

Chapitre 3 : Comportement d'un système en exploitation

I- Introduction

En pratique l'étude de sûreté de fonctionnement repose sur l'analyse du système. Les réflexions dans l'analyse vont orienter la recherche qui va suivre pour comprendre l'importance de la connaissance du système dans le but de cerner la défaillance jusqu'à ce que la panne soit identifiée.

II- Analyse d'un système

La mise en évidence de la défaillance peut être de façon :

- i) Visuelle ; *indicateur qui signale la panne en donnant des indications, plus ou moins, vagues.*
- ii) Automatique ; *par détection d'une situation anormale.*

Dans ce cas, il faut se poser les questions suivantes :

- a. De quelle manière se manifeste une défaillance ? *arrêt de la machine, mouvement non conforme, moteur ne tourne pas, vérin ne bouge pas, etc.*
- b. A quel stade du cycle de système est-il devenu défaillant ?
- c. Peut-on cerner sa zone ?
- d. Comment agir à ce stade ? *voyant sur l'automate et sur la machine, message s'il y a un afficheur, état de la machine, etc.*

L'analyse de système se fait à travers une analyse qualitative et une analyse quantitative des différentes propriétés du service délivré par le système et mesurée par les gradeurs probabilistes associées ; Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité et sécurité (FMDS).

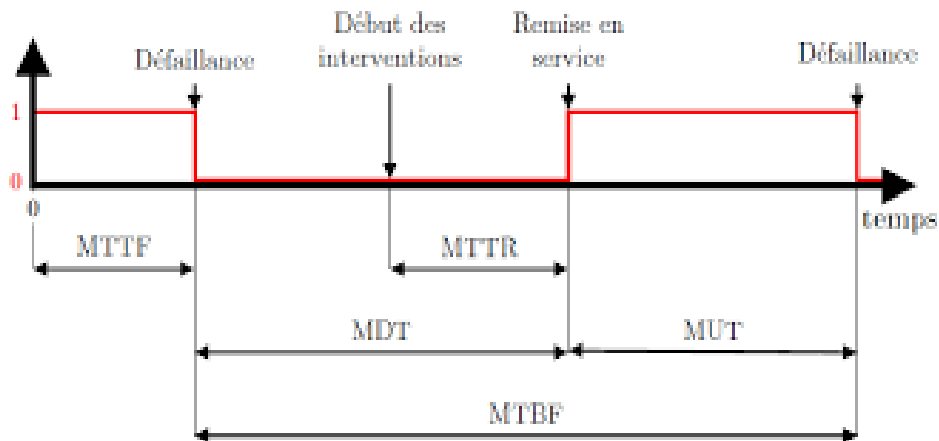
II-1. Critères (indicateurs) caractérisant la sûreté de fonctionnement

Certains critères caractérisent le fonctionnement prévu tels que le MTTF, le MDT, le MUT et le taux de défaillance.

- a) MTTF (Mean Time To (first) Failure) représente l'estimation de la durée moyenne s'écoulant entre la mise en service du système et la survenance de la première défaillance.
- b) MDT (Mean Down Time) c'est le temps moyen séparant la survenance d'une défaillance et la remise en état opérationnel du système. Il se décompose de plusieurs phases :

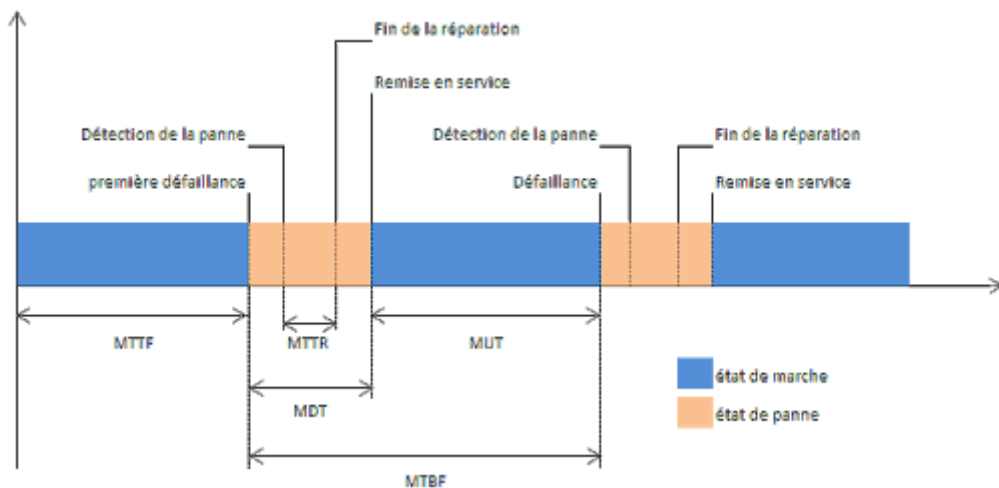
- Durée de détection de la panne.
- Durée de diagnostic de la panne.
- Durée d'intervention jusqu'au début de la réparation.
- Durée de la réparation.
- Durée de remise en service du système.

c) MUT (Mean Up Time) c'est le temps moyen qui sépare une remise en service opérationnel du système de la survenance de la panne suivante (avant la survenance de la deuxième défaillance).



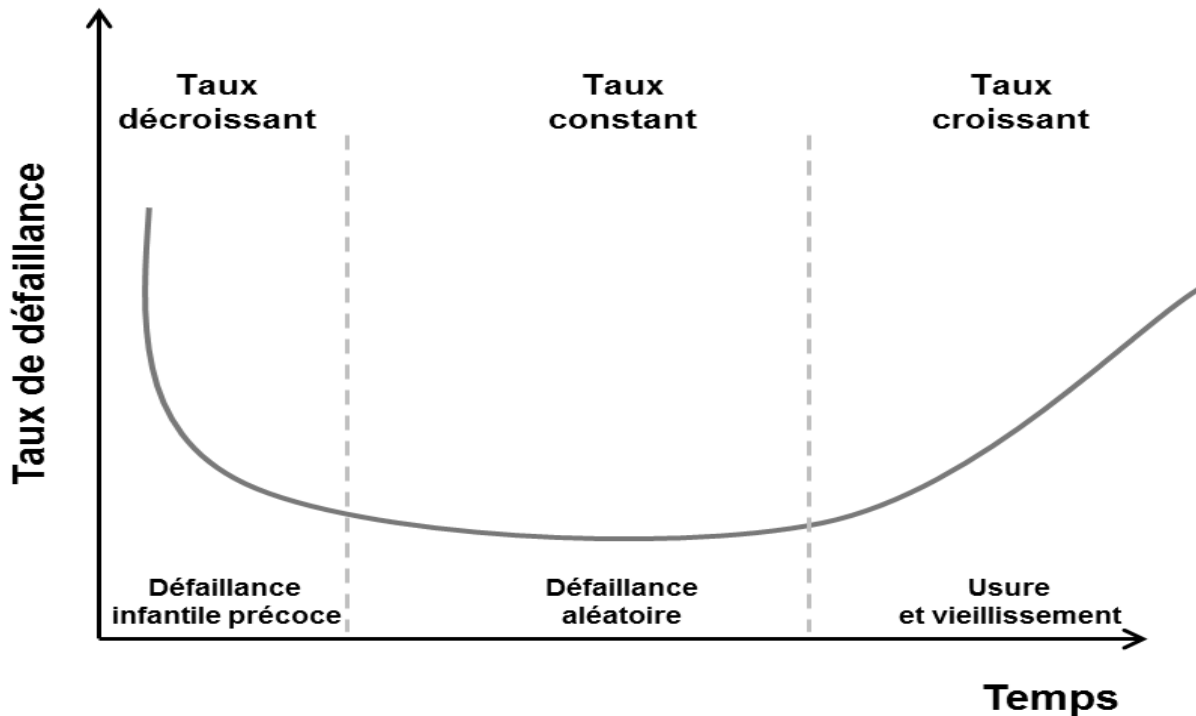
Remarque

La somme de MUT et MDT représente le temps moyen qui sépare deux pannes consécutives.



- d) Taux de défaillance ; il représente l'intensité de défaillance en fonction du temps ; c'est la probabilité conditionnelle, divisé par dt de tomber en panne entre t et $t+dt$ sachant qu'au temps t l'entité n'est pas défaillante. (Figure courbe en baignoire)

$$\lambda(t) = -dR(t)/dt / R(t)$$



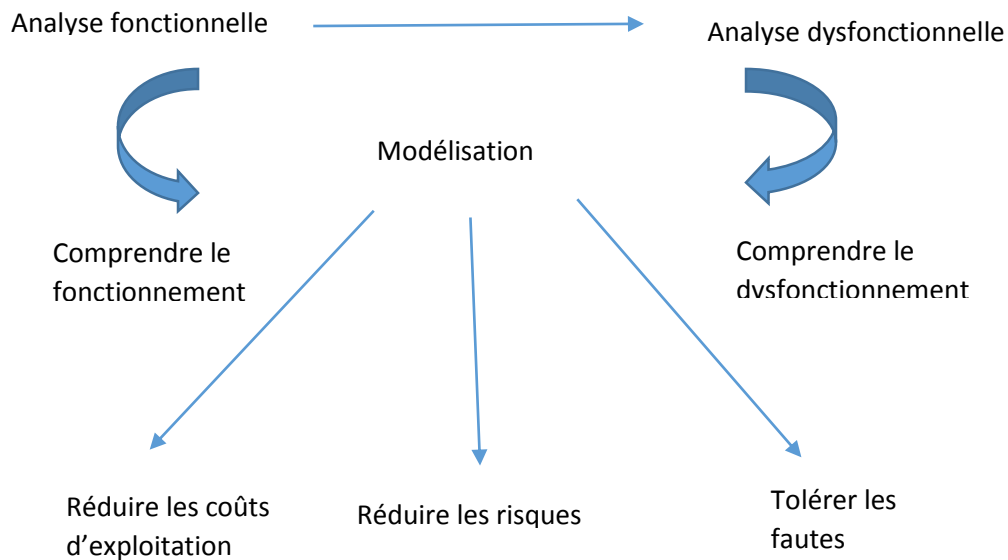
Cette analyse, en pratique, comporte deux volets complémentaires fonctionnel et dysfonctionnel.

II-2. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle va détailler la manière dont le système va opérer dans toutes ses phases de vie ainsi que les autres systèmes avec lesquels il va pouvoir agir

II-3. Analyse dysfonctionnelle

L'analyse dysfonctionnelle vise à imaginer l'ensemble des défaillances pouvant survenir n'importe où dans le système, seules ou combinées entre elles et à analyser l'impact de ses pannes.



Les résultats de ces deux études sont mis en commun, dans une modélisation du système qui va le représenter visuellement avant sa réalisation, tant dans son fonctionnement attendu que dans les pannes susceptibles de lui arriver.

II-4. Analyse quantitative

Dans ce cas, l'analyse d'un historique va permettre de dégager des actions d'amélioration d'où l'identification des défaillances à approfondir avant de les corriger et les prévenir. Les données chiffrées à saisir sont :

- i) Les dates d'interventions correctives (*jours, heures*) et le nombre N de défaillances ; ces paramètres permettent de calculer les périodes de bon fonctionnement (*Up Time*), les intervalles de temps entre deux défaillances consécutives (*TBF*) et leur moyenne (*MTBF*).

Remarque

Ces données permettent alors de caractériser la fiabilité d'un équipement.

- ii) Temps d'arrêt de production (*Down Time*), représente des arrêts de production consécutifs à des défaillances y compris les micro- défaillances ; *l'oubli d'une micro-défaillance fausse complètement l'étude de fiabilité. Ainsi, les micro-défaillances qui appartiennent à la routine et qu'on oublie facilement sont génératrices de perte de disponibilité, ce qui engendre une moindre productivité et encore un produit de non qualité.*

Remarque

Ces données permettent de caractériser la disponibilité des équipements.

- iii) Durées d'intervention maintenance (*TTR= Time To Repair*) et leur moyenne (*MTTR*).

Remarque

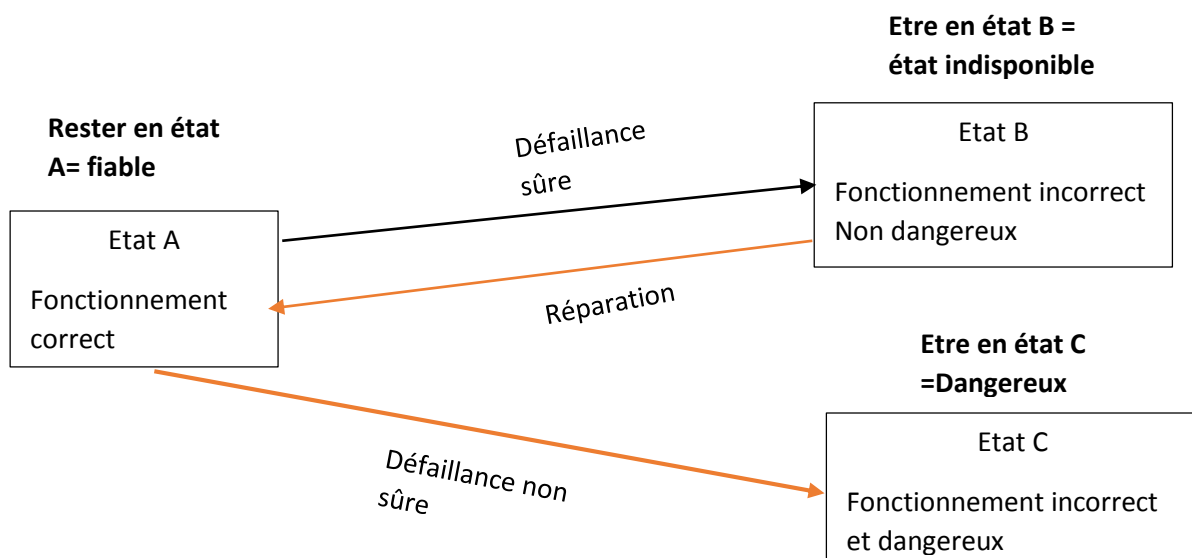
Ces données permettront de caractériser la maintenabilité des équipements.

Notation

Les méthodes quantitatives ont pour objectif l'établissement et l'évaluation des grandeurs adaptées.

II-5. Analyse qualitative

Dans ce cas, recueillir et analyser chacune des occurrences des incidents ou accidents (*significatifs*). Il s'agit des événements dont la gravité est assez élevée pour que la fréquence acceptable ne soit pas infinie (*événements inacceptables ou acceptables en dessous d'une certaine fréquence*).



III- Estimation de la probabilité d'une entité

Estimer la probabilité qu'un dispositif accomplisse une fonction ou une mission dans des conditions d'utilisation fixées pour une période de temps déterminée revient à l'estimation de la fiabilité qui repose sur les calculs de taux de défaillance prévisionnelle. Il faut se baser sur les équipements similaires déjà évalués auparavant : *La fiabilité dépend alors de la complexité du système, des redondances et de la qualité de conception.*

IV- Démarche d'évaluation

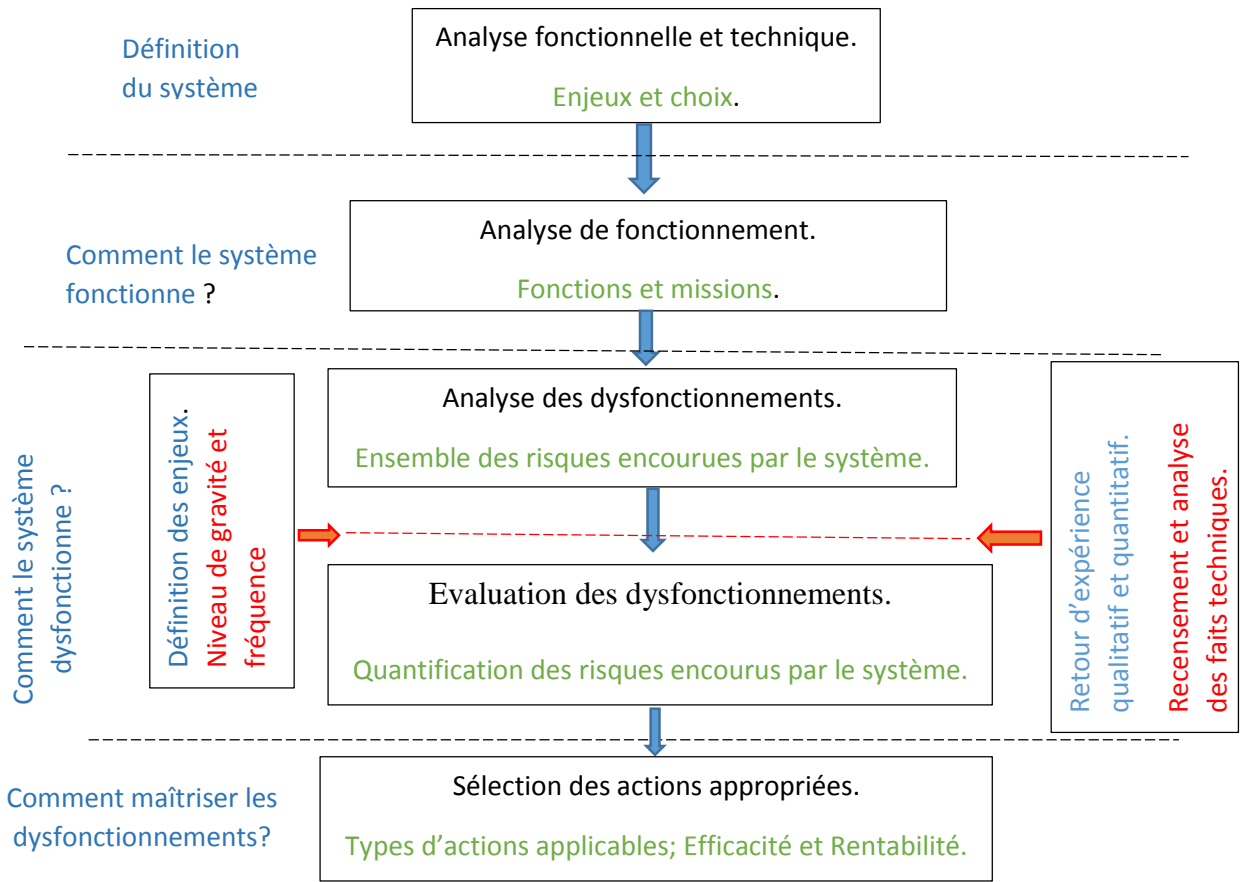
La sûreté de fonctionnement est caractérisée par les critères FMDS influant d'une façon générale sur la performance du système ; *performance opérationnelle ce qui entraîne son évaluation.*

Cette démarche s'appuie sur la connaissance des modes de fonctionnement normal du système, résultat d'une première étape d'analyse fonctionnelle et de comportement qui engagera les outils tels que : *les interviews, grille d'évaluation questionnaires et checklists, etc.* La deuxième étape nécessite aussi la connaissance des modes de dysfonctionnement avec l'identification des phénomènes intrinsèques et extrinsèques au système susceptibles d'affecter son fonctionnement.

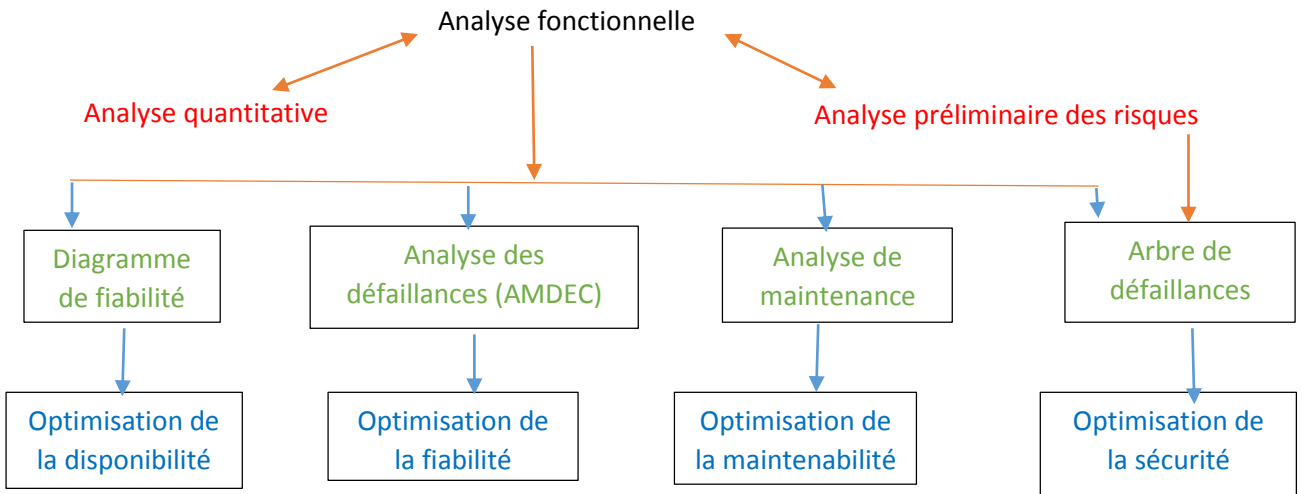
IV-1. Principe de la démarche

Le principe est de structurer cette démarche d'analyse et l'orienter autour des axes fonctionnel et dysfonctionnel dont le cadre d'une méthodologie de maintenance centrée sur la fiabilité.

1- Démarche d'analyse



2- Méthodes d'analyse



3- Exemples

Voir la partie faite pendant la séance du cours présentiel.