

Diagnostic de qualité d'énergie sur le panneau électrique

Note d'application

Remarque

Avant toute mesure, toujours se familiariser avec l'équipement à utiliser. Lire le manuel d'utilisation de l'instrument en faisant particulièrement attention aux sections **AVERTISSEMENT** et **ATTENTION**. Ne pas utiliser les instruments de mesure pour des applications auxquelles ils ne sont pas destinés. Ne jamais oublier que si un équipement est utilisé d'une manière différente des spécifications du fabricant, la protection assurée par cet équipement risque de devenir inopérante.

Les chutes de tension, les déclenchements de disjoncteurs, les surchauffes de panneaux électriques et les niveaux excessifs de tension constituent autant d'indications de problèmes potentiels dans un système de distribution électrique. Il est important de comprendre que ces symptômes sont révélateurs de problèmes dans le système électrique. Reste à savoir où commencer le dépiage de la cause exacte de tels problèmes de qualité d'énergie.

A l'image des voitures qui ont un point de connexion unique pour la vérification de leurs fonctions essentielles, le système électrique dispose d'un point de connexion similaire : le tableau électrique, qui est un point commun de distribution du circuit de dérivation. C'est aussi un endroit pratique pour « prendre le pouls » de votre système électrique. Un certain nombre de problèmes peuvent se trouver dans le panneau proprement dit. Pour les problèmes situés ailleurs dans le système, les mesures prises au niveau du panneau électrique peuvent indiquer où chercher par la suite. Certains problèmes peuvent être dépiés à l'aide d'une simple inspection visuelle, tandis que d'autres nécessitent des mesures.

Dépiage de la cause du problème

Cet article décrit comment utiliser une simple procédure pas à pas pour dépié et résoudre les problèmes potentiels. Six catégories ou zones

sont à considérer en premier pour des problèmes électriques. Il s'agit de :

1. Niveau de tension (état constant) et stabilité de tension (chutes)
2. Équilibre et charge de courant
3. Harmoniques
4. Terre
5. Points chauds : connexions / bornes desserrées
6. Disjoncteurs des circuits de dérivation mauvais ou marginaux

Niveau et stabilité de tension

La première étape du contrôle de niveau et de stabilité de tension consiste à mesurer les niveaux de tension des circuits de dérivation entre la phase et le neutre sur le côté charge des disjoncteurs des circuits de dérivation.

Remarque : par mesure de sécurité lors des mesures de tension, toujours garder un disjoncteur entre l'intervenant et la capacité de courant de défaut des départs de ligne. Si les niveaux de tension sont bas sur le disjoncteur, ils sont encore plus bas sur la prise de courant. Cela peut provenir de bas réglages de prise sur le transformateur. Le problème peut également s'expliquer par des connexions desserrées, de longs départs de ligne et des surcharges de transformateurs qui créent une impédance source trop élevée (impédance entre la charge et la source). L'impédance source et la baisse de tension constituent les deux faces de



la même pièce.

Si des chutes de tension intermittentes sont suspectées, commencer par le tableau pour isoler la cause des chutes. Il faut déterminer si les chutes sont générées par des charges sur le même circuit de dérivation ou par des charges ailleurs dans le système de distribution (y compris des chutes générées par le fournisseur d'électricité). Pour commencer à isoler la source de la chute, utiliser un instrument portable à double voie avec des capacités d'enregistrement, comme l'énergimètre Fluke 43B. Cet outil utile peut assurer le suivi simultané de la tension et du courant.

Brancher les sondes de tension et la pince de courant sur le côté charge du disjoncteur, comme indiqué dans la Figure 1. En utilisant le mode variation lente du 43B, les événements de tension peuvent être suivis dans la moitié d'écran supérieure et les événements de courant dans la moitié d'écran inférieure (Figure 2). Chaque point du tracé de suivi (240

points au total sur l'écran complet) représente trois valeurs de la période d'échantillonnage : le cycle le plus bas (mini ou chute), le cycle le plus haut (maxi ou hausse/montée) et la valeur moyenne de tous les cycles au cours de la période d'échantillonnage.

La période d'échantillonnage est la durée écoulée entre un point et le suivant. Le 43B permet de sélectionner le temps d'échantillonnage souhaité avec un minimum d'une seconde (ceci correspond à une durée d'enregistrement de quatre minutes). Le curseur peut être déplacé au point souhaité sur la courbe. *L'horodatage temps réel* de l'événement peut être affiché avec les valeurs mini/maxi/moyenne.

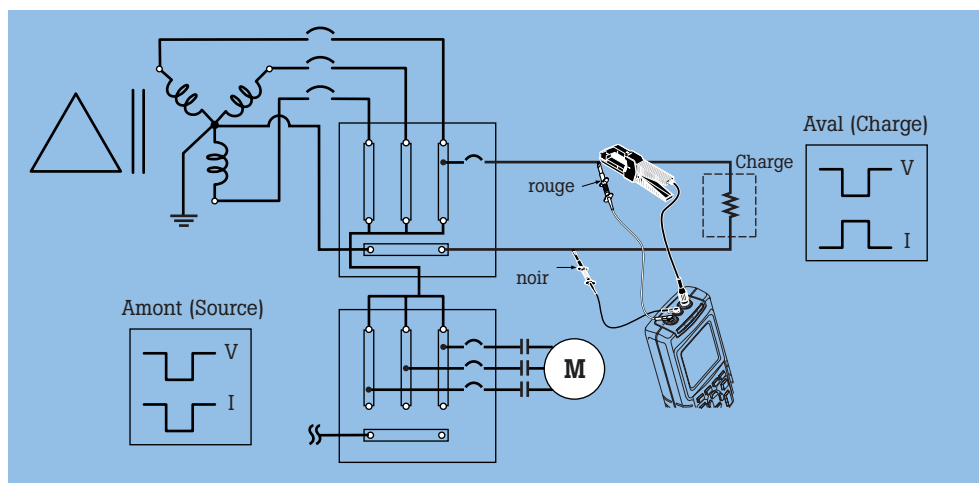


Figure 1. Isolation de la source de perturbation

Amont, aval

Informations à recueillir sur les tracés de suivi

- Si une *chute de tension* se produit en même temps qu'une *poussée de courant*, la chute est provoquée par une charge sur le circuit de dérivation (Figure 2). En d'autres termes, la cause de la chute se trouve en *aval* du point de mesure. Elle peut donc être considérée comme une *perturbation de charge*.
- Si la chute de tension coïncide avec un tout petit changement de courant, la chute est probablement provoquée par un événement en *amont* du point de mesure. Elle peut donc être considérée comme une *perturbation de source*. Les perturbations de source types sont les moteurs triphasés à grande charge de démarrage sur la ligne ou des chutes dont l'origine se trouve sur le départ de ligne du fournisseur d'électricité. Si la chute est importante au point d'approcher une coupure, il est plus probable que la cause émane du fournisseur d'électricité. L'événement reflète probablement un défaut et un déclenchement de disjoncteur suivi d'une fermeture automatique du disjoncteur.

Équilibre et charge de courant

Pour contrôler l'équilibre et la charge de courant, mesurez chaque phase de départ de ligne ainsi que le courant sur chaque circuit de dérivation. En prenant ces mesures, il est essentiel d'utiliser une pince multimètre TRMS ou un multimètre numérique TRMS (DMM) avec une pince. Un multimètre à valeur moyenne ne fournit pas une mesure précise car la combinaison du courant fondamental

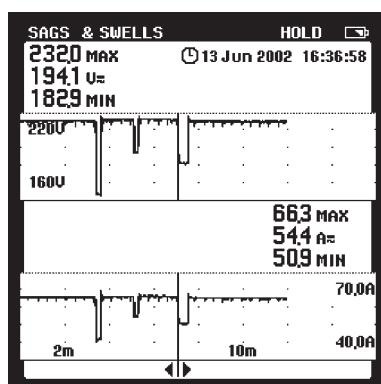


Figure 2. Tension en haut, courant en bas. Horodatage temps réel en haut.

et du courant harmonique donne un signal déformé. Un multimètre bon marché qui calcule la moyenne a tendance à donner des *relevés bas*, ce qui incite à penser que les circuits sont de charges inférieures à la réalité. Voici ce qu'il faut prendre en compte pour les prises de mesure :

- La charge des trois phases doit être la plus équilibrée possible. Un courant déséquilibré retourne sur le neutre qui est déjà très occupé, comme on peut le constater.
- Les départs de lignes et les circuits de dérivation ne doivent pas être chargés à la limite maximum admissible. Un certain déséquilibre doit exister pour tenir compte des harmoniques.

En règle générale, la formule de déséquilibre des transformateurs servant des charges d'alimentation de courant CC monophasées peut être appliquée aux conducteurs :

$$\text{Facteur de déséquilibre harmonique (HDF)} = \frac{1,4}{\text{facteur de crête Amps}} = \frac{(1,4) \text{ (RMS)}}{\text{Pointe}}$$

C'est un concept relativement simple. Le facteur de crête (FC) est le ratio valeur max / valeur efficace vraie (RMS). Pour une onde sinusoïdale, qui par définition n'a pas de contenu harmonique ni de distorsion, HDF = 1, ce qui signifie qu'aucun déséquilibre ne s'impose. Tout découle de cela. Si FC = 2, qui est une valeur plus probable pour les circuits de dérivation dans les bureaux, alors HDF = 1,4 / 2 = 0,70. Ainsi, un conducteur d'une intensité nominale de 20 A ne doit être chargé qu'à 70 pour cent, soit 14 A maxi. En conséquence, pour mesurer le facteur de crête, il faut une pince ou un multimètre TRMS et le multimètre doit pouvoir mesurer la valeur max du signal de courant. Les analyseurs d'harmoniques ou les outils de test ScopeMeter® donnent également cette mesure.

Harmoniques

Pour contrôler la présence et le niveau des harmoniques, mesurez le courant sur le *neutre du départ de ligne*. Cette valeur est généralement comprise entre *80 et 130 pour cent* du courant du départ de ligne, sachant que la troisième harmonique s'ajoute au neutre. La Figure 3 présente des relevés pris dans notre bureau avec un tableau à faible charge. Ces signaux ont été capturés avec un énergimètre Fluke 43B. Il convient de remarquer que le courant du neutre (Figure 3b) est largement supérieur à ce que l'on pourrait attendre de courants déséquilibrés seuls.

Même en sachant que les courants de troisième harmonique (également appelés triplen ou séquence nulle) générés par des charges monophasées non linéaires s'ajoutent au neutre, on se demande souvent pourquoi cela

se produit. La Figure 4 essaye d'expliquer ce phénomène par un graphique. En gros, alors qu'il y a un angle de 120° entre les trois phases du fondamental, les troisièmes harmoniques sur les trois départs de ligne sont en phase, c'est-à-dire qu'elles atteignent toutes leur pointe et leur point d'intersection avec le zéro à peu près en même temps (en réalité, il existe un décalage de phase, mais il est infime par rapport aux harmoniques d'ordre plus élevé, ce qui donne donc très peu d'annulation). Cela signifie que les triplens sont forcés d'aller sur le neutre, que toutes les pointes s'ajoutent au neutre et que toutes les valeurs s'ajoutent.

La taille du conducteur neutre de départ de ligne est donc importante. Le neutre doit maintenant retourner non seulement un courant fondamental déséquilibré, mais également la somme des courants des troisièmes harmoniques. 2002 NEC 310.15(8)(4)(c) stipule que « dans un circuit en étoile triphasé et quadrifilaire où l'essentiel de la charge est non linéaire, des courants harmoniques sont présents dans le conducteur neutre. Il faut donc tenir compte du neutre. » En effet, le conducteur neutre doit être de taille au moins égale à celle du conducteur de phase. Mais cela peut être inadéquat. Par exemple, une étude de 1990 portant sur 146 sites dans le pays a révélé que 22,6 pour cent d'entre eux avait un courant neutre dépassant 100 pour cent du courant de phase ! La communauté de l'énergie recommande donc fortement que la taille du conducteur neutre soit deux fois supérieure à celle du conducteur phase.

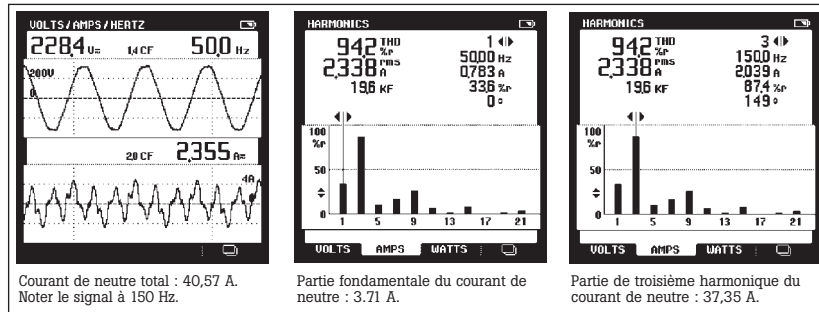


Figure 3b. Courant neutre.

S'il y a plus de fils de phase que de fils communs, il est très probable que des fils neutres soient partagés. À ce stade, il convient de mesurer les courants neutres de circuits de dérivation. En clair, il se passe probablement la même chose sur le circuit de dérivation et sur le départ de ligne, c'est-à-dire que les courants des troisièmes harmoniques s'ajoutent au neutre et surchargent le conducteur neutre partagé. Ceci constitue un danger d'incendie à part entière. Après tout, le neutre n'est protégé par aucun disjoncteur.

Une mesure de tension terre-neutre révèle également si la surcharge du neutre est trop grande ou si l'impédance source est trop élevée. La tension terre-neutre est généralement de l'ordre de 0,25 V sur le tableau, alors que la valeur réelle dépend de la distance au transformateur. Il convient de noter toute tension terre-neutre supérieure à 0,5 V et de déterminer alors si des charges alimentées de ce tableau rencontrent des problèmes.

Que se passe-t-il si, dans des conditions normales de charge, la tension terre-neutre est proche de

zéro? Cela nous mène au problème de liaisons terre-neutre non conforme.

Terre

Les liaisons terre-neutre dans les sous-panneaux constituent une violation de la NEC et des performances du câblage d'énergie, même si elles sont assez communes. Les liaisons terre-neutre doivent intervenir au niveau du transformateur (bien que NEC les permet au niveau du tableau principal). Dans tous les cas, elles ne doivent jamais intervenir en aval du tableau principal, que ce soit sur un sous-panneau ou une prise de courant. Lorsqu'une liaison terre-neutre est effectuée sur un sous-panneau ou

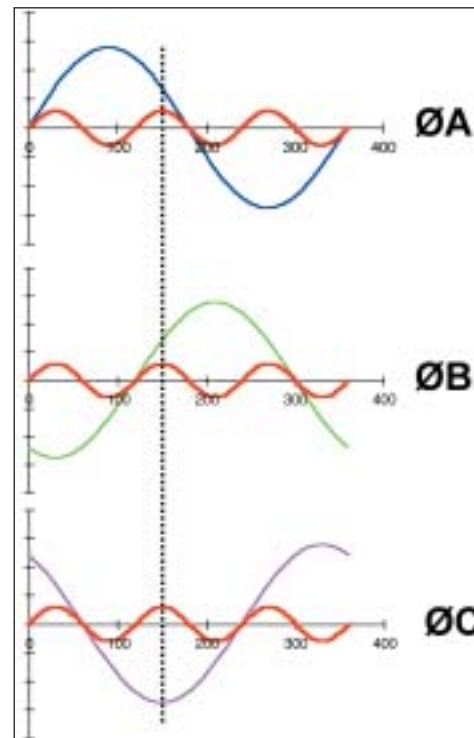


Figure 4. Explication du fait que la troisième harmonique s'ajoute au neutre. La troisième harmonique de chaque départ de ligne est en phase. Il n'y a pas d'annulation vectorielle comme pour les courants fondamentaux (qui sont déphasés de 120°).

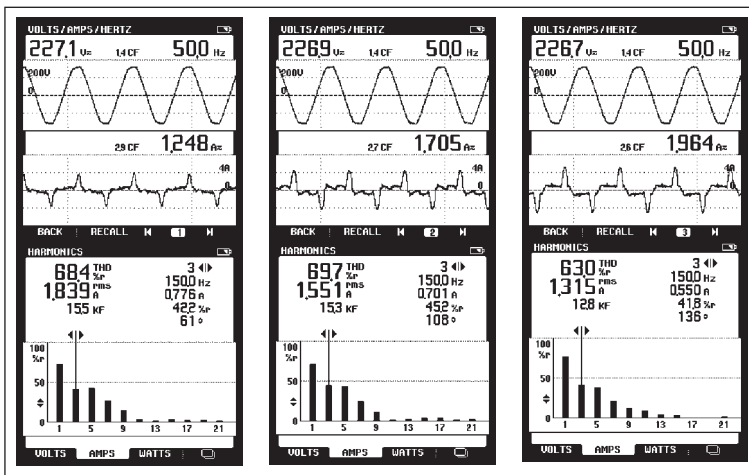


Figure 3a. Figure 3a. L'écran du haut présente la forme d'onde et l'amplitude RMS du courant de phase de départ de ligne. L'écran du bas présente l'amplitude de la troisième harmonique.

une prise de courant, le chemin de terre devient un chemin de retour parallèle pour le courant de charge normal, ce qui mène à un courant mesurable sur la terre.

Qu'entend-on par courant de terre normal et courant de terre anormal ? Une approche logique consiste à mesurer le courant de neutre, puis le courant sur le fil de terre. Si le courant de neutre est de 70 A par exemple, et si le courant de terre est de 2 A, il est probable que le courant de terre soit une fuite normale (et donc inévitable). Si le courant neutre est de 40 A et le courant de terre est de 20 A, il est probable qu'il existe des liaisons terre-neutre câblées. Plus le rapport entre le courant neutre et le courant de terre est petit, et plus il est probable qu'une liaison terre-neutre non conforme existe. Des liaisons terre-neutre peuvent également se trouver dans des prises de courant voire même dans des équipements de charge. Il peut donc être nécessaire d'utiliser cette même technique pour mesurer les courants de terre de circuits de dérivation individuels.

Si une liaison terre-neutre non conforme se trouve dans un panneau d'un site, il est probable qu'elle se trouve également dans d'autres panneaux. Il est possible que l'installateur ait pensé que tous les panneaux étaient câblés, comme des panneaux de service résidentiels, ou que la manière la plus rapide de réduire la tension terre-neutre était d'installer un cavalier. Il a pu également considérer qu'il valait mieux avoir le plus de terres possibles. Dans tous les cas, il faut éliminer toutes les liaisons terre-neutre non conforme, sans aucune exception.

Il convient également de contrôler l'étanchéité des connexions de tube, particulièrement si le tube sert exclusivement de conducteur de terre. Il est recommandé d'installer un fil vert.

Points chauds

Les mauvaises connexions et les pertes de chaleur qui en découlent constituent la plus grande source de mauvais rendement du système (selon une étude de 1995 réalisée par le Bureau de l'énergie de l'état de Washington). Du point de vue de la qualité de l'énergie, les terminai-

sons desserrées constituent une grande cause d'impédance source excessive. Heureusement, elles sont faciles à dépister avec un simple thermomètre infrarouge.

Les mesures infrarouges (IR) avec des outils comme le Fluke 61 ou 65 constituent une technique sûre et efficace de détection sans contact des points chauds du tableau.

Néanmoins, des concepts essentiels doivent être compris pour prendre ces mesures :

- L'ampleur de la zone à mesurer. La résolution optique est le rapport de la distance à l'objet mesuré sur la taille du point d'échantillonnage. Si le rapport est de 4:1, cela signifie qu'à quatre cm de la surface mesurée, la mesure porte sur un point d'un cm de diamètre.
- Les sondes infrarouges portatives, comme le Fluke 80PK-IR, sont les plus faciles à utiliser pour des mesures de températures comparatives, mais pas pour des mesures absolues. Par exemple, en scannant une série de disjoncteurs ou de prises avec la sonde, on peut facilement déterminer si l'un d'entre eux est considérablement plus chaud que les autres.
- S'il faut vraiment prendre des mesures précises de la température absolue avec des instruments infrarouges de coûts inférieurs (moins de 500 €), le processus devient plus compliqué. En bref, *du ruban électrique doit être utilisé pour couvrir toute surface métallique très polie*. Le problème est l'émissivité. L'émissivité indique la capacité d'un objet à émettre de l'énergie infrarouge. L'émissivité est l'opposé de la réflexion de la lumière, en ce sens que *les surfaces non polies et plus foncées ont une plus grande émissivité*. De plus, la plupart des instruments infrarouges à faibles coûts sont réglés à une émissivité fixe de 0,95. Plus la surface mesurée se rapproche de ce niveau d'émissivité, plus la mesure est précise. C'est pourquoi la surface du ruban électrique noir donne des relevés plus précis que ceux du métal poli.

Disjoncteurs

Beaucoup de gens oublient que les disjoncteurs ont une durée de vie limitée. En réalité, les contacts et les ressorts s'usent. Les mesures de baisse de tension de disjoncteur

peuvent aider à déterminer l'état du disjoncteur. Les mesures doivent être prises sur le côté ligne vers la charge du disjoncteur du circuit de dérivation. Si la baisse de tension dépasse 100 mV, le disjoncteur doit être remplacé. Si la tension est comprise entre 35 et 100 mV, les relevés doivent être documentés et suivis. En résumé, le panneau représente le carrefour du système électrique du bâtiment. C'est là qu'un expert du diagnostic électrique peut commencer à dépister et à résoudre tout problème.

Fluke tient à remercier Steve Uhrich de Valley Electric, Mt. Vernon, WA, pour avoir partagé son expérience et ses connaissances en rédigeant cet article.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

Fluke France

Paris Nord II – bât D
69, rue de la Belle Étoile
BP 50236 ROISSY EN FRANCE
95956 ROISSY CDG CX
Pour plus d'informations, appelez :
Téléphone : 01 48 17 37 37
Télécopie : 01 48 17 37 30
Site Web : www.fluke.fr