

Les sept types de problèmes d'alimentation

Livre blanc 18

Révision 1

Par Joseph Seymour
Terry Horsley

> Résumé de l'étude

Pannes d'équipement, interruption du système, logiciels et données endommagés tous ces problèmes ont souvent la même origine : un problème d'alimentation. La description standardisée des problèmes d'alimentation proprement dits pose en soi une difficulté. Ce livre blanc décrit les types les plus courants de perturbations de l'alimentation, leurs causes possibles, leurs conséquences pour votre équipement critique et la façon de le protéger, en utilisant les standards IEEE pour décrire les problèmes de qualité de l'alimentation.

Table des matières

cliquez sur une section pour y accéder directement

Introduction	2
Transitoires	4
Interruptions	8
Creux de tension / Sous-tension	10
Bosse / Sur-tension	11
Distorsion de la sinusoïdale	12
Voltage fluctuations	16
Fluctuations de tension	16
Conclusions	19
Ressources	20
Annexe	21

Introduction

Notre univers technologique est devenu fortement dépendant d'une disponibilité continue du courant électrique. Dans la plupart des pays, l'électricité est commercialement disponible au travers de réseaux nationaux, qui relient de nombreuses centrales de production aux consommateurs. Le réseau doit satisfaire aux besoins élémentaires des applications résidentielles, d'éclairage, de chauffage, de réfrigération, de climatisation et de transport ainsi qu'aux besoins critiques des secteurs publics, industriels, financiers, commerciaux, médicaux et de communications. L'électricité commerciale permet littéralement au monde moderne de fonctionner au rythme accéléré qui est le sien. Une technologie évoluée s'est profondément installée dans nos foyers et dans notre travail et, avec le développement de l'e-commerce, modifie continuellement notre interaction avec le reste du monde.

Une technologie intelligente exige de l'électricité sans coupures ni perturbations. Les conséquences des problèmes d'électricité à large échelle sont bien documentées. Une étude récemment publiée aux États-Unis montre que les entreprises industrielles et d'e-commerce perdent chaque année 45,7 milliards de dollars à cause d'interruptions d'alimentation¹. Tous secteurs confondus, les interruptions d'alimentation entraîneraient une perte annuelle de 104 à 164 milliards de dollars, auxquels s'ajoutent 15 à 24 milliards de pertes dues aux autres problèmes de qualité de l'alimentation électrique. Dans les processus industriels automatisés, des lignes de production entières peuvent partir à la dérive, créant ainsi des situations dangereuses pour le personnel et entraînant des dégâts matériels coûteux. Une perte de traitement dans une grande entreprise financière peut coûter des milliers de dollars irrécupérables par minute d'arrêt, ainsi que de nombreuses heures de remise en état. Les dégâts sur les programmes et les données dus à une interruption de l'alimentation peuvent entraîner des problèmes de remise en état des logiciels dont la solution peut prendre des semaines.

De nombreux problèmes d'alimentation sont dus au réseau d'électricité commercial qui, avec ses milliers de kilomètres de lignes de transmission, est exposé aux phénomènes météorologiques tels que les ouragans, les orages, la neige, la glace et les inondations, ainsi qu'aux pannes d'équipement, accidents de trafic et grosses opérations de commutation. Les problèmes d'alimentation qui affectent les équipements technologiques modernes se produisent souvent localement dans une installation et dans des situations telles qu'une construction locale, des charges de démarrage élevées, des composants de distribution défaillants et même un bruit de fond électrique.

Se mettre d'accord sur une terminologie commune : première étape de la lutte contre les interruptions de courant

L'usage généralisé de l'électronique, depuis l'électronique domestique jusqu'au contrôle de processus industriels massifs et coûteux, a fait augmenter l'intérêt porté à la qualité de l'alimentation. La qualité de l'alimentation ou, plus spécifiquement, une perturbation de cette qualité, se définit généralement comme toutes variations dans le courant électrique (tension, intensité ou fréquence) qui interfère dans le fonctionnement normal des équipements électriques.

L'étude de la qualité de l'alimentation, et des façons de la contrôler, est au centre des préoccupations des fournisseurs d'électricité, des grandes entreprises industrielles et même des utilisateurs domestiques. Cette étude s'est intensifiée à mesure que les équipements devenaient plus sensibles aux moindres variations de tension, de l'intensité et de la fréquence du courant électrique. Hélas, une terminologie disparate a été utilisée pour décrire nombre des perturbations existantes de l'alimentation, ce qui crée une certaine confusion et

¹ "The Cost of Power Disturbances to Industrial & Digital Economy Companies", Livre blanc, copyright 2001, Electric Power Research Institute.

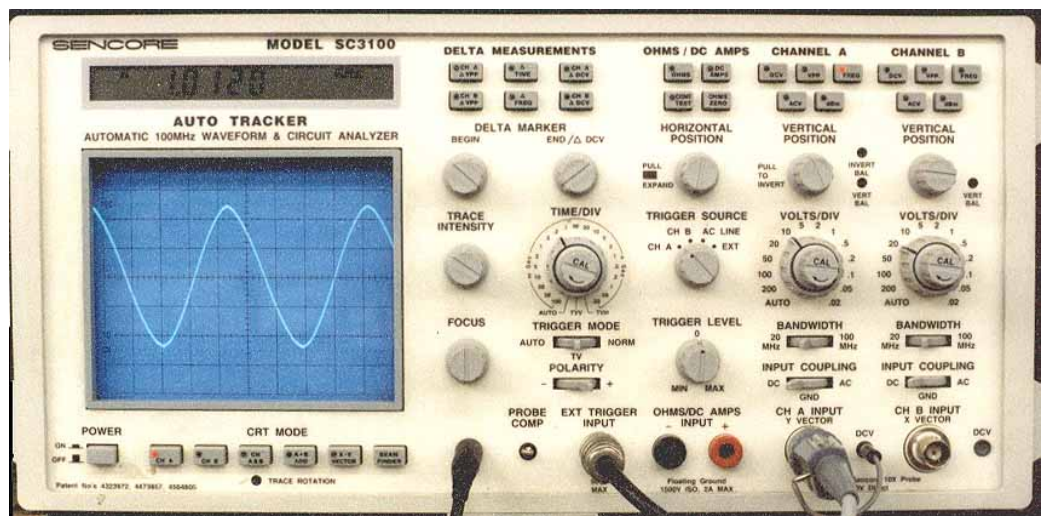
rend plus difficile la discussion, l'étude et la résolution efficaces des problèmes actuels de qualité de l'alimentation. L'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) a tenté de résoudre ce problème en développant une norme qui inclut des définitions des perturbations de l'alimentation. Cette norme (IEEE 1159-1995, « IEEE Recommended Practice for Monitoring Electrical Power Quality ») décrit de nombreux problèmes de qualité de l'alimentation, dont les plus courants sont décrits dans ce document.

Notre vision de l'alimentation électrique

L'électricité qui sort de la prise murale est un phénomène électromagnétique. L'électricité commerciale est fournie sous la forme de courant alternatif (CA), une source d'énergie silencieuse, apparemment illimitée, qui peut être générée par les centrales électriques, augmentée par des transformateurs et distribuée à des centaines de kilomètres à n'importe quel endroit de la région. Un examen de ce que cette énergie fait par petites tranches de temps peut aider à comprendre combien une alimentation CA simple, régulière est importante pour assurer un fonctionnement fiable des systèmes sophistiqués dont nous sommes dépendants. Un oscilloscope permet de voir à quoi ressemble cette énergie. Dans un monde parfait, l'électricité se présente comme une onde sinusoïdale symétrique, uniforme, variant au rythme de 50 ou 60 cycles par seconde (Hertz – Hz) selon la région du monde où vous vivez. La **Figure 1** illustre ce à quoi ressemblerait une onde sinusoïdale CA moyenne sur un oscilloscope.

Figure 1

Image d'une onde sinusoïdale sur un oscilloscope



La forme d'onde sinusoïdale illustrée représente une variation de tension d'une valeur positive vers une valeur négative 60 fois par seconde. Lorsque cette onde change de taille, de forme, de symétrie, de fréquence ou présente des entailles, des impulsions, des surscissions ou tombe à zéro (aussi brièvement que ce soit), il se produit une perturbation de l'alimentation. Tout au long de ce document, des dessins simples illustreront les modifications de cette onde sinusoïdale idéale correspondant aux sept catégories de perturbations de la qualité d'alimentation traitées ici.

Comme nous l'avons dit, une certaine ambiguïté a régné dans le secteur de l'électricité et dans les entreprises concernant la terminologie employée pour décrire diverses perturbations de l'alimentation. Par exemple, le terme « surtension » a été considéré dans un secteur industriel comme une augmentation momentanée de la tension comme celle qui est typiquement provoquée par la déconnexion d'une grosse charge. Par ailleurs, le terme « surtension » peut aussi être compris comme une tension transitoire durant entre plusieurs microsecondes et quelques millisecondes à peine, avec des crêtes très élevées. Cette dernière accep-

tion est généralement associée à la foudre et aux commutations provoquant des étincelles ou un arc entre des contacts.

La norme IEEE 1100-1999 s'est penchée sur ce problème d'ambiguïté dans la terminologie et a recommandé que de nombreux termes d'usage courant ne soient pas utilisés dans les rapports et références professionnels en raison de leur incapacité à décrire avec précision la nature du problème. La norme IEEE 1159-1995 aborde également ce problème afin de fournir une terminologie cohérente dans les rapports sur la qualité de l'alimentation publiés par les professionnels. Voici certains termes anglais relevés comme ambigus:

Blackout	Brownout	Bump	Power surge
Clean power	Surge	Outage	Blink
Dirty power	Frequency shift	Glitch	Spike
Power surge	Raw power	Raw utility power	Wink

La possibilité de parler efficacement de l'énergie électrique, par exemple en connaissant la différence entre une interruption et un transitoire oscillant, peut faire une grande différence lors de la prise de décisions d'achat concernant des appareils de correction. Une erreur de communication peut avoir des conséquences coûteuses si vous achetez un appareil de correction inapproprié : arrêt, coûts salariaux, dégâts aux équipements.

Les perturbations de la qualité de l'alimentation définies par l'IEEE et discutées ici ont été classées dans sept catégories selon la forme d'onde :

1. Transitoires
2. Interruptions
3. Sous-tension
4. Bosse / Surtension
5. Distorsion de la sinusoïdale
6. Fluctuations de tension
7. Variations de fréquence

Ce livre blanc se conforme à ces catégories et contient des illustrations qui clarifient les différences entre les diverses perturbations de la qualité de l'alimentation.

1. Transitoires

Les transitoires sont potentiellement le type de perturbation provoquant le plus de dommages. On en distingue deux sous-catégories :

1. Impulsifs
2. Oscillants

Impulsifs

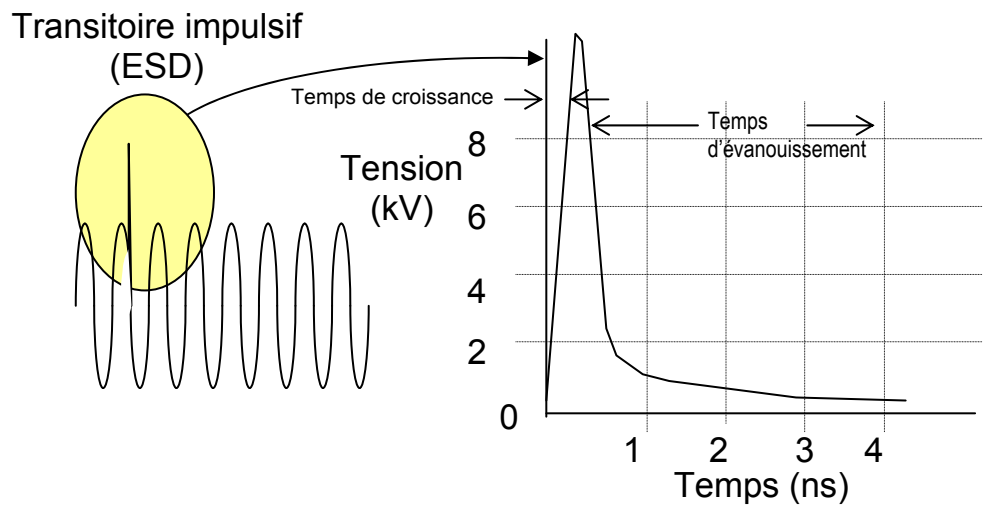
Les « transitoires impulsifs » ou impulsions transitoires sont des crêtes élevées et brutales qui augmentent les niveaux de tension et/ou d'intensité dans un sens positif ou négatif. Ces types d'événements peuvent encore se subdiviser selon la vitesse à laquelle ils se produisent (transitoires rapides, moyens et lents). Les impulsions transitoires peuvent être des événements très soudains (temps de croissance de 5 nanosecondes [ns] entre le régime permanent et la crête de l'impulsion) de courte durée (moins de 50 ns).

Remarque : [1000 ns = 1 μ s] [1000 μ s = 1 ms] [1000 ms = 1 seconde]

Un exemple d'impulsion transitoire positive provoquée par une décharge électrostatique (ESD) est illustré à la **Figure 2**.

Figure 2

Impulsion transitoire positive



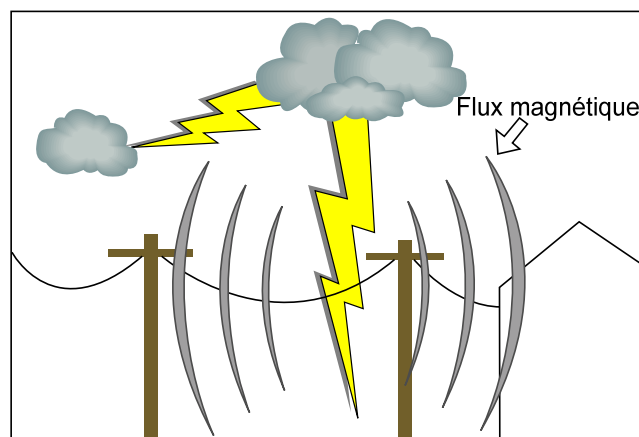
Lorsque l'on parle d'une surtension, on fait généralement référence à une impulsion transitoire. De nombreux termes ont été employés pour décrire les impulsions transitoires, tels que pointe de tension ou saut de tension.

Les causes possibles d'une impulsion transitoire peuvent être la foudre, un défaut de mise à la terre, la commutation de charges inductives, le rétablissement d'une panne du secteur et des décharges électrostatiques. Les conséquences peuvent aller des données perdues (ou corrompues) à des dégâts matériels. Parmi ces différentes causes, la foudre est probablement celle qui entraîne le plus de dégâts.

Quiconque a déjà assisté à un orage peut imaginer le problème posé par la foudre. La quantité d'énergie requise pour illuminer le ciel peut facilement détruire des équipements sensibles. Qui plus est, il n'est pas nécessaire que la foudre frappe directement pour provoquer des dégâts. Les champs électromagnétiques (**Figure 3**) engendrés par la foudre peuvent provoquer en grande partie les mêmes dégâts potentiels en induisant du courant sur les structures conductrices voisines.

Figure 3

Champ magnétique créé par la foudre



Deux des méthodes de protection les plus efficaces contre les impulsions transitoires consistent à éliminer les décharges électromagnétiques potentielles et à utiliser des parasurtenseurs (aussi appelés parafoudres).

Si une décharge électrique peut jaillir de votre doigt sans autre conséquence que la surprise, elle est plus que suffisante pour détruire irrémédiablement la carte-mère d'un ordinateur. Dans les centres informatiques, les entreprises de fabrication de circuits imprimés ou autres environnements où des cartes de circuits imprimés sont exposées à la manipulation par l'homme, il importe de dissiper le risque de décharges électrostatiques. Par exemple, la plupart des centres informatiques sont équipés d'une climatisation. Celle-ci ne fait pas que refroidir l'air pour faciliter l'évacuation de la chaleur du centre, mais elle règle aussi l'humidité de l'air. Or, le maintien de l'humidité de l'air entre 40 à 55 % réduit le risque de décharges électrostatiques. Peut-être avez-vous déjà vécu l'expérience de l'effet de l'humidité sur les décharges électrostatiques : l'hiver (lorsque l'air est très sec), si vous vous promenez en chaussettes sur le tapis de votre appartement, un impressionnant arc électrique peut jaillir de votre doigt au moment où vous tendez la main vers une poignée de porte ou que vous pointez le doigt vers l'oreille d'une autre personne. Une autre protection utilisée dans la manipulation de cartes de circuits imprimés, par exemple chez les réparateurs d'ordinateurs, est un équipement destiné à relier le corps à la terre. Cet équipement comprend des bracelets, tapis de sol, tapis de bureau et chaussures antistatiques. La plupart de ces équipements sont reliés à un fil qui mène à la terre de l'installation, de manière à protéger le personnel contre les chocs électriques et à dissiper vers la terre les éventuelles décharges électrostatiques.

Les parasurtenseurs s'utilisent depuis de nombreuses années. Ils sont toujours employés de nos jours sur les systèmes d'énergie, ainsi que sur des appareils pour grandes installations et datacenters, mais aussi dans les petites entreprises et les foyers ; leurs performances s'améliorent grâce aux progrès réalisés avec la technologie des varistors à oxyde métallique (MOV). Les MOV permettent une suppression cohérente des impulsions transitoires, surtensions et autres conditions de tension élevée et peuvent se combiner à des déclencheurs thermiques tels que les disjoncteurs, thermistors, ainsi que d'autres composants tels que les tubes à gaz et les thyristors. Dans certains cas, des circuits parasurtenseurs sont intégrés dans les appareils électriques proprement dits, comme les alimentations pour ordinateurs. Plus couramment, ils s'utilisent dans des parasurtenseurs autonomes ou sont inclus dans les onduleurs pour éliminer les surtensions et fournir une alimentation de secours en cas d'interruption (ou lorsque les niveaux de courant sortent des limites admises pour le courant nominal).

Les parasurtenseurs et onduleurs en cascade constituent la méthode de protection la plus efficace contre les perturbations de l'alimentation des équipements électroniques. Dans cette méthode, on place à l'entrée du service un parasurtenseur capable de dissiper une grande partie de l'énergie de tout transitoire entrant. Des dispositifs au sous-panneau électrique et sur l'équipement sensible lui-même maintiennent la tension à un niveau qui ne peut endommager ni perturber le fonctionnement de l'équipement. Une attention particulière doit être accordée au choix de la tension nominale et de la dissipation d'énergie nominale de ces appareils et à leur coordination afin d'assurer un fonctionnement efficace. Il y a également lieu de prêter attention à l'efficacité du parasurtenseur si jamais le MOV atteint son point de défaillance. Si un MOV assure un niveau de protection cohérent avec le temps, il se dégrade malgré tout à l'usure ou peut défaillir si sa capacité de suppression nominale est dépassée. Si le MOV atteint un stade où il n'est plus utile, il faut que le parasurtenseur SPD puisse couper le circuit et éviter ainsi qu'une anomalie d'alimentation susceptible d'endommager l'équipement protégé n'atteigne ce dernier. Pour plus d'informations à ce sujet, consultez le livre blanc 85 : *Protection des données en ligne contre les surtensions transitoires* .

Oscillants

Un transitoire oscillant est un changement brusque de l'état de régime permanent de la tension et/ou de l'intensité d'un signal, aux limites positive et négative du signal, oscillant à la fréquence naturelle du système. Autrement dit, le transitoire entraîne des variations très rapides du signal électrique, à la hausse et à la baisse. Les transitoires oscillants tombent habituellement à zéro au bout d'un cycle (évanouissement).

Ces transitoires se produisent lorsque vous activez ou désactivez une charge inductive ou capacitive, comme un moteur ou une batterie de condensateurs. Un transitoire oscillant se produit parce que la charge résiste au changement. Le phénomène est similaire à ce qui se produit lorsque vous fermez brusquement un robinet qui coule à flots et entendez un « coup de bélier » dans les tuyaux. L'eau qui coule résiste au changement et il se produit dans le fluide l'équivalent d'un transitoire oscillant.

Par exemple, lorsque vous coupez un moteur qui tourne, celui-ci agit pendant un court instant comme un générateur le temps qu'il s'arrête, produisant ainsi de l'électricité qu'il envoie dans le système de distribution électrique. Si ce dernier est long, il peut se comporter comme un oscillateur lorsque l'alimentation est coupée ou rétablie, car tous les circuits présentent une certaine inductance inhérente et une capacitance répartie qui s'active brièvement et s'évanouit.

Lorsque des transitoires oscillants apparaissent sur un circuit en sous tension, généralement à cause de manœuvres de commutation (en particulier lors de la mise en service automatique de batteries de condensateurs dans le système), ils peuvent être disruptifs pour l'équipement électronique. La **Figure 4** illustre un transitoire oscillant typique à basse fréquence attribuable à la commutation de batteries de condensateurs.

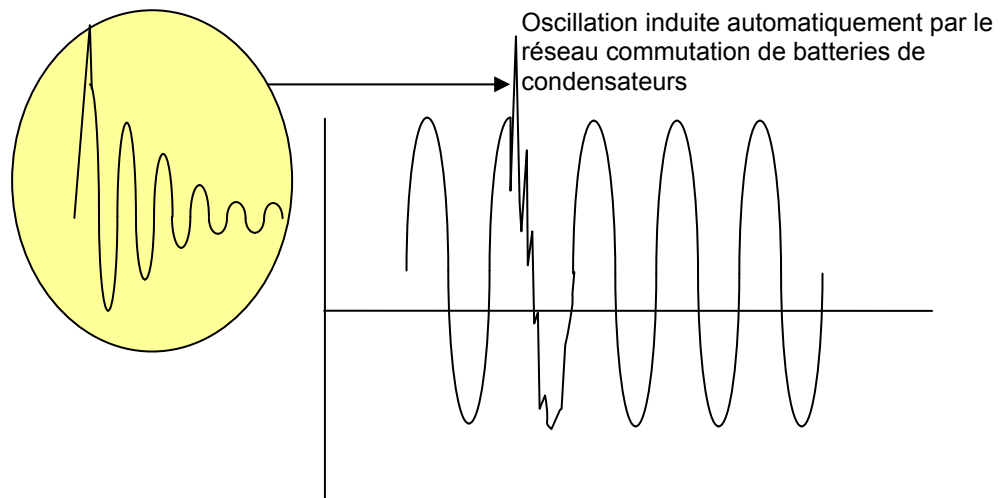


Figure 4
Transitoire oscillant

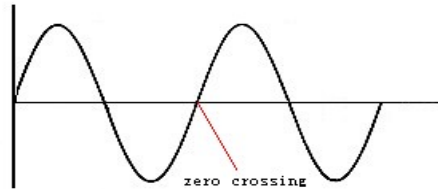
Le problème le plus connu lié à la commutation de condensateurs et au transitoire oscillant qui en découle est le déclenchement de variateurs de vitesse. Le transitoire relativement lent génère une montée de la tension CC (qui contrôle l'activation du variateur), entraînant la mise hors service du variateur avec un indication de surtension.

Une solution courante à ce déclenchement est l'installation de bobines de réactance ou selfs qui atténuent le transitoire oscillant jusqu'à un niveau acceptable. Ces bobines peuvent s'installer avant le variateur ou sur la ligne CC et sont disponibles en standard ou en option sur la plupart des variateurs de vitesse. (Remarque – nous reviendrons sur les variateurs de vitesse dans la section sur les interruptions, ci-après.)

Une autre solution émergente aux problèmes de transitoires dus à l'activation de condensateurs est le détecteur de passage par zéro du secteur. Lorsqu'une onde sinusoïdale descend et atteint le zéro (avant de devenir négative), on parle de passage par zéro (zero crossing, voir Figure 5). Un transitoire provoqué par la commutation de condensateurs aura une plus grande magnitude selon que la commutation se produit le plus loin du passage par zéro. Un détecteur de passage par zéro résout ce problème en surveillant l'onde pour veiller à ce que la commutation des condensateurs se produise le plus près possible du passage par zéro.

Figure 5

Passage par zéro



Bien entendu, onduleurs et parasurtenseurs sont également très efficaces pour réduire les dégâts potentiels des transitoires oscillants, en particulier entre des équipements informatiques ordinaires tels que des ordinateurs en réseau. Toutefois, les parasurtenseurs et onduleurs sont parfois incapables d'empêcher les transitoires oscillants entre systèmes qui peuvent bloquer les détecteurs de passage par zéro et/ou les bobines de réactance sur des équipements spécialisés tels que les machines de fabrication et leurs systèmes de contrôle.

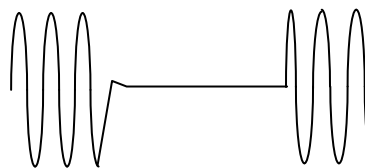
2. Interruptions

Une interruption (**Figure 6**) se définit comme la perte totale de tension d'alimentation ou de courant de charge. Selon sa durée, une interruption est qualifiée d'instantanée, momentanée, temporaire ou maintenue. Les intervalles de durée des différents types d'interruption sont les suivants:

Instantanée	0,5 à 30 cycles
Momentanée	30 cycles à 2 secondes
Temporaire	2 secondes à 2 minutes
Maintenue	supérieure à 2 minutes

Figure 6

Interruption momentanée



Les causes d'interruption peuvent varier, mais elles sont généralement dues à des dégâts dans le réseau électrique par exemple la foudre, des animaux, des arbres, des accidents de véhicules, des intempéries (vents forts, neige abondante ou gel sur les lignes, etc.), une panne d'équipement ou simplement au déclenchement d'un disjoncteur. Bien que l'infrastructure du secteur soit conçue pour corriger automatiquement nombre de ces problèmes, elle n'est pas infaillible.

Un des exemples les plus courants de ce qui peut provoquer une interruption de l'électricité est l'utilisation d'appareils de protection tels que les réenclencheurs de disjoncteurs. Les réenclencheurs déterminent la durée de la plupart des interruptions, selon la nature de la défaillance. Ils sont utilisés par les entreprises d'électricité pour détecter la montée d'intensité résultant d'un court-circuit dans l'infrastructure et couper l'alimentation le cas échéant. Après un temps défini, le réenclencheur rétablira l'alimentation pour tenter de brûler la matière à

l'origine du court-circuit (souvent une branche d'arbre ou un petit animal coincé entre la ligne et la terre).

Probablement avez-vous déjà connu une interruption si vous avez vu toute l'électricité de votre maison se couper (toutes les lumières et les appareils électroniques) et se rétablir quelques minutes plus tard alors que vous sortiez les bougies. Bien entendu, une interruption à la maison n'est jamais qu'un désagrément, même si elle dure toute la nuit, mais pour les entreprises, elle peut entraîner des coûts considérables.

Une interruption, qu'elle soit instantanée, momentanée, temporaire ou maintenue, peut provoquer l'endommagement et l'arrêt des appareils chez tout le monde, du particulier à l'utilisateur industriel. Un particulier ou une petite entreprise peut perdre des données précieuses si des informations viennent à être corrompues suite à une coupure d'alimentation de l'équipement. Une perte sans doute plus grave est celle qu'un client industriel peut subir en cas d'interruptions. De nombreux processus industriels reposent sur le mouvement constant de certains composants mécaniques. Lorsque ces composants s'arrêtent brusquement suite à une interruption, cela peut endommager les équipements et compromettre les produits, sans compter les coûts liés au temps d'interruption, au nettoyage et au redémarrage. Par exemple, lorsqu'un client industriel produisant du fil subit une interruption momentanée, le processus d'extrusion du fil risque de se « rompre », provoquant des rebuts et des temps d'interruption excessifs. Le fil doit être extrudé à une certaine vitesse et régularité pour que le produit final soit de la qualité et du type attendus. Le fil hors spécifications doit être évacué du métier et des cordes doivent être remises sur les lignes. Comme vous l'imaginez, cela exige de gros efforts et entraîne des longs arrêts. Sans oublier qu'il y a les rebuts que constitue le fil endommagé.

Les solutions disponibles pour se prémunir des interruptions varient, tant en efficacité qu'en coût. La priorité consiste à éliminer ou réduire la probabilité de tels problèmes. Une bonne conception et une maintenance adéquate des systèmes d'énergie sont bien entendu essentielles. Cela s'applique également à la conception du système du client industriel, qui est souvent aussi étendu et vulnérable que le système d'énergie.

Une fois le risque de problèmes atténué, un équipement ou des méthodes de conception supplémentaires s'imposent pour permettre à l'équipement ou au processus client de continuer à fonctionner à un rythme constant pendant les perturbations de la qualité d'alimentation), ou de redémarrer après (et pendant) les inévitables interruptions. Les systèmes de protection les plus courants sont les onduleurs, les moto-générateurs et les techniques de conception basées sur les systèmes redondants et le stockage de l'énergie. En cas d'interruption de l'alimentation, ces formes d'énergie alternatives peuvent prendre la relève. Les propriétaires d'ordinateurs portables connaissent bien le principe. Lorsque le portable est branché sur une prise, il est alimenté par le secteur et de l'électricité est fournie à la batterie interne pour la charger. Une fois le portable débranché, la batterie reprend instantanément la relève pour alimenter le portable en continu. Des progrès récents en technologie de commutation ont permis d'utiliser des systèmes de stockage d'énergie de secours en moins d'un demi-cycle.

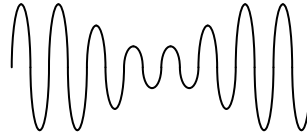
Le terme « interruption maintenue » décrit une situation dans le secteur où les dispositifs de protection automatiques, en raison de la nature de la défaillance, ne peuvent pas rétablir le courant et où une intervention manuelle est nécessaire. Ce terme décrit plus précisément la situation que l'expression courante « coupure ». Une « coupure » désigne en fait l'état d'un composant du système qui n'a pas fonctionné comme prévu (IEEE Std 100-1992).

On peut probablement affirmer que vous êtes victime d'une interruption maintenue si le courant est interrompu depuis plus de deux minutes et que, peu après, vous voyez apparaître les véhicules de la compagnie d'électricité pour réparer les lignes à l'extérieur.

3. Creux de tension / Sous-tension

Figure 7

Creux de tension



Un creux de tension (**Figure 7**) est une réduction de la tension CA à une fréquence donnée sur une durée de 0,5 cycle à 1 minute. Les creux de tension sont généralement causés par des défaillances du système et résultent aussi souvent de la commutation de charges utilisant des lourds courants de démarrage.

Les causes courantes des creux de tension comprennent le démarrage de fortes charges (p. ex. le démarrage d'une grosse unité de climatisation) et des reprises à distance effectuées par l'équipement secteur. De même, le démarrage de gros moteurs dans une installation industrielle peut provoquer une baisse significative de tension (un creux de tension). En phase de démarrage, un moteur peut consommer jusqu'à six fois son courant normal. Une grosse charge électrique aussi soudaine entraînera probablement un creux de tension significatif sur le reste du circuit sur lequel il se trouve. Imaginez que quelqu'un ouvre tous les robinets de votre maison alors que vous êtes en train de prendre une douche. Votre eau deviendra probablement froide et la pression diminuera. Pour résoudre ce problème, vous pourriez bien sûr installer un second chauffe-eau rien que pour votre douche. Il en va de même avec les circuits à forte charge de démarrage, qui créent une forte consommation de courant d'appel.

Bien que ce soit peut-être la solution la plus efficace, l'ajout d'un circuit dédié pour les grosses charges de démarrage n'est pas toujours pratique ou économique, en particulier si une même installation comporte un grand nombre de ces grosses charges de démarrage. D'autres solutions pour faire face aux grosses charges de démarrage comprennent des sources d'énergie de démarrage alternatives qui ne chargent pas le reste de l'infrastructure électrique au démarrage des moteurs, telles que les démarreurs à tension réduite, avec soit des autotransformateurs, soit des configurations triangle/étoile. Un démarreur à semi-conducteur ou démarreur progressif est également une solution efficace disponible pour réduire le creux de tension au démarrage de moteurs. Plus récemment, des variateurs de vitesse (ASD), qui font varier la vitesse d'un moteur en fonction de la charge (entre autres utilisations), ont été employés pour contrôler plus efficacement et économiquement le processus industriel et ont apporté l'avantage supplémentaire de résoudre le problème du démarrage de gros moteurs.

Comme nous l'avons dit dans la section Interruptions, la tentative par l'infrastructure secteur d'effectuer des dépannages à distance peut entraîner des problèmes pour les utilisateurs finals. Lorsque ce problème se fait plus manifeste, il est vu comme une interruption. Cependant, il peut aussi être ressenti comme un creux de tension lorsque les défaillances sont résolues rapidement ou se reproduisent momentanément. Certaines des techniques utilisées pour résoudre les interruptions peuvent aussi être employées pour prévenir les creux de tension : onduleurs, moto-générateurs et techniques de conception du système. Parfois, cependant, les dommages provoqués par les creux de tension ne deviennent apparents qu'avec le temps (équipements endommagés, corruption de données, erreurs dans le traitement industriel).

Même si cette approche en est à ses balbutiements, certaines compagnies d'électricité offrent aujourd'hui une analyse des creux de tension dans les processus industriels comme service additionnel à leurs clients. Une analyse des creux de tension peut de nos jours être effectuée pour déterminer à quels niveaux de creux de tension un équipement peut ou ne peut pas fonctionner. À mesure que des études sont menées et que des points faibles sont identifiés, des informations sont collectées, analysées et rapportées aux fabricants

d'équipements pour leur permettre d'améliorer la capacité de chevauchement de leurs produits.

Sous-tension

Les sous-tensions (**Figure 8**) résultent de problèmes à long terme générant des creux de tension. Le terme « baisse de tension » (brownout) a été couramment utilisé pour décrire ce problème ; il a été remplacé par celui de sous-tension. Le terme de baisse de tension est ambigu dans la mesure où il réfère aussi à une stratégie de fourniture d'électricité pendant des périodes de forte demande prolongée. Les sous-tensions peuvent provoquer des surchauffes dans les moteurs et la défaillance de charges non linéaires telles que les alimentations d'ordinateurs. La solution présentée aux creux de tension s'applique également aux

sous-tensions. Cependant, un onduleur capable d'ajuster la tension à l'aide d'un mutateur avant d'utiliser l'énergie de la batterie évitera de devoir remplacer aussi fréquemment les batteries des onduleurs. Ce qui est plus important, si une sous-tension reste constante, elle peut être le signe d'une défaillance grave de l'équipement, d'un problème de configuration ou de la nécessité d'examiner l'alimentation secteur.

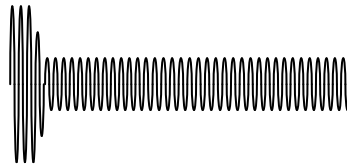


Figure 8

Sous-tension

4. Bosse / Sur-tension

Une bosse de tension (Figure 9) est l'inverse d'un creux de tension : c'est une augmentation de la tension CA sur une durée de 0,5 cycle à 1 minute. Les causes les plus fréquentes des bosses de tension sont les connexions neutres à haute impédance, les réductions de charge brusques (en particulier de grande ampleur) et une défaillance sur une phase d'un système triphasé.

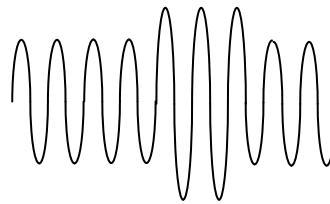


Figure 9

Bosse de tension

Il peut en résulter des erreurs de données, un scintillement des lumières, une dégradation des contacts électriques, des dommages aux semi-conducteurs dans les appareils électroniques et une dégradation de l'isolation. Conditionneurs de puissance, onduleurs et transformateurs « de contrôle » ferrorésonnants sont les solutions les plus courantes.

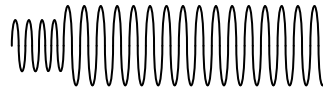
Comme les creux, les bosses de tension peuvent passer inaperçues jusqu'à ce que les dégâts deviennent apparents. Des onduleurs et/ou des conditionneurs de puissance qui surveillent et consignent les événements liés à la puissance entrante aideront à déterminer quand se produisent ces événements et à quelle fréquence.

Surtension

Les surtensions (**Figure 10**) peuvent résulter de problèmes à long terme générant des bosses de tension. Une surtension est en quelque sorte une bosse de longue durée. Les surtensions sont également courantes aux endroits où la position des prises de transformateurs est mal réglée et où les charges ont été réduites. Le phénomène est courant dans les régions saisonnières où la consommation d'énergie diminue hors saison, alors que la puissance prévue pour la saison haute continue d'être fournie. C'est comme lorsque vous mettez le pouce à la sortie d'un tuyau d'arrosage. La pression augmente en raison du rétrécissement du passage de l'eau, alors que le débit reste le même. Des surtensions peuvent générer une forte consommation de courant et provoquer le déclenchement intempestif de disjoncteurs en aval, ainsi qu'une surchauffe et des contraintes dans l'équipement.

Figure 10

Surtension



Puisqu'une surtension est une bosse de tension prolongée, les onduleurs ou conditionneurs permettant de résoudre les creux de tension seront également efficaces contre les surtensions. Cependant, si la puissance entrante est constamment en état de surtension, il se peut que votre secteur nécessite aussi une correction. Les symptômes des bosses de tension sont également valables pour les surtensions. Puisque les surtensions peuvent être plus constantes, une chaleur excessive peut constituer un signe extérieur de surtension. Les équipements qui, dans des conditions ambiantes et d'utilisation normales, produisent normalement une certaine quantité de chaleur, peuvent brusquement en produire davantage en raison des contraintes causées par une surtension. Cela peut être préjudiciable dans un environnement de centre de données concentré. La chaleur et son effet sur les centres de données d'aujourd'hui, avec leurs nombreux environnements de serveurs Blade très concentrés, constituent une grande préoccupation pour la communauté informatique.

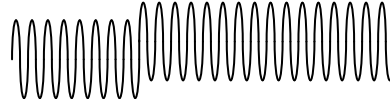
5. Distorsion de la sinusoïdale

Il existe cinq types principaux de distorsions de forme d'onde :

1. Décalage continu
2. Harmoniques
3. Interharmoniques
4. Encoches
5. Bruit

Décalage continu

Un courant continu (CC) peut être induit dans un système de distribution CA, souvent suite à une défaillance de redresseurs dans les nombreuses technologies de conversion CA/CC qui ont proliféré dans les équipements modernes. Un courant CC peut traverser le système électrique CA et ajouter un courant indésirable aux appareils fonctionnant déjà à leur niveau nominal. Surchauffe et saturation des transformateurs peuvent en être la conséquence. Lorsqu'un transformateur sature, non seulement il chauffe, mais il est incapable de fournir toute l'énergie voulue à la charge, et la distorsion de forme d'onde qui suit peut engendrer une instabilité accrue dans l'équipement électronique. Un décalage continu est illustré à la **Figure 11**.

Figure 11*Décalage continu*

La solution aux problèmes de décalage continu consiste à remplacer l'équipement défaillant qui est à l'origine du problème. Un équipement très modulaire remplaçable par l'utilisateur peut faciliter grandement la résolution des problèmes de décalage continu provoqués par des équipements défaillants, à un coût moindre que celui généralement associé aux travaux de réparation spécialisés.

Harmoniques

La distorsion harmonique (**Figure 12**) est une déformation de l'onde sinusoïdale fondamentale à des fréquences qui sont multiples de la fondamentale. (p.ex., 180 Hz est a troisième harmonique d'une fréquence fondamentale de 60 Hz ; $3 \times 60 = 180$).

Les symptômes des problèmes harmoniques comprennent la surchauffe des transformateurs, conducteurs neutres et autres équipements de distribution électrique, ainsi que le déclenchement de coupe-circuits et la perte de synchronisation sur les circuits de synchronisation qui dépendent d'un déclenchement net au passage par zéro de l'onde sinusoïdale.

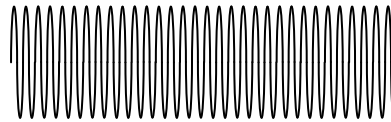
La distorsion harmonique a été un grand problème des équipements informatiques par le passé, en raison de la nature des alimentations en mode commuté (SMPS). Ces charges non linéaires et nombre d'autres conceptions capacitives, au lieu de consommer du courant sur la totalité de chaque demi-cycle, prélèvent du courant à chaque crête positive et négative de l'onde de tension. Le courant de retour, puisqu'il est de courte durée (environ 1/3 de cycle), se combine sur le neutre à tous les autres retours des alimentations à découpage utilisant chacune des trois phases dans le système de distribution typique. Au lieu de se soustraire, les courants neutres pulsés s'additionnent, donnant naissance à des courants neutres très élevés, à un maximum théorique de 1,73 fois le courant de phase maximal. Un neutre surchargé peut entraîner des tensions extrêmement élevées sur les branches de ligne de distribution et provoquer ainsi de graves dommages aux équipements connectés. Dans le même temps, la charge de ces multiples alimentations à découpage est soutirée aux crêtes de chaque demi-cycle de tension, ce qui a souvent entraîné une saturation des transformateurs et, partant, une surchauffe. D'autres charges contribuent à ce problème, comme les moteurs à vitesse variable, les ballasts d'éclairage et les gros onduleurs plus anciens. Diverses méthodes ont été utilisées pour atténuer le problème, dont un surdimensionnement des conducteurs neutres, l'installation de transformateurs à facteur K et les filtres harmoniques.

Stimulée par la formidable expansion du secteur informatique ces dix dernières années, la conception des alimentations pour équipements informatiques a été actualisée dans les standards internationaux. Un grand changement compense les contraintes sur l'infrastructure électrique provoquées, dans un passé récent, par les grandes grappes d'alimentations pour équipements informatiques contribuant à la création de courants harmoniques excessifs dans une installation. Nombre de nouvelles alimentations pour équipements informatiques ont été conçues comme des alimentations à correction de facteur de puissance fonctionnant comme des charges linéaires non harmoniques. Ces alimentations ne produisent pas de courants harmoniques superflus.

Figure 12*Distorsion harmonique typique*

Interharmoniques

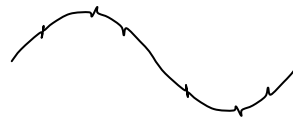
Les interharmoniques (**Figure 13**) sont un type de distorsion de forme d'onde qui résultent généralement d'un signal imposé sur la tension d'alimentation par des équipements électriques tel que des convertisseurs de fréquences statiques, des moteurs à induction et systèmes anti-arcs. Les cycloconvertisseurs (qui contrôlent des gros moteurs linéaires utilisés dans les laminoirs, les cimenteries et les mines), créent des problèmes de distorsion harmonique parmi les plus significatifs. Ces appareils transforment l'alimentation en une tension CA d'une fréquence inférieure ou supérieure à la fréquence d'alimentation. L'effet le plus manifeste des interharmoniques est un scintillement des écrans et des lampes à incandescence, éventuellement de la chaleur et des interférences dans les communications.

Figure 13*Distorsion interharmonique*

Des solutions possibles aux interharmoniques sont des filtres, des onduleurs et des conditionneurs de puissance.

Encoches

Les encoches (**Figure 14**) sont une perturbation périodique de la tension provoquée par des appareils électroniques tels que les variateurs de vitesse, atténuateurs de lumière et soudeuses à arc en mode normal de fonctionnement. Ce problème pourrait être décrit comme un problème d'impulsion transitoire, mais les encoches étant périodiques chaque $\frac{1}{2}$ cycle, ce phénomène est considéré comme un problème de distorsion de forme d'onde. Les conséquences habituelles sont des arrêts du système, pertes de données et problèmes de transmission de données.

Figure 14*Encoches*

Une solution aux problèmes d'encoches est d'éloigner la charge de l'équipement à l'origine du problème (si possible). Des onduleurs et filtres sont également des solutions possibles si l'équipement ne peut pas être déplacé.

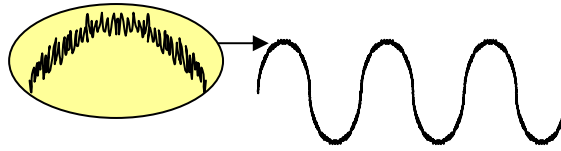
Bruit

Le bruit (**Figure 15**) est une tension ou une intensité indésirable qui se superpose à la forme d'onde de la tension ou de l'intensité du secteur. Le bruit peut être généré par des appareils électroniques, circuits de contrôle, soudeuses à arc, alimentations de commutation, émetteurs radio, etc. Des sites mal mis à la terre rendent le système plus sujet au bruit. Le bruit peut provoquer des problèmes d'équipements techniques tels que des erreurs de données,

dysfonctionnements des équipements, défaillances de composants à long terme, pannes de disque dur et affichages vidéo déformés.

Figure 15

Bruit



Il existe de nombreuses approches différentes du contrôle du bruit. Parfois, il faut combiner plusieurs techniques pour parvenir au résultat voulu. Exemples de méthodes :

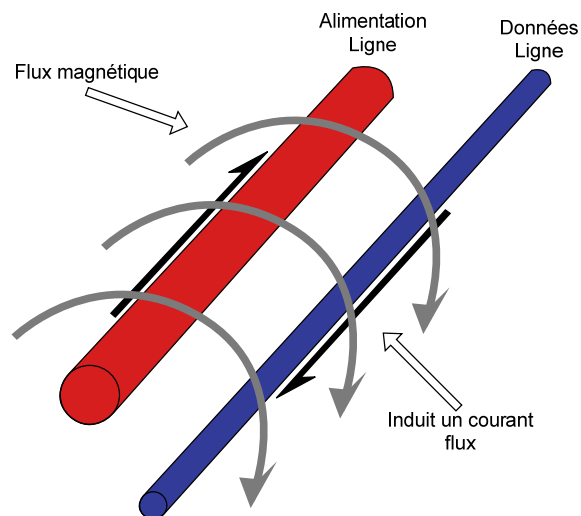
- Isolation de la charge à l'aide d'un onduleur
- Installation d'un transformateur d'isolation blindé, mis à la terre
- Écartement de la charge de la source d'interférences
- Installation de filtres de bruit
- Blindage des câbles

La corruption de données est l'une des conséquences les plus courantes du bruit. Les interférences électromagnétiques (EMI) et radio (RFI) peuvent générer une inductance (tension et intensité induites) sur les systèmes transportant des données comme illustré à la **Figure 16**. Puisque les données voyagent sous une forme numérique (zéros et uns représentés par une tension ou une absence de tension), la tension excédentaire par rapport aux données peut faire passer pour des données des variations qui n'en sont pas et vice et versa. Un exemple classique de bruit créé par une inductance est ce qui se produit lorsqu'un câblage réseau dans un faux plafond passe près d'un éclairage fluorescent. Un éclairage fluorescent produit en effet des interférences électromagnétiques significatives qui, si elles se produisent à proximité d'un câble réseau, peuvent corrompre les données. Le phénomène est également courant lorsqu'un câblage réseau passe près de lignes électriques de haute capacité.

Des faisceaux de lignes électriques finissent souvent par courir le long de câbles réseau dans les faux-planchers des centres de données, augmentant ainsi le risque de perte.

Figure 16

Induction



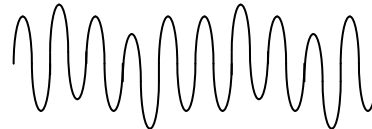
La solution à ce problème particulier implique d'éloigner les supports de données et/ou leurs câbles de la source des interférences, ou de les doter d'un blindage supplémentaire afin de réduire ou éliminer l'effet de ces interférences.

6. Fluctuations de tension

Les fluctuations de tension forment une catégorie séparée, car elles sont fondamentalement différentes du reste des anomalies de forme d'onde. Une fluctuation de tension (**Figure 17**) est une variation systématique de la forme d'onde de tension ou une série de changements de tension aléatoires, de petites dimensions, à savoir 95 à 105 % de la tension nominale à faible fréquence, généralement moins de 25 Hz.

Figure 17

Fluctuations de tension



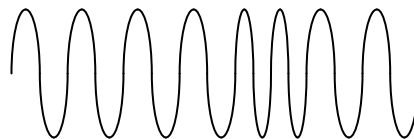
Toute charge présentant des variations de courant significatives peuvent provoquer des fluctuations de tension. Les fours à arc sont la source la plus courante de fluctuations de tension sur le système de transmission et de distribution. Un symptôme de ce problème est le scintillement des lampes à incandescence. Un retrait de la charge incriminée, le déplacement des équipements sensibles ou l'installation de conditionneurs de puissance ou d'onduleurs sont des moyens de résoudre ce problème.

7. Variations de fréquence

La variation de fréquence (**Figure 18**) est extrêmement rare dans les systèmes électriques stables, en particulier dans les systèmes interconnectés via un réseau électrique. Lorsque des sites possèdent des générateurs de secours dédiés ou ont une mauvaise infrastructure électrique, la variation de fréquence est plus fréquente, surtout si le générateur a une forte charge. Les équipements informatiques sont à tolérance de fréquence et ne sont généralement pas affectés par des décalages mineurs de la fréquence de générateur locale. En revanche, le problème affectera les appareils à moteur ou les équipements sensibles ayant besoin d'un cycle permanent régulier du courant dans le temps. Les variations de fréquence peuvent faire accélérer ou ralentir un moteur en fonction de la fréquence du courant d'entrée. Le moteur peut ainsi fonctionner de manière inefficace et/ou produire davantage de chaleur et s'abîmer sous l'effet de la vitesse accrue et/ou de la consommation de courant excessive.

Figure 18

Variations de fréquence



Pour corriger ce problème, il convient d'évaluer, puis réparer, corriger ou remplacer toutes les sources d'électricité générée et autres sources d'alimentation provoquant une variation de fréquence.

Déséquilibre de tension

Le déséquilibre de tension n'est pas une distorsion de forme d'onde. Cependant, il est essentiel d'être attentif aux déséquilibres de tension lors de l'évaluation de la qualité d'alimentation. Ils méritent donc une place dans ce livre blanc.

En termes simples, un déséquilibre de tension (comme le nom l'indique) se produit lorsque les tensions fournies ne sont pas égales. Bien que ces problèmes puissent être dus au secteur externe, la source des déséquilibres de tension est généralement interne et provient des charges de l'installation. Plus spécifiquement, il se produit un déséquilibre de tension dans les systèmes de distribution triphasés lorsqu'une des branches alimente un équipement monophasé, alors que le système alimente aussi des charges triphasées.

En général, ces déséquilibres se manifestent par de la chaleur, surtout dans les moteurs à semi-conducteurs. Des déséquilibres plus importants peuvent provoquer une chaleur excessive de composants à moteur et une panne intermittente des contrôleurs de moteur.

Une façon rapide d'évaluer un déséquilibre de tension est de calculer la différence entre les tensions les plus élevées et les plus basses sur les trois tensions d'alimentation. La valeur trouvée ne devrait pas dépasser 4 % de la tension d'alimentation la plus basse. Voici un exemple rapide de cette façon d'évaluer rapidement le déséquilibre de tension d'un système.

Exemple:

Première tension d'alimentation :	220 V
Deuxième tension d'alimentation :	225 V
Troisième tension d'alimentation :	230 V
Tension la plus basse	220 V

4 % de 220V = **8,8V**

Différence entre la tension la plus élevée et la plus basse : **10V**



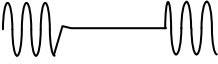
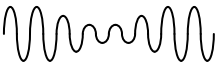


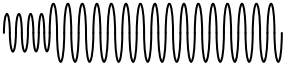
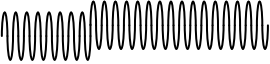
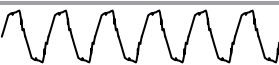
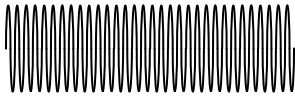

10V > 8,8V – trop grand déséquilibre !


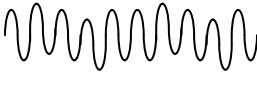
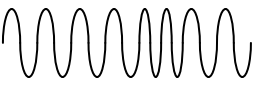
La correction des déséquilibres de tension implique de reconfigurer les charges ou de faire modifier les tensions d'entrée (si le déséquilibre n'est pas causé par des charges internes).

Le **Tableau 1** résume les perturbations d'alimentation qui ont été présentées et propose des solutions pour réduire l'effet de ces problèmes sur l'activité de l'entreprise.

Table 1

Summary of disturbances with solutions

Catégorie de perturbation	Forme d'onde	Effets	Causes possibles	Solutions possibles
1. Transitoire				
Impulsif		Perte de données, dégâts possibles, blocages système	Foudre, décharge électrostatique, impulsions de commutation, rétablissement d'un défaut du secteur	TVSS, maintenir l'humidité entre 35 % et 50 %
Oscillant		Perte de données, dégâts possibles	Arrêt de charges inductives/capacitives	TVSS, Onduleur, Réacteurs/Selfs, Détecteur de passage par zéro
2. Interruptions				
		Perte de données, dégâts possibles, arrêt	Commutation, défauts secteur, déclenchement de disjoncteur, pannes de composants	Onduleur
3. Creux de tension / Sous-tension				
Creux de tension		Blocages système, perte de données, arrêt,	Charges de démarrage, défaillances	Conditionneur de puissance, onduleur
Sous-tension		Blocages système, perte de données, arrêt,	Défauts secteur, changements de charge	Conditionneur de puissance, onduleur
4. Bosse / Surtension				
Bosse		Déclenchement intempestif, dégâts aux équipements/vie réduite	Défauts secteur, changements de charge	Conditionneurs de puissance, onduleur, transformateurs « de contrôle » ferrorésonnants
Surtension		Blocages système, perte de données, arrêt,	Défauts secteur, changements de charge	Conditionneurs de puissance, onduleur, transformateurs « de contrôle » ferrorésonnants
5. Distorsion de forme d'onde				
Décalage continu		Transformateurs chauffés, courant de défaut de terre, déclenchement intempestif	Redresseurs défaillants, alimentations	Dépanner et remplacer l'équipement défectueux
Harmoniques		Transformateurs chauffés, Blocages système	Charges électroniques (charges non linéaires)	Reconfigurer la distribution, installer des transform-ateurs à facteur k, utiliser des alimentations PFC
Interharmoniques		scintillement des lumières, réchauffement, interférences dans les communications	Signaux de contrôle, équipement défectueux, cyclocon-vertisseurs, convertisseurs de fréquence, moteurs à induction, générateurs d'arc	Conditionneur de puissance, Filtre, Onduleur
Encoches		Blocages système, perte de données	Variateurs de vitesse, soudeuses à arc, atténuateurs de lumière	Reconfigurer la distribution, déplacer les charges sensibles, installer des filtres, onduleur

Bruit		Blocages système, perte de données	Émetteurs (radio), équipement défectueux, mise à la terre inefficace, proximité d'une source EMI/RFI	Retirer les émetteurs, reconfigurer la terre, éloigner de la source d'interférences EMI/RFI, augmenter le blindage, filtres, transformateur d'isolation
6. Fluctuations de tension		Blocages système, scintillement des lumières	Fonctionnement intermittent d'un équipement de charge	Reconfigurer la distribution, Déplacer les charges sensibles, Conditionneur de puissance, Onduleur
7. Variations de fréquence d'alimentation		Défaillance d'équipement synchrone, Pas d'effet sur l'équipement informatique	Générateurs de secours mal régulés	Mettre à niveau le régulateur du générateur

Conclusions

L'usage généralisé de l'électronique a rendu plus sensible le sujet de la qualité de l'alimentation et de son impact sur les équipements électriques critiques utilisés dans les entreprises. Notre monde est de plus en plus contrôlé par de petits microprocesseurs sensibles aux fluctuations électriques, même petites. Ces microprocesseurs peuvent par exemple commander des chaînes d'assemblage ou d'emballage robotisées extrêmement rapides qui ne peuvent se permettre de s'arrêter. Des solutions économiques sont disponibles pour limiter ou éliminer l'impact des perturbations de l'alimentation. Cependant, pour que l'industrie puisse communiquer au sujet de ces perturbations, bien les comprendre et savoir comment les prévenir, il faut une terminologie et des définitions communes pour décrire les différents phénomènes en jeu. Ce livre blanc a tenté de définir et illustrer les perturbations de la qualité de l'alimentation telles que présentées dans la norme IEEE 1159-1995, « IEEE Recommended Practice for Monitoring Electrical Power Quality ».

Réduire les temps d'interruption et les frais de production, et donc augmenter les bénéfices, est le but de toute entreprise. Une communication basée sur une meilleure compréhension de l'environnement électrique et de la sensibilité des équipements aux perturbations de la qualité d'alimentation contribuera à la découverte de meilleures méthodes pour atteindre les objectifs des entreprises.



À propos des auteurs

Joseph Seymour est l'analyste principal des réclamations du Département des réclamations d'APC à West Kingston, RI. Il évalue et inspecte les dégradations provoquées par des transitoires catastrophiques et statue sur les réclamations des clients en conformité avec la politique d'APC concernant la protection des équipements (APC Equipment Protection Policy).

Terry Horsley est un consultant indépendant en Qualité de l'alimentation pour APC. Il compte plus de vingt années d'expérience en engineering management, support d'infrastructures critiques, formation, développement de carrière, rédaction technique et enquêtes sur site en Europe, en Asie du Sud-Est et aux États-Unis.



 **Protection des données en ligne
contre les surtensions transitoires**
APC White Paper 85

 **Consultez tous les livres blancs d'APC**
whitepapers.apc.com

 **Consultez tous les outils TradeOff
Tools d'APC**
tools.apc.com

Références

- *IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*, IEEE Std. 1159-1995.
- Ron A. Adams, *Power Quality: A Utility Perspective*, AEE Technical Conference Paper, October, 1996.
- Wayne L. Stebbins, *Power Distortion: A User's Perspective on the Selection and Application of Mitigation Equipment and Techniques*, IEEE Textile Industry Technical Conference Paper, May, 1996.
- *IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment* (IEEE Green Book), IEEE Std. 1100-1992.
- Electric Power Research Institute / Duke Power Company, *Power Quality for Electrical Contractors* course, November, 1996.
- Square D, *Reduced Voltage Starting of Low Voltage, Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors Technical Overview*, Product Data Bulletin 8600PD9201, June 1992

Contactez-nous

Pour des commentaires sur le contenu de ce livre blanc

Data Center Science Center, APC by Schneider Electric
DCSC@Schneider-Electric.com

Si vous êtes client et que vous avez des questions relatives à votre projet de datacenter

Contactez votre représentant APC by Schneider Electric

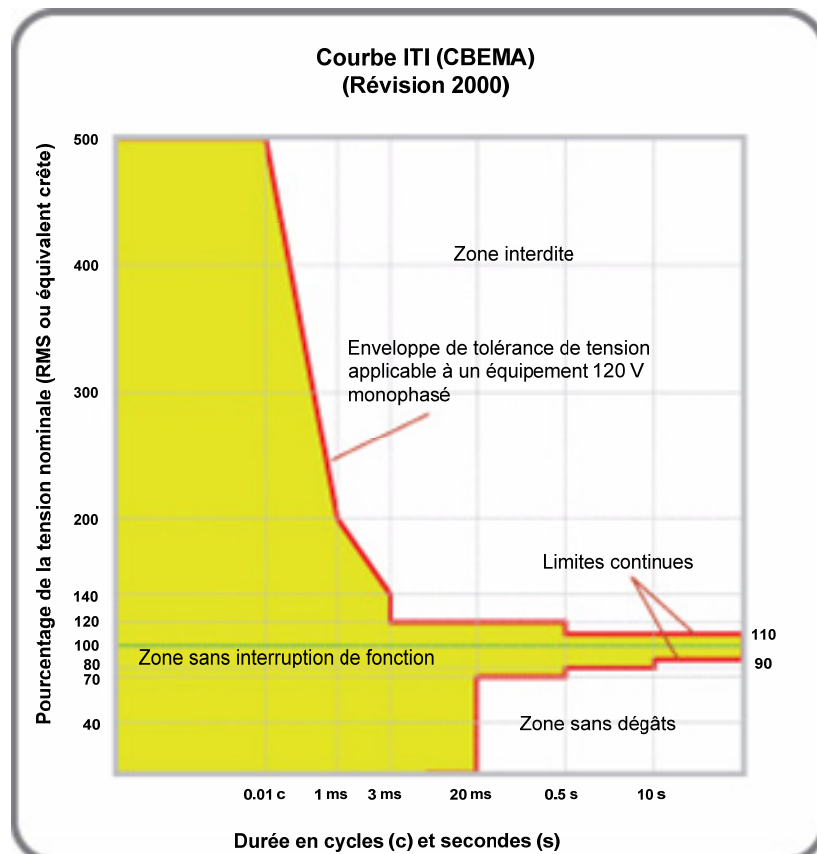
Annexe – Tolérance des alimentations électriques

Maintenant que nous avons identifié et décrit les différentes perturbations de l'alimentation, il importe de comprendre ce que les équipements modernes peuvent tolérer. Toutes les perturbations de l'alimentation n'affectent pas de la même façon les équipements modernes. Il existe une plage acceptable de variation et de perturbation de la tension alternative que les alimentations des équipements modernes peuvent tolérer pendant de courtes périodes.

La plupart des équipements technologiques utilisent une basse tension continue fournie par des alimentations en mode commuté (SMPS) légères et tolérantes qui convertissent le courant continu nominal en une tension continue positive et négative. Les alimentations électriques constituent la barrière la plus efficace entre les composants électriques sensibles et l'énergie brute du secteur et le bruit y associé.

Les spécifications de la norme internationale CEI 61000-4-11 définissent les limites de l'amplitude et de la durée des interruptions de courant acceptables pour une charge SMPS. De même, un article technique couramment désigné dans le secteur comme la courbe CBEMA, initialement développée par la Computer and Business Manufacturer's Association, illustre une courbe de performance conçue pour la tolérance minimale aux perturbations de l'alimentation dans les alimentations pour équipements informatiques monophasés. L'Information Technology Industry Council (ITIC, anciennement CBEMA) a récemment affiné la courbe originale telle qu'illustrée à la Figure A1. La courbe ainsi que l'article technique sont disponibles à l'adresse suivante : www.itic.org/technical/iticurv.pdf

Figure A1
Courbe ITIC



La **Figure A1** illustre un histogramme commençant à l'échelle du sous-cycle et s'étendant sur 10 secondes de fonctionnement de l'alimentation continue. L'axe vertical représente la tension nominale appliquée aux équipements informatiques monophasés. Les tensions

nominales les plus courantes pour cette conception sont de 120 Vca pour les équipements à 60 Hz et de 240 Vca pour les équipements à 50 Hz. En suivant la ligne de zéro volt, on peut voir que l'alimentation électrique fonctionnera pendant 20 millisecondes après que la tension d'alimentation alternative soit tombée à zéro, ce qui signifie que la sortie CC continuera pendant 1/50e de seconde après la perte de l'alimentation CA. Une autre caractéristique de cette courbe est que, si la tension CA d'entrée tombe à 80 % de sa valeur nominale, la sortie CC de l'alimentation maintiendra les circuits pendant un minimum de 10 secondes. Du côté positif de la ligne des 100 %, les alimentations doivent tolérer une augmentation de 200 % pendant au moins 1 milliseconde. À un moment correspondant à 0,01 du cycle CA (p. ex., 1,6 microseconde dans un système à 60 Hz et 2 microsecondes dans un système à 50 Hz), l'alimentation tolérera une augmentation de 500 % sans interruption du fonctionnement des circuits.