

## L'AMDEC au niveau composant électronique

### Procédure et exemple

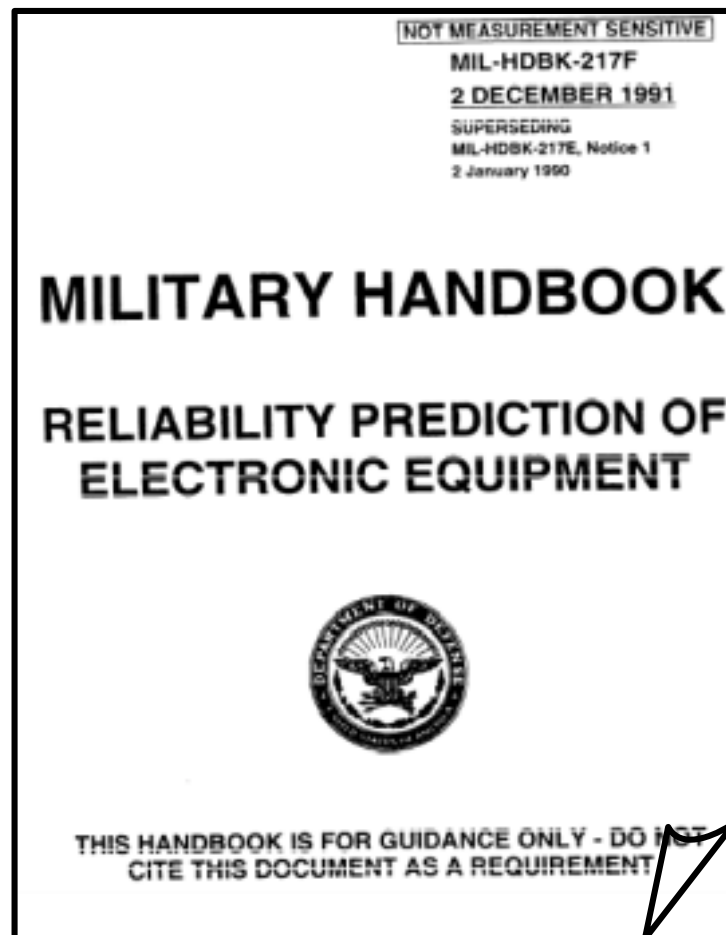
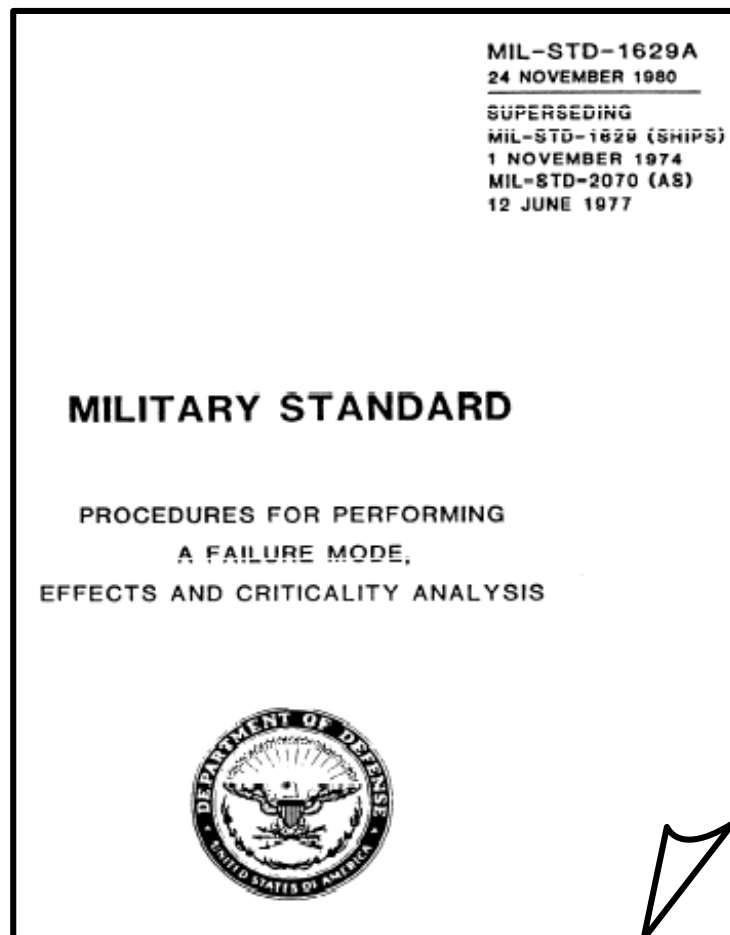
## AMDEC

→ **A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillance **E**t de **C**riticité

## FMECA

→ **F**ailure **M**odes **E**ffect & **C**riticality **A**nalysis

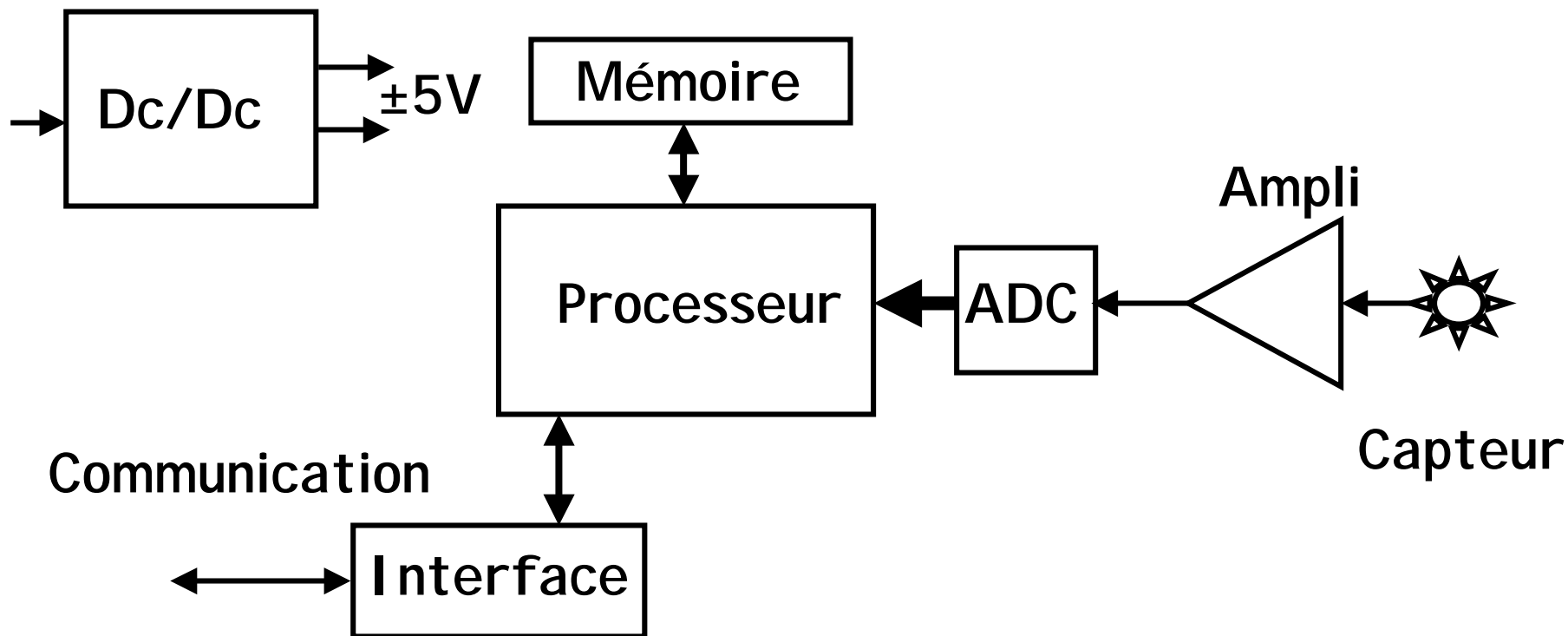
Cette procédure est basée sur les documents de références suivants :



Cette procédure est développée en 5 points :

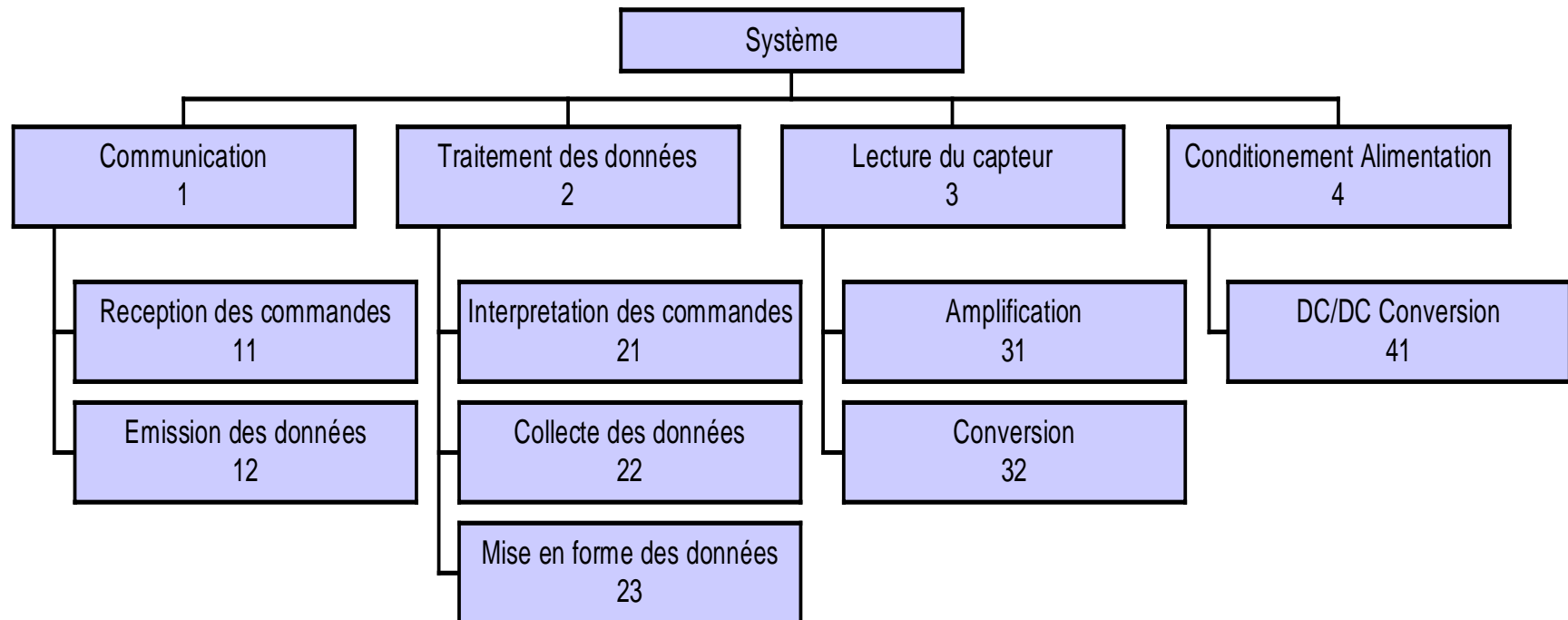
- 1 - Organigramme du Système
- 2 - Analyse Fonctionnelle
- 3 - Analyse des modes de défaillances
- 4 - Evaluation des risques (criticité)
- 5 - Optimisation

## Diagramme fonctionnel



Le système doit :

- Lire les informations issue du capteur
- Mettre en forme ces données
- Les transmettre via l'interface sur commande
- Conditionner les tensions d'alimentation



## Principe :


Pour chaque sous-fonction, définie dans l'analyse fonctionnelle, faire la liste des modes de défaillance.

Puis, présenter les données suivant un format normalisé, en indiquant les effets du défaut sur les systèmes supérieurs, la gravité et les causes probables.



ID #	Fonction		Mode de défaut	Cause probable	Effet du défaut sur		Gravité	Détection	Remarques
					Système	Projet			
1	Communication	Réception	Pas de réception	Panne de l'interface	Pas de mesure de température	Perte de donné	II Critique	Watch dog	
2				Défaut Liaison	Pas de mesure de température	Perte de donné	II Critique	Watch dog	
3				Panne de l'interface	Mauvaise mesure de température	Données erronées	II Critique	Diagnostics externes	
4		Emission	Pas de données émises	Panne de l'interface	Pas de mesure de température	Perte de donné	II Critique	Watch dog	
5				Défaut processeur	Pas de mesure de température	Perte de donné	II Critique	Watch dog	
6				Défaut Liaison	Pas de mesure de température	Perte de donné	II Critique	Watch dog	
7			Mauvaises données émises	Panne de l'interface	Mauvaise mesure de température	Données erronées	II Critique	Diagnostics externes	
8				Défaut processeur	Mauvaise mesure de température	Données erronées	II Critique	Diagnostics externes	
9									

## Echelle de gravité :

- 
- a. Category I - Catastrophic - A failure which may cause death or weapon system loss (i.e., aircraft, tank, missile, ship, etc.)
  - b. Category II - Critical - A failure which may cause severe injury, major property damage, or major system damage which will result in mission loss.
  - c. Category III - Marginal - A failure which may cause minor injury, minor property damage, or minor system damage which will result in delay or loss of availability or mission degradation.
  - d. Category IV - Minor - A failure not serious enough to cause injury, property damage, or system damage, but which will result in unscheduled maintenance or repair.

## 4 Niveaux de gravité :

- I - Catastrophique
- II - Critique
- III - Marginal
- IV - Mineur

But de l'analyse critique :

- Evaluer le potentiel (criticité) de chaque mode de défaillance identifié dans l'analyse précédente.
- Identifier les éléments critiques.

2 approches possibles :

- Qualitative
- Quantitative

→ Combinaisons des probabilités

Outils : →

**MIL-HDBK-217F**

La criticité du mode de défaillance est égale à :

$$C_m = \beta \times \alpha \times \lambda_p \times t$$

Avec :

$\beta$  : Probabilité qui définit l'effet du défaut sur le système

$\alpha$  : Ratio du défaut identifié pour l'élément donné ( $\leq 1$ )

$\lambda_p$  : Taux de panne du composant calculé avec HDBK-217F

$t$  : Temps opérationnel du sous-système

Echelle  $\beta$  :

Effet du défaut	valeur
Perte totale	1,00
Perte probable	$>0,10$ à $<1,00$
Perte possible	$>0$ à $=0,10$
Pas de perte	0

« C'est la représentation du jugement de l'analyste »

Calcul du taux de panne du composant  $\lambda_p$  avec HDBK-217F

Exemple d'un processeur 32 bits, CMOS.



Nb de pannes pour  $10^6$  heures =

$$\lambda_p = (C_1 \pi_T + C_2 \pi_E) \pi_Q \pi_L$$

$C_1$  : facteur de complexité

$\pi_T$  : facteur de température

$C_2$  : facteur de boîtier

$\pi_E$  : facteur d'environnement

$\pi_Q$  : facteur de Qualité

$\pi_L$  : facteur d'ancienneté

# Evaluation des risques (criticité) : 4

## Exemple d'un processeur 32 bits, CMOS.



$$C_1 = 0,56 \text{ (CMOS, 32 bits)}$$

$$\pi_T = 0,42 \text{ (CMOS, } T_J=60^\circ\text{C)}$$

$$C_2 = 0,013 \text{ (36 pins utiles, PGA)}$$

$$\lambda_p = 0,0604 \text{ pn}/10^6 \text{ h}$$

$$\pi_E = 0,5 \text{ (spatial, modèle de vol)}$$

$$\pi_Q = 0,25 \text{ (classe S, MIL-38510)}$$

$$\pi_L = 1 \text{ (plus de 2 ans de production)}$$

## Table d'analyse critique

Le but étant de présenter sous forme de table les éléments permettant le calcul de la valeur de criticité de chaque défaut ( $C_m$ ) et celle de chaque élément ( $C_r$ )

Avec  $C_r$  = somme des  $C_m$  pour chaque éléments



# Evaluation des risques (criticité) :

4

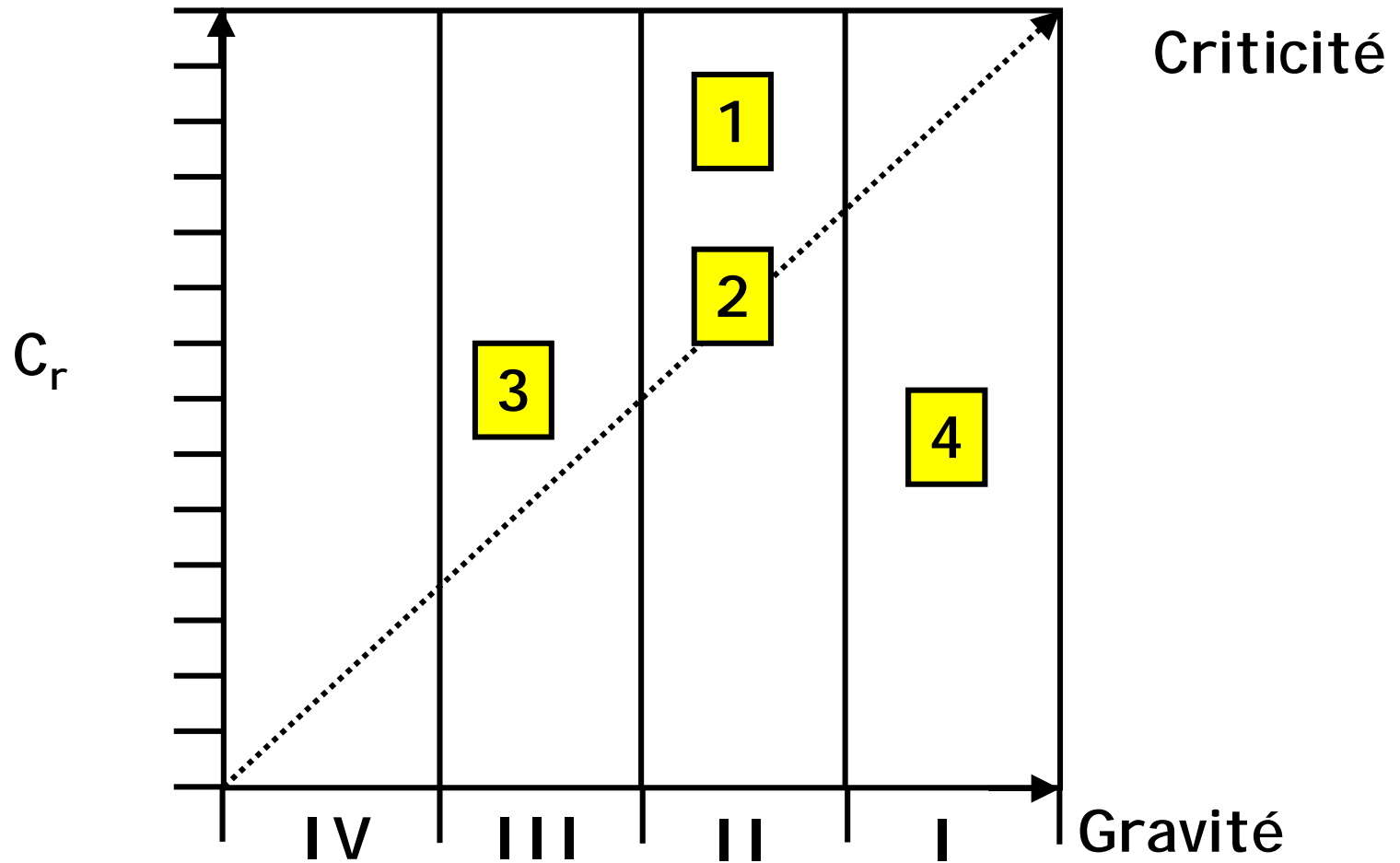
ID #	Elément	Fonction	Défaut ID#	Gravité	Effets du défaut ( $\beta$ )	Ratio du Défaut ( $\alpha$ )	Taux de panne ( $\lambda p$ )	Temps d'opération ( $t$ =heures)	Criticité du défaut ( $C_m$ )	Criticité de l'élément ( $C_r$ )
1	Interface	Communication	1	II Critique	0,1	0,25	0,050	7200	9,0	36,0
			3	II Critique	0,1	0,25			9,0	
			4	II Critique	0,1	0,25			9,0	
			7	II Critique	0,1	0,25			9,0	
2	Processeur	Communication	5	II Critique	0,5	0,5	0,006		10,8	21,6
			8	II Critique	0,5	0,5			10,8	

## Matrice de criticité du (sous) système

La matrice de criticité est un moyen d'identifier et de comparer les défauts entre eux et par rapport à leur gravité.

Construction : Les défauts sont insérés dans une matrice représentant les niveaux de gravité en fonction de la criticité des éléments.

Le résultat montre la distribution des éléments critiques par rapport à la gravité des défauts. C'est un outils pour l'optimisation du système.



L'optimisation conduit à déterminer les actions Correctives telles que :

- Redondance de certains éléments ou groupes d'éléments.
- Augmentation du niveau de détection des pannes.
- Mise en place d'un système de recouvrement de automatique de pannes (FDIR, Fault-Detection, Fault-Isolation and Recovery).
- Utilisation d'éléments de haute fiabilité.
- Suppression des éléments peu fiables pour les parties critiques.

## Autres références :

- PSS-01-303 ESA FMECA for ESA Spacecraft and Associated Equipment
- PSS-01-302 ESA Failures Rates for ESA Space System
- Juran's Quality Handbook, 5th ed. McGrawHill, (ISBN -0-07-0340023-X)
- Méthodes et Outils de la Gestion Qualité, WEKA, (ISBN -2-7337-0139-8)
- etc.