

III. ESTIMATION DE $F(t)$ ET DE $R(t)$:

❖ Quantification de la fiabilité

La fiabilité en tant que caractéristique s'exprime sous la forme d'une probabilité découlant généralement d'une double extrapolation.

- La première c'est l'extrapolation à partir des résultats obtenus **sur un intervalle de temps** déterminé, **sur la durée de vie utile du produit**. C'est-à-dire, que si on suppose qu'en un an, une défaillance a été observée, alors, en trois ans trois défaillances vont se produire.
- La deuxième c'est l'extrapolation à partir des résultats obtenus **sur un échantillon de produits**, déterminé **sur l'ensemble de la population de produit de même type**. C'est-à-dire, sur un échantillon de 100 produits d'un lot, un seul montre dans un laps de temps donné une défaillance, alors sur le lot total de 100 000 unités, 1000 produits auront une défaillance dans le même laps de temps.

1. Lois approchées

Pour une valeur donnée de t , les valeurs exactes de $F(t)$ et de $R(t)$ ne sont pas connues. Donc on est amené à estimer les nombres $F(t)$ et $R(t)$ à partir de valeurs **observées sur un échantillon**. Pour cela on trois méthodes: *Méthode des rangs brut*, *Méthode des rangs moyens*, *Méthode des rangs médians*.

On définit:

- N : Nombre total d'éléments de l'échantillon.
- n_i : Nombre total d'éléments défaillants à l'instant t_i parmi les N éléments de l'échantillon

a. Méthode1: "Méthode des rangs bruts" ($N > 50$)

Elle est utilisée quand l'effectif N de l'échantillon est de grande taille. Dans ce cas, comme estimation de $F(t_i)$ on prend:

$$F(t_i) = \frac{n_i}{N}$$

b. Méthode 2: "Méthode des rangs moyens" ($20 < N \leq 50$)

Elle est utilisée quand l'effectif N de l'échantillon est de taille moyenne. Dans ce cas, comme estimation de $F(t_i)$ on prend:

$$F(t_i) = \frac{n_i}{N + 1}$$

c. Méthode 3: "Méthode des rangs médians" ($N \leq 20$)

Elle est utilisée quand l'effectif N de l'échantillon est de petite taille. Dans ce cas, comme estimation de $F(t_i)$ on prend :

$$F(t_i) = \frac{n_i - 0.3}{N + 0.4}$$

Exemple 1 : Une usine produit des machines. On étudie la fiabilité de **78** de ces machines dès leur mise en service. Pour cela on relève leur temps de bon fonctionnement (TBF) en l'absence de toute réparation.

TBF(jours)	[0 ;100]	]100 ;200]	]200 ;300]	]300 ;400]	]400 ;500]	]500 ;600]	]600 ;700]
n_i	15	13	14	12	7	11	6

On a $N=78$, donc nous utilisons la **Méthode des rangs bruts** $F(t_i) = \frac{n_i}{N}$ (n_i : Nombre total d'éléments défectueux à l'instant t_i)

TBF(jours)	0	100	200	300	400	500	600	700
n_i (cumulé)	0	15	28	42	54	61	72	78
$F(t_i)$	0	$\frac{15}{78} = 0.19$	0.36	0.54	0.69	0.78	0.92	1
$R(t) = 1 - F(t)$	1	0.81	0.64	0.46	0.31	0.22	0.08	0

Taux d'avarie (taux de défaillance)

le taux d'avarie de l'intervalle $]t_i ; t_i + \Delta t]$ est la proportion de machines qui tombent en panne (défectueux) dans cet intervalle de temps par rapport à celles qui étaient en état de bon fonctionnement au début de la période (Survivants).

TBF (jours)	[0 ;100]	]100 ;200]	]200 ;300]	]300 ;400]	]400 ;500]	]500 ;600]	]600 ;700]
n_i	15	13	14	12	7	11	6
Survivants	78	63	50	36	24	17	6
Taux d'avarie (panne/intervalle)	$\frac{15}{78} = 0.19$	0.2	0.28	0.33	0.29	0.65	1
$\lambda(t)$ (panne/jour)	0.0019	0.002	0.0028	0.0033	0.0029	0.0065	0.01

Exemple 2 : $N=20$

TBF (h)	[0 ;500]	]500 ;1000]	]1000 ;1500]	]1500 ;2000]	]2000 ;2500]	]2500 ;3000]	]3000 ;3500]
n_i	7	4	3	2	2	1	1

Exemple 3: $N=25$

TBF (h)	[0 ;100]	]100 ;200]	]200 ;300]	]300 ;400]	]400 ;500]	]500 ;600]	]600 ;700]	]700 ;800]	]800 ;900]	]900 ;1000]
n_i	6	6	5	3	0	1	2	1	0	1