

# Mean Time Between Failure ou Temps Moyen de Bon Fonctionnement : Définitions et normes

Par Wendy Torell  
et Victor Avelar

**Livre blanc n° 78**

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## Résumé de l'étude

Le temps moyen de bon fonctionnement ou MTBF (Mean Time Between Failure) est une mesure de la fiabilité qui est employée avec des définitions variables dans divers secteurs industriels et avec des abus assez évidents. Avec le temps, la définition d'origine de ce terme a évolué et suscite aujourd'hui une certaine confusion et un cynisme croissant. Le MTBF est basé sur des hypothèses et sur la définition de ce qu'est une défaillance; en conséquence, ces aspects méritent une attention particulière pour aboutir à une interprétation rigoureuse des résultats. Cet article fait ressortir les complexités sous-jacentes et les idées fausses qui entourent le MTBF et ses méthodes d'évaluation.

# Introduction

Le « Temps moyen de bon fonctionnement » ou MTBF (Mean Time Between Failure) est utilisé depuis plus de 60 ans comme base de diverses décisions. Au cours des années, on a proposé une bonne vingtaine de méthodes et de procédures de prédiction de la durée de vie d'un produit. Il n'est donc pas surprenant que le MTBF soit un sujet controversé et fasse l'objet de discussions sans fin. Un domaine où ces désaccords se manifestent avec beaucoup d'acuité est la conception des installations critiques abritant des équipements informatiques ou de télécommunications. Lorsque des minutes d'immobilisation peuvent compromettre la santé économique d'une entreprise, la fiabilité de l'environnement physique de ces infrastructures prend une importance cruciale. Un objectif de fiabilité économique ne peut être atteint qu'avec une bonne compréhension du MTBF. Cet article traite de tous les aspects du MTBF avec de nombreux exemples qui permettront de simplifier les notions complexes et de faire disparaître les idées fausses.

## Qu'est-ce qu'une panne ? Quelles sont les hypothèses ?

Ce sont les premières questions à se poser lorsqu'on examine une mesure de MTBF. Sans réponses claires à ces questions, la discussion est illusoire. Il est fréquent de voir une valeur de MTBF citée sans définition des pannes ou des défaillances. Cette pratique est non seulement erronée, mais aussi totalement futile. Pour prendre une comparaison dans le domaine de l'automobile, à quoi peut servir une annonce publicitaire basée sur le « kilométrage par réservoir » si la contenance du réservoir n'est pas précisée ? Pour résoudre cette ambiguïté, on peut avancer deux définitions fondamentales d'une panne :

- 1) La perte de la faculté du produit complet de remplir la fonction pour laquelle il a été conçu.<sup>1</sup>
- 2) La perte de la faculté d'un élément du produit d'assurer la fonction pour laquelle il a été conçu, sans pour autant compromettre la faculté du produit de fonctionner en tant qu'ensemble.<sup>2</sup>

Prenons deux exemples pour illustrer comment un mode de défaillance particulier d'un produit peut être ou ne pas être classé comme une panne, selon la définition choisie.

Premier exemple :

Si un disque redondant d'un ensemble RAID est défaillant, cela n'empêche pas l'unité RAID de remplir sa fonction première qui est de fournir des données critiques sans interruption. Cependant, la défaillance du disque empêche un élément de l'ensemble RAID de remplir sa fonction, qui est d'offrir une certaine capacité d'enregistrement. Ainsi, ce n'est pas une panne selon la première définition, mais c'en est une selon la seconde définition.

---

<sup>1</sup> CEI-50

<sup>2</sup> CEI-50

Deuxième exemple :

Si le convertisseur d'un onduleur est défaillant, le système passe en mode bypass statique, ce qui ne l'empêchera pas de remplir sa fonction première qui est de fournir de l'énergie à une charge critique. Cependant, la défaillance de l'onduleur empêche un élément de l'alimentation sans coupures de remplir sa fonction, qui est de fournir une énergie électrique conditionnée. Comme dans notre exemple précédent, ce n'est une panne que selon la seconde définition.

Et s'il n'y avait que deux définitions, définir une panne serait relativement simple. Malheureusement, quand la réputation d'un produit est en jeu, la question devient presque aussi complexe que la notion de MTBF elle-même. En réalité, il y a bien plus de deux définitions et chacun a tendance à choisir celle qui lui convient le mieux. Selon le type de produit, les fabricants emploieront des définitions différentes d'une panne ou d'une défaillance. Les industriels soucieux de la qualité assurent un suivi de tous les modes de défaillance pour les besoins du contrôle de leurs processus de fabrication, ce qui, entre autres avantages, permet d'éliminer progressivement les défauts du produit. En résumé, il y a d'autres questions à poser pour arriver à la définition d'une panne.

Si le produit est défaillant parce que le client l'a mal utilisé, est-ce considéré comme une panne ? Il peut y avoir des facteurs humains auxquels les concepteurs n'ont pas pensé et qui induisent les clients à mal utiliser le produit. Doit-on compter comme une panne une coupure d'alimentation causée par une fausse manœuvre d'un technicien d'entretien d'un intermédiaire ? Il est également possible que la conception du produit accroisse la probabilité de panne au cours d'une procédure à risque ? Si un voyant indicateur d'un ordinateur grille, peut-on parler de panne, alors que le fonctionnement de l'ordinateur n'est absolument pas affecté ? L'usure prématurée d'un élément consommable, comme une pile, est-elle considérée comme une panne ? Les dommages subis au cours du transport sont-ils des pannes ? Il s'agit plutôt là d'une mauvaise conception de l'emballage. On pourrait multiplier les exemples à l'infini, mais l'importance de bien définir une panne devrait être évidente et doit être bien comprise avant de tenter d'interpréter une valeur de MTBF quelconque. Des questions comme celles ci-dessus sont la base de toutes les décisions en matière de fiabilité.

On dit souvent que les ingénieurs ne se trompent jamais, ils font seulement de mauvaises hypothèses ! Et c'est particulièrement vrai pour ceux qui estiment les MTBF. On est obligé de faire des hypothèses pour simplifier la méthode d'estimation du MTBF. Il serait pratiquement impossible de collecter toutes les données nécessaires pour calculer une valeur exacte. Mais ces hypothèses doivent être réalistes. Dans la suite de ce document, nous parlerons des hypothèses les plus courantes à poser pour estimer un MTBF.

# Définitions des notions de fiabilité, disponibilité, MTBF et MTTR

Le MTBF influence à la fois la fiabilité et la disponibilité. Avant de parler des méthodes d'estimation du MTBF, il est important d'avoir une bonne compréhension de ces différents concepts. Les gens confondent souvent la fiabilité et la disponibilité. Il est vrai qu'une haute fiabilité se traduit par une haute disponibilité, mais ces termes sont loin d'être interchangeables.

*La fiabilité est l'aptitude d'un système ou d'un composant à accomplir les fonctions prévues dans des conditions précises et pendant une période de temps spécifiée [IEEE 90].*

En d'autres termes, c'est la probabilité que le système ou le composant remplisse avec succès, c'est-à-dire sans défaillance, sa mission dans le temps. La mission d'un avion est un parfait exemple pour illustrer ce concept. Lorsqu'un avion décolle pour accomplir sa mission, le pilote n'a qu'un but : accomplir le vol selon le plan, en toute sécurité (sans pannes catastrophiques).

*La disponibilité, au contraire, est la mesure dans laquelle un système ou un composant est opérationnel et accessible lorsqu'on fait appel à lui [IEEE 90].*

On peut considérer la disponibilité comme la probabilité pour que le système ou le composant soit en état de remplir sa fonction première dans des conditions données et à un instant donné. La disponibilité dépend de la fiabilité, mais aussi du temps de remise en service après une panne. Sur une longue période de fonctionnement (par exemple, dix ans pour un centre informatique), les pannes sont inévitables. On considère souvent l'aspect disponibilité car, lorsque la panne se produit, la variable critique devient le délai de remise en service du système. Dans l'exemple du centre informatique, la variable la plus critique est d'avoir un design de système fiable, mais lorsqu'une panne se produit, la considération la plus importante est de faire redémarrer l'équipement informatique et de relancer les processus d'affaires aussi rapidement que possible afin de minimiser la période d'interruption du traitement.

Le MTBF, ou temps moyen de bon fonctionnement, est une mesure de base de la fiabilité d'un système. Il est généralement exprimé en heures. Ainsi, plus la valeur du MTBF est élevée, plus le produit est fiable. L'équation 1 illustre cette relation.

$$\text{Fiabilité} = e^{-\left(\frac{\text{Temps}}{\text{MTBF}}\right)}$$

Équation 1

Une confusion courante à propos du MTBF est de considérer que cette valeur représente le nombre d'heures de fonctionnement prévu avant une panne du système ou la « durée de vie utile ». Il n'est pas rare de voir des MTBF de l'ordre du million d'heures et il serait irréaliste de penser qu'un système puisse fonctionner continuellement pendant plus d'un siècle sans panne. La raison pour laquelle ces valeurs sont si grandes est que la fréquence des pannes du produit est basée sur sa vie « utile » ou normale, et qu'on présume qu'il peut continuer indéfiniment à ce rythme. C'est au cours de cette phase de sa vie que le produit connaît le moins de pannes et son taux de défaillances est alors constant. Dans la réalité, les différents modes d'usure du produit limiteront sa vie à beaucoup moins que la valeur du MTBF. Il n'y a donc pas de corrélation directe entre la durée de vie utile du produit et son taux de défaillances ou son MTBF. Il peut même arriver qu'un produit extrêmement fiable (très haut MTBF) ait une durée de vie utile relativement courte. Prenons l'exemple d'un être humain.

Il y a 500 000 personnes âgées de 25 ans dans un échantillon de la population.

Sur une durée d'un an, les données sur les défaillances sur cette population (morts) sont collectées.

La durée de vie opérationnelle pour cette population est  $500,000 \times 1$  année = 500,000 personne années.

Durant l'année, 625 personnes ont été défaillantes (mortes).

Le taux de défaillance est de  $625 \text{ défaillance} / 500,000 \text{ personnes années} = 0.125 \% / \text{an}$ .

Le MTBF est l'inverse du taux de défaillance soit  $1 / 0.00125 = 800$  ans.

*Conclusion : même si les humains âgés de 25 ans ont un MTBF élevé, il n'y a aucune corrélation avec leur espérance de vie (service de vie).*

La vie nous apprend que le « taux de défaillances » des êtres humains n'est pas constant. En vieillissant, les gens connaissent plus de défaillances (dues à l'usure). La seule manière rigoureuse de calculer un MTBF qui serait représentatif de la durée de vie utile serait d'attendre que l'ensemble de la population humaine âgée de 25 ans ait atteint le terme de sa vie. Puis de calculer la moyenne de toutes ces durées de vie. On arriverait probablement à un chiffre de l'ordre de 75 à 80 ans.

Alors, le MTBF des humains de 25 ans est-il de 80 ou de 800 ? Les deux sont vrais ! Mais comment peut-on aboutir à des valeurs de MTBF si radicalement différentes pour une même population ? C'est évidemment une question d'hypothèses !

Si un MTBF de 80 ans reflète plus précisément la durée de vie du produit (les humains dans ce cas), est-ce pour cela une meilleure méthode ? Elle est en tout cas plus intuitive. Cependant, de nombreuses variables limitent l'application de cette méthode à des produits commerciaux, comme les systèmes d'onduleurs. La plus importante considération est le temps. Pour appliquer la méthode expérimentale, il faudrait attendre que toute la population considérée ait atteint la fin de sa vie et, pour nombre de produits, cela impliquerait d'attendre de 10 à 15 ans. En outre, même s'il était raisonnablement concevable d'attendre aussi longtemps pour calculer le MTBF, le suivi des produits poserait de sérieux problèmes. Par exemple, comment un fabricant peut-il savoir si ses produits étaient encore fonctionnels lorsqu'ils ont été mis au rancart sans qu'il en soit avisé ?

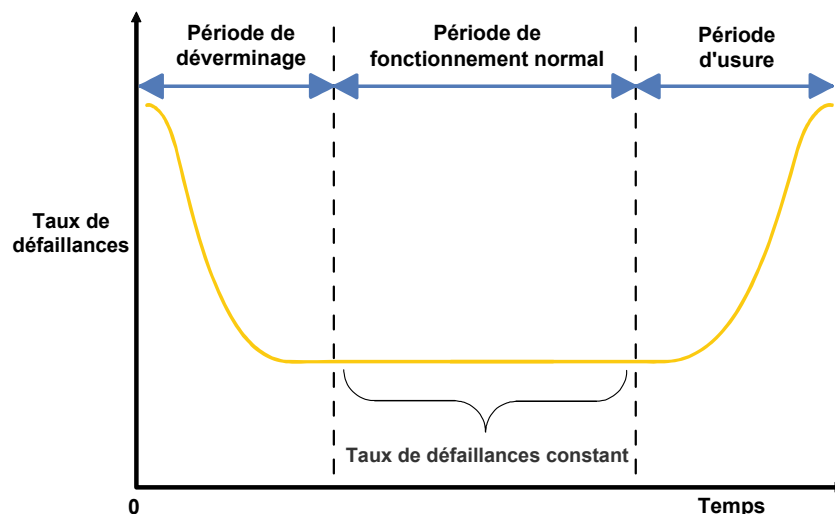
Enfin, même si l'on pouvait surmonter tous ces problèmes, avec le rythme du changement technologique, les produits seraient largement obsolètes quand les résultats deviendraient disponibles. Qui aurait besoin du MTBF d'un produit dépassé de plusieurs générations par l'évolution de la technologie ?

Le MTTR, ou délai moyen de réparation, est le temps prévisible pour remettre un système en service à la suite d'une panne. Cela comprend le temps de diagnostic du problème, le temps que le réparateur mettra pour se rendre sur les lieux et le temps de réparer physiquement le système. Comme le MTBF, le MTTR est généralement exprimé en heures. L'équation 2 nous apprend que le MTTR influence la disponibilité, mais pas la fiabilité. Plus le MTTR est long, plus le système mettra de temps à être réparé. Autrement dit, plus un système est long à réparer après une panne, plus sa disponibilité se dégrade. La formule ci-dessous illustre comment le MTBF et le MTTR influencent la disponibilité globale d'un système. La disponibilité augmente quand le MTBF augmente. La disponibilité diminue quand le MTTR augmente.

$$\text{Disponibilité} = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \quad \text{Équation 2}$$

Pour que les équations 1 et 2 soient valides, nous devons faire une hypothèse pour l'analyse de la fiabilité (MTBF) du système. À la différence des systèmes mécaniques, la plupart des systèmes électroniques n'ont aucune pièce mobile. De ce fait, on admet généralement que le taux de défaillances des systèmes et des composants électroniques reste constant sur toute leur durée de vie utile. La courbe de la figure 1 appelée « courbe de la baignoire » illustre l'origine de l'hypothèse du taux de défaillances constant mentionnée ci-dessus. La « période de fonctionnement normal » ou « durée de vie utile » de cette courbe correspond à l'utilisation du produit dans la pratique. La qualité du produit a atteint un plateau pour lequel le taux de défaillances devient constant avec le temps. À ce stade, les causes des défaillances peuvent être des défauts indétectables, des marges de sécurité trop réduites, des contraintes aléatoires imprévues, des facteurs humains et des défaillances naturelles. Des périodes de déverminage (élimination des pannes précoces) suffisantes chez les fabricants, une bonne maintenance et le remplacement anticipé des pièces usées devraient éliminer la partie ascendante de la courbe (période d'usure). La discussion ci-dessus clarifie les notions et les différences entre fiabilité et disponibilité, ce qui favorise une interprétation correcte du MTBF. La section qui suit décrit les diverses méthodes de prédiction du MTBF.

Figure 1 – Courbe en baignoire illustrant le taux de défaillances constant



## Méthodes de prédiction et d'estimation du MTBF

On a souvent tendance à considérer à tort que les termes « prédiction » et « estimation » sont interchangeables. Les méthodes de *prédiction* du MTBF calculent une valeur en se basant uniquement sur le design d'un système, généralement au tout début du cycle de vie du produit. Les méthodes prédictives sont utiles lorsqu'il n'y a que peu ou pas de données pratiques, comme dans le cas de la Navette spatiale ou d'un tout nouveau produit. Si l'expérience pratique est suffisante, on ne devrait pas avoir recours aux méthodes prédictives. On doit alors recourir à l'*estimation* du MTBF à partir de mesures de la fréquence réelle des défaillances. Les méthodes d'*estimation* du MTBF consistent à calculer une valeur à partir d'un échantillon observé de systèmes similaires, généralement après la mise en service d'une grande population de produits. L'estimation du MTBF est de loin la méthode de calcul la plus répandue, surtout parce qu'elle est basée sur l'expérience réelle de produits utilisés dans la pratique.

Comme toutes ces méthodes sont de nature statistiques, elles ne fournissent qu'une approximation du MTBF réel. Il n'y a pas non plus de méthode normalisée pour l'ensemble d'une industrie. Il est donc essentiel que le fabricant comprenne et choisisse la méthode optimale pour une application donnée. L'énumération ci-après n'est pas complète, mais permet de se faire une idée de la diversité des méthodes de détermination du MTBF.



## Méthodes de prédiction de la fiabilité

Les plus anciennes méthodes de prédiction de la fiabilité remontent aux années 1940 et sont l'œuvre de deux Allemands, un scientifique nommé Von Braun et un mathématicien nommé Eric Pieruschka. Pour aider Von Braun à résoudre les nombreux problèmes de fiabilité de la bombe volante V-1, Pieruschka a modélisé la fiabilité de l'engin sur des bases mathématiques, créant ainsi le premier modèle de fiabilité prédictif. C'est ensuite la NASA et l'industrie nucléaire qui ont fait progresser les connaissances en matière d'analyse de la fiabilité. Il existe aujourd'hui de nombreuses méthodes permettant de prédire le MTBF.

### MIL-HDBK 217

Publié par le Pentagone en 1965, le « Military Handbook 217 » proposait une norme d'estimation de la fiabilité des matériels et des systèmes électroniques utilisés par les militaires afin d'améliorer la fiabilité des équipements en cours de conception. Elle établit une plate-forme commune pour comparer la fiabilité de deux ou plusieurs designs similaires. Le Military Handbook 217 est aussi appelé Mil Standard 217, ou simplement 217. Il décrit deux méthodes de prédiction de la fiabilité : la prédiction par comptage des pièces et la prédiction par analyse des contraintes dans les pièces.

La prédiction par comptage des pièces est généralement utilisée au tout début du cycle de développement d'un produit pour obtenir une estimation approchée de sa fiabilité par rapport aux objectifs ou aux spécifications de fiabilité. Un taux de défaillances est calculé en comptant littéralement des composants similaires d'un produit (comme des condensateurs) et en les regroupant par types (comme des condensateurs à film). Les nombres de composants de chaque groupe sont ensuite multipliés par un taux de défaillances générique et un facteur de qualité donné dans Mil-217. Finalement, les taux de défaillances de tous les différents groupes sont additionnés pour donner le taux de défaillances final. Par définition, le comptage de pièces suppose que tous les composants sont en série et les taux de défaillances de ceux qui ne le sont pas doivent être calculés à part.

La prédiction par analyse des contraintes dans les pièces s'utilise habituellement beaucoup plus tard dans le cycle de développement du produit, alors que le design des circuits et du matériel réel approche du stade de la production. Il s'agit d'une méthode similaire au Comptage des pièces par la manière d'additionner les taux de défaillances. Cependant, le taux de défaillances de chaque composant individuel est calculé indépendamment en fonction des niveaux de contraintes spécifiques auxquels le composant est soumis (humidité, température, vibrations, tension, etc.). Pour pouvoir assigner les niveaux de contraintes appropriés à chaque composant, il faut que le design et le futur environnement du produit soient bien compris et documentés. La méthode par analyse des contraintes donne habituellement un taux de défaillances inférieur à celui du comptage des pièces. Compte tenu du niveau d'analyse nécessaire, cette méthode prend beaucoup plus de temps que les autres.

Aujourd'hui, la Mil-217 n'est presque plus utilisée. En 1996, l'U.S. Army déclarait que la MIL-HDBK-217 devrait être abandonnée, car « il a été démontré que la méthode n'était pas sûre et que ses résultats pouvaient conduire à des prédictions de fiabilité erronées, voire trompeuses »<sup>3</sup>. Les méthodes Mil-217 ont été abandonnées pour diverses raisons, dont la plupart sont liées aux progrès considérables qui ont été réalisés sur le plan de la fiabilité des composants. En effet, les composants ne sont plus aujourd'hui la principale cause de pannes des produits et les taux de défaillances donnés dans le manuel 217 sont pessimistes par rapport à ceux des composants électroniques actuels. Une étude approfondie des types de pannes des produits électroniques modernes révélerait très certainement que les causes les plus importantes sont la mauvaise application (erreur humaine), le contrôle des processus de fabrication et la conception des produits.

### **Telcordia**

Le modèle Telcordia de prédiction de la fiabilité est issu de l'industrie des télécommunications et a subi plusieurs évolutions au cours des années. Il a été initialement élaboré par Bellcore Communications Research (Bellcore) pour permettre d'estimer la fiabilité de l'équipement téléphonique. Bien que Bellcore ait travaillé à partir de la norme MIL-217, ses modèles de fiabilité (équations) ont été modifiés en 1985 pour refléter l'expérience pratique acquise avec le matériel de télécom. La plus récente révision de la norme Bellcore est la TR-332 édition 6, datée de décembre 1997. En 1997, Bellcore a été acheté par SAIC qui a renommé la norme Telcordia. La dernière révision du modèle de prédiction Telcordia, SR-332 édition 1, publié en mai 2001, propose diverses méthodes de calcul en plus de celles du manuel MIL-217. Actuellement, le Telcordia continue d'être utilisé comme outil de conception des produits dans cette industrie.

### **HRD5**

Le manuel HRD5 est une source de données de fiabilité sur les composants électroniques en usage dans les systèmes de télécommunications. Il a été créé par British Telecom et est en usage principalement en Grande-Bretagne. Il ressemble au manuel 217, mais avec moins de variables environnementales et ses modèles de prédiction couvrent un plus vaste éventail de composants électroniques, notamment ceux des équipements de télécom.

### **Méthode des diagrammes de fiabilité**

La méthode des diagrammes de fiabilité consiste à dessiner les schémas des circuits et à appliquer un outil de calcul pour modéliser la fiabilité et la disponibilité du système. La structure du diagramme de fiabilité définit les interactions logiques des défaillances au sein du système, mais pas nécessairement leurs relations logiques ou physiques. Chaque bloc peut représenter la défaillance d'un composant élémentaire ou d'un sous-système, ou une autre panne représentative. Le diagramme permet de représenter un système complet ou bien un sous-ensemble ou une combinaison du système dont on veut analyser les modes de défaillance, la fiabilité ou la disponibilité. Il peut également servir d'outil d'analyse pour montrer comment fonctionne chaque élément et en quoi il peut affecter l'ensemble du système.

---

<sup>3</sup> Cushing, M., Krolewski, J., Stadterman, T. et Hum, B., 1996, "U.S. Army Reliability Standardization Improvement Policy and Its Impact", IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, Part A, Vol. 19, No. 2, pages. 277-278.

## **Modèles de Markov**

Les modèles de Markov permettent d'analyser des systèmes complexes, comme les architectures électriques. Ils sont également appelés diagrammes d'espace des états ou graphiques d'états. Un espace d'états se définit comme une collection de tous les états que peut prendre un système donné. Les graphiques d'états fournissent une représentation d'un système beaucoup plus précise que celle des graphiques d'états. Ils permettent de mettre en évidence les dépendances des défaillances de composants, ainsi que divers états que les schémas synoptiques ne peuvent pas représenter, comme l'état d'un onduleur fonctionnant sur batteries. En plus du MTBF, les modèles de Markov fournissent diverses autres mesures du comportement du système, notamment la disponibilité, le MTTR, la probabilité pour qu'il soit dans un état donné à un moment donné, et bien d'autres informations.

## **FMEA / FMECA**

La méthode FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) permet d'analyser les modes de défaillance d'un produit. Ces résultats servent ensuite à évaluer l'impact de chaque défaillance pour pouvoir améliorer le design du produit. Si on pousse l'analyse une étape plus loin en assignant un niveau de gravité à chaque mode de défaillance, on obtient la méthode FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) qui ajoute la notion de « criticité » aux modes de défaillance et à leurs effets. La méthode FMEA utilise une approche de bas en haut. Par exemple, dans le cas d'un onduleur, l'analyse débute au niveau du composant de la carte et progresse par paliers jusqu'au niveau du système entier. En dehors de sa fonction d'outil de conception, la méthode permet de calculer la fiabilité globale du système. Ces calculs exigent toutefois des valeurs de probabilités qui sont parfois difficiles à obtenir pour certains éléments constitutifs, particulièrement lorsqu'ils ont des états ou des modes de fonctionnement multiples.

## **Arbre des causes**

L'analyse par arbre des causes est une technique développée par Bell Labs pour l'évaluation du degré de sûreté du système de mise à feu des missiles intercontinentaux Minuteman. Par la suite, on l'a appliquée aux analyses de fiabilité. L'arbre des causes aide à décrire en détail l'enchaînement des événements, aussi bien normaux qu'accidentels, jusqu'au niveau du composant défaillant ou de l'événement indésirable étudié (approche de haut en bas). La fiabilité se calcule en convertissant l'arbre des causes complet en un ensemble équivalent d'équations logiques. Cette technique est fondée sur une représentation algébrique des événements binaires, appelée algèbre de Boole. Comme dans le cas de la méthode FMEA, il est parfois difficile d'obtenir les données de probabilité nécessaires aux calculs.

## **HALT**

Une méthode empirique, HALT (Highly Accelerated Life Testing), est utilisée pour améliorer la fiabilité globale d'un produit. Un programme de vieillissement artificiellement accéléré permet de déterminer le « point de rupture » du produit en le soumettant à des contraintes soigneusement mesurées et contrôlées de température, de vibrations, etc. On utilise un modèle mathématique pour extrapoler le temps au bout duquel le produit cessera de fonctionner en service réel. Bien que la méthode HALT permette aussi d'estimer le MTBF, sa principale fonction est d'améliorer la conception du produit par l'élimination successive des causes de pannes.

## **Méthodes d'estimation de la fiabilité**

### **Méthode de prédiction à partir d'articles similaires**

Cette méthode fournit un outil commode pour estimer la fiabilité à partir de données historiques recueillies pour un autre produit similaire. Comme on s'en doute, la validité des prédictions dépend essentiellement du degré de similitude entre le nouvel équipement et l'équipement existant pour lequel on possède un historique de fiabilité. La similitude doit être respectée au niveau des procédés de fabrication, de l'environnement de service, des fonctionnalités et du design du produit. Pour les produits issus d'une conception évolutive, cette méthode est très utile car elle permet de valoriser l'expérience recueillie avec les produits précédents. Il faut toutefois étudier avec soin les différences du nouveau design pour en tirer des prédictions réalistes.

### **Méthode du suivi en service**

La méthode du suivi en service est également basée sur l'expérience pratique. C'est probablement la plus utilisée par les fabricants, car elle découle de leurs programmes de contrôle de la qualité. On parle souvent de programmes de rehaussement de la fiabilité. Par un suivi précis de la fréquence des pannes, on peut rapidement identifier et corriger les problèmes les plus fréquents pour éliminer progressivement les principaux défauts du produit. L'étude des pannes qui surviennent en service permet parfois de détecter des modes de défaillance qui échappent aux méthodes prédictives. La méthode consiste à observer une population d'échantillons de produits neufs pour enregistrer des données sur leurs modes de défaillances. À partir de ces données, on calcule le taux de défaillances et le MTBF. Le taux de défaillances est le pourcentage d'une population de produits que l'on s'attend à voir tomber en panne au cours d'une année calendrier. Ces données servent évidemment au contrôle de la qualité, mais aussi à fournir aux clients et aux partenaires de l'information sur la fiabilité des produits et l'efficacité des processus de CQ. Comme c'est la méthode la plus utilisée par les fabricants, elle sert aussi de banc de comparaison des valeurs de MTBF. Ces comparaisons servent aux utilisateurs à évaluer les différences de fiabilité relative entre les produits, ce qui permet ensuite d'établir les cahiers des charges et de prendre les décisions d'achat. Comme dans toute comparaison, il est impératif que les variables critiques soient les mêmes entre les systèmes comparés. Si ce n'est pas le cas, les décisions prises seront aléatoires et les impacts financiers, négatifs.

## Conclusions

Le MTBF est devenu la tarte à la crème de l'informatique et des télécommunications. Les nombres dont on vous bombarde n'ont de sens que si vous savez exactement à quoi ils se rapportent. Le MTBF est une indication de la fiabilité de votre produit, mais il ne représente PAS la durée de service que vous pouvez en attendre. Souvenez-vous enfin qu'un MTBF sans définition précise de la panne et basé sur des hypothèses irréalistes ou mal fondées n'a aucune signification !

## Références

1. Pecht, M.G., Nash, F.R., "*Predicting the Reliability of Electronic Equipment*", Proceedings of the IEEE, Vol. 82, N° 7, juillet 1994
2. Leonard, C., "*MIL-HDBK-217: It's Time To Rethink It*", revue Electronic Design, 24 octobre 1991
3. <http://www.markov-model.com>
4. MIL-HDBK-338B, Electronic Reliability Design Handbook, 1<sup>er</sup> octobre 1998
5. IEEE 90 – Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Standard Computer Dictionary: Une compilation des glossaires des normes IEEE relatives à l'informatique. New York, NY: 1990

### À propos des auteurs :

**Wendy Torell** travaille comme ingénieur en disponibilité chez APC à West Kingston, Rhode-Island. Elle conseille les clients sur la meilleure approche à adopter en matière de disponibilité et de pratiques de conception pour optimiser la disponibilité de leurs centres informatiques. Elle est sortie diplômée en génie mécanique de l'Union College de Schenectady, dans l'État de New York. Mme Torell est ingénieur en fiabilité certifié de l'American Society for Quality.

**Victor Avelar** est un ingénieur en disponibilité au service d'APC. Il est responsable des services de consultation et d'analyse pour l'étude des architectures électriques et la conception des centres informatiques des clients. M. Avelar est ingénieur diplômé en génie mécanique de l'Institut Polytechnique Rensselaer (1995). Il est membre de l'ASHRAE et de l'American Society for Quality.