

Réalisation de comparatifs MTBF efficaces pour l'infrastructure des centres de données

Par Wendy Torell
et Victor Avelar

Livre blanc n° 112

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Résumé de l'étude

Le temps moyen de bon fonctionnement (MTBF) est souvent proposé comme un critère décisif pour la comparaison des systèmes des infrastructures des centres de données. Les fournisseurs communiquent souvent des valeurs trompeuses et l'utilisateur se trouve dans l'incapacité de réaliser des comparaisons réalistes. Lorsque les variables et les hypothèses ayant permis d'obtenir les chiffres sont inconnues ou mal interprétées, les mauvaises décisions sont inévitables. Ce document explique comment utiliser efficacement le MTBF comme un facteur parmi d'autres pour caractériser et sélectionner les systèmes, en rendant les hypothèses explicites.

Introduction

Éviter les pannes des centres de données critiques est toujours une priorité absolue. Lorsque quelques minutes d'interruption de service peuvent compromettre la valeur d'une entreprise sur le marché, la fiabilité de l'environnement physique de ces infrastructures en réseau prend une importance cruciale. Comment être certain d'utiliser une solution fiable ? Le MTBF est le moyen le plus répandu pour comparer la fiabilité. Pour pouvoir atteindre un objectif de fiabilité, il est indispensable de bien comprendre le MTBF. Les principes fondamentaux du MTBF sont présentés dans le livre blanc d'APC n° 78 intitulé « Mean Time Between Failure : Explanation and Standards ». Enfin, le MTBF n'est d'aucun secours si la définition de la défaillance est ambiguë ou si les hypothèses sont peu réalistes ou mal interprétées.

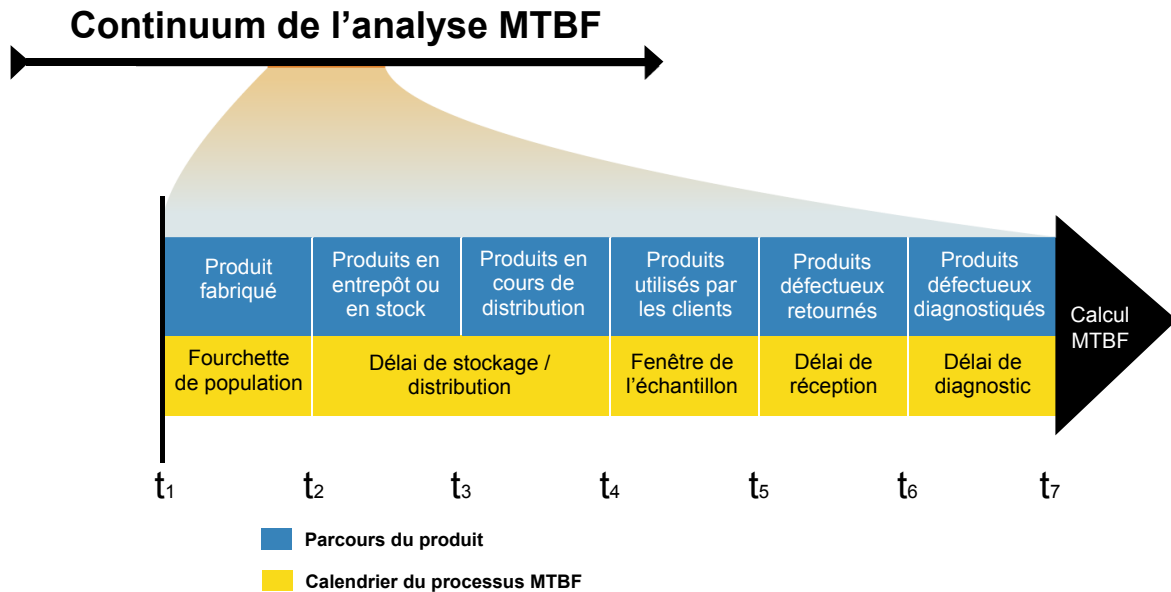
Ce document explique comment le MTBF doit être utilisé ainsi que ses limites comme outil de comparaison des spécifications et de sélection. Une liste de contrôle sert de référence pour s'assurer que la comparaison entre les systèmes est significative et équitable.

Approche réaliste pour une analyse MTBF comparative

Le livre blanc n° 78 présente plusieurs méthodes pour calculer le MTBF. Vu le nombre très élevé de méthodes à disposition, il semble quasiment impossible de trouver deux systèmes qui utilisent la même méthode. Il existe toutefois une méthode qui sert de base dans la plupart des entreprises. La méthode du suivi en service utilise les données du terrain et constitue donc une mesure beaucoup plus précise du taux de défaillance que les simulations. Ces données ne sont pas toujours disponibles pour les produits fabriqués en petites quantités ou les nouveaux produits, mais elles doivent être systématiquement utilisées pour les produits bien diffusés sur le marché. Par conséquent, il s'agit du point de départ le plus logique et le plus réaliste pour réaliser des comparaisons entre plusieurs systèmes. Il convient de souligner que cette méthode, comme les nombreuses autres, repose sur l'hypothèse du taux de défaillance constant décrite dans le livre blanc n° 78.

Les étapes de cette méthode sont présentées dans ce document et les variables de chaque phase ayant une incidence sur le résultat final sont énumérées et décrites. Si l'une des hypothèses ou des variables critiques entre les systèmes comparés change, il est primordial d'évaluer son incidence potentielle sur les estimations de MTBF. La **Figure 1** illustre le calendrier du processus de mesure des données sur le terrain. Chacun des éléments de ce calendrier est expliqué ci-dessous.

Figure 1 – Processus de mesure des données sur le terrain



Étape 1 : Définition et estimation de la taille de la population

La première étape du processus de calcul du taux de défaillance annuel (AFR) et du MTBF d'un produit consiste à identifier la population du produit en question à analyser. Le calcul doit-il être basé sur un modèle particulier de produit ou sur l'ensemble de la famille de produits ? Quelle est la période retenue (en jours ou en mois) pour la sélection de la population ? Sur quelles dates de début et de fin de production faut-il se baser ? Il est important que le(s) produit(s) sélectionnés pour la population présentent une conception identique et que l'échantillon soit représentatif au plan des quantités pour obtenir des données statistiquement exploitables pour les données collectées.

Étape 2 : Choix de la fourchette temporelle pour la collecte des données

La deuxième étape du processus consiste à définir la fourchette temporelle pour collecter les données sur les pannes subies par la population. Les données sont souvent collectées lorsque les utilisateurs du produit contactent le fournisseur pour lui signaler une panne. Le temps écoulé entre la date de fin de fabrication du dernier produit et le début de la période de collecte de l'échantillon varie en fonction du produit, de la géographie, du processus de distribution et des niveaux de stocks. Par exemple, si les appareils ont séjourné deux mois dans l'entrepôt de l'usine et deux mois dans le réseau de distribution, la période de début de collecte des informations doit commencer au minimum quatre mois après la date de clôture de la fourchette retenue pour la population. Pour les produits commercialisés par l'intermédiaire de distributeurs, de revendeurs ou de détaillants, quatre mois semble un délai raisonnable pour tenir compte de ces variables.

Il existe deux variables importantes dans ce cas : (1) il faut prévoir un laps de temps suffisant entre la date de fabrication du dernier produit de la population et le début de la période de collecte des informations de l'échantillon et (2) prévoir un volume suffisamment important de données à collecter pour que les résultats soient suffisamment représentatifs.

Si le délai prévu entre la date de fabrication du dernier produit de la population et le début de la période de collecte est insuffisant, la période de l'échantillon risque de commencer avant que les produits composant l'échantillon n'aient été effectivement commercialisés. Dans cette éventualité, deux problèmes se posent. Tout d'abord, comme les appareils non commercialisés ne peuvent pas tomber en panne, le taux de défaillance risque d'être sous-estimé. Deuxièmement, la période de l'échantillon risque d'inclure un plus grand nombre de défaillances portant sur l'installation ou la configuration. En effet, les nouveaux produits ont souvent un taux de défaillances en forme de « baignoire », avec un plus grand nombre de problèmes d'installation, ce qui tend à surestimer le taux de défaillances. Même si nous sommes conscients que ces deux effets se contrarient, on ne peut pas dire qu'ils s'annulent pour autant.

L'autre remarque importante concernant l'aspect temporel de l'échantillon est la durée de la période. Quelle est la durée idéale en jours pour collecter les données relatives aux pannes ? La fenêtre de collecte doit être assez large pour éliminer les « parasites » statistiques de l'échantillon. La durée requise pour obtenir une précision raisonnable dépend de la taille de la population. Par exemple, un mois peut suffire pour un produit commercialisé à très grande échelle, mais il faut plusieurs mois pour des produits moins bien diffusés.

Étape 3 : Définition d'une défaillance

Avant de comptabiliser une défaillance, il convient de la définir avec précision pour assurer la cohérence du processus de mesure. Supposons que chaque technicien classe individuellement les produits défaillants retournés à l'usine. Il est possible qu'un technicien ne comptabilise que les pannes majeures, alors qu'un autre comptabilise tous les produits défaillants, quel que soit le degré de gravité de la panne. Ces deux extrêmes rendraient vaine toute tentative de mesure précise du taux de défaillance d'un produit donné. Il faut également mentionner l'incidence que cela peut avoir sur le contrôle de processus du produit. Par conséquent, il est primordial que le fournisseur définisse clairement les pannes avant de diagnostiquer les produits. Parfois, les fournisseurs adoptent des définitions multiples des pannes pour calculer le MTBF d'événements précis. Par exemple, les fournisseurs d'onduleurs ont tendance à mesurer le MTBF des produits qui ont délesté les équipements stratégiques ainsi que les pannes moins graves qui n'ont pas eu d'incidence sur la continuité du fonctionnement de l'équipement.

Étape 4 : Réception, diagnostic et réparation du produit

Il convient de ménager un temps suffisant entre la fin de la période d'échantillon et le calcul de l'AFR pour laisser le temps de réceptionner, diagnostiquer et réparer les produits signalés comme défectueux. Le diagnostic détermine le type de panne, alors que la réparation valide le diagnostic. Pour les produits plus petits, l'appareil est habituellement retourné au fournisseur, il faut donc prévoir le délai d'acheminement ou de réception du produit. Une fois arrivé chez le fournisseur, le produit doit être diagnostiqué et réparé, ce qui génère un autre délai, le délai de diagnostic. Pour le diagnostic et la réparation des produits plus volumineux, ils ont habituellement lieu chez le client, le délai est donc minime. Dans un cas comme dans l'autre, il est nécessaire de diagnostiquer les produits et de les réparer avant de calculer l'AFR. Pour les produits à forte diffusion, il est possible qu'à l'issue du délai de diagnostic, certaines unités n'aient pas encore été réparées. Dans ce cas, on applique parfois le même taux de défaillance aux unités non réparées qu'aux unités déjà réparées. Selon le volume de la production et le type de produits mesurés, les délais de réception et de diagnostic se soldent parfois par l'ajout de semaines entières à la fin de la période de collecte d'échantillon, avant que l'AFR ne puisse être calculé.

Étape 5 : Calcul du taux de défaillance annuel

Le taux de défaillance annuel est calculé pour illustrer le nombre de défaillances prévues pendant une année calendaire pour un produit donné. La première étape pour calculer cette valeur consiste à « annualiser » les données des défaillances. Pour ce faire, on multiplie le nombre de pannes recensées dans la période de collecte de l'échantillon par la nombre de périodes de collecte par an. La deuxième phase consiste à déterminer le ratio de défaillances par rapport à l'ensemble de la population. Pour ce faire, on divise le nombre de défaillances annualisées par la quantité d'unités construites durant la période retenue. **L'équation 1** est la suivante :

$$AFR = \frac{\text{Défaillances durant la période de l'échantillon} \times (52 \text{ semaines par an} / \text{Nombre de semaines dans la période de l'échantillon})}{\text{Nombre d'unités dans la population}}$$

Équation 1

Cette équation repose sur les deux hypothèses suivantes : (1) le produit fonctionne 24 heures sur 24, 365 jours par an ; et (2) tous les produits composant la population ont commencé à fonctionner en même temps. Même si cette formule peut être utilisée pour n'importe quel produit, elle s'avère plus pertinente pour les produits qui fonctionnent en continu. Pour les installations dans lesquelles les produits fonctionnent de manière intermittente, il est plus judicieux de calculer l'AFR au moyen de **l'équation 2**. Les groupes électrogènes de secours sont un exemple de ce type de produit.

$$AFR = \frac{\text{Défaillances durant la période de l'échantillon} \times (52 \text{ semaines par an} / \text{Nombre de semaines dans la période de l'échantillon})}{\text{Nombre cumulé d'années de fonctionnement des unités composant la population}}$$

Équation 2

Quand on utilise cette formule, l'AFR ne se base que sur le temps pendant lequel ces unités sont effectivement en service. Les **Équations 1 et 2** sont en fait identiques, mais elles reposent sur des hypothèses différentes. L'exemple fictif suivant montre l'impact de la différence quand on analyse un produit qui ne fonctionne pas de manière continue :

L'échantillon comprend 10 000 automobiles.

Des données relatives aux défaillances dans cet échantillon ont été collectées pendant 2 mois (période de l'échantillon).

En moyenne, une automobile roule 400 heures par an.

Au cours des 2 mois, 10 automobiles ont connu une défaillance.

Utilisation de l'équation 1 :

Taux de défaillance = 10 défaillances x (52 semaines par an / 8 semaines de la période de l'échantillon) / 10 000 unités dans la population = 0,0065 ou 0,65 %

Utilisation de l'équation 2 :

En supposant que les produits ont commencé à fonctionner en même temps*, la durée de vie utile de l'échantillon est de : 10 000 x 400 heures par an = 4 millions d'heures de conduite cumulées ou 4 millions / 8 760 heures par an, soit 457 années.

Le taux de défaillance est de : 10 défaillances x (52 semaines par an / 8 semaines de la période de l'échantillon) / 457 années de conduite = 0,14 ou 14 %

*Notez que cette hypothèse est utilisée pour simplifier l'exemple. Dans la réalité, les produits sont vendus tout au long de la période. Il en résulte une diminution des heures de conduite et une augmentation du taux de défaillance.

Si l'exemple susmentionné avait porté sur un produit qui fonctionnait en permanence, les deux valeurs de l'AFR seraient identiques. Même si l'on écartait l'hypothèse que toutes les unités ont été mises en service au même moment, les valeurs d'AFR resteraient encore très proches. Par conséquent, pour réaliser une analyse exacte, il est déterminant de savoir si le produit fonctionne de manière continue ou pas.

Étape 6 : Conversion de l'AFR en MTBF

La conversion de l'AFR en MTBF (en heures) est la phase la plus simple du processus, mais c'est souvent celle qui donne lieu à des erreurs d'interprétation. La conversion de l'AFR en MTBF n'est valide que dans l'hypothèse d'un taux de défaillance constant. La formule est indiquée ci-dessous (**équation 3**) :

$$MTBF = \frac{\text{Nombre d'heures dans l'année}}{AFR} = \frac{8760}{AFR} \quad \text{Équation 3}$$

Calcul de l'échantillon MTBF au moyen du processus de mesure de l'AFR

L'exemple ci-dessous décrit le processus dans sa globalité.

Étape 1 :

L'échantillon est entièrement constitué de systèmes UPS 15 kVA de marque « X », fabriqués entre la semaine 36 et la semaine 47 de l'année 2003 (du 1^{er} septembre au 21 novembre), soit une fenêtre de production de 12 semaines. L'échantillon comprend 2 000 unités.

Étape 2 :

La fenêtre de l'échantillon commence le 2 février 2004 et se termine le 16 juillet 2004 (soit 24 semaines). On compte un retard de 10 semaines pour l'inventaire et la distribution des produits.

Étape 3 :

Les défaillances sont définies comme des pertes de charge critiques engendrées par toute cause, y compris une erreur humaine.

Étape 4 :

Pendant la période de l'échantillon, 20 défaillances ont été signalées. Parmi celles-ci, neuf ont été considérées comme des pertes de charge critiques, et les onze autres comme non critiques. Ainsi, sur la base de la définition de la défaillance établie à l'étape 3, neuf défaillances sont prises en compte dans le calcul suivant. Les produits défaillants ont été réceptionnés, diagnostiqués et réparés avant le calcul du taux de défaillance.

Étape 5 :

Le taux de défaillance est calculé comme suit :

$$\text{AFR} = \frac{9 \text{ défaillances} \times (52 \text{ semaines par an} / 24 \text{ semaines dans la période de l'échantillon})}{2000 \text{ unités dans la population}} = 0,00975 = 0,975 \%$$

Étape 6 :

La valeur MTBF est calculée comme suit :

$$\text{MTBF} = \frac{8760}{\text{AFR}} = \frac{8760}{0,00975} = 898\,462 \text{ heures}$$

Variables ayant une incidence sur l'AFR

Souvent, les fournisseurs communiquent les valeurs MTBF sans fournir les données qui ont permis leur calcul. Comme nous l'avons indiqué précédemment, lorsque l'on examine les chiffres MTBF (ou AFR) de plusieurs systèmes, il est important de bien comprendre les hypothèses et les variables ayant servi à l'analyse et plus particulièrement comment les défaillances ont été classées. Si l'on réalise une comparaison sans en tenir compte, elle est faussée et on peut s'attendre à des écarts pouvant atteindre 500 % ou plus. Cela peut se traduire par des frais inutiles, voire des interruptions de service intempestives. En règle générale, les valeurs MTBF entre deux systèmes ou plus ne doivent jamais être comparées sans une explication détaillée des variables, des hypothèses et des définitions des défaillances. Même si deux valeurs MTBF semblent identiques, la comparaison risque d'être faussée. Par conséquent, il est impératif de ne pas s'arrêter aux seuls résultats MTBF et de comprendre ce que recouvrent ces valeurs.

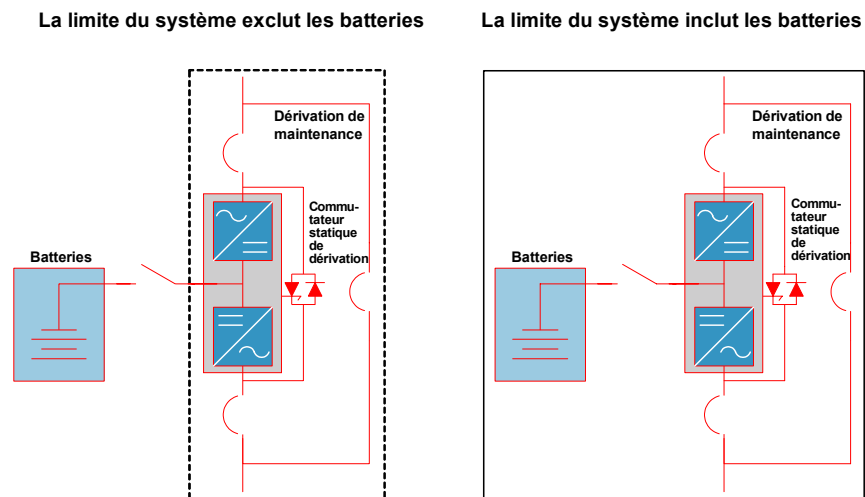
Chaque variable est expliquée ci-dessous ainsi que son incidence potentielle sur les résultats. Pour pouvoir comparer ces variables sur deux systèmes ou plus, une liste récapitulative est fournie en annexe. Une fois compilée, la liste doit être étudiée pour déterminer les variables qui diffèrent selon les systèmes. Grâce à une analyse critique et systématique de ces écarts et de leur incidence sur le MTBF, on peut déterminer si la comparaison est objective et peut être utilisée pour définir des spécifications de produits ou arrêter une décision d'achat.

Fonction, application et limites du produit

Avant de comparer deux valeurs MTBF ou plus, il est important de vérifier que les produits comparés sont équivalents. Les produits comparés doivent présenter des fonctions, des capacités et des applications identiques. Par exemple, si le produit comparé est un onduleur, sa fonction est d'assurer une alimentation de secours aux équipements raccordés. Son application est la prise en charge des équipements informatiques stratégiques dans un environnement de centre de données. Si les applications ne sont pas similaires, il est impossible de réaliser une comparaison MTBF équitable. Par exemple, il ne serait pas réaliste de comparer un onduleur conçu pour un usage industriel à un onduleur conçu pour un usage informatique.

Les limites des systèmes utilisés dans la comparaison du MTBF jouent un rôle encore plus important. Si les éléments inclus ou non dans chaque système ne sont pas les mêmes, la comparaison ne peut qu'être faussée. Prenons le cas d'un système d'onduleur équipé de batteries externes. Certains fournisseurs n'incluent pas les pannes touchant ces batteries au simple fait qu'elles sont « externes » et ne font pas partie du système. D'autres fournisseurs les incluent en revanche, car les batteries sont un composant déterminant dans le fonctionnement du système. La **Figure 2** illustre cet exemple. Les disjoncteurs en entrée ou en sortie, les systèmes en parallèle, les fusibles et les systèmes de contrôle sont d'autres exemples de composants pouvant poser des problèmes de limites. Les clients doivent demander aux fournisseurs les composants ou les sous-systèmes inclus dans les calculs MTBF et ne pas partir du postulat que tous les fournisseurs appliquent les mêmes définitions.

Figure 2 – Comparaison des « limites » d'un système d'onduleur



Hypothèse du taux de défaillance constant

Pour que la méthode de calcul de l'AFR et du MTBF appliquée aux données collectées sur le terrain soit valide, il faut supposer que le taux de défaillance des produits analysés soit constant. Il est important de déterminer si cette hypothèse est plausible au vu du type de produits à comparer. Cette hypothèse est généralement acceptée pour les systèmes ou les composants électroniques. Les produits concernés appartiennent-ils à cette catégorie ? Si tel n'est pas le cas, les valeurs calculées ne seront pas représentatives des défaillances prévues et la comparaison a peu de chances d'être objective.

Taille de la population

Après s'être assuré que les produits et leurs applications sont identiques, il est important de s'intéresser de plus près au processus de collecte des informations sur le terrain. La définition de la taille de la population (nombre d'unités produites) est la première variable déterminante. Si le volume de produits compris dans la population est trop faible, l'estimation MTBF ne sera d'aucune utilité. Par conséquent, lorsque l'on compare des valeurs MTBF, il est important de vérifier que chacune repose sur une taille de population suffisante.

Bien que les cadences de production des produits comparés diffèrent, ce qui compte, c'est le nombre d'unités de la population. Si le produit est fabriqué à une cadence réduite, le délai pour la fabrication du produit sera plus long pour atteindre le volume approprié. Par exemple, le fournisseur « A » fabrique 1 000 unités par mois alors que le fournisseur « B » produit 50 unités par mois d'un produit « équivalent ». Le fournisseur « B » doit inclure plusieurs mois de fabrication dans sa population pour obtenir des résultats statistiquement représentatifs, alors qu'un mois suffit au fournisseur « A ».

Temps écoulé entre la date de fabrication du dernier produit de la population et le début de la période de collecte d'échantillon

Si l'on ne prévoit pas suffisamment de temps entre la date du dernier élément de la population et le début de la période de collecte des informations, les valeurs AFR et MTBF peuvent être faussées. Le fournisseur de chaque système comparé doit laisser s'écouler un temps suffisant pour que la population transite par les circuits de stockage et de distribution avant de commencer la collecte de données sur les défaillances.

Par exemple, si un produit donné reste généralement en stock pendant un mois avant de séjourner un mois dans le circuit de distribution, il faut au moins prévoir deux mois avant de commencer à mesurer les défaillances. Ce temps d'attente total varie en fonction du type de produit. Comme les types de produits doivent être similaires pour pouvoir établir une comparaison, il en va de même pour les variables de population et de périodes pour constituer l'échantillon. Il est évident que si un fournisseur prévoit un délai d'attente insuffisant, voire aucun délai, son AFR sera plus faible que dans la réalité, c'est pourquoi il faut être très prudent lorsque l'on compare des valeurs.

Période de collecte des données d'échantillon

Comme indiqué dans l'étape 2 de ce processus, il est important de sélectionner avec soin la période de collecte des données de l'échantillon. Si les systèmes comparés utilisent une fourchette temporelle et des volumes de vente et / ou de production identiques, il est possible de réaliser une comparaison équitable. Toutefois, cela n'est pas toujours le cas. Lorsque la durée de la période de collecte varie d'un système à l'autre, il est important d'évaluer chaque durée de manière indépendante afin d'obtenir une vision du taux de défaillances au fil du temps.

Plus le volume de produits est faible, plus cette fourchette temporelle doit être longue. Par exemple, si le fournisseur produit 10 unités par mois, collecter les données relatives aux défaillances sur un mois seulement n'est pas suffisant. Comme le volume est restreint, le nombre de défaillances éventuellement signalées au cours du mois en question ne permet pas de réaliser des projections pour les mois suivants.

Définition d'une défaillance

Si la définition d'une défaillance entre deux produits comparables est différente, l'analyse équivaldrait à comparer des torchons et des serviettes. Pour cette raison, il est primordial de déterminer avec précision ce qui est considéré comme une défaillance pour chaque produit comparé. Quels sont donc les éléments que le fournisseur doit prendre en compte pour calculer le MTBF ?

- Est-il utile de comptabiliser les défaillances imputables à des erreurs du client ? Il peut y avoir des facteurs humains auxquels les concepteurs n'ont pas pensé et qui induisent les clients à mal utiliser le produit.
- Dans le domaine de la protection de l'alimentation, la « définition » la plus courante pour une défaillance d'onduleur est le « délestage » de l'équipement. Cela signifie que l'alimentation fournie à l'équipement ne correspondait pas aux limites acceptables et a provoqué l'arrêt de l'équipement. Toutefois, faut-il comptabiliser les délestages provoqués par les techniciens d'assistance d'un fournisseur ? Est-il également possible que la conception du produit accroisse la probabilité de panne au cours d'une procédure déjà 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 consommable, comme une pile, est-elle considérée comme une panne ?
- Les dommages subis au cours du transport sont-ils des pannes ? C'est plutôt l'indication d'un emballage mal conçu.
- Les pannes récurrentes sont-elles comptabilisées ? En d'autres termes, les pannes qui touchent le même système du même client et diagnostiquées de la même manière sont-elles comptabilisées plusieurs fois ou une seule fois seulement ?
- Les pannes survenant lors de l'installation sont-elles comptabilisées comme des pannes ? Le technicien du fournisseur peut être à l'origine de la panne.
- Les pannes sont-elles comptabilisées si le client n'a pas souscrit le contrat de maintenance ou acheté le système de contrôle préconisé ?

- Si un tremblement de terre endommage un bâtiment et que cela provoque l'arrêt du système, cela est-il comptabilisé ou exclu, car classé comme relevant des catastrophes naturelles ?
- Les pannes touchant certains composants du système sont-elles exclues ? Pour un onduleur, il peut s'agir des batteries ou du commutateur de dérivation.
- Si des pannes en cascades se produisent entraînant l'arrêt des systèmes en aval, chaque système est-il considéré comme une panne ou comptabilise-t-on uniquement le premier ?
- Si un système est « personnalisé » la panne qui l'affecte doit-elle l'exclure de la population ?

La définition de facto de la défaillance utilisée dans l'industrie pour calculer le MTBF exclut certaines pannes. La liste ci-dessus n'est pas exhaustive. En multipliant le nombre d'exceptions, les valeurs MTBF présentent le système comme plus fiable que ce qu'il n'est dans la réalité. Pour fournir aux clients et aux partenaires des valeurs AFR et MTBF, il est nécessaire de disposer d'une définition de la valeur non ambiguë permettant de comparer les valeurs MTBF.

Il existe trois définitions simples :

- | | |
|---------|---|
| Type 0 | Le produit possède un défaut ou une défaillance qui l'empêche de fonctionner. |
| Type I | La perte de la faculté du produit complet d'assurer la fonction pour laquelle il a été conçu. ¹ |
| Type II | 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. ² |

Outre le fait de connaître la / les définitions choisies par chaque fournisseur, il est déterminant de savoir si les erreurs humaines à l'origine de la défaillance sont incluses. Dans l'affirmative, il est beaucoup plus difficile de comparer les valeurs MTBF. En effet, les erreurs humaines peuvent provoquer un grand nombre de défaillances différentes, ce qui conduit les fournisseurs à en ignorer certaines. Si tous les fournisseurs n'excluent pas les mêmes types de pannes, il est impossible de réaliser des comparaisons fiables.

Pour expliquer ce point, nous allons reprendre l'exemple de la marque « X » ci-dessus, Le **Tableau 1** compare les valeurs MTBF pour chaque définition de panne. Système « A » est la marque du produit « X » ayant connu des défaillances sont considérées comme critiques (Type I) qui incluent tous les types d'erreurs et de défaillances humaines portant sur des consommables. Système « B » est la même marque du produit « X » ayant connu des défaillances de type I exclusivement, mais qui excluent les erreurs provoquées par un facteur humain, les pannes en cascade et les pannes sur les consommables. En raison de la nature de la formule MTBF, une différence d'une seule panne pendant la même période peut avoir une incidence significative sur le résultat MTBF. Dans cet exemple, on trouve un écart de 5 défaillances système (9 pour le système A et 4 pour le système B), et le MTBF varie de 125 %. Les définitions des pannes sont souvent mal interprétées, comme l'indique cet exemple et elles peuvent faire l'écart entre une comparaison valide et une non valide. Pour plus d'informations sur l'outil utilisé pour calculer les valeurs de cette comparaison, contactez-nous à l'adresse asc@apcc.com.

¹ IEC-50

² IEC-50

Tableau 1 – Exemple de comparaison des valeurs MTBF portant sur des définitions de défaillances différentes

Système A				Comparaison MTBF		Système B			
Nombre total de défaillances dans la période de l'échantillon	Nombre de défaillances récurrentes dans la période de l'échantillon	Nombre de primo-défaillances dans la période de l'échantillon	Inclure dans le calcul du MTBF ?	Types de pannes		Inclure dans le calcul du MTBF ?	Nombre de primo-défaillances dans la période de l'échantillon	Nombre de défaillances récurrentes dans la période de l'échantillon	Nombre total de défaillances dans la période de l'échantillon
				Défaillance type 0 = Le produit possède un défaut ou une défaillance qui l'empêche de fonctionner					
0		0	<input type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par des dommages dus au transport		<input type="checkbox"/>	0		0
0		0	<input type="checkbox"/>	Défaillances provoquées lors d'une installation « certifiée »		<input type="checkbox"/>	0		0
0		0	<input type="checkbox"/>	Défaillances provoquées lors d'une installation « non certifiée »		<input type="checkbox"/>	0		0
				Défaillance Type I = Perte de la faculté du produit complet d'assurer la fonction pour laquelle il a été conçu.					
0		0	<input checked="" type="checkbox"/>	« Appareils signalés comme défectueux » alors que le fonctionnement est normal		<input checked="" type="checkbox"/>	0		0
1		1	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaillances en cascade (c'est-à-dire qu'un système apparenté a provoqué la panne de ce système)		<input type="checkbox"/>	1		1
1		1	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par un technicien de maintenance APC ou certifié APC (après la mise en service du système)		<input type="checkbox"/>	1		1
0		0	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par un technicien externe (après la mise en service du système)		<input type="checkbox"/>	0		0
1	0	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par une utilisation impropre ou inadaptée du client		<input type="checkbox"/>	1	0	1
2	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaillances portant sur des consommables comme les batteries		<input type="checkbox"/>	2	0	2
1	0	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaillances d'un composant matériel ou du microprogramme qui ont depuis été réparés ou mis à niveau		<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1
3	0	3	<input checked="" type="checkbox"/>	* Défaillance d'un composant matériel ou du microprogramme		<input checked="" type="checkbox"/>	3	0	3
				Défaillance Type II = 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.					
2		2	<input type="checkbox"/>	« Appareils signalés comme défectueux » alors que le fonctionnement est normal		<input type="checkbox"/>	2		2
1		1	<input type="checkbox"/>	Défaillances en cascade (c'est-à-dire qu'un système apparenté a provoqué la panne de ce système)		<input type="checkbox"/>	1		1
1		1	<input type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par un technicien de maintenance APC ou certifié APC (après la mise en service du système)		<input type="checkbox"/>	1		1
1		1	<input type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par un technicien externe (après la mise en service du système)		<input type="checkbox"/>	1		1
1	0	1	<input type="checkbox"/>	Défaillances provoquées par une utilisation impropre ou inadaptée du client		<input type="checkbox"/>	1	0	1
2	0	2	<input type="checkbox"/>	Défaillance portant sur des consommables comme les batteries		<input type="checkbox"/>	2	0	2
1	0	1	<input type="checkbox"/>	Défaillances d'un composant matériel ou du microprogramme qui ont depuis été réparés ou mis à niveau		<input type="checkbox"/>	1	0	1
2	0	2	<input type="checkbox"/>	* Défaillance d'un composant matériel ou du microprogramme		<input type="checkbox"/>	2	0	2
Inclusion des défaillances récurrentes dans le total ?				<input type="checkbox"/>	Les défaillances récurrentes concernent le même client, le même système et le même mode de défaillance	<input type="checkbox"/>	Inclusion des défaillances récurrentes dans le total ?		
9				Nombre total de défaillances dans la période de l'échantillon pour le calcul MTBF		4			

Calcul MTBF	Système A	Système B	Système B avec une définition de défaillance Système A
Nombre total de défaillances dans la période de l'échantillon pour le calcul MTBF	9	4	9
Nombre de semaines dans la période de l'échantillon	24	24	24
Nombre d'unités dans la population	2000	2000	2000
AFR = [Défaillances dans la période de l'échantillon x (52 semaines par an / Nombre de semaines dans la période de l'échantillon)] / Nombre d'unités dans la population	0,975%	0,433%	0,975%
MTBF = 8760 / AFR	898.462	2.021.538	898.462

Le MTBF du système B est 125 % supérieur à celui du système A. Cette comparaison n'est pas valide en raison des disparités des définitions de la défaillance

Le MTBF du système B est 0 % supérieur à celui du système A

Pour pouvoir réduire ces incohérences, APC suggère l'instauration d'une pratique exemplaire, à savoir définir précisément les éléments inclus et exclus de la valeur MTBF. Cette pratique vise à présenter toutes les défaillances raisonnables aux clients. Ces défaillances doivent inclure tous les éléments sur lesquels le fournisseur peut exercer un contrôle. Par exemple, si le technicien de maintenance du fournisseur est à l'origine d'une défaillance, le MTBF doit en tenir compte, puisque cela relève de la responsabilité du fournisseur. D'autre part, si un client choisit de faire appel à un technicien de maintenance non agréé et qu'il provoque une panne, le MTBF doit l'ignorer, puisque cela échappe au contrôle du fournisseur. La liste récapitulative qui se trouve dans l'annexe indique les définitions incluses dans cette pratique exemplaire.

Chaque fois que cela est possible, cette pratique exemplaire de définition des défaillances devrait être utilisée pour comparer les produits de différents fournisseurs. Si un fournisseur ne peut fournir qu'un sous-ensemble de cette définition, il serait nécessaire d'obtenir le même sous-ensemble des autres fournisseurs que l'on souhaite comparer. Cette cohérence est indispensable pour pouvoir réaliser une comparaison équitable. Toutefois, même si cette comparaison est « équitable », elle ne donne pas forcément une représentation fidèle de la réalité. Plus le sous-ensemble de dysfonctionnements inclus par le fournisseur est restreint, moins la valeur MTBF est le reflet de la réalité.

Temps écoulé entre le dernier élément de l'échantillon et la date de calcul de l'AFR

Si le fournisseur était en mesure de recevoir, diagnostiquer et réparer toutes les défaillances des produits signalées dans la période retenue pour l'échantillon, il pourrait calculer immédiatement l'AFR. En fait, cela n'est possible qu'avec des volumes restreints de produits qui sont diagnostiqués et réparés sur le site du client. Cela n'est en revanche pas possible sur les volumes plus importants de produits qui sont retournés au fournisseur. Pour pouvoir réaliser une comparaison MTBF portant sur des types de produits similaires, le délai entre la fin de la période d'échantillon et la date de calcul de l'AFR doit être similaire. Par exemple, supposons que le fournisseur « A » calcule l'AFR un mois après la clôture de la période de l'échantillon contre quatre mois pour le fournisseur « B ». Si le produit comparé est un produit vendu à grande échelle, le fournisseur « A » signalera un AFR plus favorable. En effet, certains des produits défaillants (en attente de réception, de diagnostic et de réparation) ne sont pas comptabilisés dans le calcul de l'AFR.

Il existe un cas de figure dans lequel cet écart temporel entre systèmes ne fausse pas la comparaison (sous réserve que tous les autres paramètres soient identiques) : Il faut que tous les fournisseurs partent du postulat que tous les appareils non réparés ont un taux de défaillance identique à celui des unités déjà réparées et que la majorité des retours aient été réceptionnés, diagnostiqués et réparés.

Processus documenté pour la collecte et l'analyse des données

Pour pouvoir déterminer la fiabilité de la comparaison MTBF, il est important de comprendre le processus mis en place par chaque fournisseur pour collecter et analyser les données. Il est important de disposer d'un processus clairement défini et documenté pour pouvoir établir un programme de contrôle qualité fiable. Cela contribue à assurer la cohérence et l'exactitude à toutes les étapes de l'analyse. Voici trois exemples d'obstacles à éviter. Lorsque ces problèmes sont présents, il convient d'étudier de près leur incidence sur l'estimation MTBF (et donc sur la comparaison).

- Un fournisseur n'est pas en mesure d'assurer un suivi mondial des données pour vérifier leur exactitude, car les différentes régions du monde utilisent des systèmes hétéroclites de suivi ou de stockage des données afférentes aux défaillances et aux réparations. Des données manquantes ou incorrectes peuvent provoquer des erreurs dans l'estimation de l'AFR pour les appareils vendus à l'international.
- Un fournisseur ne dispose pas de processus clairement établis pour classer les retours. Si les produits inutilisés et non ouverts sont retournés pour remboursement et sont classés comme défectueux, l'AFR ainsi obtenu est artificiellement élevé.
- Le système de suivi d'un fournisseur est essentiellement manuel. Le traitement humain est source d'erreurs potentielles des données, ce qui influe sur le calcul de l'AFR. En règle générale, plus le système est automatisé, plus les résultats sont précis. L'automatisation de la lecture par scanner des numéros de série au lieu de la saisie manuelle est un exemple.

Formule AFR utilisée dans le calcul

Selon le produit, la formule AFR (**équation 1 ou 2**) utilisée par chaque fournisseur peut rendre la comparaison MTBF impossible. La comparaison de produits opérationnels 24 / 24 h (dès qu'ils sont mis en service) peut utiliser une formule ou l'autre, mais les produits qui fonctionnent de manière intermittente doivent impérativement utiliser l'équation 2 pour que la comparaison soit utilisable. Le **Tableau 2** récapitule les scénarios permettant de réaliser une comparaison valide.

Tableau 2 – Grille comparative de l'équation de l'AFR

Utilisation du produit	AFR calculé avec l'équation 1	AFR calculé avec l'équation 2
Comparaison portant sur des produits fonctionnant en continu Ex. Onduleur « A » comparé à l'onduleur « B » (tous deux protègent des équipements stratégiques)	Comparaison valide	Comparaison valide
Comparaison portant sur des produits fonctionnant de manière intermittente Ex. Ordinateur portable « A » comparé à l'ordinateur portable « B »	Comparaison non valide	Comparaison valide

Base horaire annuelle

La conversion AFR / MTBF est valide uniquement dans le cadre d'un taux de défaillance constant. Dans ce cas, **l'équation 3** peut être utilisée, mais il est important de s'assurer que tous les systèmes servant dans la comparaison se basent sur le même nombre d'heures dans l'année. Par exemple, certains fournisseurs se basent sur 8 000 heures par an, alors que d'autres utilisent la valeur correcte, à savoir 8 760 heures.

Remarques générales sur les critères de décision

Bien que le MTBF puisse être un outil décisionnel utile pour l'élaboration des spécifications et la sélection de produits (lorsque les méthodes, les variables et les hypothèses sont identiques pour tous les systèmes comparés), il ne doit pas être le seul critère retenu. Il convient de tenir compte de nombreux autres critères pour comparer les produits de différents fournisseurs. Par exemple, quelle est la fiabilité des processus de contrôle qualité des fournisseurs ? Quels volumes sont fabriqués et dans quel environnement ? Sont-ils certifiés ISO9000 ? Ces éléments donnent des indications sur la standardisation des processus visant à optimiser la qualité et la fiabilité. Dans quelle mesure chaque produit satisfait-il les besoins de l'utilisateur ? Cette réflexion peut inclure des considérations comme la flexibilité ou la modularité d'un produit, la rapidité de remise en service après une panne (MTTR), et les coûts totaux de propriété du produit (TCO) (se reporter au livre blanc d'APC n° 6 intitulé « Determining Total Cost of Ownership for Data Center and Network Room Infrastructure » – pour plus d'informations sur l'importance du TCO). Il est également possible de vérifier les références client ou les évaluations des produits. Enfin, une évaluation objective réalisée par un tiers indépendant de deux systèmes ou plus est souvent un excellent moyen de faire le bon choix au plan des spécifications et des achats.

Conclusions

Lorsque l'on compare plusieurs produits, le MTBF est souvent un critère de décision déterminant. Toutefois, il faut être vigilant lorsque l'on compare ces valeurs. Tout d'abord, la méthode utilisée pour calculer le MTBF doit être la même. Par ailleurs, de nombreuses variables et hypothèses sont utilisées lors de la collecte et de l'analyse des données sur le terrain et chacune peut avoir une incidence significative sur les résultats. Il est impossible de réaliser une comparaison MTBF fiable lorsque ces variables et hypothèses diffèrent. Dans la réalité, il est fréquent que les variables et les hypothèses de départ ne soient pas les mêmes. La liste récapitulative en annexe vous permettra de vérifier ce point. Par ailleurs, la calculatrice en ligne de MTBF vous aidera à quantifier l'incidence des variables critiques sur les valeurs MTBF.

Grâce aux éléments présentés dans ce document, vous avez désormais les moyens de comparer plus objectivement les MTBF. Lorsque les hypothèses, les variables et les définitions des défaillances sont identiques, la comparaison est raisonnablement fiable.

À propos des auteurs :

Wendy Torell travaille comme ingénieur en disponibilité chez APC à West Kingston, RI. Elle conseille les clients sur l'approche à adopter en matière de disponibilité et de pratiques de conception pour optimiser la disponibilité de leurs centres informatiques. Elle est 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.

Annexe – Liste récapitulative de la définition de la défaillance (MTBF)

Définition d'une défaillance	Pratique exemplaire APC	Fournis- seur A	Fournis- seur B
Cochez chaque définition de défaillance que les fournisseurs incluent dans leurs valeurs MTBF			
Type 0 : Le produit possède un défaut ou une défaillance qui l'empêche de fonctionner.			
Défaillances provoquées par des dommages dus au transport			
Défaillances provoquées lors d'une installation « certifiée »			
Défaillances provoquées lors d'une installation « non certifiée »			
Type I : Perte de la faculté du produit complet d'assurer la fonction pour laquelle il a été conçu.			
« Appareils signalés comme défectueux » alors que le fonctionnement est normal <i>Voici deux exemples de cette définition de défaillance : (1) Lors d'une coupure de courant, un onduleur commute sur la batterie qui s'épuise et déleste l'équipement ; (2) Des conditions climatiques exceptionnelles provoquent l'interruption des serveurs stratégiques, car les climatiseurs ne parviennent pas à abaisser suffisamment la température.</i>			
Défaillances en cascade (c'est-à-dire qu'un système apparenté a provoqué la panne de ce système) ? <i>Voici un exemple de cette définition de défaillance : Deux onduleurs sont reliés en parallèle sur un bus de sortie commun. Le condensateur d'un des onduleurs subit un court-circuit qui propage la défaillance au bus de sortie et déleste l'équipement.</i>	√		
Défaillances provoquées par un technicien de maintenance APC ou certifié APC (après la mise en service du système) ?	√		
Défaillances provoquées par un technicien externe (après la mise en service du système)			
Défaillances provoquées par une utilisation impropre ou inadaptée du client <i>Voici deux exemples de cette définition de défaillance : (1) Le client appuie sur le bouton « Off » au lieu d'appuyer sur le bouton « Test », ce qui provoque le délestage de l'équipement ; (2) Le client endommage les conduites de refroidissement avec un chariot élévateur, ce qui interrompt le fonctionnement de la climatisation.</i>			
Défaillances portant sur des consommables comme les batteries ? <i>Les consommables sont des éléments épuisables qui doivent être remplacés avant la fin de la durée de vie d'un système. La défaillance d'un consommable est la perte de la faculté de ce dernier d'exécuter la mission pour laquelle il a été conçu avant la fin de sa durée de vie. Voici d'autres exemples : (1) Condensateurs électrolytiques sur les grands systèmes ; (2) Filtres à air et à huile ; (3) Fluide frigorigène à l'intérieur du climatiseur</i>	√		
Défaillances d'un composant matériel ou du microprogramme qui ont depuis été réparés ou mis à niveau ? <i>Cette définition de défaillance inclut les défaillances Type I de matériel ou de microprogramme qui n'ont pas été comptabilisées précédemment et qui ont depuis été corrigées avec un ECO ou un autre moyen documenté.</i>	√		
Défaillance d'un composant matériel ou du microprogramme ? <i>Cette définition de défaillance inclut les dysfonctionnements matériels ou de microprogramme de Type I qui n'ont pas été comptabilisés précédemment.</i>	√		
Type II : 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.			
« Appareils signalés comme défectueux » alors que le fonctionnement est normal			
Défaillances en cascade (c'est-à-dire qu'un système apparenté a provoqué la panne de ce système) ?	√		
Défaillances provoquées par un technicien de maintenance APC ou certifié APC (après la mise en service du système) ?	√		
Défaillances provoquées par un technicien externe (après la mise en service du système)			
Défaillances provoquées par une utilisation impropre ou inadaptée du client			
Défaillances portant sur des consommables comme les batteries ?	√		
Défaillances d'un composant matériel ou du microprogramme qui ont depuis été réparés ou mis à niveau ?	√		
Défaillance d'un composant matériel ou du microprogramme ?	√		