



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

Journée technique

Electronique de Puissance

Fiabilité en Electronique

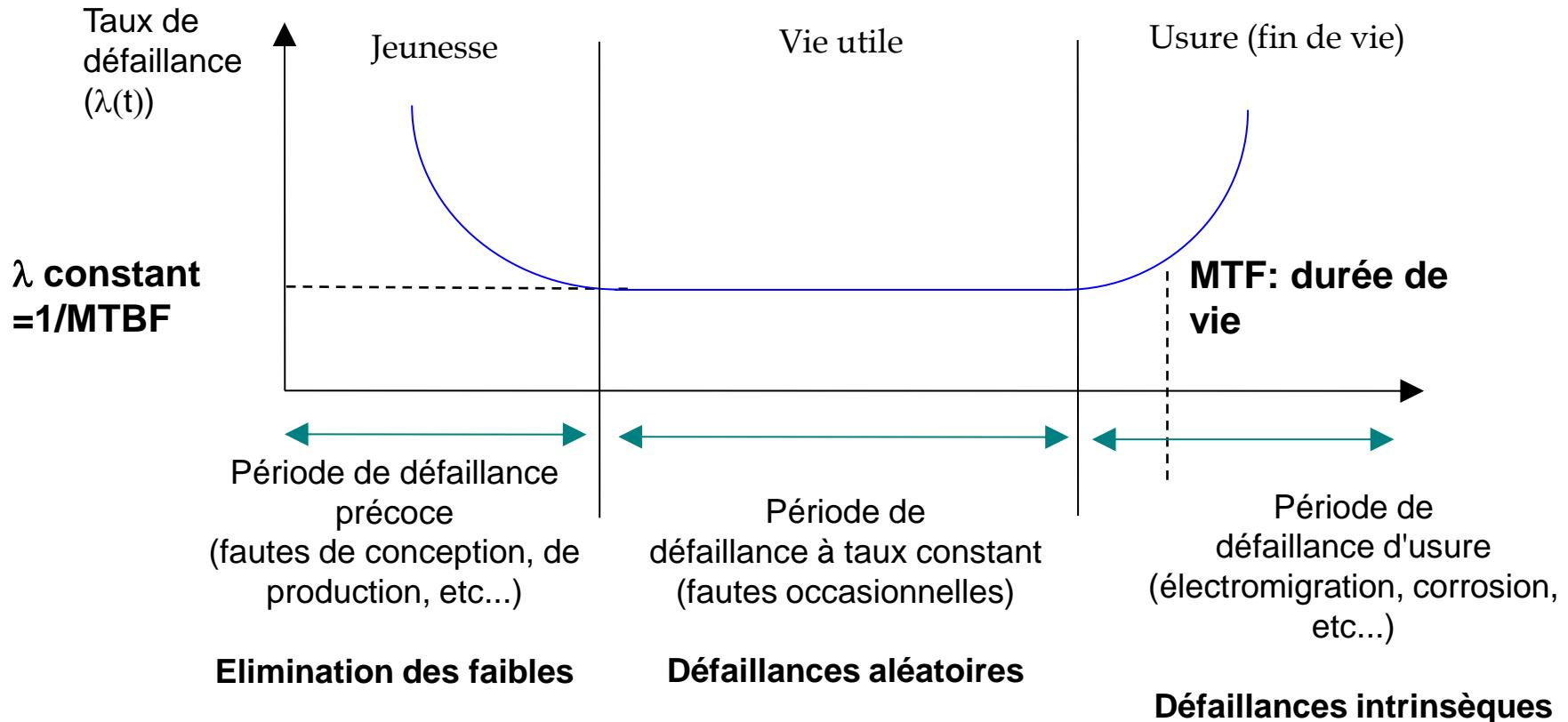
Franck DAVENEL - Michel THUAULT



DÉLÉGATION GÉNÉRALE POUR L'ARMEMENT



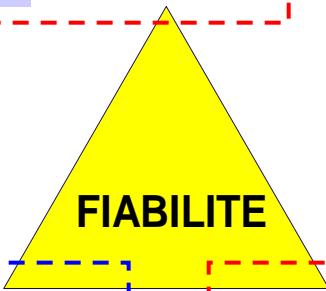
Fiabilité versus Durée de vie





Risques sur la fiabilité

- $\lambda_{\text{système}} = \sum \lambda_{\text{composants qui le constituent}}$
- La fiabilité des composants se répercute sur celle du système
 - Sur ou sous-estimation fiabilité = surcoût
- Il est important de réaliser des études de fiabilité prévisionnelle qui tiennent compte:
 - du profil de vie
 - de la méthode de calcul utilisée et des paramètres associés
 - et du RETEX



$$\lambda = \left(\sum \text{Physical_Contributors} \right) * \left(\prod \text{Process_Contributors} \right)$$

Processus

Utilisation

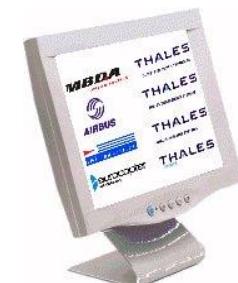
Composants



Cartes électroniques



Sous-ensembles





Fides: Formule générale

$$\lambda = \lambda_{Physique} \cdot \pi_{Part_manufacturing} \cdot \pi_{Process} \cdot \pi_{Induit}$$

$\lambda_{Physique}$ représente la contribution physique (technologie et conditions d'emploi nominales)

$\pi_{Part_manufacturing}$ traduit la qualité et la maîtrise technique de fabrication de l'article

$\pi_{Process}$ traduit la qualité et la maîtrise technique du processus de développement, de fabrication et d'exploitation/maintenance du produit contenant l'article

π_{Induit} représente la contribution des facteurs induits (aussi appelés surcharges accidentielles ou overstress), classiquement attendus dans une application donnée

$$\lambda_{Physique} = \left[\sum_{Contributions_Physiques} (\lambda_0 \cdot \Pi_{accélération}) \right]$$



Fides: Discrets Actifs

Discrets Actifs

Modèle général associé à la famille

$\lambda = \lambda_{\text{Physique}} \times \Pi_{\text{PM}} \times \Pi_{\text{Process}}$ avec :

$$\lambda_{\text{Physique}} = \sum_i^{\text{Phases}} \left(\frac{t_{\text{annuel}}}{8760} \right)_i \times \left(\begin{array}{l} \lambda_{0\text{ TH}} \times \Pi_{\text{Thermique}} \\ + \lambda_{0\text{ TCy Boitier}} \times \Pi_{\text{TCy Boitier}} \\ + \lambda_{0\text{ TCy Joints brasés}} \times \Pi_{\text{TCy Joints brasés}} \\ + \lambda_{0\text{ RH}} \times \Pi_{\text{RH}} \\ + \lambda_{0\text{ Méca}} \times \Pi_{\text{Méca}} \end{array} \right)_i \times (\Pi_{\text{Induit}})_i$$



Fides: Discrets Actifs

Taux de défaillance de base associés à la puce

Diodes de faible puissance	λ_{0TH}
Diodes de signal jusqu'à 1A (PIN, Schottky, signal, varactor)	0,0044
Diodes de redressement 1A à 3A	0,0100
Diodes de régulation Zener jusqu'à 1,5W	0,0080
Diodes de protection jusqu'à 3kW (en crête 10ms/ 100ms) (TVS)	0,0210

Diodes de puissance	λ_{0TH}
Thyristors, triacs de plus de 3A	0,1976
Diodes de redressement > 3A	0,1574
Diodes de régulation Zener de plus de 1,5W	0,0954
Diodes de protection de plus de 3kW (en crête 10ms/ 100ms) (TVS)	1,4980

Transistors de faible puissance	λ_{0TH}
Silicium, bipolaire < 5W	0,0138
Silicium, MOS < 5W	0,0145
Silicium, JFET < 5W	0,0143

Transistors de puissance	λ_{0TH}
Silicium, bipolaire > 5W	0,0478
Silicium, MOS > 5W	0,0202
IGBT	0,3021



Fides: Discrets Actifs

Contributions associées aux stress Physiques

$\Pi_{Thermique}$

$$11604 \times 0.7 \times \left[\frac{1}{293} - \frac{1}{(T_{j-composant} + 273)} \right]$$

En phase de fonctionnement : $\Pi_{El} \times e$

Pour les diodes signal jusqu'à 1A (PIN, Schottky, signal, varactor) :

$$\Pi_{El} = \left(\frac{V_{appliquée}}{V_{nominale}} \right)^{2,4} \text{ si } \frac{V_{appliquée}}{V_{nominale}} > 0,3$$

$$\Pi_{El} = 0,056 \text{ si } \frac{V_{appliquée}}{V_{nominale}} \leq 0,3$$

Pour les autres types d'article :

$$\Pi_{El} = 1$$

En phase de non-fonctionnement : $\Pi_{Thermique} = 0$



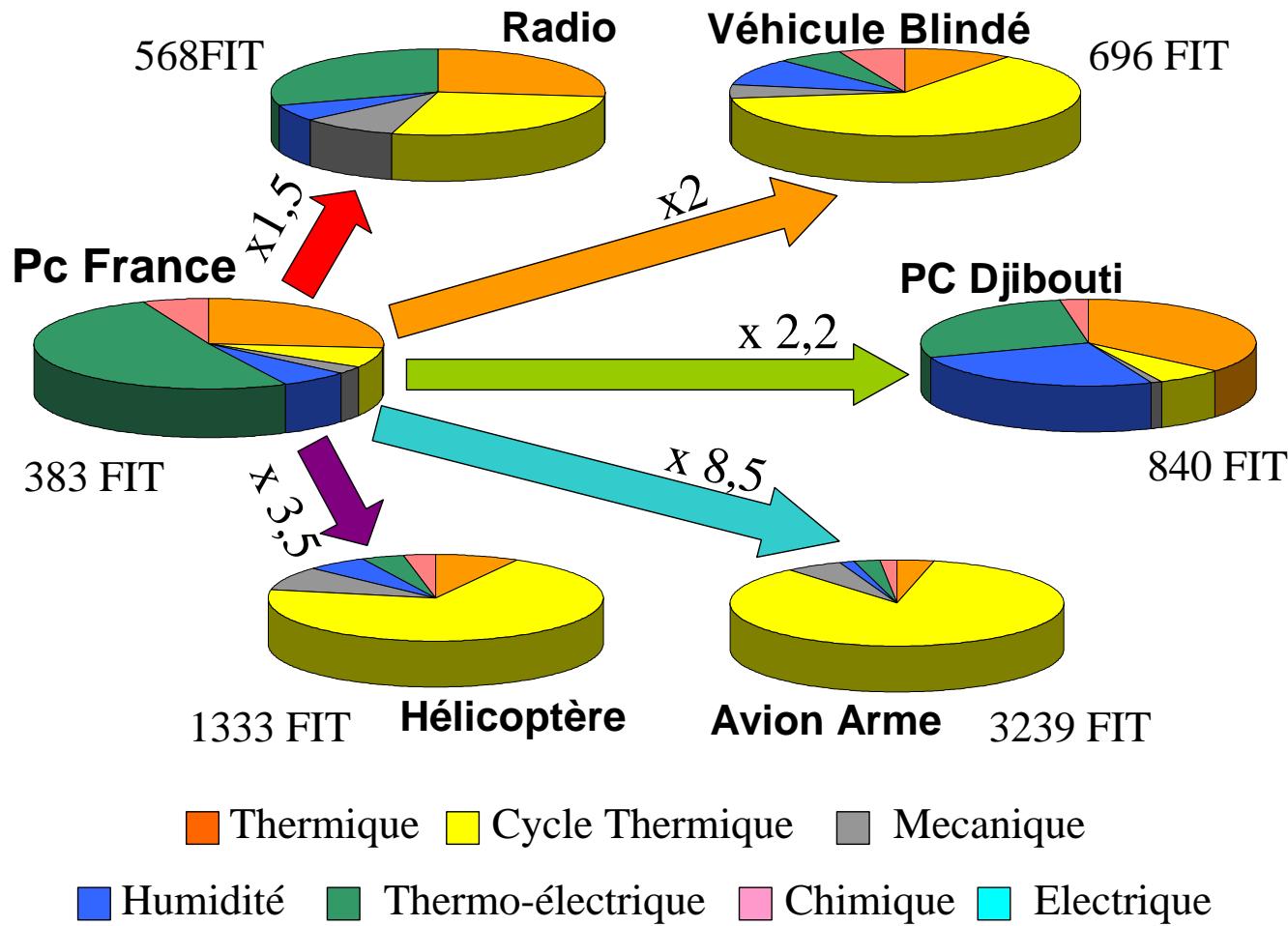
Exemple Profil de vie FIDES

Avion moyen courrier

Contrainte		Thermique et Humidité			Cyclage thermique				Mécanique
Intitulé de la phase	Temps calendaire (heures)	On/Off	Température ambiante (°C)	Taux d'humidité (%)	ΔT (°C)	Nombre de cycles (/an)	Durée du cycle (heures)	Température maximale au cours du cyclage (°C)	Vibrations aléatoires (Grms)
Sol-operating-1	660	On	47	30	33	330	14	47	-
Sol-operating-2	1320	On	55	30	15	660	2	55	-
Sol-roulage	99	On	47	5	-	-	-	55	5
Vol-operating	3831	On	40	5	-	-	-	40	0,6
Sol-dormant	2820	Off	14	70	10	117	24	19	-



Influence du profil de vie (PdV)



1 FIT = 1 défaillance / 10^9 h.composant



Fides - Normalisation

- Française :
 - FIDES2009 - UTE C 80811 - M&J faite en déc.2010
- Internationale :
 - Intégré au référentiel EDSTAR depuis 2012 (European Defence Standards Reference System = containing references to “Best practice” standards and "standard-like" specifications)



Plus d'information sur Fides

CONTACT

Pour tout contact s'inscrire sur le site internet :

www.fides-reliability.org





Fides et Ingénierie conception

- Améliorer la fiabilité des équipements électroniques par:
 - Le choix des composants (classes de composants, essais fiabilité fabricants, boîtiers,...),
 - Le choix des fournisseurs (niveaux de qualité, questionnaire /audit,...),
 - L'étude des contributeurs (améliorations /contraintes thermiques, humidité...)

► Exigences / Fiabilité

- Justifier que la fiabilité spécifiée sera atteinte.
 - Effectuer et présenter les calculs de fiabilité prévisionnelle suivant la méthodologie décrite dans UTE-C 80811 ainsi que le profil de vie utilisé, les hypothèses de calcul et les différents paramètres utilisés.
- Présenter un plan Fiabilité est de façon à vérifier que la fiabilité constatée est bien égale ou supérieure à la fiabilité prévisionnelle.