



Le côté obscur de la LED

Aperçu concernant les surcharges de réseau





Le secteur de l'éclairage a connu, ces dernières années, quelques avancées. En raison des considérations écologiques, les ampoules à incandescence et ampoules halogènes ont dû faire place aux ampoules à économie d'énergie et à l'éclairage LED. Celles-ci font donc l'objet d'une utilisation à grande échelle dans le domaine du bâtiment industriel et remplacent les ampoules traditionnelles. Et c'est bon signe ! Néanmoins, ces développements sont à double tranchant. Un revers de la médaille est très certainement la surcharge du réseau engendrée par l'utilisation massive de l'éclairage LED.

Nous espérons, au travers de ce livre blanc, vous donner une idée de ce qu'implique cette surcharge de réseau ainsi que son lien avec l'éclairage LED. Nous aimerions, par ailleurs, que vous trouviez l'inspiration et vous offrons pour cela, différentes solutions afin de remédier à ce problème.

La technologie
commence
ici



Sommaire

L'apparition de l'éclairage LED	4
La surcharge du réseau expliquée	5
Surcharge du réseau : les conséquences	6
Aperçu des harmoniques	7
Solutions pour une surcharge harmonique	8
Inspiration : ampoules LED à filtres intégrés	9
Les ampoules LED comme enjeu politique	10
En résumé	11

CONRAD



Informations générales

L'essor des LED

L'abréviation LED correspond au terme anglais « Light Emitting diode ». Littéralement, cela signifie diode lumineuse (appelée diode électroluminescente). La LED, découverte dans les années 1920, n'a depuis, jamais cessé d'évoluer et de subir des tests. En 1962, Nick Holonyak réussit à élaborer la première LED qui fonctionne. Mais c'est dans les années 1970 que son utilisation se démocratise.

Ces dernières années, la part que représente l'éclairage LED a connu une croissance exponentielle. Ainsi, les débuts de l'éclairage LED ont été plutôt difficiles, celui-ci étant considéré à l'époque, comme peu attractif et onéreux. Mais les prix ont, entre-temps, baissé et la palette de couleurs de lumière s'est élargie. En outre, la vente d'ampoules et de lampes halogènes s'est vue de plus en plus encadrée (depuis le 1er septembre 2018 ces ampoules doivent avoir complètement disparu des rayons).

Dans le cadre du plan d'intensification relatif au défi énergétique 2020 (IP2020), différentes mesures économiques ont été prises, obligeant les entreprises à améliorer leur efficacité énergétique. L'un de ces axes d'amélioration concerne la mise en place de l'éclairage LED qui a, ces dernières années, connu de nombreux succès. Et ce n'est pas fini.



Différents types d'éclairage

Chaque type de lampe a ses spécificités comme la température de couleur, la durée de fonctionnement, l'efficacité et le prix. Les détails techniques comme le facteur de puissance et la distorsion harmonique ne sont bien souvent pas mentionnés. Ils sont néanmoins importants pour la conception de l'installation et la qualité du réseau (qualité d'alimentation).

Comparaison du rendement lumineux et de la durée de fonctionnement des sources lumineuses les plus utilisées :

Type de lampe	Ampoule à incandescence	Ampoule halogène	CFL	LED	Halogénure métallique
Rendement lumineux	6 - 15 lm/W	10 - 25 lm/W	20 - 60 LM/W	10 - 60 LMW	40 - 60 LM/W
Durée de vie	1000 h	2000 - 5000 h	5000 - 20000 H	25000 - 50000 H	5000 - 9000 H

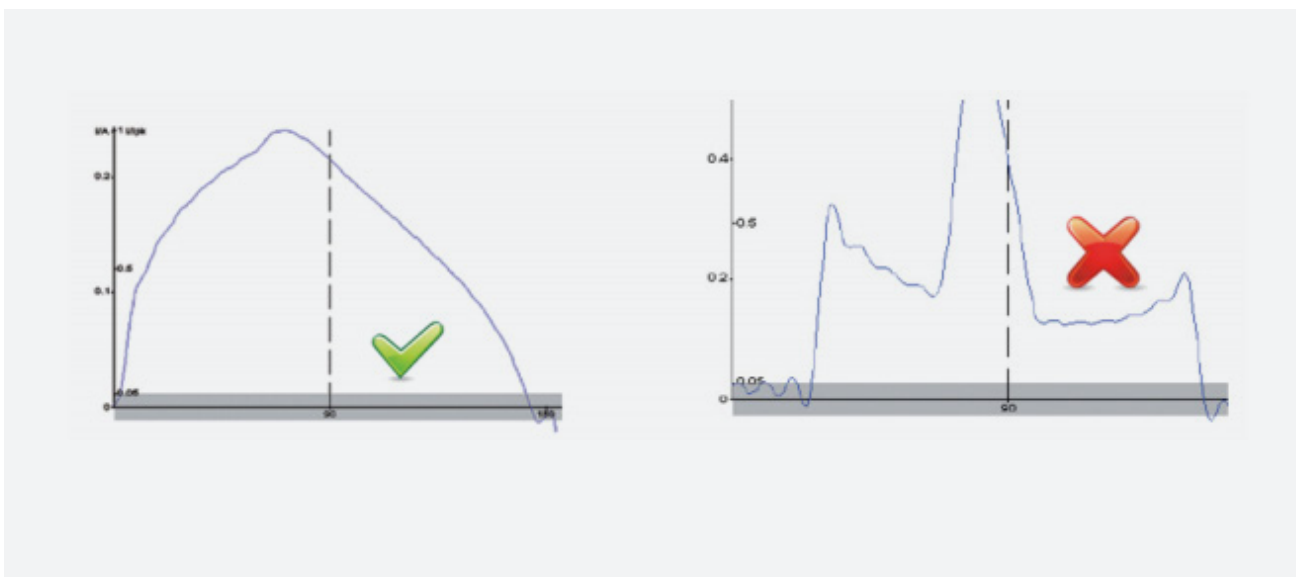
Les lampes à économie d'énergie et les LED dites « froides » ont un rendement supérieur à celui des ampoules à incandescence. Les LED possédant une température de couleur plus « chaude » ont en général un rendement plus faible que les LED « froides ».

La surcharge de réseau expliquée

L'éclairage LED offre un rendement de plus de 20% supérieur à celui d'une ampoule. Par ailleurs, il possède une durée de vie bien plus longue, ce qui constitue un critère intéressant. Cependant, l'éclairage LED présente également des inconvénients. En effet, à la différence des ampoules, les LED ont besoin d'une alimentation en courant qui convertit la tension de réseau de 230 V à environ 1,5 V. Et c'est justement cette alimentation qui pose problème. En ce qui concerne la qualité de celle-ci, son niveau est défini exactement comme pour chaque appareil, en fonction de la surcharge harmonique.

La tension de fonctionnement d'une ampoule forme normalement une courbe sinusoïdale. Dans le cas d'une charge ohmique, le courant suit la tension. C'est ce que l'on appelle une charge linéaire sans retard de phase (cosinus=1). Lorsque le courant concerné, pourtant de forme sinusoïdale, n'est pas en phase avec la tension, on parle alors de charge linéaire avec retard de phase. Lorsque le courant n'a pas la même forme que la tension de forme sinusoïdale, on parle alors de charge non linéaire. La courbe sinusoïdale est donc dysharmonique ou déformée. Cela contribue à une surcharge du réseau. Mais quelles sont les causes de cette surcharge ?

Le marché propose de nombreux types d'ampoules LED, toutes de qualité différente. Elles ont, en général, une durée de fonctionnement assez longue et nécessitent peu de courant. Néanmoins, l'un des gros inconvénients de nombreuses ampoules LED est leur facteur de puissance. Ce dernier se mesure avec un nombre compris entre 0 et 1. Dans l'idéal, le facteur de puissance se rapproche de 1. Dans ce cas, on parle de charge linéaire optimale. Ainsi, plus le facteur de puissance est faible, plus la courbe sinusoïdale sera dysharmonique. En outre, il existe des dispositions légales mentionnant que les ampoules LED dès 25 W doivent avoir un facteur de puissance d'environ 0,9. Pour les ampoules LED moins puissantes, il n'existe toutefois pas encore d'obligations légales. Et c'est justement ce type d'éclairage que l'on trouve en masse dans les foyers. D'où le cosinus dysharmonique mentionné ci-dessus. Le résultat est alors une surcharge du réseau.



La courbe de courant définit le contenu harmonique. À gauche un « **bon** » éclairage LED et à droite un « **mauvais** » éclairage LED.

Surcharge du réseau

Les conséquences

Les conséquences d'une surcharge du réseau sont plus importantes qu'il n'y paraît.

L'arrêt accidentel du disjoncteur du tableau électrique

De l'arrêt accidentel du disjoncteur du tableau électrique en passant par des usagers qui ont, par exemple, une « charge » avec une telle tension de réseau surchargée, des situations peuvent se présenter, engendrant un dysfonctionnement difficile à évaluer. Par ailleurs, avec une telle surcharge du réseau, les distributeurs ou interrupteurs FI des boîtiers de fusibles peuvent aussi, par exemple, connaître des désagréments.

Dysfonctionnements des appareils sensibles

Des dysfonctionnements peuvent survenir lorsqu'un appareil est raccordé au même réseau qu'un éclairage LED. Les appareils électroniques sensibles sont les plus concernés car ce sont les plus sensibles à une surcharge harmonique.

Surcharge inutile du réseau électrique

La surcharge du réseau complique la situation, entraînant alors une consommation électrique sur le long terme plus importante que prévu. Des pertes de réseau plus importantes provoquent une hausse des coûts pour l'exploitant du réseau qui, au final, les répercute sur nous, utilisateurs professionnels et particuliers.

Production de chaleur

Les ampoules LED chauffent, de loin, beaucoup moins qu'un éclairage classique. Par conséquent, les LED n'engendrent aucun problème lié à une production de chaleur. Cependant, la surcharge du réseau fait que ce dernier subit un réchauffement plus important. C'est ainsi que des dysfonctionnements peuvent survenir dans les transformateurs. Ainsi, dans les cas les plus extrêmes, des incendies peuvent se déclarer ou d'importants dysfonctionnements survenir.

Photo : Des dysfonctionnements dans le réseau peuvent être à l'origine d'importants problèmes dans les transformateurs.

Un aperçu des harmoniques

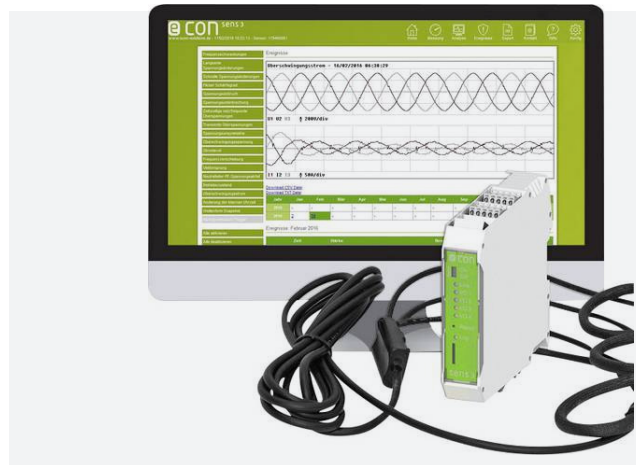
Les problèmes de qualité du réseau peuvent être mesurés sur la borne grâce à un [appareil de mesure True RMS*](#) ou un [analyseur de qualité d'énergie](#). L'appareil de mesure doit pouvoir afficher les harmoniques de sorte que l'appareil en surcharge puisse être découvert. Afin de pouvoir déterminer le facteur de puissance, le courant doit être mesuré en même temps que la tension.

Cependant, on peut également obtenir un aperçu de la surcharge du réseau grâce aux [enregistreurs de données](#) ou analyseurs triphasés aux fonctions modernes.

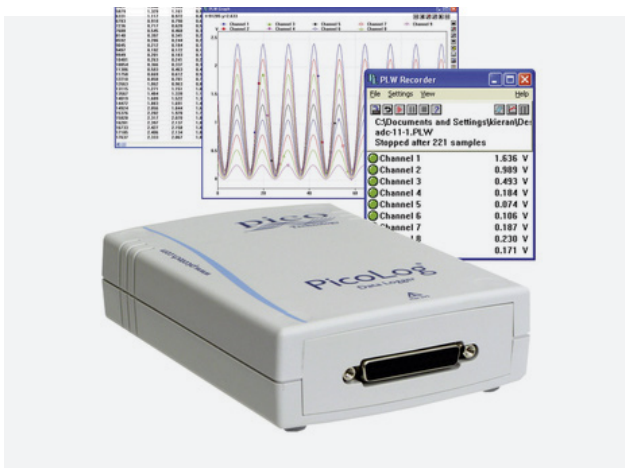
Les [oscilloscopes](#) (analyseurs logiques) permettent de rapidement visualiser les harmoniques.



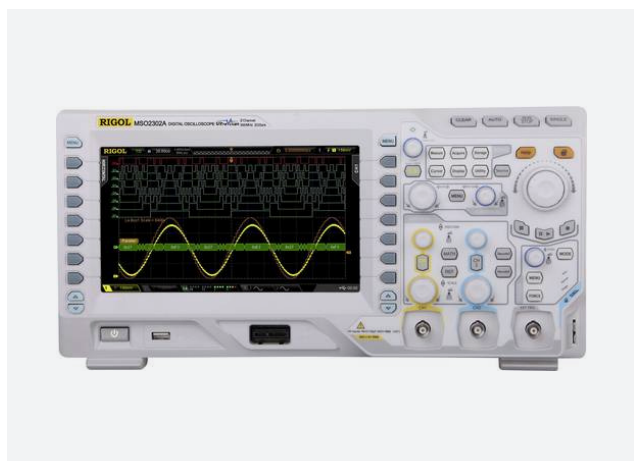
Multimètre numérique Fluke 233
Multimètre numérique VOLTcraft
série VC950



Analyseur d'énergie econ sens3PRO - 400 A



Enregistreur de données de tension pico PicoLogA® 1216



Oscilloscope numérique Rigol MSO2102A-S

* Contrairement à un multimètre qui mesure la valeur moyenne, un appareil de mesure True RMS mesure toujours la valeur effective du courant. Cela vaut, même lorsque la forme d'onde diffère du sinus parfait. Pour ce faire, le multimètre dispose d'un système électronique spécifique.

Surcharge harmonique

Solutions

Résoudre une distorsion harmonique du réseau n'est pas chose facile. C'est pourquoi la meilleure solution est la prévention. Vous trouverez ci-dessous quelques conseils afin d'augmenter le facteur de puissance des éclairages LED et ainsi limiter la distorsion harmonique du réseau.

- 1 Mesure initiale : mesurer la surcharge du réseau avant que le réseau électrique ne s'agrandisse ou que tout l'éclairage TL ne soit remplacé par un éclairage LED moins gourmand en électricité.
- 2 Corriger le facteur de puissance des ampoules LED en relation avec les facteurs d'influence externes et transformateurs LED.
- 3 Augmenter la section du fil électrique du conducteur neutre ou utiliser un conducteur neutre séparé.
- 4 Les fabricants peuvent réduire une surcharge du réseau en équipant les ampoules LED de filtres intégrés.



Examen de l'avancée du remplacement par des LED

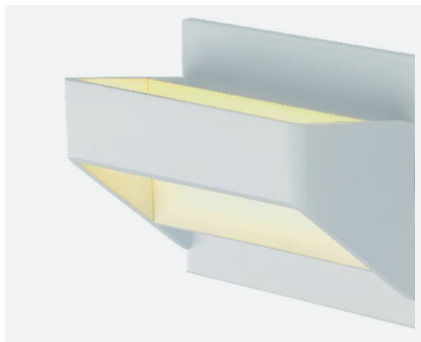
Depuis février 2017, 5 organismes et établissements de contrôles travaillent sur le «courant UV». Leur but ? Proposer des LED UV plus puissantes et adaptées aux utilisations les plus diverses. Ces LED finiraient alors par remplacer les sources lumineuses UV classiques.

La puissance optique de sortie des dernières LED est, selon toutes prévisions, supérieure de 120 mW pour 300 $\pm$ 10 nm, de 14 mW pour 280 $\pm$ 10 nm et de 80 mW pour 260 $\pm$ 10 nm. Le groupe de contrôle travaille aussi à améliorer de façon significative le vieillissement des LED afin de rendre leur utilisation plus durable et plus économique.

Inspiration

Ampoules LED à filtres intégrés

L'intégration de filtres dans l'éclairage LED présente l'inconvénient de rendre celui-ci plus imposant et plus cher (à l'achat). Par chance, les développements dans ce domaine se poursuivent puisque les fabricants ont reconnu sa nécessité (et que les développements sont encouragés par l'état). D'où une offre toujours plus importante de produits d'éclairage LED à des prix abordables avec driver intégré qui augmente le facteur de puissance et donc réduit la surcharge du réseau :



Un enjeu politique

L'Union Européenne a récemment pris la décision d'interdire, depuis 2018, l'achat ou la commercialisation des ampoules ne comportant pas le label énergétique A ou B. Dans les faits, cela signifie qu'il n'est plus possible de vendre des ampoules halogènes depuis le 1er septembre 2018. Par ailleurs, la directive DPEB (directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments) a été modifiée. Les « bâtiments non résidentiels » neufs et rénovés doivent être équipés d'un éclairage LED aux normes.

« C'est insensé car les LED ne peuvent pas être considérées comme une source de lumière néfaste ».

Malgré les nouvelles directives, il est évident, pour la politique nationale, que de nombreux éléments restent à améliorer dans le domaine de l'éclairage LED. D'ailleurs, il semble de plus en plus clair que beaucoup de choses ne fonctionnent pas concernant les ampoules LED existantes. « Ce serait insensé de dire que nous ne pouvons pas résoudre les problèmes concernant les ampoules LED. Car les LED ne peuvent pas être considérées comme une source de lumière néfaste. » tels sont les propos du néerlandais Paulus Jansen, ancien membre de la chambre du Parti Socialiste des Pays-Bas. « Par ailleurs, je pense que si le KEMA (inspection des matériaux électrotechniques néerlandais) n'avait pas été remplacé par une directive communautaire nous aurions pu éviter les problèmes de qualité des LED. Le KEMA a effectué des contrôles préventifs et la Communauté Européenne a posteriori. » Toujours selon Paulus Jansen, il ne faut pas se débarrasser de l'ampoule à incandescence. « à partir du moment où elle remplit les conditions plus strictes concernant l'efficacité lumineuse ». Boris van der Ham, membre de la chambre D66 (Démocrates 66, parti politique néerlandais) partage l'opinion de ses homologues de droite et de gauche : « C'est pourtant très simple : puisque les directives ne sont pas assez strictes, lorsqu'une surcharge inutile survient à cause des LED, il faut renforcer les directives. Concernant les ampoules à incandescence, une interdiction unilatérale n'est pas souhaitable car il existe aussi des ampoules qui consomment peu d'énergie. »



À la publication de ce livre blanc, un important travail était en cours afin d'élaborer une directive pour des LED d'une puissance plus faible (25 W).

Une surcharge du réseau causée par un éclairage LED sous-dimensionné ;

En résumé

Les ampoules LED durent plus longtemps et sont plus performantes que les ampoules à incandescence et ampoules halogènes. Elles sont aussi plus économes en énergie et moins chères. Néanmoins, ce dont on parle moins et que peu de personnes savent, c'est que de nombreuses ampoules LED disposent d'un facteur de puissance faible. En renonçant à installer un filtre de qualité dans le ballast, les LED peuvent ainsi être vendues moins chères sur le marché. D'où une surcharge du réseau électrique. Cette surcharge engendre, a posteriori, une consommation plus importante d'électricité (donc plus de dépenses !) ainsi que des dysfonctionnements chez les autres appareils raccordés au même réseau. L'utilisation des LED a pour but de réaliser des économies. Mais en choisissant la solution la moins chère, sans driver intégré (ou externe), cela nous coûte au final plus cher. Puisque la législation s'adapte et que des exigences minimales relatives au facteur de puissance sont requises, les entreprises sont alors contraintes de se pencher sur l'amélioration de l'éclairage LED.

À court terme, cela a conduit à la révision annoncée de la directive sur l'éco-conception. Et on peut encore faire de bonnes affaires. Mais au final, les ampoules LED les plus abordables sans driver intégré disparaissent peu à peu des rayons, exactement comme les ampoules à incandescence et les ampoules halogènes.



CONRAD