

Sûreté de fonctionnement des systèmes 1

HSI M1



Dr. BACHA Sidali UFMC-1- DGT

Table des matières



I - Objectifs de la SDF et allocation de ses objectifs	3
1. Objectifs du chapitre III	3
2. Méthodes d'allocation de la fiabilité	3
2.1. Méthode ARINC	3
2.2. Méthode basée sur un facteur RPN : A_i	5

Objectifs de la SDF et allocation de ses objectifs

I

1. Objectifs du chapitre III

A la fin de ce chapitre l'étudiant sera capable de :

- Affecter à chaque composant la fiabilité correspondante à l'objectif global du système ;
- Déterminer le poids et la contribution réels de chaque sous système dans l'occurrence de la défaillance globale ;
- S'adapter au manque des données en diversifiant les techniques d'allocation des objectifs de la SDF.

2. Méthodes d'allocation de la fiabilité

L'allocation de fiabilité est une étape importante en phase de conception ou de préconception d'un système ou d'une structure. Elle permet d'attribuer, en amont, une fiabilité à atteindre à ses composants afin de garantir un objectif de fiabilité au système.

Les méthodes d'allocation d'objectifs de fiabilité sont généralement basées sur un retour d'expérience (REX) d'un système ancien qui sert de référence pour la conception du nouveau système. La principale est la méthode dite ARINC (Aeronautical Radio, Incorporated 1964). Celle-ci attribue un poids à chacun des sous-systèmes ou composants fonction de leur **taux de défaillance**. Le processus de croissance de fiabilité se base sur **les données de panne** pour améliorer la fiabilité d'une nouvelle version. La méthode dite ARINC peut être appliquée ici avec le retour d'expérience collecté (REX).

En parallèle, l'entreprise effectue une analyse de fiabilité prévisionnelle dont une **AMDEC** qui permet notamment d'anticiper les défaillances des nouveaux composants. L'allocation de fiabilité peut également se baser sur ces informations **de criticité et de probabilité d'occurrence**.

2.1. Méthode ARINC

Définition

La méthode **ARINC** (1964) est basée sur les hypothèses que les sous-systèmes sont en série et que leur durée de vie suit une loi exponentielle. L'allocation attribue un facteur de poids à chacun des composants du système pour définir son taux de défaillances. Ce facteur représente la proportion des taux de défaillances issus du retour d'expérience sur ces composants.

$$w_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^k \lambda_j}$$

Avec :

$$\lambda'_i = w_i \cdot \lambda'_t$$

Avec :

i : 1,2,.....,k ;

λ_i : Le taux de défaillance actuel du i^{ème} sous-système/composant ;

λ'_i : Le taux de défaillance alloué au i^{ème} sous-système/composant ;

λ'_t : Le taux de défaillance exigé du système ;

k : Nombre de sous-systèmes.

Exemple : Système contenant uniquement des composants avec REX.

Soit un système AIR INLET initial avec un objectif de taux de panne $s^* = 1,70E-05$, formé de 3 composants: Filtre air, Durite d'air / support, Refroidisseur d'air.

L'analyse des données garanties permet d'estimer le taux de défaillance à partir du nombre de panne des composants du système.

La méthode ARINC d'allocation d'objectifs de fiabilité peut ici s'appliquer. Le figure ci-dessous présente les objectifs alloués aux composants du système AIR INLET.

AIR INLET			
Nom du composant	Taux de panne réel	Poids Wi	Objectif taux de panne
Filtre AIR	1.38E-04	0.37	6.29E-06
DURITE D'AIR/SUPPORT	5.58E-05	0.15	2.55E-06
REFROIDISSEUR D'AIR	1.79E-04	0.48	8.16E-06

En se basant sur les défaillances issues de l'analyse de chaque composant et la durée de fonctionnement, nous calculons le taux de panne réel, qui nous permet dans un premier temps d'estimer le nombre de pannes réellement soulevés pendant la durée de fonctionnement du composant, et dans un second temps de calculer le poids de la défaillance du composant par rapport à celle du système. Par la suite, l'objectif taux de panne est calculé en multipliant le poids par l'objectif taux de panne système.

2.2. Méthode basée sur un facteur RPN : Ai

🔑 Définition

La méthode d'allocation présentée ici est détaillée dans (King and Jewett, 2010). Cette méthode d'allocation prend en compte les informations de criticité générées lors de l'analyse de la criticité qualitative des AMDEC. Les concepteurs classifient subjectivement la gravité, l'occurrence et la détection d'un mode de défaillance sur une échelle de 1 à 5. Ensuite, le risque associé à chaque mode de défaillance est calculé par l'indice de criticité (Gravité, Fréquence, Détection) noté RPN (**Risk PriorityNumber**). Soit le système i avec mode de défaillance :

S_{ij} : Score de sévérité ;

O_{ij} : Score d'occurrence ;

D_{ij} : Score de détection ;

n : nombre de composants ;

j : 1,.....,N_i et i=1,.....,n.

La sévérité S_{ij} est une évaluation de la gravité de l'effet du mode de défaillance N_i si celui-ci a eu lieu.

L'occurrence j est classée en fonction de la fréquence du défaut. Elle est considérée comme le taux de panne qualitatif. La détection j est similairement classée comme une évaluation de la capacité de panne détectée avant que l'effet de défaillance soit réalisé.

Le RPN du mode de défaillance j dans le système i est donnée par :

$$RPN = S_{ij} * O_{ij} * D_{ij} \text{ Equation (1)}$$

Associé à la problématique industrielle de l'entreprise, le facteur de détection n'est pas pris en considération. Le RPN pour un composant est donc donné par :

$$RPN = S_{ij} * O_{ij} \text{ Equation (2)}$$

Pour mesurer la criticité du composant i, la valeur maximale RPN de tous ces modes de défaillance est utilisée :

$$C_i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^{N_i} S_{ij} \cdot O_{ij} \text{ Equation (3)}$$

Cependant, cette équation n'est pas utile pour allouer une grande fiabilité à un composant ayant une forte gravité. Pour illustrer ceci, soit un système constitué de deux composants en série. Les deux composants ont des modes de défaillances différents. Alors : $n = 2, N_1 = 2, N_2 = 2$



L'équation (3) alloue une plus grande fiabilité au composant 2 (C2) qu'au composant 1 (C1), bien que le composant 1 ait un mode de défaillance avec une sévérité **10**.

Ainsi, l'équation (3) n'est pas efficace dans le cas d'un système ayant un mode de défaillance avec une gravité élevé et un autre mode avec une faible gravité. Le but de la méthode proposée étant de réduire l'apparition des pannes, le plus grand effet d'un système est choisi comme sévérité :

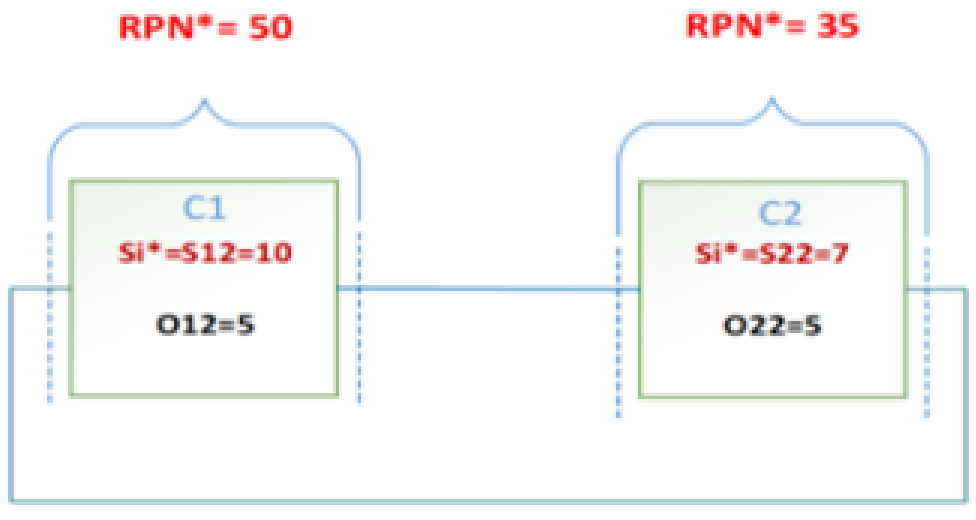
$$S'_i = \max(S'_{i1}, S'_{i2}, \dots, S'_{ik}) \text{ Equation(4)}$$

Et donc :

$$RPN' = S'_i * O'_i \text{ Equation(5)}$$

O'_i Correspond à l'occurrence de la sévérité S'_i.

La figure ci-dessous illustre un exemple illustrant du changement de sévérité. L'équation (5) alloue une plus grande fiabilité au composant 1 qu'au composant 2. La répartition des poids est ainsi plus efficace puisqu'elle alloue la plus grande fiabilité au composant qui a un mode de défaillance avec une gravité élevée.



Le poids d'allocation de fiabilité pour le facteur A1 est donné par :

$$A_i = 1 - \frac{RPN'}{\sum_{i=1}^k RPN'} \text{ Equation(6)}$$