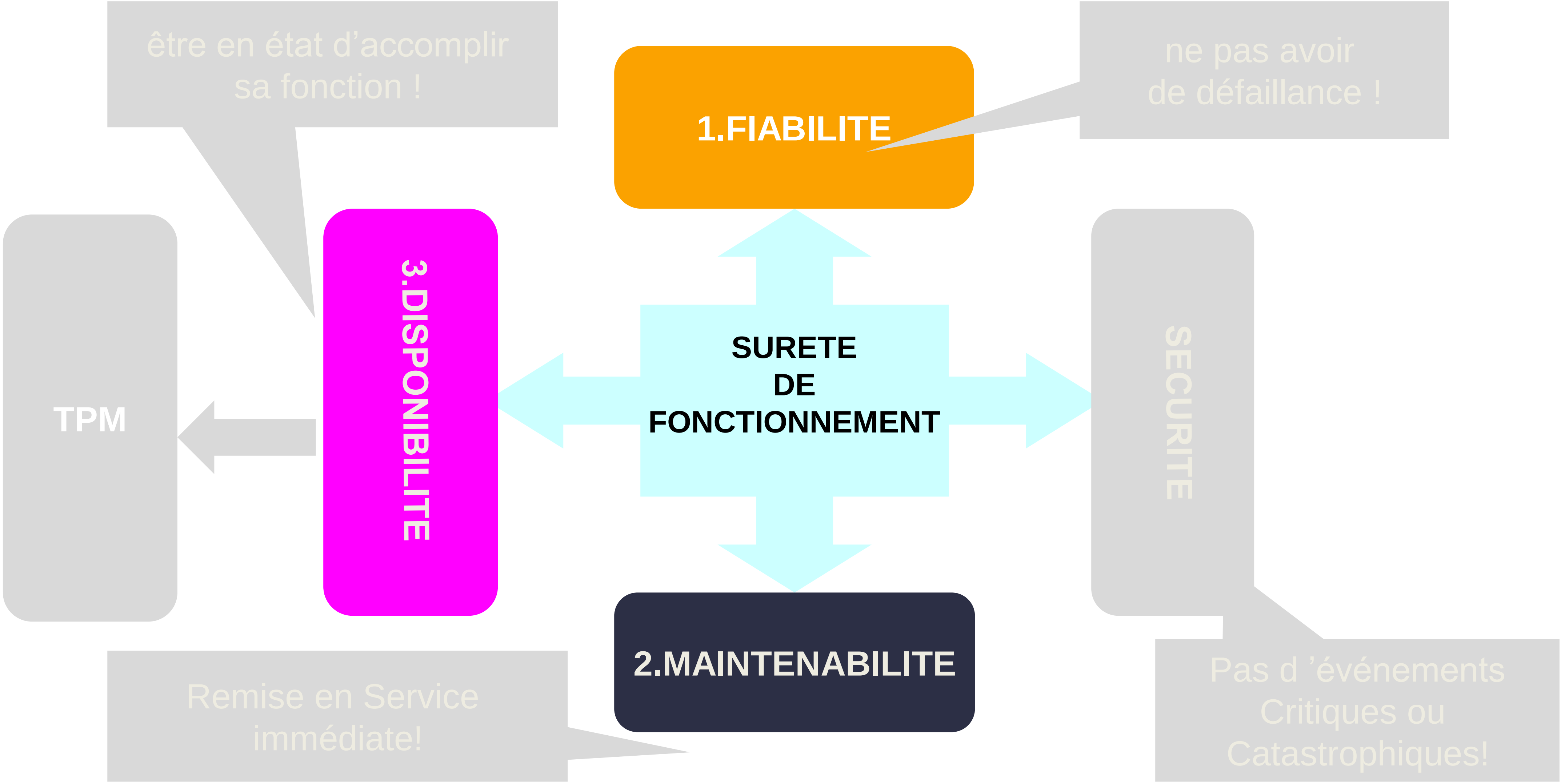
Composants et Indicateurs de la SDF

Composants de la SDF



FIABILITÉ

FIABILITÉ

Définition selon la norme X60-319 (EN 13306) :

« Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné. »

« C'est l'aptitude d'un bien à ne pas tomber en panne. »

La fiabilité est la caractéristique d'un dispositif exprimée par la **probabilité** que ce dispositif accomplisse une **fonction requise** dans des **conditions d'utilisation** et pour une **période de temps déterminée**.

La notion de temps peut prendre la forme d'unités d'usage :

- De nombre de cycles effectués ⇨ **machine automatique**

- De distance parcourue ⇨ **matériel roulant**

- De tonnage produit ⇨ **équipement de production**

III. Composants et Indicateurs de la SDF

FIABILITÉ

PROBABILITÉ

- C'est le rapport : (nbre *de cas favorable / nbre de cas possibles*)<1
- Probabilité de bon fonctionnement à la date t: **R(t)**
- Probabilité de défaillance à la date t: **F(t)**

FONCTION REQUISE

- - accomplir une mission,
- - rendre un service attendu.
- Il faut définir un seuil d'admissibilité en deçà duquel la fonction n'est plus remplie.

CONDITIONS D'UTILISATION

- définition des conditions d'usage
- de l'environnement avec ses variations
- des contraintes mécaniques , chimiques…

PÉRIODE DE TEMPS

- définition de la mission en unité d'usage
- A tout instant ti, on aura une fiabilité R(ti)
- Ex : On se fixe un minimum R(tm) = 0.9 pour une durée de mission de 8000h

FIABILITÉ

Exemple1: Roulement

Fiabilité d'un roulement

Probabilité R(t) = 0,9	Les pièces du lot ont 90% de chance d'atteindre la date t sans défaillance dans le respect des conditions suivantes
Seuil	Seuil de déformation permanente d'une bague ou niveau de vibration
Conditions d'utilisation	- Charges axiale et radiale appliquées - Lubrification - Température d'utilisation
Période en unités d'usage	1 million de tours ou 8000 h

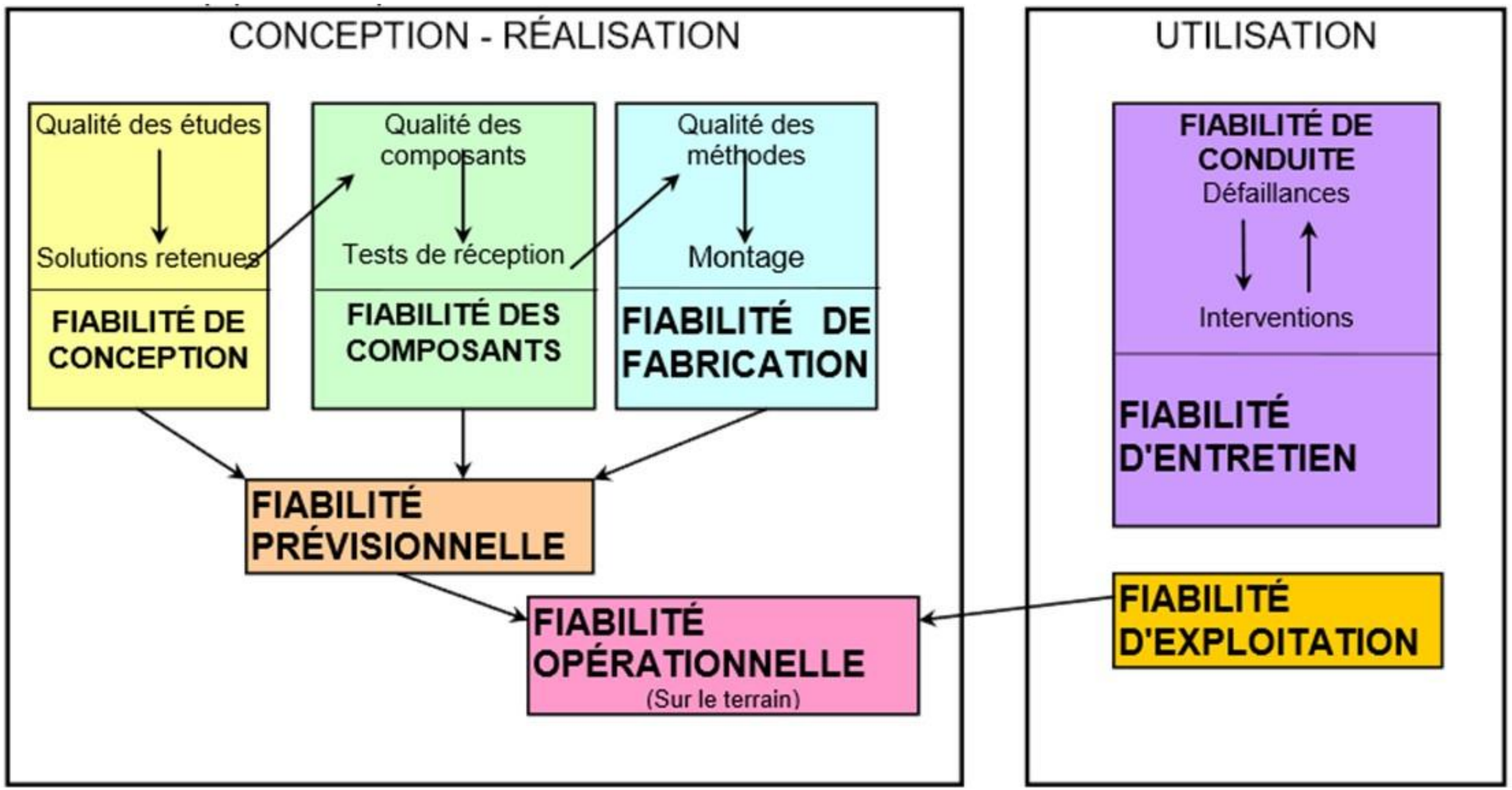
90% des roulements seront en état de fonctionnement au bout de 8000 heures dans le respect des conditions prescrites.

Exemple 2 : Tractopelle

Soit un tractopelle préparé pour la période suivante de production.

- Probabilité : c'est celle de terminer la mission ; fiabilité requise = 0,98
- Fonction requise : 200 kg/h de moyenne (seuil minimal)
- Conditions d'utilisation : de jour, de nuit, n ravitaillements, etc.
- Période de temps : au bout de 24 heures (durée de la mission)

Types de fiabilité



III. Composants et Indicateurs de la SDF

FIABILITÉ

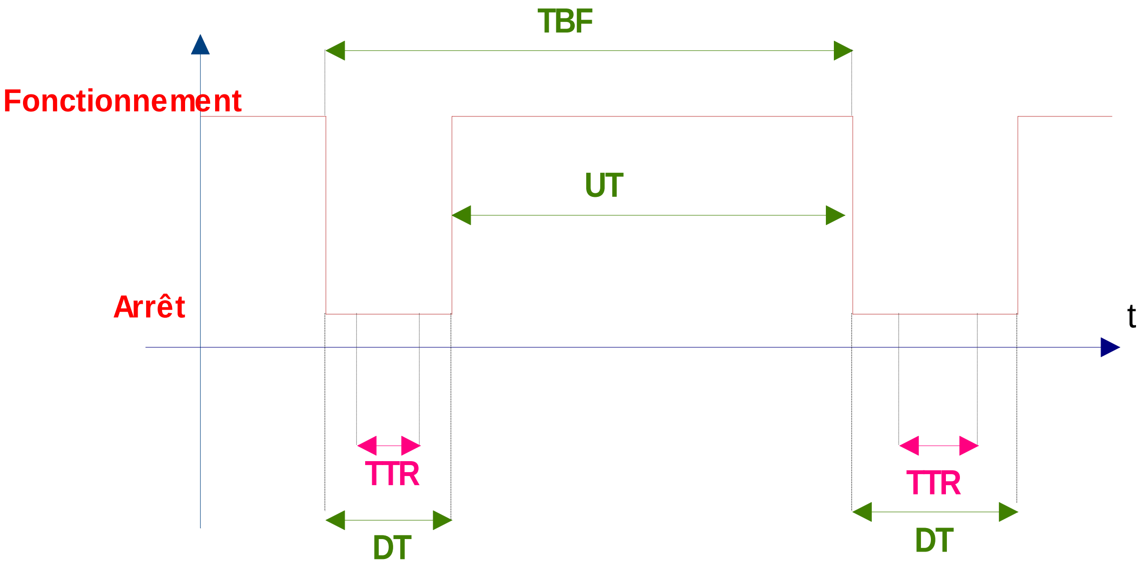
La notion de fiabilité s'applique :

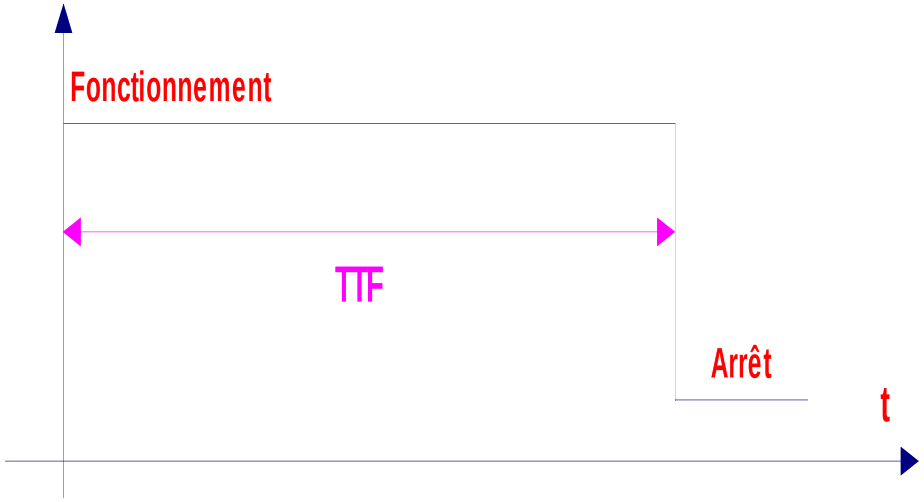
- A du système réparable

Un système réparable est un système qui peut être remis en état après qu'il soit tombé en panne.

- A des systèmes non réparables

Un système non réparable est un système qui est mis au rebut dès qu'il tombe en panne.





TBF = Time Between Failure (temps s'écoulant entre deux défaillances consécutives),

UT = **Up Time** (temps de bon fonctionnement (TBF) après réparation ou temps de disponibilité),

DT = **Down Time** (temps d'arrêt sur défaillance, y compris le temps de diagnostic de la panne, la réparation et le temps de remise en service, donc temps d'indisponibilité),

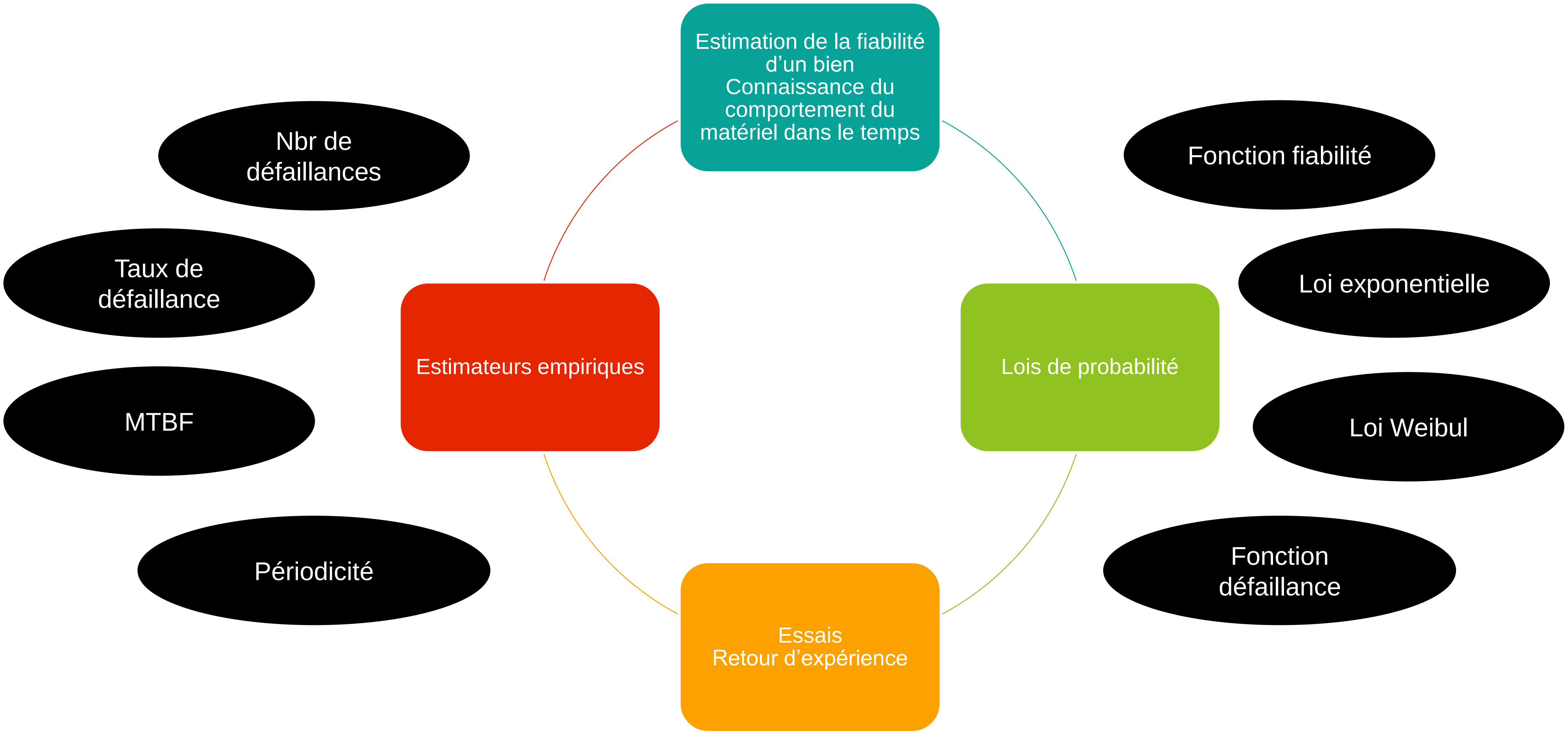
TTR = **Time To Restoration** (temps de réparation),

TTF = **Time To Failure** (temps jusqu'à la défaillance irréversible)

III. Composants et Indicateurs de la SDF

FIABILITÉ

Estimation de la fiabilité



Estimation de la fiabilité

Soit T , la variable aléatoire qui désigne l'intervalle de temps pendant lequel l'équipement assure sa fonction avant défaillance. Le temps T est souvent donné en heures.

Exemple:

R(100) = 0,92, cela signifie que le matériel a une chance de 92% de fonctionner pendant les 100 premières heures.

Fonction de survie =Fiabilité R(t)

- Probabilité de bon fonctionnement jusqu'à l'instant t
- $R(t) = P(T \geq t)$

Fonction de défaillance F(t)

- Probabilité de disfonctionnement (panne) avant l'instant t
- $F(t) = 1 - R(t)$

Densité de probabilité de défaillance f(t)

- Fréquence d'apparition des défaillances entre t et t+dt:
- $f(t) = dF(t)/dt$

Taux de défaillance λ(t)

- Vitesse de variation de la fiabilité au cours du temps
- $\lambda(t) = f(t)/R(t)$

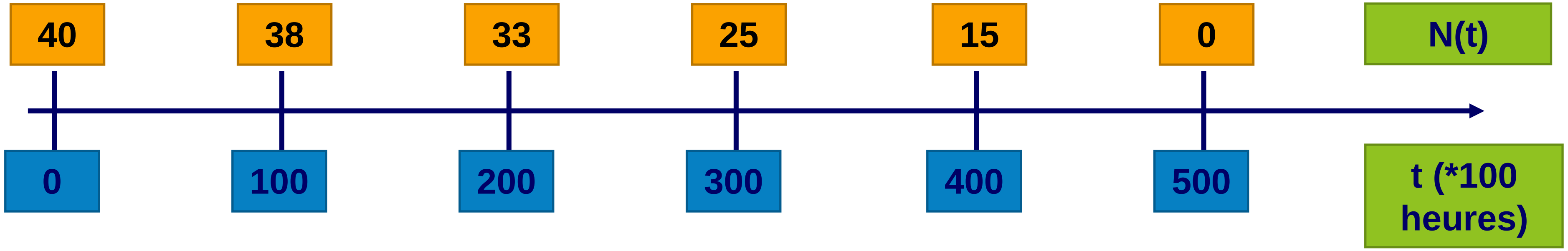
$$\boxed{R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x).dx}}$$

Estimation empirique

Soit le résultat d 'un essai de durée de vie :

L'observation des défaillances sur un ensemble de 40 moteurs asynchrones de même type, utilisés par la société Meca-Malo, a donné les résultats suivants :

Période	0 à 10000h	10000 à 20000h	20000 à 30000h	30000 à 40000h	40000 à 50000h
Nombre de défaillants	2	5	8	10	15



N(0) : nombre de dispositifs identiques soumis à un essai commun, et donc vivants au temps t0.

N(t) : Nombre de survivants à un instant t.

Estimation empirique

Soit le résultat d ’un essai de durée de vie :

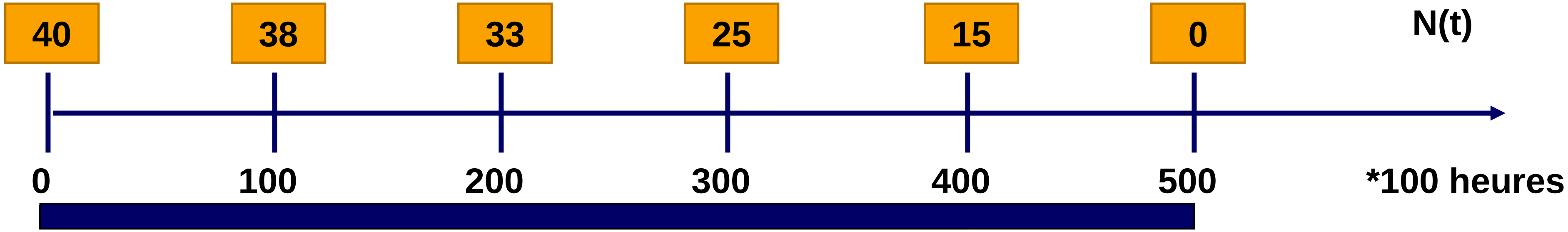
L’observation des défaillances sur un ensemble de 40 moteurs asynchrones de même type, utilisés par la société Meca-Malo, a donné les résultats suivants :

Période *100	0 à 100h	100 à 200h	200 à 300h	300 à 400h	400 à 500h
Nombre de défaillants	2	5	8	10	15

$[t, t+\Delta t[$	N(t)	R(t)= N(t)/N(0)	F(t)= 1-R(t)	$\lambda_{[t,t+\Delta t[} = \frac{\Delta n(t)}{N(t) \times \Delta t}$
0				
$[0,100[$				
$[100,200[$				
$[200,300[$				
$[300,400[$				
$[400,500[$				

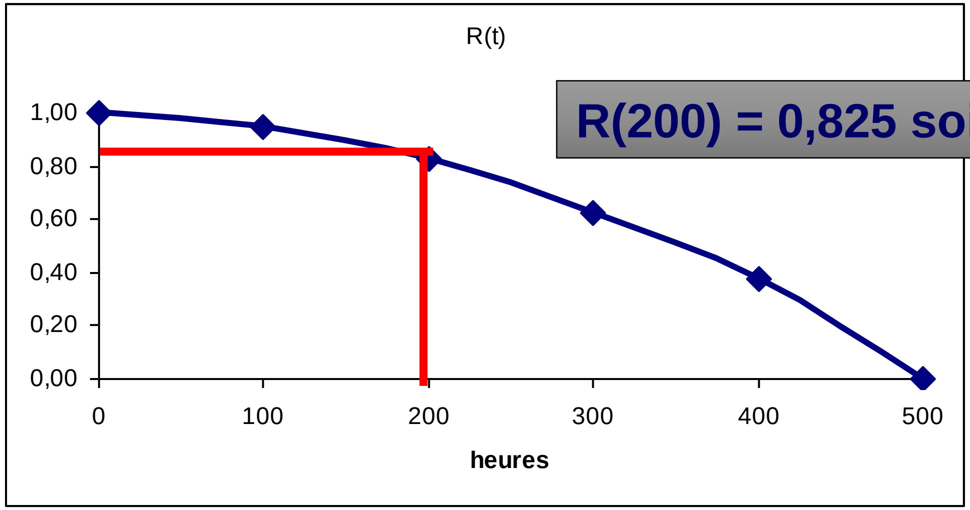
FIABILITÉ

Quel est le pourcentage de dispositifs n ’ayant pas subi de défaillance dans un intervalle de temps [0,t[?



t	N(t)	R(t)
0	40	40/40 = 1
100	38	38/40 = 0,95
200	33	33/40 = 0,825
300	25	25/40 = 0,625
400	15	15/40 = 0,375
500	0	0/40 = 0

$$R(t) = \frac{N(t)}{N(0)}$$



R(200) = 0,825 soit 82,5 %

III. Composants et Indicateurs de la SDF

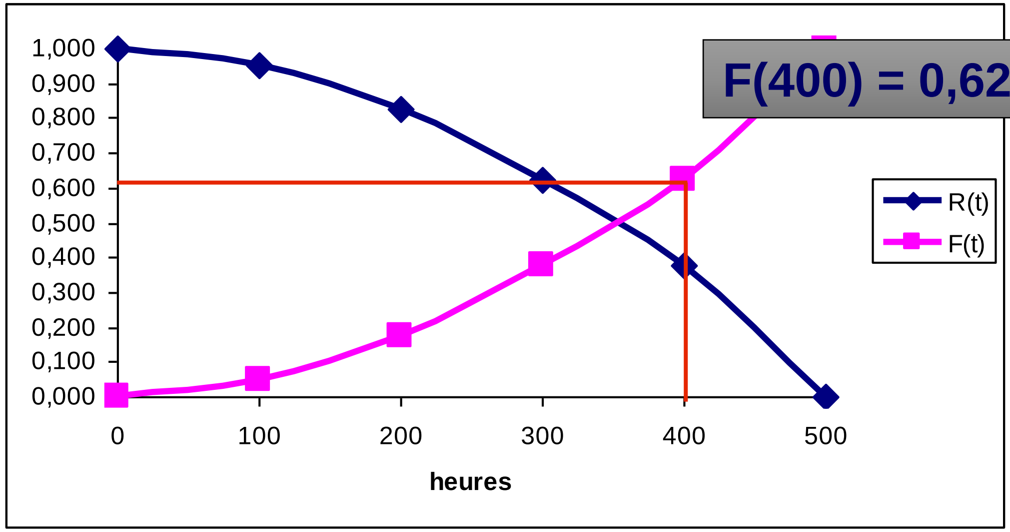
FIABILITÉ

Quel est le pourcentage de dispositifs ayant eu une défaillance dans un intervalle de temps [0,t[?

40	38	33	25	15	0	N(t)
0	100	200	300	400	500	*100heures

$$F(t) = 1 - R(t)$$

t	R(t)	F(t)
0	40/40 = 1	0
100	38/40 = 0,95	0,05
200	33/40 = 0,825	0,175
300	25/40 = 0,625	0,375
400	15/40 = 0,375	0,625
500	0/40 = 0	1

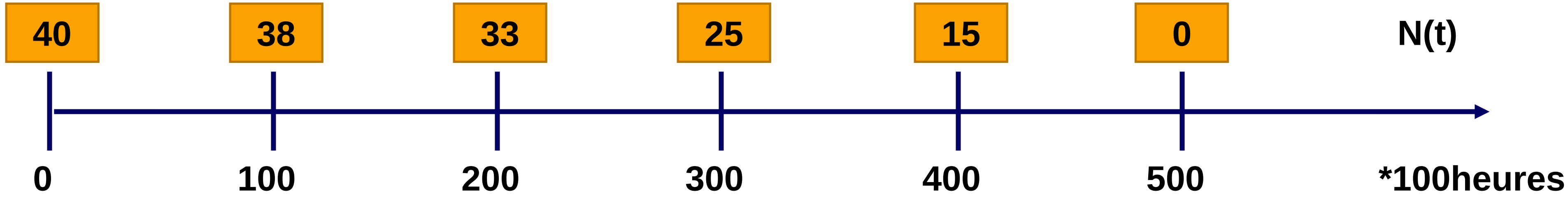


F(400) = 0,625 soit 62,5 %

III. Composants et Indicateurs de la SDF

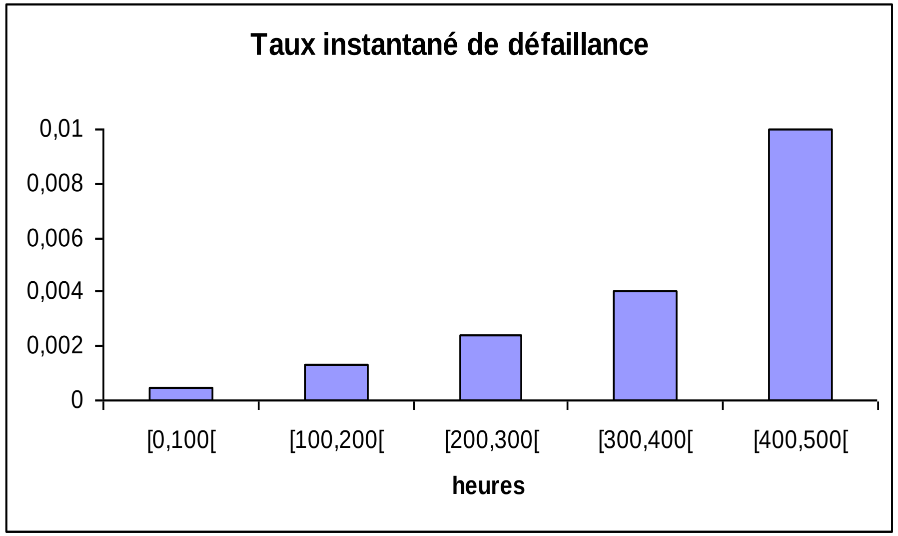
FIABILITÉ

Quel est le pourcentage de dispositifs ayant eu une défaillance dans l ’intervalle de temps [t, t+Δt[ramené à l ’unité de temps et au nombre de dispositifs vivants à l ’instant t ?



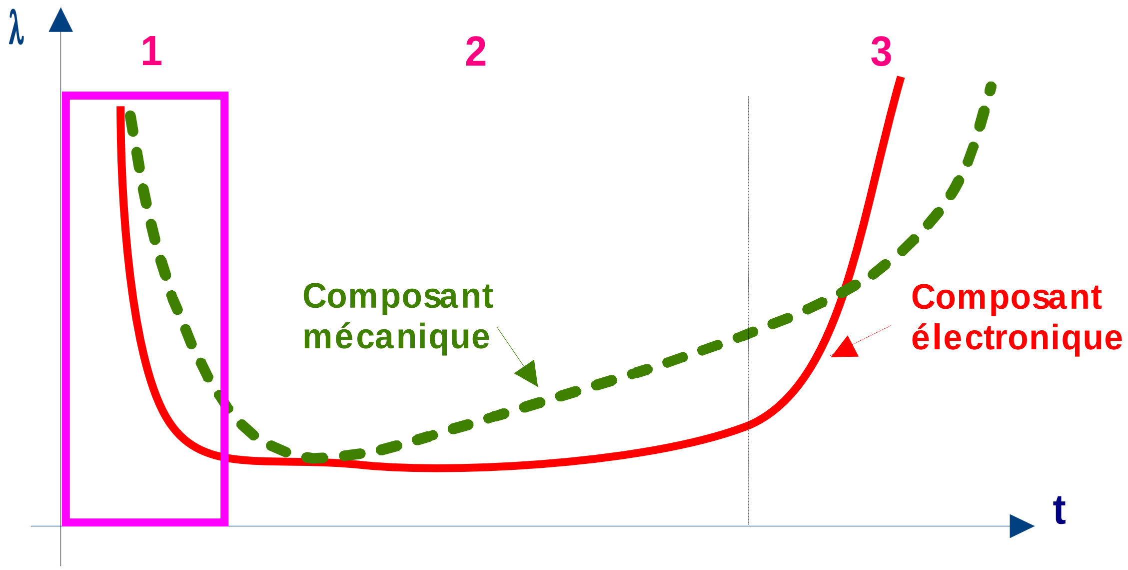
$$\lambda_{[t,t+\Delta t[} = \frac{\Delta n(t)}{N(t) \times \Delta t}$$

[t, t+Δt[	Δ n(t)	N(t)	$\lambda_{[t,\ t+\Delta t[}$
[0,100[	2	40	2 / (40x10000)= 5.10^{-6}
[100,200[	5	38	5 / (38x10000)= $1,3.10^{-5}$
[200,300[	8	33	8 / (33x10000)= $2,4.10^{-5}$
[300,400[	10	25	10 / (25x10000)= 4.10^{-5}
[400,500[	15	15	15 / (15x10000)= 0,0001



Taux de défaillance

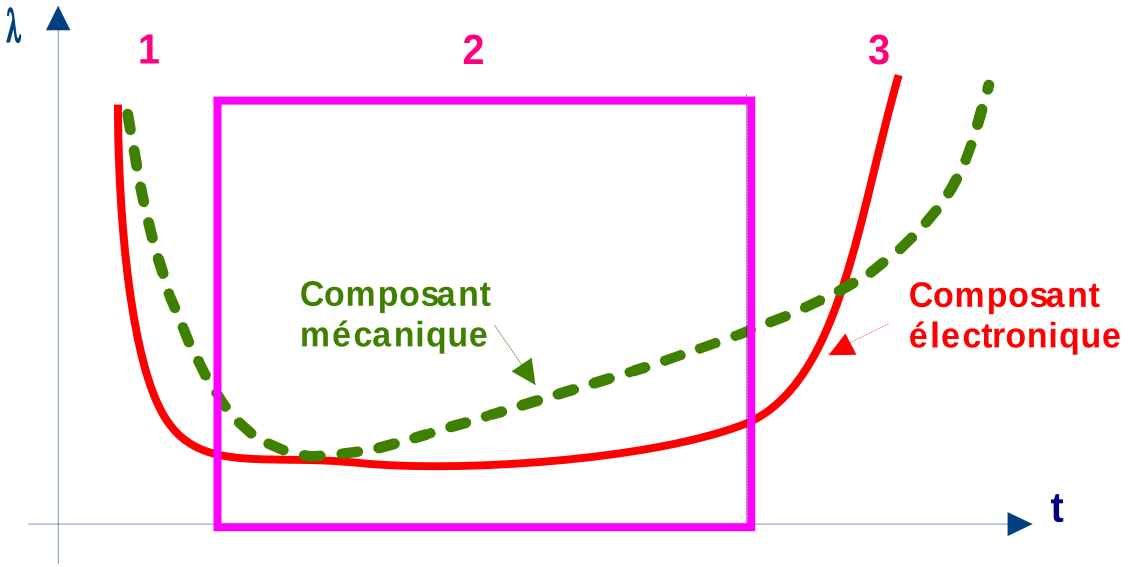
Pour un équipement (système réparable) le taux de défaillance se traduit souvent par une courbe dite **« courbe en baignoire »** mettant en évidence 3 époques :



Zone 1 : Phase de jeunesse

- C'est la période de défaillance précoce
- Le taux instantané de défaillance **décroît rapidement**, jusqu'à un minimum.
- Les défaillances sont le plus souvent catalectiques.
- Elimination par rodage pour le matériel mécanique ou par un pré-vieillissement « déverminage » pour les composants électroniques
- Cette phase est plus lente pour un composant mécanique.

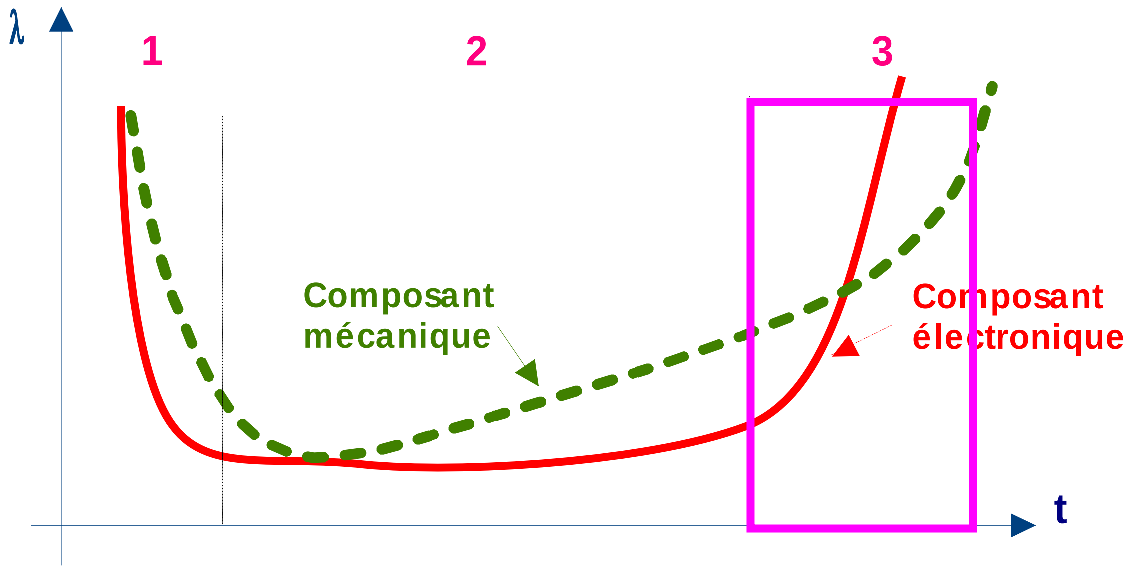
Taux de défaillance



Zone 2 : Phase de maturité

- Le taux instantané de défaillance est pratiquement **constant** pour le composant électronique, moins pour le composant mécanique ;
- La durée de cette phase est plus importante pour le matériel électronique que pour la mécanique
- Les **défaillances sont aléatoires** et liées le plus souvent à la dérive des composants.
- En maintenance, c'est la période où l'on met en place du préventif.

Taux de défaillance



Zone 3 : Zone d'usure

- C'est la période de défaillance par vieillissement ou « fin de vie »
- le taux de défaillance **croît rapidement**.
- Elimination par des politiques appropriées de déclassement ou de remplacement systématique.
- La tendance est toutefois d'effectuer une maintenance conditionnelle, ce qui permet de prévoir les défaillances et d'exploiter le matériel au maximum de ses possibilités.

Taux de défaillance

Caractérisation d'un matériel réparable

Pour une période donnée, le taux défaillance s'exprime par :

$$\lambda = \frac{\text{nombre total de défaillances pendant la période considérée}}{\text{durée totale de bon fonctionnement}}$$

Avec
durée total de bon fonctionnement= $\sum UT$

Exemple:

une ligne de production a fonctionné pendant un cycle de 200 heures. Pendant ce cycle, on a observé 5 défaillances, à des moments différents et de durées respectives (réparation et remise en activité comprises) de 3 heures, 4,5 heures, 1,5 heures, 6,5 heures et 5 heures. Le taux de défaillance moyen de cette ligne est donc :

$$\lambda = \frac{5}{200-(3+4,5+1,5+6,5+5)} = 0,028 \quad \text{Def/h}$$

Taux de défaillance

Caractérisation d'un matériel non réparable

Pour une période d'observation donnée et pour N équipements identiques observés, le taux de défaillance moyen s'exprime par :

$$\boxed{\lambda = \frac{\text{nombre d'équipements défaillants}}{\sum_{i=1}^{N} TTF_i}}$$

Exemple :

10 dispositifs identiques ont été testés sur une durée de 1000 heures. Le premier est tombé en panne, de manière irréparable, au bout de 260 heures, le second au bout de 425 heures, le 3ème au bout de 624 heures, le 4ème au bout de 712 heurs, le 5ème au bout de 803 heures et le 6ème au bout de 955 heures. Les quatre derniers continuent de fonctionner. Le taux de défaillance de cet équipement est donc :

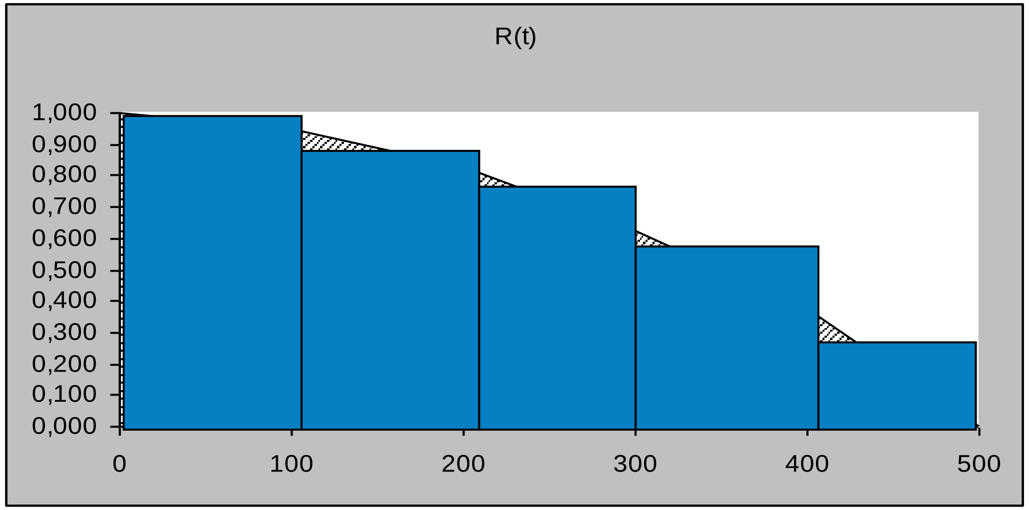
$$\lambda = \frac{6}{260+425+624+712+803+955+4x1000} = 7{,}71.10^{-4} \quad \text{Def/h}$$

MTBF

$$MTBF = \int_{0}^{+\infty} R(t).\,dt$$

$$MTBF = \Delta t \times \sum_{i=1}^{i=n} R(t)_i$$

t	R(t)
0	
100	
200	
300	
400	
500	



MTBF = 10 000 x (1 + 0,95 + 0,825 + 0,625 + 0,375) = 37 750 heures

MTBF

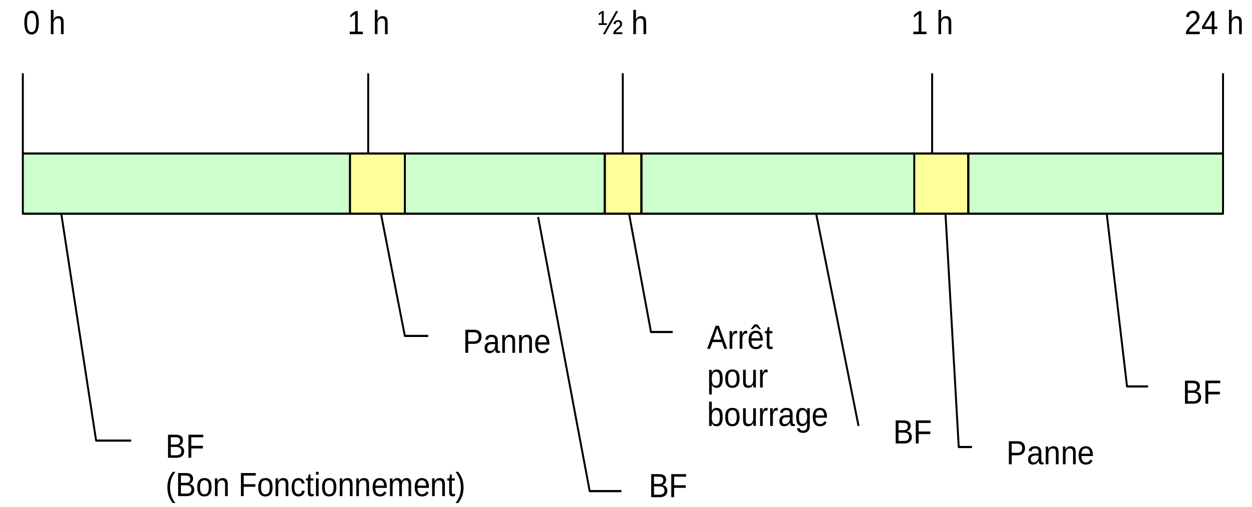
Cas particulier d'un taux de défaillance constant

Durant cette période, le taux de défaillance est sensiblement constant, la fiabilité peut donc se caractériser par la MTBF (Mean Time Between Failure).

$$\mathrm{MTBF} = \frac{\text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Nombre de pannes}}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

Exemple1 *:* Fonctionnement d'un équipement sur 24 heures



MTBF = (24-1-0,5-1) / 3 = 7,2 heures

Exemple2 :

une pompe de relevage a fonctionné pendant 8000 heures en service continu ; elle a subi 6 pannes de durées respectives 2, 4.5, 3, 1, 6 et 3 heures. On en déduit que

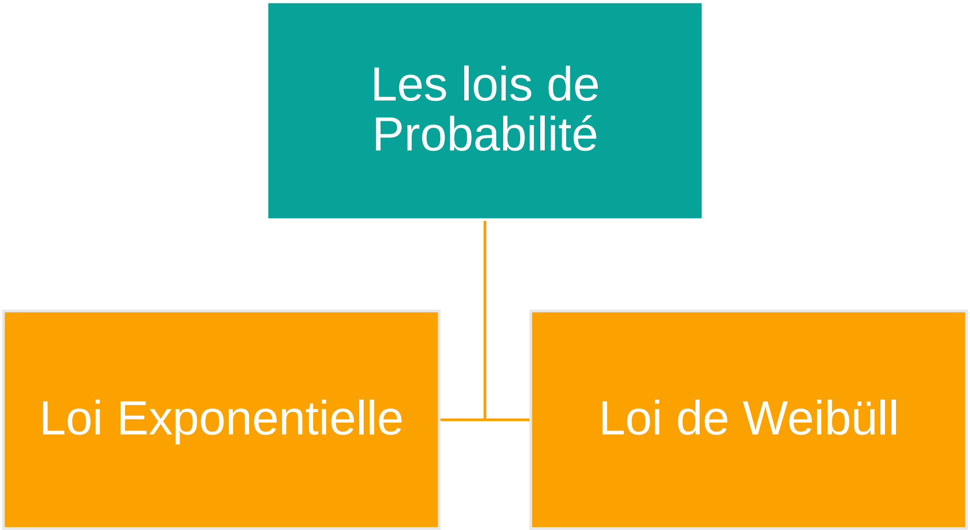
$$\mathrm{MTBF} \cong \frac{8000-(2+4,5+3+1+6+3,5)}{6} = 1330\,\mathrm{h}$$

$$\lambda = \frac{1}{1330} = 7{,}510^{-4}\ \mathrm{def/h}$$

Estimation de la fiabilité

Nécessité de cerner la loi de probabilité qui régit T

- ✓ La loi exponentielle pour la fiabilité des composants de circuits intégrés de haute qualité comme des diodes, des transistors, des résistances et des condensateurs.
- ✓ La loi de Weibull pour les composants mécaniques.
- ✓ La loi log-normale pour des dégradations ou réactions chimiques: corrosion, migration ou diffusion, ce qui est courant dans le cas des défaillances de semi-conducteurs



Loi exponentielle

Le taux de défaillance est constant ⇒ $\lambda(t) = \lambda$.

Les défaillances sont indépendantes du temps, aléatoires.

Exemples
- résistance : $\lambda = 10^{-8}$/h
- condensateur céramique : $\lambda = 10^{-8}$/h,
- transistor petit signal : $\lambda = 10^{-7}$/h

Dans ces conditions, la loi de fiabilité qui en découle s'écrit

$$R(t) = e^{-\lambda.t}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda.t}$$

$$t = \frac{-\ln R(t)}{\lambda}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$f(t) = \lambda.e^{-\lambda.t}$$

Exercice:

Le composant suit une loi exponentielle de paramètre λ = 0,001 déf/heure.

1. Déterminer la MTBF du composant
2. Déterminer la probabilité d 'avoir une défaillance avant 100 heures.
3. Déterminer la probabilité de ne pas avoir de défaillance avant 500 heures.
4. Déterminer la périodicité de remplacement systématique du composant en admettant une fiabilité de 0,9.

Loi de Weibull

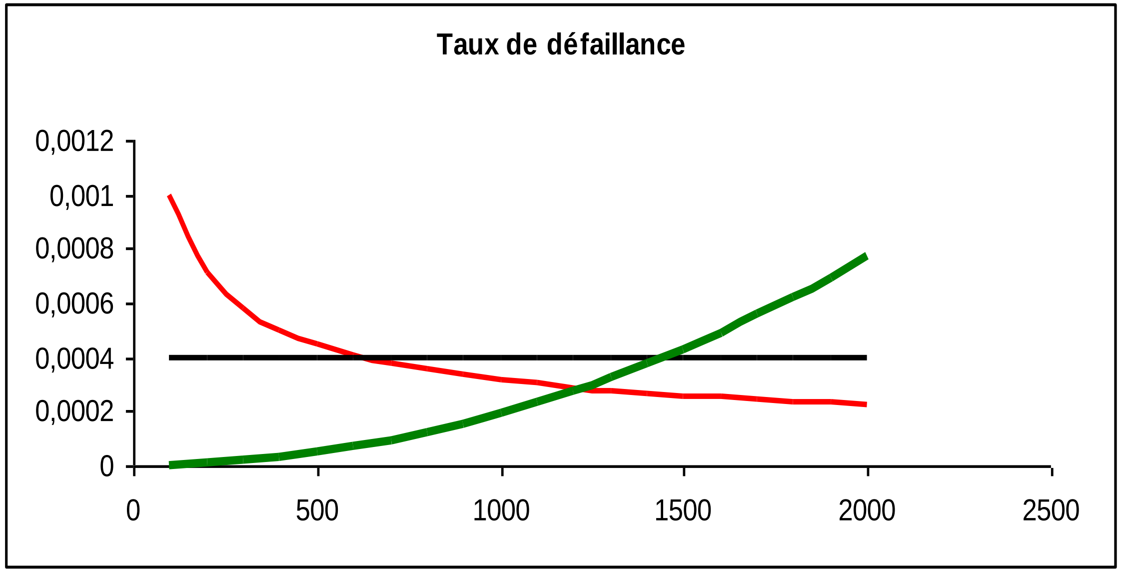
La fonction de fiabilité est alors :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}}$$

La loi de Weibull comporte 3 paramètres

- β : paramètre de forme (sans unité)
- γ : paramètre de position (même unité que « t »)
- η : paramètre d ’échelle (même unité que « t »)

Le taux de défaillance λ(t) peut être :

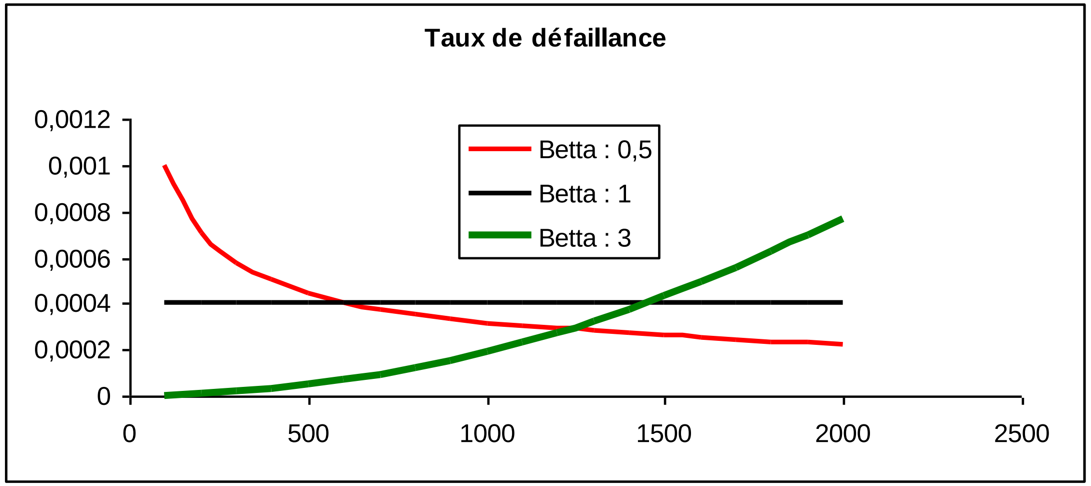


- constant (cas des défaillances aléatoires).

- croissant (cas des défaillances par usure, fatigue, vieillesse).

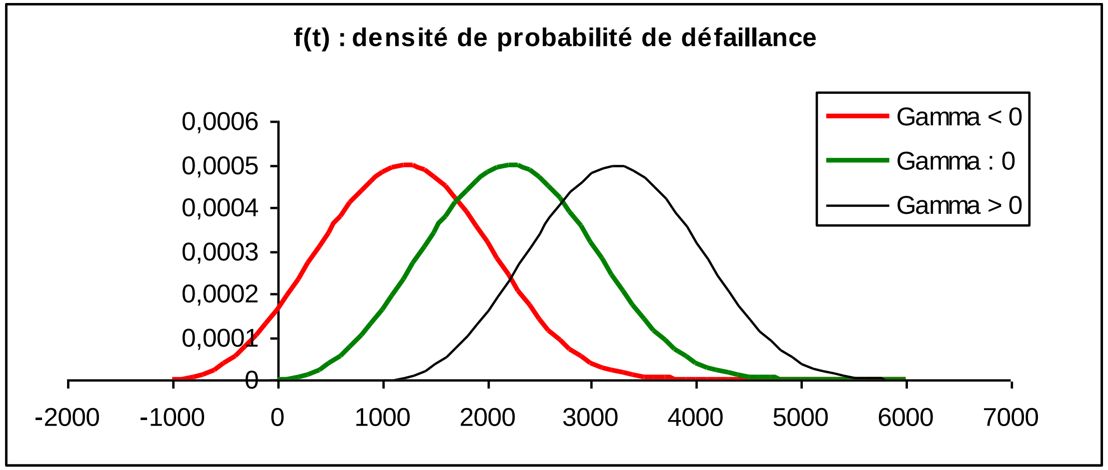
- décroissant (cas des défaillances de jeunesse).

FIABILITÉ



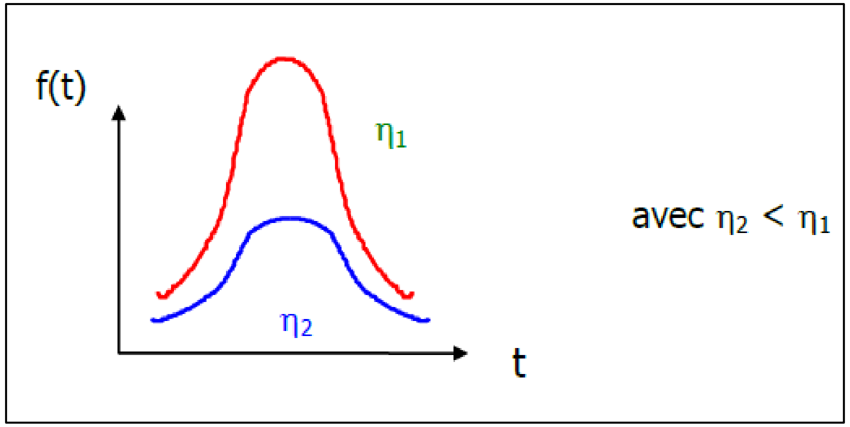
Paramètre de forme β	• Taux de défaillance $\lambda(t)$
$\beta = 1$	• constant (cas des défaillances aléatoires)
$\beta > 1$	• croissant (cas des défaillances par vieillesse) $1,5 < \beta < 2,5$: fatigue ; $3 < \beta < 4$: usure, corrosion
$\beta < 1$	• décroissant (cas des défaillances de jeunesse)

FIABILITÉ



Paramètre de position γ	• Densité de probabilité de défaillance f(t)
$\gamma = 0$	• Les défaillances surviennent dès l'utilisation du matériel
$\gamma > 0$	• Les défaillances ont débuté à partir du temps $t = \gamma$
$\gamma < 0$	• Les défaillances ont débuté avant la mise en historique des TBF

FIABILITÉ



Paramètre d’echelle η	• Densité de probabilité de défaillance f(t)
η2	• Distribution dispersée des fréquences d’apparition des défaillances
η1	• Distribution des fréquences moins dispersée

Loi de Weibull

$$R(t) = e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}}$$

$$MTBF = \gamma + A.\eta$$

$$F(t) = 1 - e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}}$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\,(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta-1}$$

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\,(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta-1} \times e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}}$$

Exercice:

Le composant suit une loi de Weibüll (β = 1.4 ; γ = 0 ; η = 2200 heures, A=0,9114).

1. Déterminer la MTBF du composant
2. Déterminer le taux de défaillance du composant
3. Déterminer la probabilité d 'avoir une défaillance avant 1000 heures.
4. Déterminer la probabilité de ne pas avoir de défaillance avant 500 heures.
5. Déterminer la périodicité de remplacement systématique du composant en admettant une fiabilité de 0,9.

$$t = \eta \times \left[\ln \frac{1}{R(t)}\right]^{\frac{1}{\beta}} + \gamma$$

Recherche des paramètres de la Loi De Weibull

Soit les TBF (en heure) issus d'un historique : 29 – 31 – 26 – 14 – 19 – 40 – 48 – 24 – 36 – 43 – 46

Ordre i	TBF (t)	F(t) en %

1- Compléter le tableau ci-contre :

- Classer les TBF dans l'ordre croissant.
- En déduire la taille de l'échantillon (N = nombre total de TBF)

2 – Approximer la fonction défaillance F(t) en fonction de la taille de l'échantillon

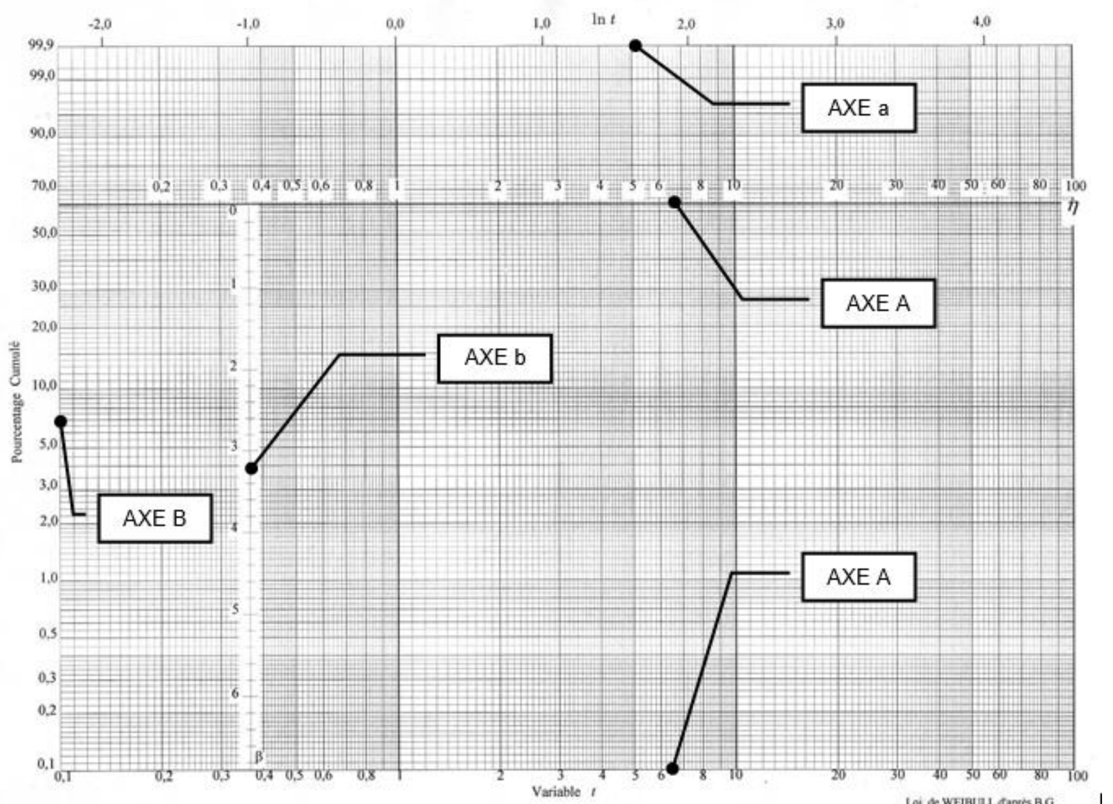
- Si **N>50**; les TBF seront regroupées en classe de valeurs: **F(t) = i / N** .
- Si **20<N<50**, on utilisera la méthode des rangs moyens ; **F(t) = i / (N+1)** .
- Si **N≤20**, on utilisera la méthode des rangs médians : **F(t) = (i – 0,3) / (N + 0,4)**

Recherche des paramètres de la Loi De Weibull

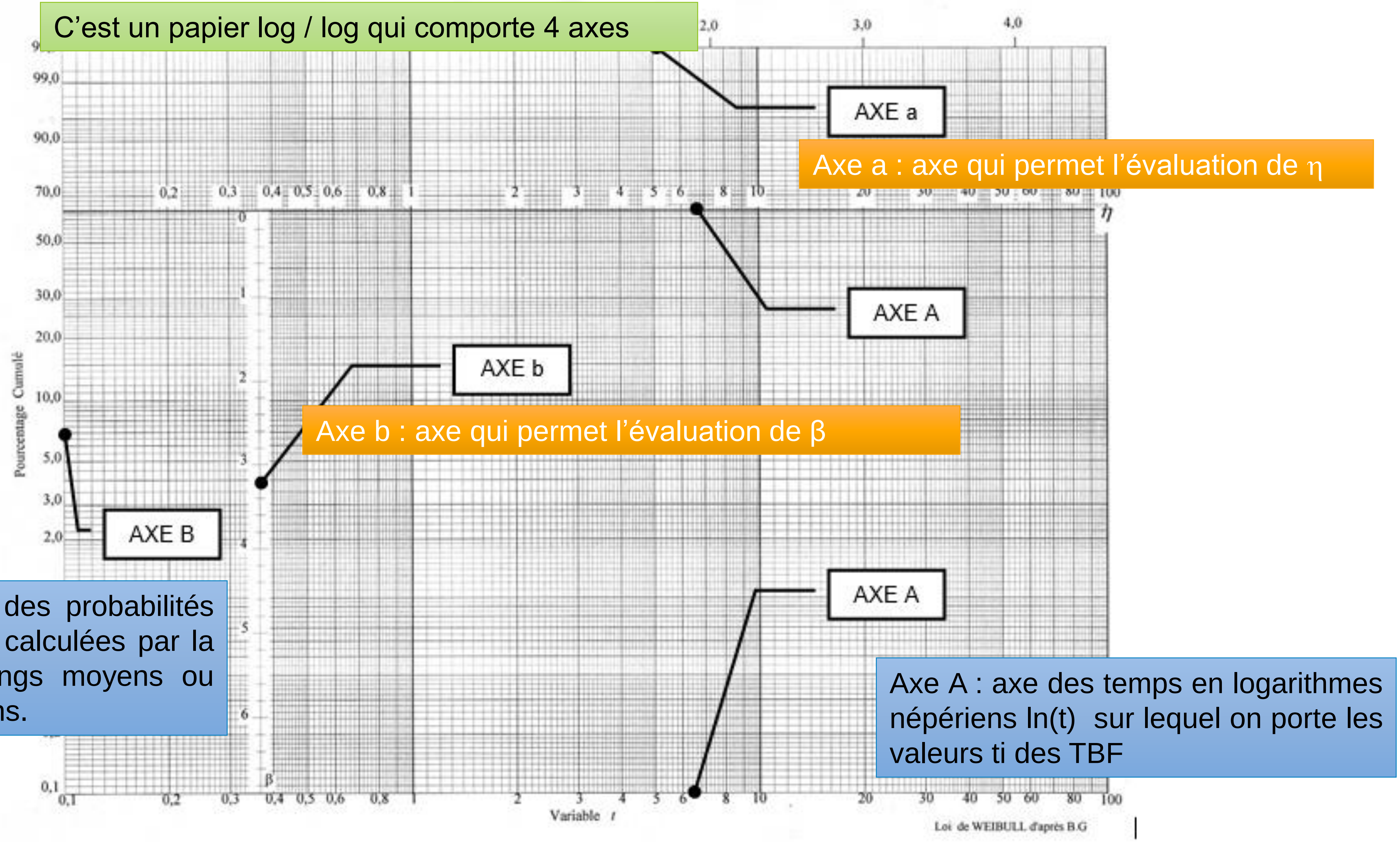
Soit les TBF (en heure) issus d'un historique : 29 – 31 – 26 – 14 – 19 – 40 – 48 – 24 – 36 – 43 – 46

Ordre i	TBF (t)	F(t) en %
1	14	0,06
2	19	0,15
3	24	0,24
4	26	0,32
5	29	0,41
6	31	0,50
7	36	0,59
8	40	0,68
9	43	0,76
10	46	0,85
11	48	0,94

3 – Tracer le nuage de points [t, F(t)] sur du papier Weibüll



FIABILITÉ

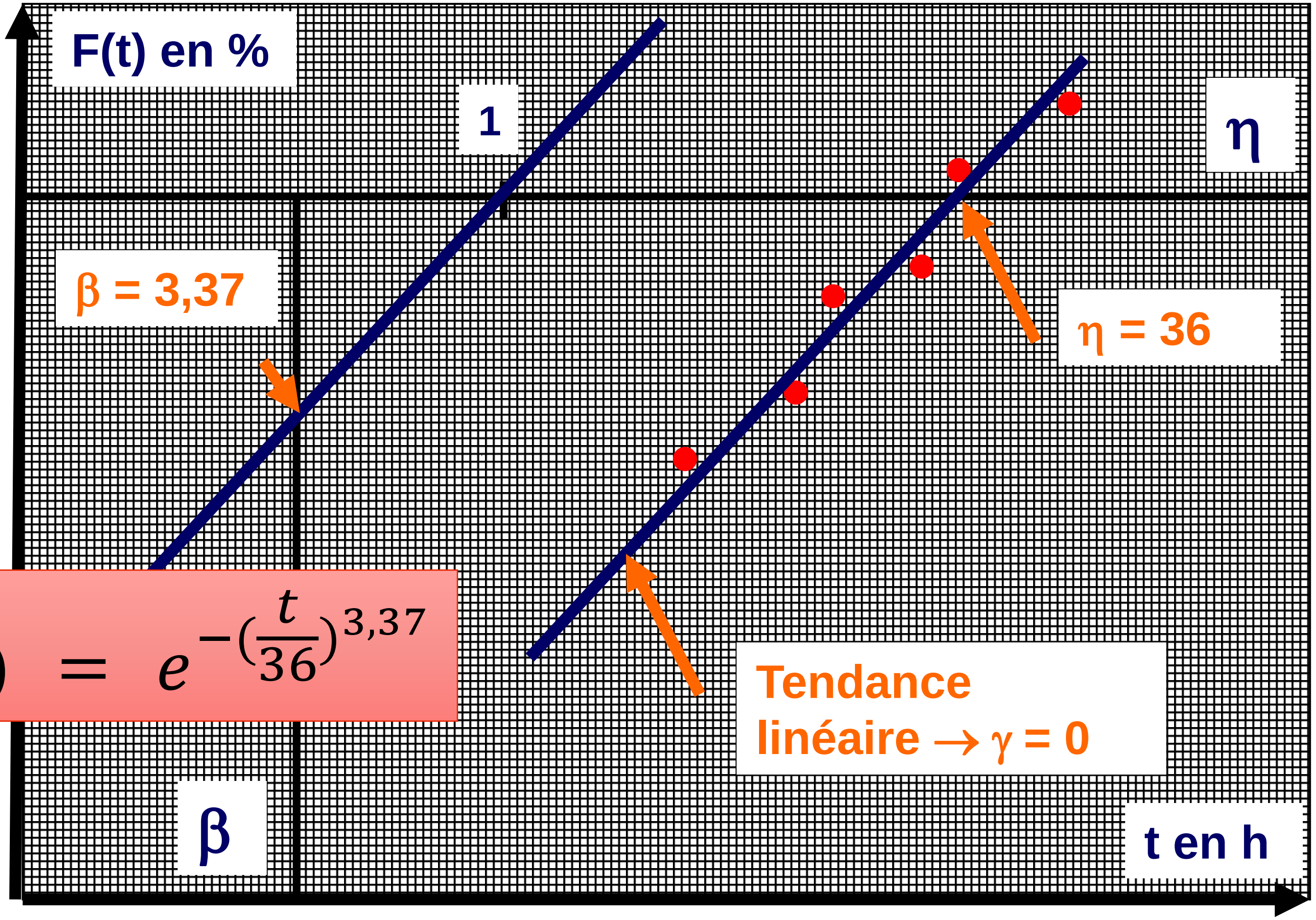


Axe B : valeurs des probabilités de défaillance Fi calculées par la méthode des rangs moyens ou des rangs médians.

Axe A : axe des temps en logarithmes népériens ln(t) sur lequel on porte les valeurs ti des TBF

Recherche des paramètres de la Loi De Weibull

Soit les TBF (en heure) issus d'un historique : 29 – 31 – 26 – 14 – 19 – 40 – 48 – 24 – 36 – 43 – 46



$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{36}\right)^{3,37}}$$

3 – Tracer le nuage de points [t, F(t)] sur du papier Weibüll

4 – Ajuster graphiquement le nuage de points

5 – Déterminer η

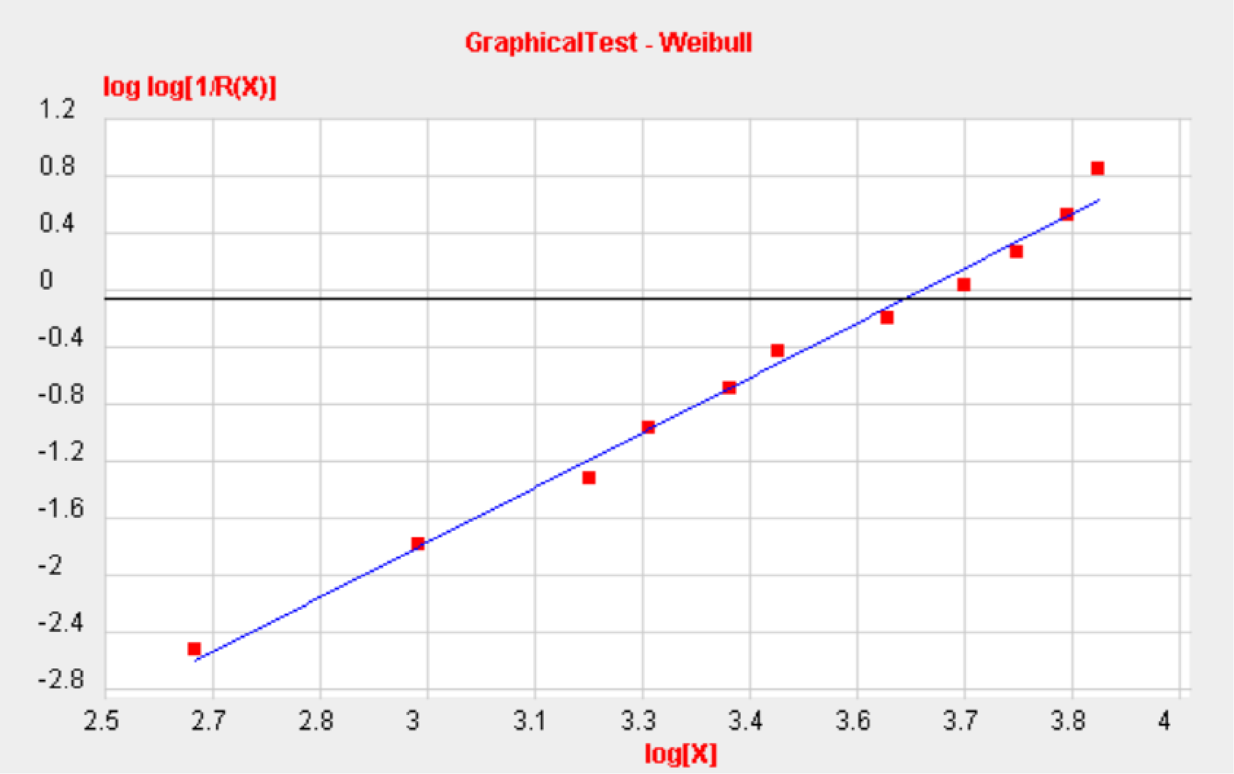
6 – Déterminer β

7– Déterminer la loi de probabilité

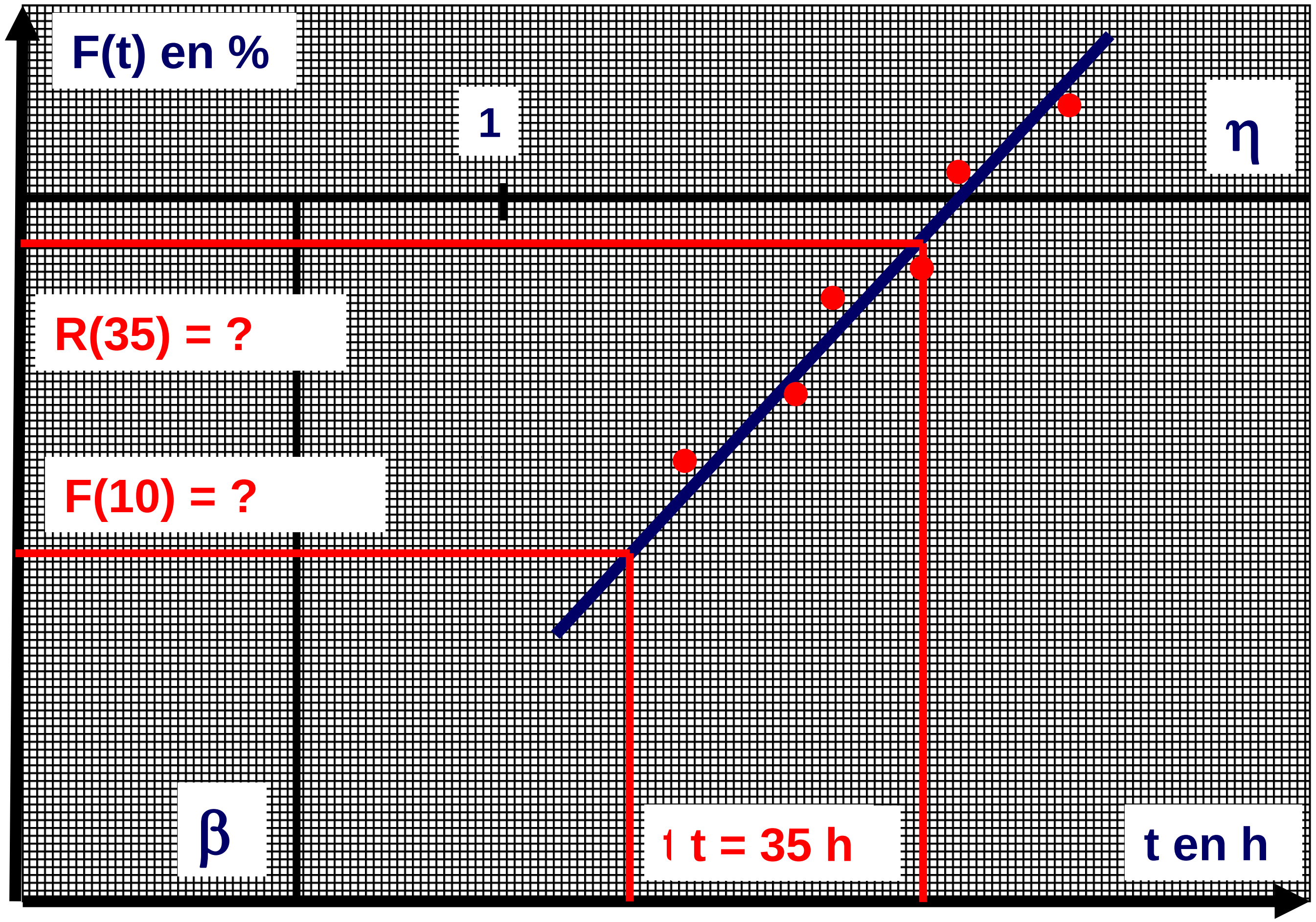
Recherche des paramètres de la Loi De Weibull

Evaluation sur logiciel Fiabilitis

Result M.L.E	Weibull
Beta	3.374596
Alpha	36.005976
Interval	0.95
Interval of Alpha	[34.010372 ; 38.001580]
Interval of Beta	[2.882911 ; 3.866282]
MTTF	32.334617 hours



Recherche des paramètres de la Loi De Weibull



Questions:

1. Quelle est la probabilité d’avoir une défaillance avant 10h ?
2. Quelle est la probabilité de ne pas avoir de défaillance avant 35h ?
3. Quelle est durée de vie du composant pour une fiabilité de 90% ?
4. Déterminer le MTBF

Recherche des paramètres de la Loi De Weibull

$$MTBF = \gamma + A.\eta$$

MTBF= 32,34 h

A=0,8984

β = 3,37

$$\sigma = B\eta$$

σ= 10,51 h

B=0,292

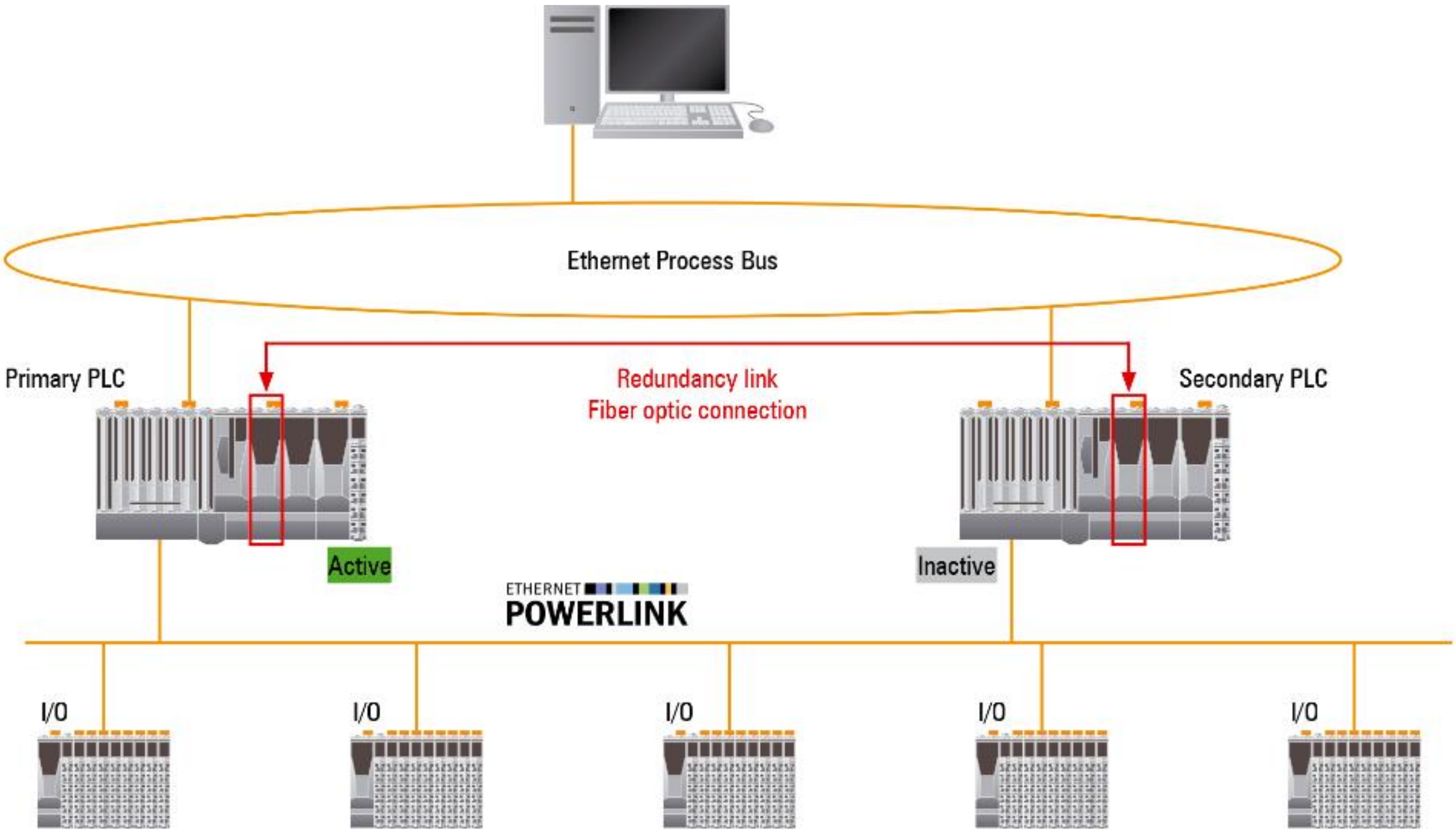
β	A	B
0,20	120	1901
0,25	24	199
0,30	9,2605	50,08
0,35	5,0291	19,98
0,40	3,3234	10,44
0,45	2,4786	6,46
0,50	2	4,47
0,55	1,7024	3,35
0,60	1,5046	2,65
0,65	1,3663	2,18
0,70	1,2638	1,85
0,75	1,1906	1,61
0,80	1,1330	1,43
0,85	1,0880	1,29
0,90	1,0522	1,17
0,95	1,0234	1,08
1	1	1
1,05	0,9603	0,934
1,10	0,9649	0,878
1,15	0,9517	0,830
1,20	[illegible]	[illegible]
1,25	0,9314	0,750
1,30	0,9236	0,716
1,35	0,9170	0,687
1,40	0,9114	0,660
1,45	0,9067	0,635

β	A	B
1,50	0,9027	0,613
1,55	0,8994	0,593
1,60	0,8966	0,574
1,65	0,8942	0,556
1,70	0,8922	0,540
1,75	0,8906	0,525
1,80	0,8893	0,511
1,85	0,8882	0,498
1,90	0,8874	0,486
1,95	0,8867	0,474
2	0,8862	0,463
2,1	0,8857	0,443
2,2	0,8856	0,425
2,3	0,8859	0,409
2,4	0,8865	0,393
2,5	0,8873	0,380
2,6	0,8882	0,367
2,7	0,8893	0,355
2,8	0,8905	0,344
2,9	0,8917	0,334
3	0,8930	0,325
3,1	0,8943	0,316
3,2	0,8957	0,307
3,3	0,8970	0,299
3,4	0,8984	0,292
3,5	0,8997	0,285
3,6	0,9011	0,278
3,7	0,9025	0,272
3,8	0,9038	0,266
3,9	0,9051	0,260

β	A	B
4	0,9064	0,254
4,1	0,9077	0,249
4,2	0,9089	0,244
4,3	0,9102	0,239
4,4	0,9114	0,235
4,5	0,9126	0,230
4,6	0,9137	0,226
4,7	0,9149	0,222
4,8	0,9160	0,218
4,9	0,9171	0,214
5	0,9182	0,210
5,1	0,9192	0,207
5,2	0,9202	0,203
5,3	0,9213	0,200
5,4	0,9222	0,197
5,5	0,9232	0,194
5,6	0,9241	0,191
5,7	0,9251	0,188
5,8	0,9260	0,185
5,9	0,9269	0,183
6	0,9277	0,180
6,1	0,9286	0,177
6,2	0,9294	0,175
6,3	0,9302	0,172
6,4	0,9310	0,170
6,5	0,9318	0,168
6,6	0,9325	0,166
6,7	0,9333	0,163
6,8	0,9340	0,161
6,9	0,9347	0,160

III. Composants et Indicateurs de la SDF

FIABILITÉ



Representation of a system with CPU redundancy

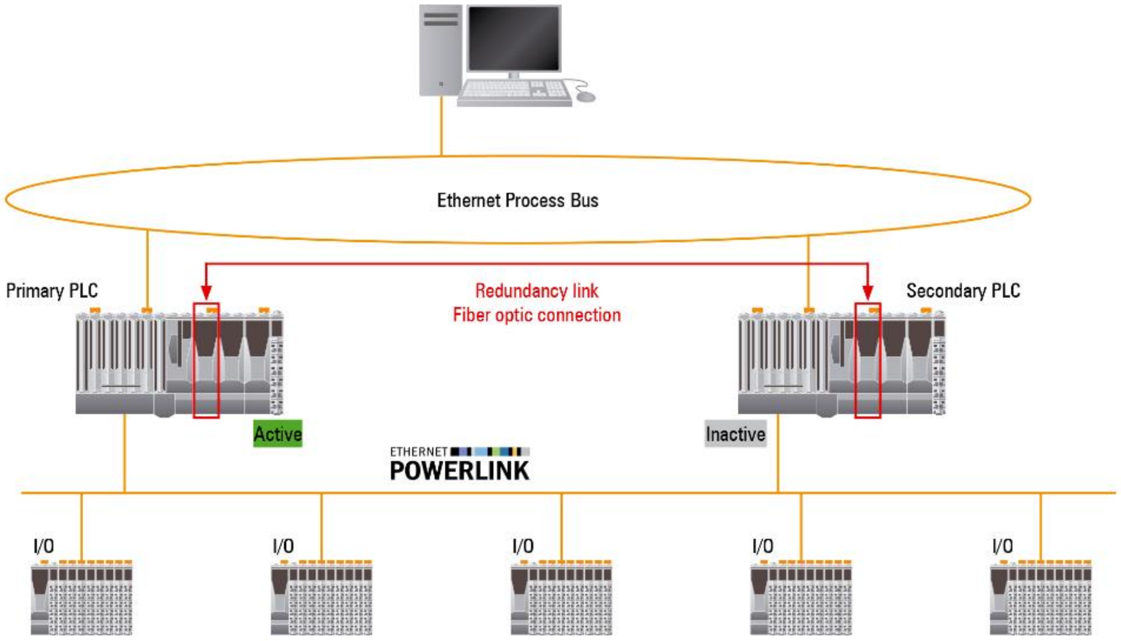
Loi de composition en fiabilité: association de matériels

L'amélioration de la sécurité et la maintenance des systèmes peut se faire en agissant sur la technologie du composant, agencer les composants ou sous-systèmes de manière à les rendre plus fiables par l'utilisation de **redondances**

Hypothèses de départ :

•Les défaillances sont indépendantes les unes des autres

•La fiabilité de chaque sous-système ou de chaque élément a été déterminée

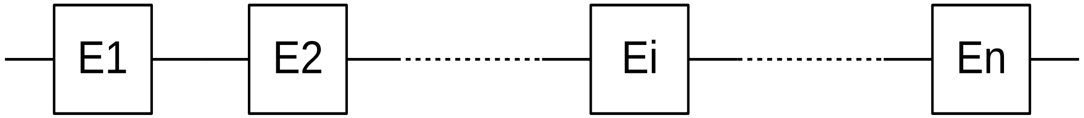


Representation of a system with CPU redundancy

Loi de composition en fiabilité: association de matériels

Système série :

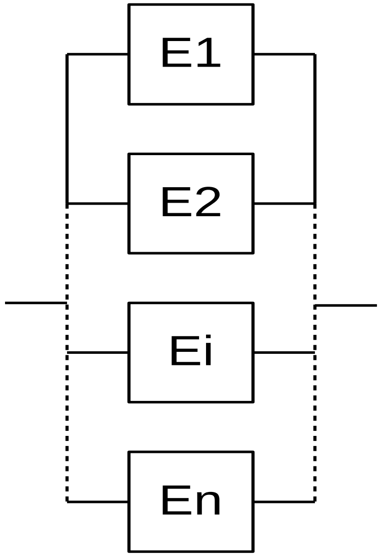
On dit qu’un système est un système série si le système tombe en panne lorsqu’un seul de ses éléments est en panne.



$$R_s(t) = \prod_{i=1}^{i=n} R_i(t)$$

Système parallèle :

On dit qu’un système est un système // d’un point de vue fiabilité si, lorsqu’un ou plusieurs de ses éléments tombent en panne, le système ne tombe pas en panne.

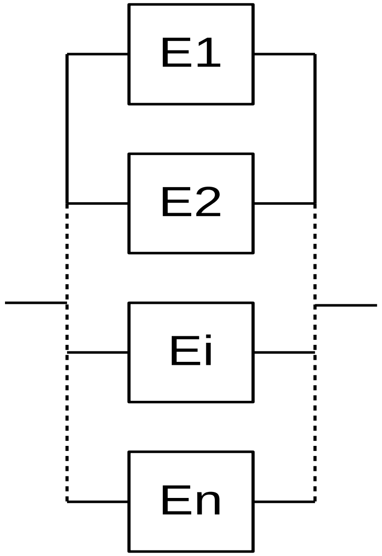


$$R_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - R_i(t))$$

Loi de composition en fiabilité: association de matériels

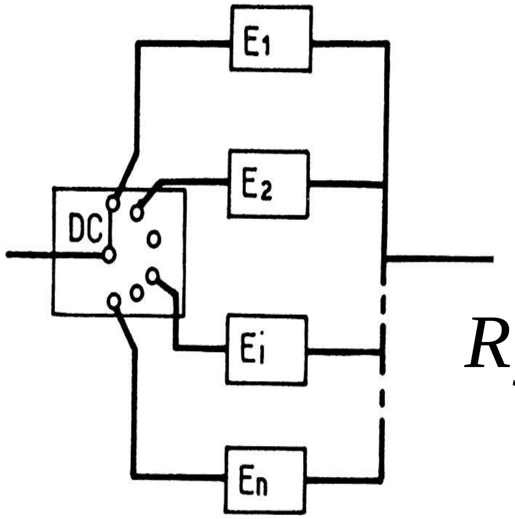
Redondance active :

Une redondance active est réalisée par la mise en parallèle d'éléments assurant les mêmes fonctions et travaillant en même temps.



Redondance passive: k/n :

Au moins k élément parmi N fonctionnent, les autres sont en attente. Ceci a l'avantage de diminuer ou de supprimer le vieillissement des éléments ne travaillant pas. En contrepartie, on a l'inconvénient d'être obligé d'avoir un organe de détection des pannes et de commutation d'un système sur un autre.



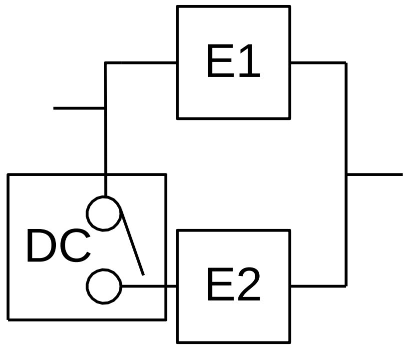
Cas où k=1

$$R_s(t) = \sum_{i=k}^{n} C_n^i [R(t)]^i (1 - R(t))^{n-i}$$

Loi de composition en fiabilité: association de matériels

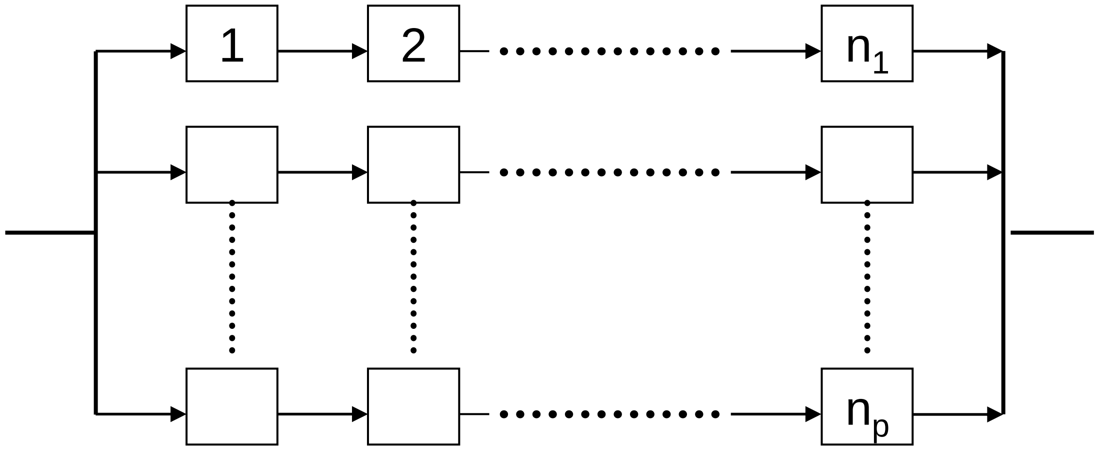
Système à redondance passive à 2 éléments en //

Les composants E1et E2 ont le même taux de défaillance λ et le commutateur DC a un taux de défaillance λ_{DC}



$$R_{s(t)} = e^{-(\lambda_{DC}+\lambda).t}.\left[\sum_{i=0}^{i=n-1}\frac{(\lambda.t)^i}{i!}\right]$$

Diagramme Série-Parallèle



$$R_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^{i=p}(1 - \prod_{j=1}^{n_i} R_{ij}(t))$$

Loi de composition en fiabilité: association de matériels

Diagramme Parallèle-Série

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^{i=n} (1 - \prod_{j=1}^{p_i} (1 - R_{ij}(t)))$$

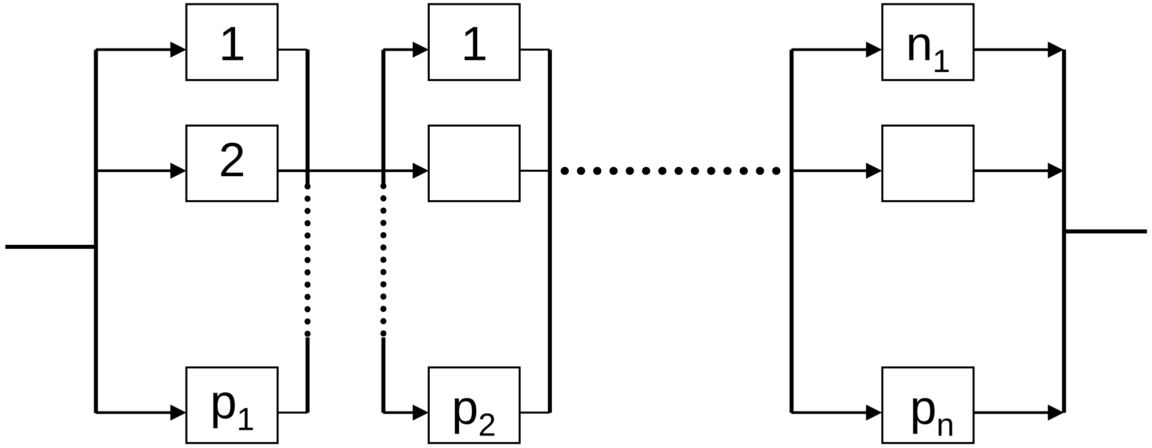
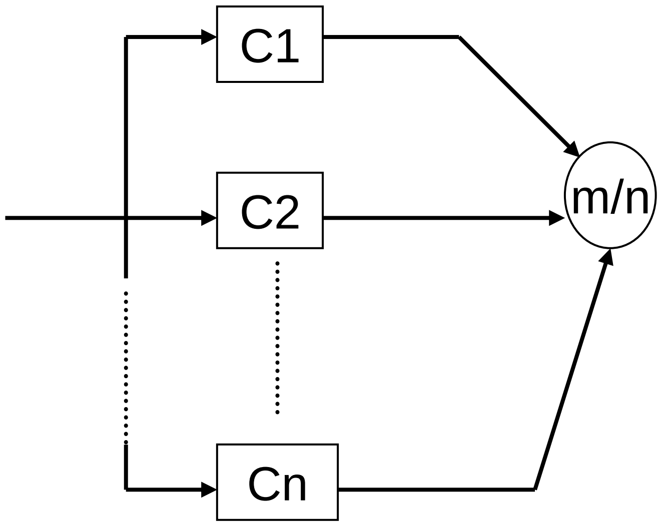


Diagramme Parallèle m/n

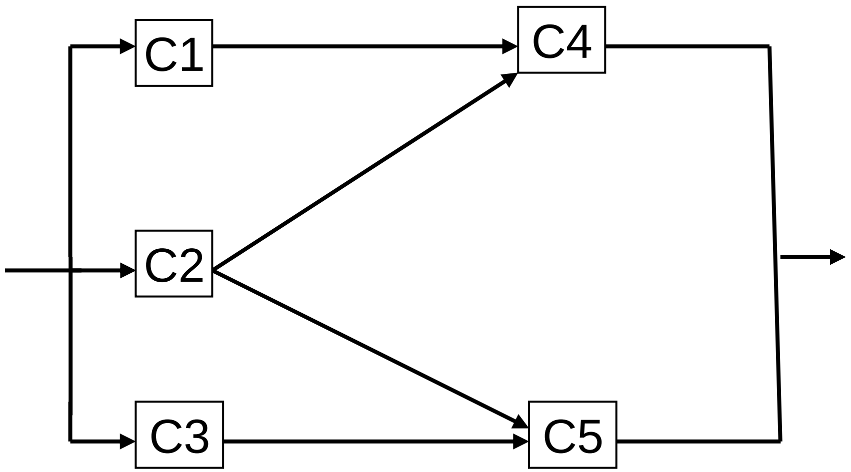
$R_s(t)$ = P(au moins m composants parmi n fonctionnent)

$$= \sum_{k=m}^{n} C_n^k r^k (1 - r)^{n-k}$$



Loi de composition en fiabilité: association de matériels

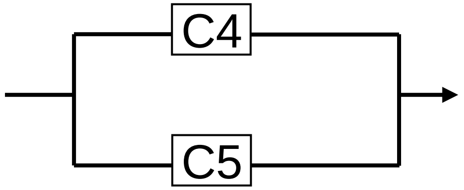
Autres configurations: Système avec condition



Si C2 fonctionne à t le système est équivalent à :

$R^1(t)$=P(S fonctionne sur [0,t]/C2 fonctionne à t)

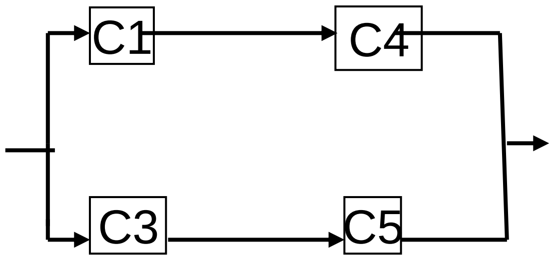
$$\mathbf{R^1(t)= 1-(1-R_4(t))(1-R_5(t))}$$



Si C2 est défaillant à t le système est équivalent à :

$R^2(t)$=P(S fonctionne sut [0,t]/C2 est défaillant à t)

$$\mathbf{R^2(t)= 1-(1-R1(t)R4(t))(1-R3(t)R5(t))}$$



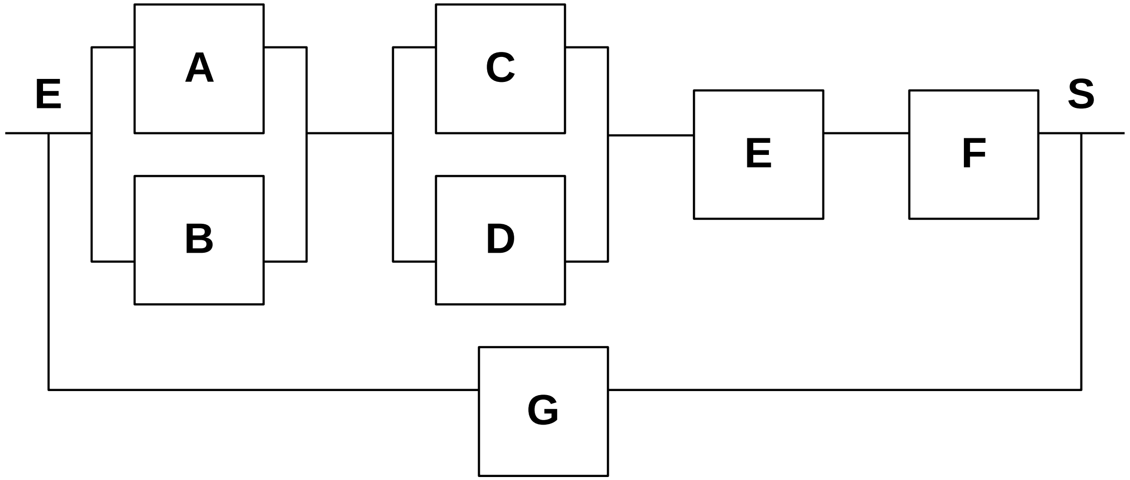
$$\mathbf{R_s(t)= R^1(t)R_2(t)+R^2(t)(1-R_2(t))}$$

Loi de composition en fiabilité: association de matériels

Exercice:

Le dispositif donné ci-contre a les fiabilités élémentaires suivantes pour 1000 heures :
Ra=0,87 ; Rb=0,85 ; Rc=Rd=0,89 ;Re=0,94 ; Rf=0,96 ; Rg=0,97

Calculer la fiabilité et le taux de défaillance de l'ensemble (en supposant la loi de fiabilité exponentielle).



R système= 99,62%

$$R(t) = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln(R(t)) = -\lambda t \Rightarrow \lambda = \frac{-\ln(R(t))}{t}$$

$$\lambda = \frac{-\ln(0.9962)}{1000} = 3.81.10^{-6} \text{ panne/heure}$$

TD2