# TD n° 1 : Estimation probabiliste de fiabilité des systèmes

*Cours «Sûreté de Fonctionnement des Systèmes à Autonomie Décisionnelle »*
*Année 2020-2021*

*11 septembre 2020*

*B. Monsuez*

## Manipulation des grandeurs dénotant la fiabilité d'un système

### *Exercice 1 : Transformation et manipulation des probabilités*

**Question 1** : Sachant que le Mean Time To Failure est définit comme MTTF$\equiv \int_0^\infty t\, f(t)dt$, démontrez que pour $\lim_{t\to\infty} t\, R(t) = 0$, il est possible d'avoir la formule :

$$\text{MTTF} \equiv \int_0^\infty R(t)dt$$

(Pensez à faire une intégration par partie).

**Question 2** : Sachant que le Mean Time To Repair est définit comme MTTR$\equiv \int_0^\infty t\, g(t)dt$, démontrez que pour $\lim_{t\to\infty} t\, \overline{G}(t) = 0$, il est possible d'avoir la formule :

$$\text{MTTR} \equiv \int_0^\infty \overline{G}(t)dt$$

**Question 3** : Montrer que le niveau de disponibilité est toujours supérieur au niveau de fiabilité. Montrer que le niveau d'indisponibilité est toujours plus petit que le niveau de défaillance. Justifier de manière informelle ces résultats.

### *Exercice 2 : Estimation du niveau d'un système modulaires d'une batterie*

Nous supposons que nous avons un système de conception modulaire dont les éléments peuvent être changés indépendamment les uns des autres.  Nous supposons que notre système est composé de 20 de ces éléments.

Nous supposons que ces relations ont été démontrées :

$$r(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\int_0^t r(u)du}$$

$$R(t) = e^{-\int_0^t r(u)du}$$

$$f(t) = r(t)e^{-\int_0^t r(u)du}$$

**Question 1** Nous supposons que nous avons un taux de défaillance constant appelé $\lambda$, calculer le MTTF à partir de $\lambda$.

**Question 2** Nous supposons avoir un taux de réparation constant que nous notons $\mu$, calculer le MTTR à partir de $\mu$.

Nous supposons que le MTTF d'un élément de ce système est de deux ans. Nous supposons que le MTTR d'un élément de ce système (temps d'intervention pour remplacer l'élément) est de 30 minutes.

- Déterminez les valeurs $\lambda$ et $\mu$.
- Déterminez le niveau de fiabilité du système sur un an et sur 5 ans.
- Déterminez le niveau d'indisponibilité du système sur un an et sur 5 ans.
- Déterminez le nombre d'interventions nécessaires du système pour une période de 5 ans.
- Vérifiez que le niveau d'indisponibilité est bien plus petit que le niveau de dysfonctionnement du système.

**Question 3** Au fonctionnement normal du système, nous considérons désormais la possibilité que lorsqu'une opération d'échange se produise, le système puisse être endommagé, sans qu'aucune réparation soit possible. Pour simplifier, nous supposons que la probabilité de détérioration du système lors de l'intervention est constante et qu'elle correspond à un taux de 1/1000.

- Construisez le diagramme de dégradation du système.
- Déterminez la probabilité de destruction totale du système sur une période de 5 ans.

## Arbre de défaillance

***Exercice 3** : **Réalisation d'un arbre de défaillance à partir d'une situation actuelle***

Nous supposons que nous avons un système de gestion des accès à une section ferroviaire à voie unique sécurisée par des feux.

Nous supposons que pour une raison quelconque le feu d'accès à la section en voie unique reste très longtemps au rouge (ce qui laisserait supposer un dysfonctionnement), que le conducteur décide d'ignorer ce feu et de s'engager sur la section à voie unique.

**Question 1** : Faite l'analyse des séquences d'évènements possibles pouvant amener :

-. Soit à un fonctionnement normal,

-. Soit à une mise en sécurité du système, le franchissement du carré (feu rouge) est détecté et les trains sur la section sont arrêtés.

-. Soit à une collision.

Dans un premier temps, construire l'arbre d'évènement associé à cette situation. Une fois, cet arbre d'évènements construit, construisez l'arbre de défaillances associé à cette situation.