

## PARTIE 1

### NOTIONS PRELIMINAIRES ET TERMINOLOGIE

#### 1.1. Système et composants

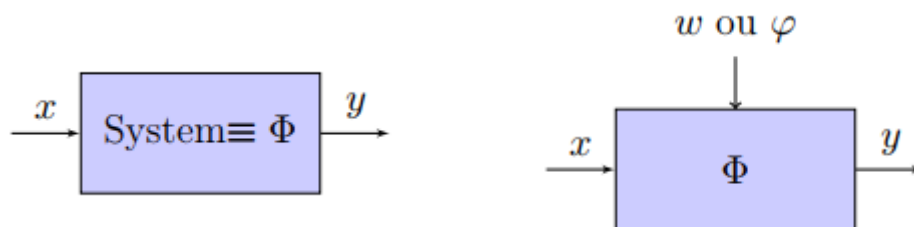
- Un **système** est *une entité* constitué d'un ensemble d'éléments (e.g. composants) interconnectés possédant éventuellement une (ou plusieurs) entrées, et éventuellement une (ou plusieurs) sorties, pour réaliser une fonction ( $\Phi$ ).

• Le signal d'entrée  $x(t)$  correspond à l'excitation du système ;

• Le signal de sortie  $y(t)$  correspond à la réponse du système ;

On a alors  $y(t) = \Phi(x, t)$

Des signaux de perturbations  $w$  (ou des fautes  $\varphi$ ) sont des entrées particulières du système qui ne sont pas, par définition, contrôlable, mais qui affecte le comportement du système.



- Un **composant** est une partie du système (e.g. un élément de base) choisie selon des critères liés à la modélisation. *e.g. des composants bien identifiés tels que : des moteurs électriques et diesels, des vannes et des pompes, des unités centrales d'ordinateurs, etc.*

- **systèmes mécaniques dynamiques** : moteurs, pompes, turbines, réacteurs, ...
- **systèmes mécaniques statiques** : tuyauterie, enceintes...
- **systèmes mécaniques programmés**,
- **systèmes thermodynamiques** : échangeurs, fours, colonnes de distillation, ...
- **systèmes électriques ou électroniques analogiques ou logiques** : capteurs, régulateurs et automates programmables...

12

L'étude d'un système et de ces constituants consiste à rechercher une représentation (e.g. un modèle mathématique) du système, i.e. ses relations d'entrée-sortie permettant de caractériser  $\Phi$ . En particulier, on s'intéresse aux **systèmes dynamiques** pour lesquels  $\Phi$  correspond à une loi décrivant l'évolution de ce système. Formellement on distingue les **systèmes dynamiques à temps discrets** (comme un programme informatique) des **systèmes dynamiques à temps continu** (comme une réaction chimique). Deux aspects importants d'un système dynamique du monde réel sont qu'il est :

- Causal, c'est-à-dire que son avenir ne dépend que de phénomènes du passé ou du présent ;
- Déterministe, c'est-à-dire qu'à une « condition initiale » donnée à l'instant « présent » va correspondre à chaque instant ultérieur un et un seul état « futur » possible.

Pour ce faire, différents outils d'analyses peuvent être considérés selon le type de système considéré :

- Relations algébriques : **systèmes statiques** ;
- Équations différentielles ou des équations aux différences : **systèmes dynamiques**
- Algorithmiques : approche procédurale ;
- Descriptives : approches règles d'évolution de système expert et connexionnistes, logique floue...

## 1.2. Fonctionnement normal d'un système

Le comportement de référence d'un système (fonctionnement normal et donc de ces composants) est bien adapté dans le sens où il peut être dans différents mode de fonctionnement. Notamment, celui-ci est susceptible d'évoluer entre des modes de fonctionnement « normaux », défaillants, ou servir de support à la propagation de pannes dans le système.

Le fonctionnement normal d'un système se réfère à la manière dont le système devrait opérer lorsqu'il est en bon état de fonctionnement, **sans défaillance ou anomalie notable**. Il s'agit de la phase de fonctionnement régulier et attendu, où le système exécute ses fonctions prévues conformément aux spécifications de conception.

En **fonctionnement normal**, la combinaison de fonctions d'une entité simultanément requises. → le non-fonctionnement d'un système pendant lequel celle-ci n'accomplit **aucune fonction** est considéré comme un cas limite de mode de fonctionnement. *e.g. Le stockage*

Voici quelques points clés pour définir le fonctionnement normal d'un système dans le contexte du diagnostic :

1. **Exécution des fonctions attendues** : Un système fonctionne normalement lorsqu'il exécute les tâches, processus ou opérations pour lesquels il a été conçu. Cela inclut la réalisation des fonctions principales ou secondaires, en respectant les paramètres opérationnels spécifiés.
2. **Stabilité** : Un système en fonctionnement normal est stable et présente des comportements prévisibles. Les variables opérationnelles restent dans des plages acceptables, et le système ne montre pas de variations significatives ou de fluctuations incontrôlées.
3. **Réponses aux entrées** : Le système réagit de manière appropriée aux différentes entrées ou stimuli auxquels il est soumis. Les réponses du système sont cohérentes avec les changements prévus dans l'environnement ou les conditions d'exploitation.
4. **Absence d'anomalies** : Dans un fonctionnement normal, il n'y a pas de symptômes perceptibles d'anomalies, de dysfonctionnements ou de

défaillances. Les mesures, les signaux et les performances restent conformes aux attentes.

5. **Conditions environnementales normales** : Le fonctionnement normal prend en compte les conditions environnementales normales, telles que la température, la pression, l'humidité, etc. Le système est conçu pour fonctionner dans ces plages de conditions.
6. **Maintenance préventive** : Pendant le fonctionnement normal, la maintenance préventive peut être effectuée conformément aux recommandations du fabricant, afin de garantir la durabilité et la fiabilité continues du système.

Dans le contexte du diagnostic, comprendre le fonctionnement normal est essentiel car cela fournit une base de référence pour identifier les écarts, les anomalies ou les défaillances potentielles. Les techniques de diagnostic comparent souvent les caractéristiques observées en temps réel avec le comportement attendu lors du fonctionnement normal pour détecter toute déviation significative.

### 1.3. Temi nologie

#### 1.3.1. Anomalie (Anomaly)

Est une particularité non conforme à la loi naturelle ou logique. Elle désigne une déviation par rapport à la norme ou à la condition attendue.

#### 1.3.2. Symptôme (Symptom)

Est un signe observable ou une manifestation extérieure d'un problème ou d'un dysfonctionnement. *e.g. Une voiture qui émet une fumée noire du pot d'échappement.*

#### 1.3.3. Défaut (Fault)

Un défaut représente une imperfection, une déviation ou une altération d'un composant ou d'un système qui peut entraîner un dysfonctionnement. En d'autres termes, un défaut est tout écart entre la caractéristique observée sur le dispositif et la caractéristique de référence lorsque celui-ci est en dehors des spécifications. *e.g. Un court-circuit dans un circuit électrique, Dérive de capteur, -Fuite dans un réservoir, -Friction importante dans vanne, -Endommagement bille dans un roulement, -Court-circuit entre spires d'un enroulement moteur, etc.*

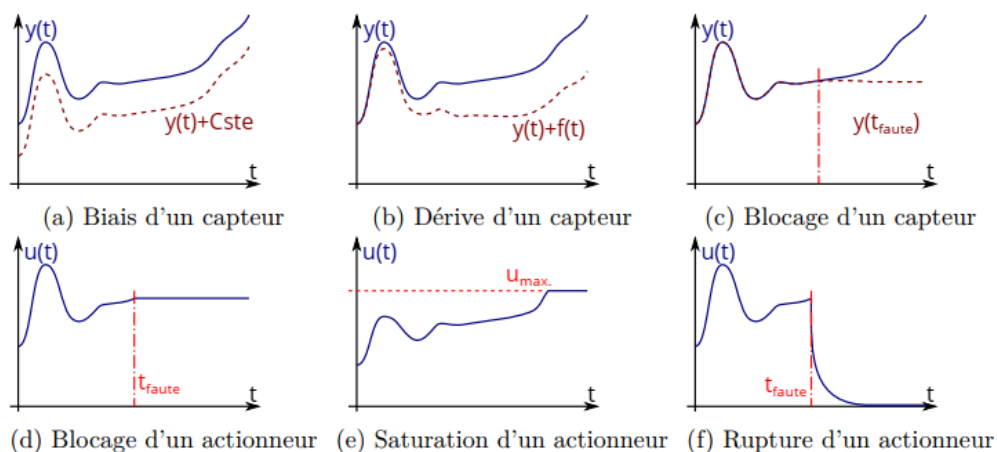


Figure : Exemples de type de défaut

#### 1.3.4. Panne (Breakdown)

Est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise. Dès l'apparition d'une défaillance, caractérisé par la cessation du dispositif à accomplir sa fonction, le dispositif sera déclaré en panne. *e.g. Un exemple de panne pourrait être une panne électrique soudaine dans une maison, provoquant l'interruption de l'alimentation électrique et l'incapacité des appareils électroniques à fonctionner normalement.*

#### 1.3.5. Perturbation

Une perturbation représente un événement inattendu ou une modification brusque qui peut perturber le fonctionnement normal d'un système et nécessiter une analyse approfondie pour en déterminer la cause et prendre des mesures correctives.

#### 1.3.6. Résidu

Est un signal portant de l'information, basé sur l'écart entre les mesures et les calculs basés sur le modèle. Il est conçu pour être un indicateur d'anomalies fonctionnelles ou comportementales, sensiblement nul en absence de défauts et non nul en leur présence.

#### 1.4. Défaillance (Failure)

Est une anomalie altérante 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.

La défaillance désigne tout ce qui est anormal, tout ce qui s'écarte de bon fonctionnement (alarme, arrêt, intempestif, produit défectueux, etc.).

La défaillance se produit lorsque le système ne peut plus exécuter la fonction attendue ou spécifiée. *e.g. Une ampoule qui cesse de fonctionner.*

#### Exemple :

*Dans le cas d'un court-circuit dans un circuit électrique, voici comment les termes associés peuvent être utilisés : **L'anomalie** : L'anomalie pourrait être la présence d'une connexion indésirable ou d'un court-circuit qui dévie du fonctionnement normal du circuit. **Le défaut** : Le court-circuit lui-même serait considéré comme le défaut, représentant une imperfection dans le circuit électrique. **La défaillance** : La défaillance pourrait être déclenchée par le court-circuit, entraînant une incapacité du circuit à fonctionner comme prévu.*

*Ainsi, dans ce contexte spécifique, le court-circuit serait à la fois le défaut initial et la source de la défaillance, tandis que la panne, le symptôme et l'anomalie pourraient être les manifestations ou les conséquences observables de ce court-circuit.*