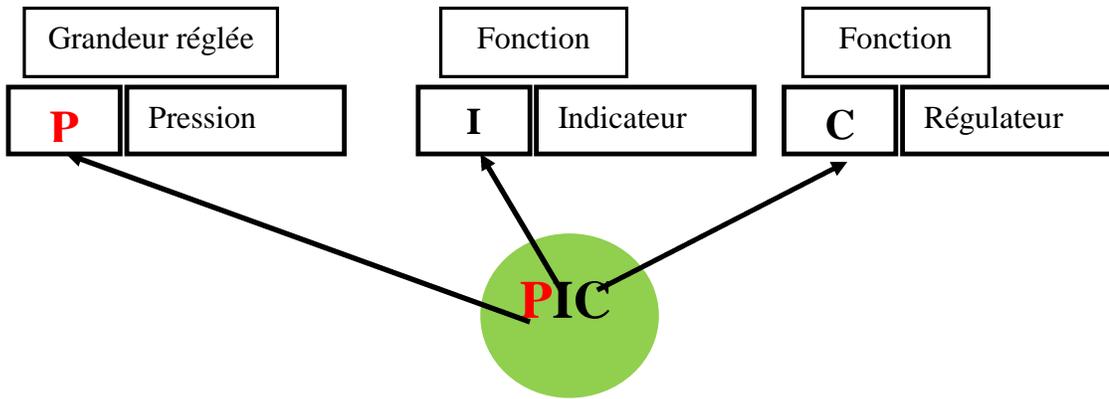


Figure.1.42: Schéma TI d'un régulateur.

8.9. Numérotation des instruments

Les instruments sont numérotés en fonction de la boucle dans laquelle ils sont insérés. Ce numéro est placé dans la partie inférieure du symbole.

Exemple:

La conversion (FY) ci-dessous appartient à la boucle de débit n°03. Tous les appareils gérant cette même grandeur physique porteront le même numéro.

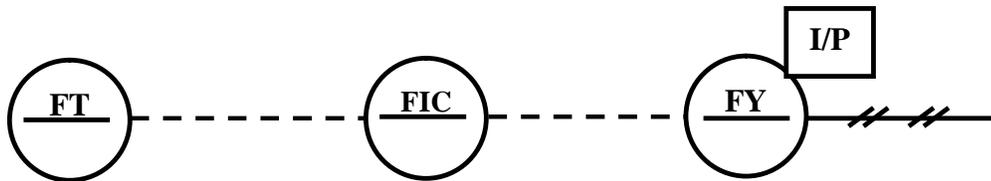


Figure.1.43: Schéma TI (Numérotation des instruments)

Chaque appareil doit être repéré de manière unique sur un site. Il ne doit exister qu'une seule conversion (FY 03) sur le site.

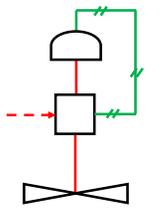
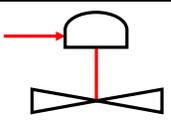
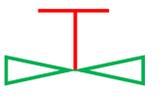
	Grandeur physique mesure première lettre	Fonction des instruments autres lettres
A	Analyse	Alarme
C	Conductivité électrique	Régulation
D	Masse volumique	Différence
E	Tension, force électromotrice	Elément primaire
F	Débit (Flow)	Rapport
H	Commande manuelle	H – haut. Hh – très haut
I	Intensité d'un courant électrique	Indication

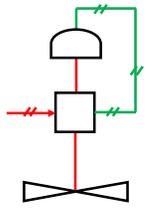
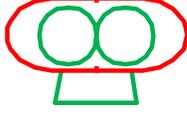
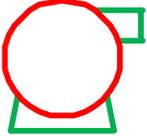
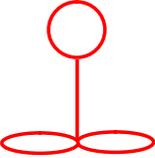
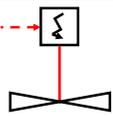
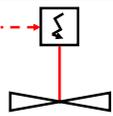
J	Puissance	Scrutation
K	Temps ou programmation	Poste de contrôle
L	Niveau (<i>Level</i>)	L – bas. Ll – très bas, lampe témoin (<i>Hight</i>)
M	Humidité	Moyen intermédiaire
N	Viscosité	Laisse au choix de l'utilisateur
P	Pression ou dépression (vide)	Point d'essai
Q	Qualité, comptage	Intègre ou totalise intégration ou totalisation
R	Rayonnement	Enregistrement ou imprimeur
S	Vitesse ou fréquence	Communication, sécurité
T	Température	Transmission (<i>Transmitter</i>)
V	Grandeurs mécaniques (vibrations)	Vanne (valve)
W	Masse ou force	Protection doigt de gant
Y	Evénement	Relais
Z	Position, longueur	Elément de régulation final

Tableau. Code servant à identifier les fonctions des instruments. <https://instrumentationtools.com>].

8.10. Représentation des actionneurs et organes de réglage:

Les actionneurs sont des vannes, des pompes, des agitateurs (motorisés), des gradateurs, etc.

Actionneur	Type
	Vanne de régulation avec positionneur pneumatique
	Vanne automatique
	Vanne manuelle

	<p>Vanne de régulation avec positionneur électropneumatique</p>
	<p>Pompe volumétrique</p>
	<p>Pompe centrifuge</p>
	<p>Agitateur</p>
	<p>Vanne automatique ; servomoteur à membrane</p>
	<p>Vanne Solénoïde (Electrovanne)</p>

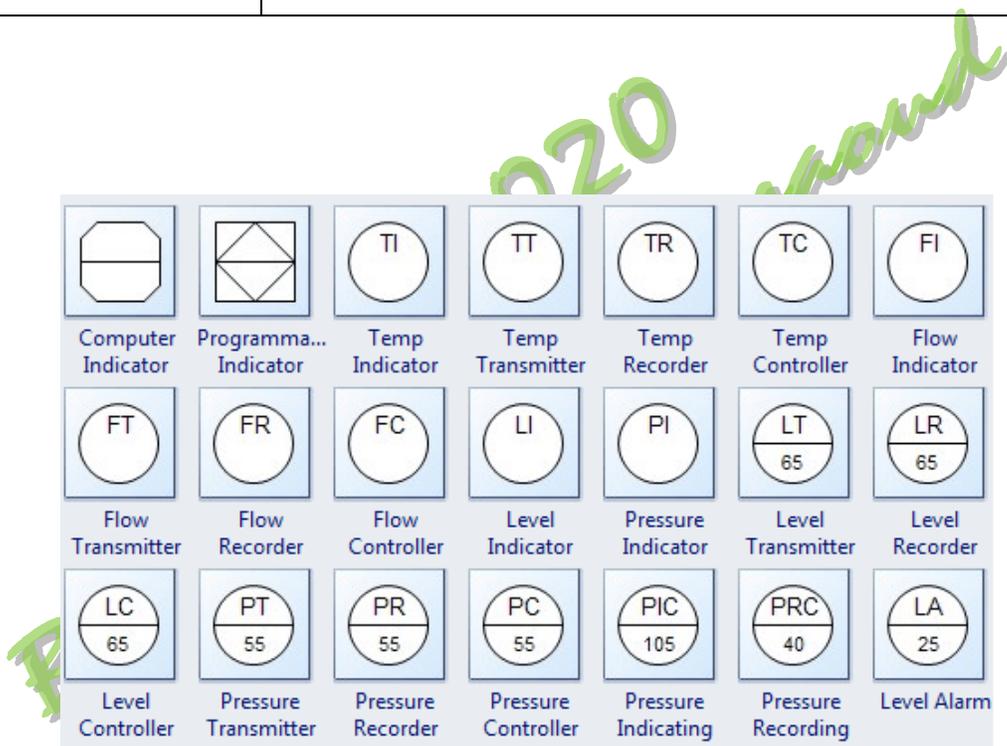


Figure.1.44: Schéma TI quelques exemples. [https://instrumentationtools.com].