

## Chapitre 1 : Généralités et définitions

Dans ce chapitre on va introduire les notions de bases de diagnostic de défauts ainsi que les types de défauts et leurs modélisations.

### 1. Définitions et concepts :

1.1 **Une anomalie** : est une particularité non conforme à la loi naturelle ou logique.

1.2 **Une panne** : est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise. Une panne résulte toujours d'une défaillance.

1.3 **Un défaut** : est une anomalie de comportement au sein du système. Tout écart entre la caractéristique observée et la caractéristique de référence est considéré comme étant un défaut.

1.4 **Une défaillance** : est une anomalie altérant ou empêchant l'aptitude d'une unité fonctionnelle à accomplir la fonction souhaitée. Une défaillance correspond à un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne qui est un état. Par abus de langage, cet état de panne on pourra l'appeler mode de défaillance.

1.5 **Une perturbation** : consiste en tout phénomène conçu comme normal influençant un processus, bon ou mal, représenté par un modèle de référence.

1.6 **Un résidu** est un signal conçu pour être un indicateur d'anomalies fonctionnelles ou comportementales, sensiblement nul en absence de défauts et non nul en leur présence.

1.7 **Un symptôme** est un caractère distinctif d'un état fonctionnel ou comportemental anormal.

1.8 **Le diagnostic** consiste à déterminer le type, la taille, le lieu et l'instant d'occurrence d'un défaut, il suit la détection de défauts et inclut l'isolation et l'identification.

### 2. Procédure de détection et d'isolation des défauts

Comme elle est représentée par la figure 1.1, La procédure de détection et d'isolation des défauts passe par trois étapes essentielles :

#### 2.1. La détection

C'est l'étape qui décide si le système est soumis à un défaut ou pas. Elle consiste dans la plus part des cas à générer le vecteur résidu, qui est nul en fonctionnement normal et est comparé en ligne aux signatures de pannes. La détection est réalisée en vérifiant le dépassement d'un seuil par les résidus.

## 2.2.L'isolation

Cette étape permet de localiser le défaut et donc de déterminer quelle partie du système est affectée par l'anomalie. La détection de pannes est souvent suivie d'une procédure d'isolation de pannes, qui sert à distinguer (isoler) une panne particulière. Un seul résidu peut suffire pour détecter les pannes, cependant plusieurs résidus (ou un vecteur de résidus) sont souvent requis pour l'isolation de pannes.

2.3. **L'identification** : L'ampleur et le type des défauts sont estimés dans cette phase.

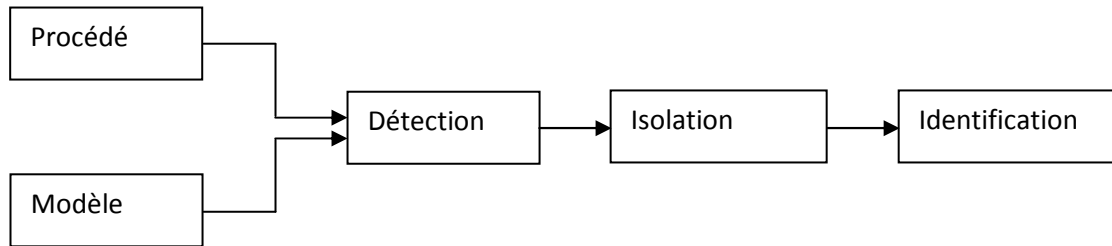


Figure 1.1: Procédure de détection et d'isolation des défauts.

## 3. Les classes de défauts

Les défauts sont classés selon leur emplacement, leur modélisation, et leurs caractéristiques temporelles :

### 3.1. Selon leur emplacement

La figure 1.2 nous montre les types de défauts selon leur emplacement :

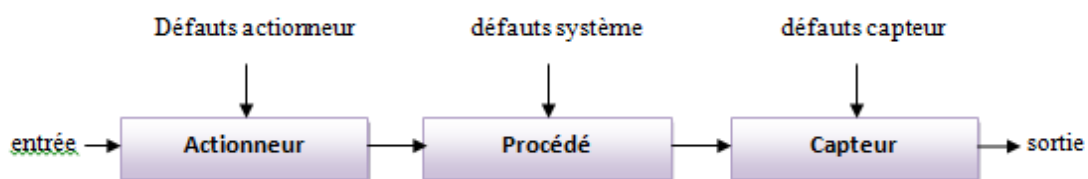


Figure 1.2 Différents types de défauts agissant sur un système

#### 3.1.1 Défauts actionneurs

Les défauts actionneurs agissent au niveau de la partie opérative et détériorent le signal d'entrée du système. Ils représentent défaillance totale ou partielle d'un actionneur agissant sur le système. Un exemple de perte totale d'un actionneur est un actionneur qui est resté "collé" sur une position entraînant une incapacité à commander le système par le biais de cet actionneur. Les défauts actionneurs partiels sont des défauts d'actionneurs réagissant de manière similaire au régime nominal mais en partie seulement, c'est-à-dire avec une certaine dégradation dans leur action sur le système.

### 3.1.2 Défauts capteurs

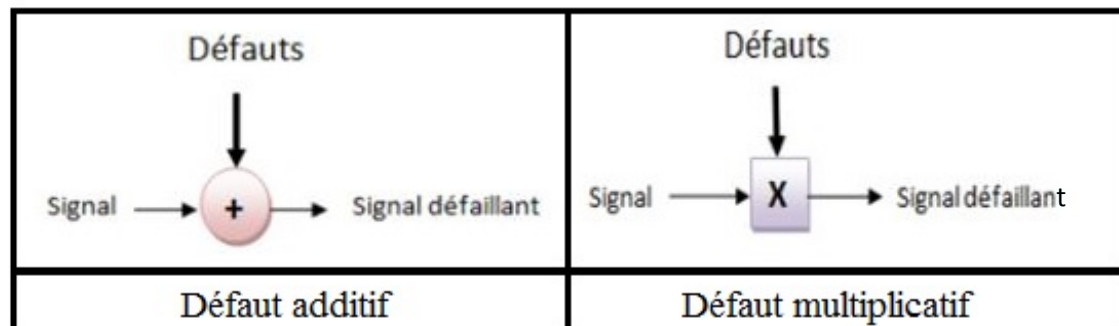
Ce type de défaut est la cause d'une mauvaise image de l'état physique du système. Un défaut capteur partiel produit un signal avec plus ou moins d'adéquation avec la valeur vraie de la variable à mesurer. Ceci peut se traduire par une réduction de la valeur affichée par rapport à la valeur vraie, ou de la présence d'un biais ou de bruit accru empêchant une bonne lecture. Un défaut capteur total produit une valeur qui n'est pas en rapport avec la grandeur à mesurer.

### 3.1.3 Défauts système

Ce type de défaut provient du système lui-même; bien souvent les défauts n'appartenant pas à un défaut à la catégorie des défauts capteur ou actionneur sont classés de manière arbitraire dans cette catégorie. Néanmoins, un défaut composant résulte de la casse ou de l'altération d'un composant du système réduisant les capacités de celui-ci à effectuer une tâche.

## 3.2. Selon leur modélisation

Suivant la manière dont les défauts sont modélisés, ils sont classés en additif et multiplicatif, comme représenté sur la figure 1.2 :



**Figure 1.2** Les défauts selon leurs modélisations

Un défaut est dit additif quand il est modélisé par l'ajout d'une variable, quant au défaut multiplicatif, il affecte un système à travers la multiplication de l'entrée E du système par un défaut.

### 3.3. Selon leur caractéristique temporelle

#### 3.3.1. Défaut brusque

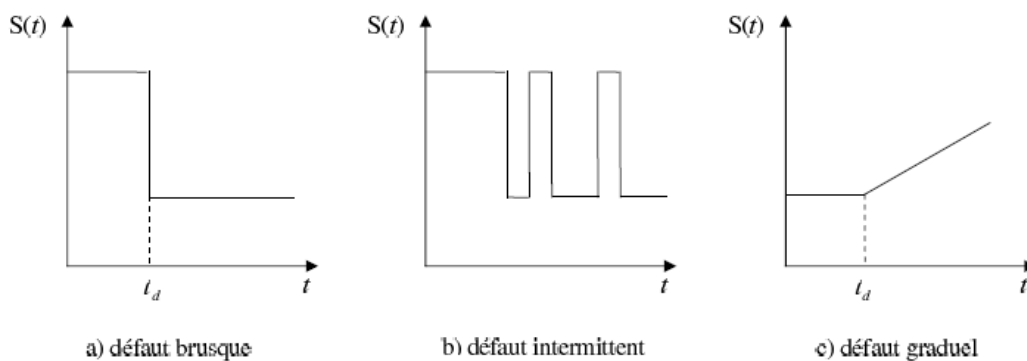
Il apparaît à un instant  $t_d$  (voir figure 1.3), il est d'une amplitude constante non nulle.

#### 3.3.2. Défaut intermittent

Il apparaît à des instants imprévoyables, c'est un défaut difficile à détecter à cause de son caractère aléatoire.

#### 3.3.3. Défaut graduel

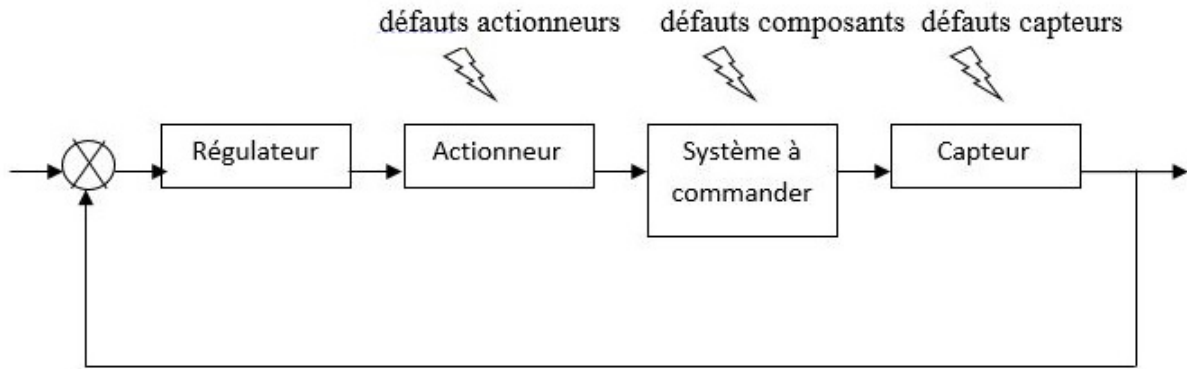
Il apparaît à un instant  $t_d$ . Son amplitude n'est pas constante, elle augmente proportionnellement avec le temps.



**Figure 1.3** Répartition des défauts selon le comportement temporel.

## 4. Modélisation de défauts

Voici la représentation d'un système industriel :



**Figure 1.4** Représentation d'un système industriel

Considérant la représentation d'état du modèle linéaire d'un procédé est représentée comme suit :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) + Du(t) \end{cases} \quad (1.1)$$

Tels que :  $x(t) \in R^n$  est le vecteur d'état,  $u(t) \in R^m$  est le vecteur de commande,  $y(t) \in R^p$  est le vecteur de sortie système. A, B et C sont des matrices connues avec les dimensions :  $n \times n, m, n \times p$  respectivement.

Avec la présence de défauts la représentation d'état du système devient :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + B(u(t) + f_a(t)) + Hf_p(t) \\ y(t) = Cx(t) + f_c(t) \end{cases} \quad (1.2)$$

Tels que :  $f_a(t), f_p(t), f_c(t)$  sont respectivement défauts actionneur, défauts composant et défauts capteur. H la matrice de distribution de  $f_p(t)$ .

#### 4.1. Modélisation en présence de perturbations

Le système est soumis aux défauts, aux incertitudes de modélisation mais aussi aux perturbations et bruits qui sont la plupart du temps des entrées inconnues, donc le système avec défauts et perturbation se met sous la forme suivante :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + B(u(t) + f_a(t)) + Hf_p(t) + Ed_a(t) \\ y(t) = Cx(t) + f_c(t) + d_c(t) \end{cases} \quad (1.3)$$

Où :  $d_a(t) \in R^{d \times 1}$  et  $d_c(t) \in R^{p \times 1}$ , représentent respectivement les perturbations et les bruits affectant le système. E est la matrice de distribution de  $d_a(t)$ .

Pour des raisons de simplicité, il est préférable de mettre le système précédant sous la forme suivante :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + E_d d(t) + E_f f(t) \\ y(t) = Cx(t) + F_d d(t) + F_f f(t) \end{cases} \quad (1.4)$$

Où :  $E_f = [BH \quad 0_{n \times p}]$  ;  $E_d = [E \quad 0_{n \times p}]$  ;  $F_f = [0_{p \times m} \quad 0_{p \times c} \quad I_{p \times p}]$  ;  
 $F_d = [0_{p \times d} \quad I_{p \times p}]$  ;  $d(t) = [d_a \quad d_c]^T \in R^q$  et  $f(t) = [f_a \quad f_c \quad f_p]^T \in R^s$ . les matrices  $I_{p \times p}$  et  $0_{n \times p}$  sont respectivement la matrice d'identité de dimension  $p \times p$  et la matrice nulle de dimension  $n \times p$ .  
 Les matrices sont respectivement la matrice identité de dimension et la matrice nulle de dimension.

C'est cette dernière modélisation, qui est généralement prise en compte, dans les problèmes de détection et de localisation des défauts à base d'observateurs.