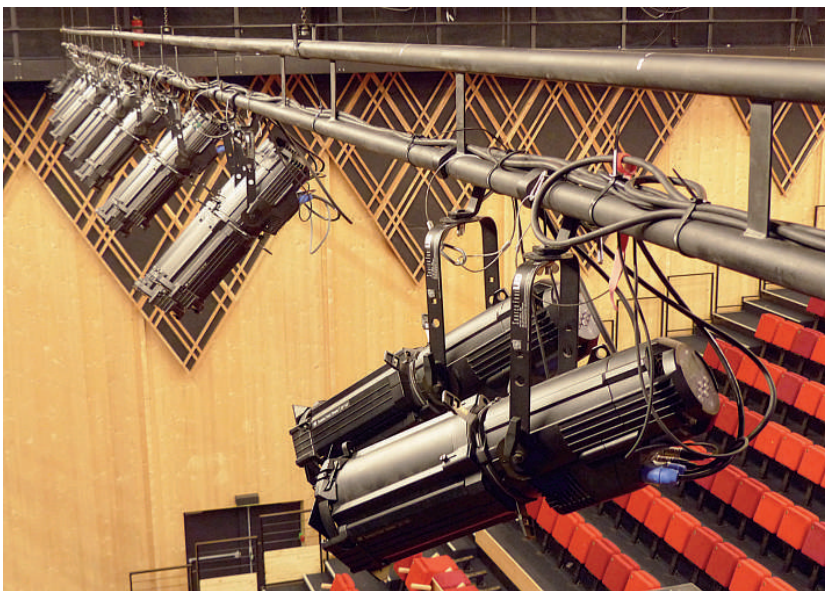




OLIVIER BALAGNA

# Une ligne de 3 kW supporte-t-elle 3 kW ?

*Le technicien qui équipe des perches et tire les lignes qui doivent alimenter les projecteurs se pose cette question au quotidien. Bien qu'elle soit mal formulée, elle recouvre une interrogation bien réelle : la demande de courant cumulée des appareils ne va-t-elle pas faire disjoncter le système de protection électrique ? Essayons de mieux cerner le problème et d'y apporter des réponses pratiques.*



© OB

Un blackout – même partiel – en cours de spectacle est toujours du plus mauvais effet. Mais il est possible de l'éviter en comprenant dans quelles circonstances cela peut se produire et en suivant quelques règles qui constituent autant de précautions indispensables. Une installation électrique est prévue pour alimenter des lignes directes ou des sorties de gradateurs avec un courant électrique dont l'intensité maximale admissible par les coupe-circuits de sécurité est, dans les cas les plus fréquents, de 10 ou 16 A et dont la tension nominale est de 230 V. Ces caractéristiques nous permettent d'évaluer la puissance admissible d'une ligne. Celle-ci, de façon

simplifiée, est égale à la tension multipliée par l'intensité ( $P = UI$ ) et s'exprime en watt. Mais est-elle vraiment le critère déterminant pour sécuriser une ligne ?

Les systèmes de protection réagissent uniquement à une surintensité. Lorsqu'on parle d'une ligne de 16 A, cela signifie que le câblage – qui est un circuit purement résistif – peut supporter sans surchauffe déraisonnable le passage d'un tel courant et que, en conséquence, le point de déclenchement du disjoncteur est calibré sur 16 A. Le problème crucial est donc celui de la surintensité. Or, lorsque la puissance absorbée est supérieure à la puissance admissible, l'appel de courant produit effectivement une surinten-

sité. Mais il y a aussi des cas de surintensité indépendants de la puissance réelle ainsi que, à l'inverse, des situations où le cumul des puissances nominales peut excéder la puissance disponible sans la moindre incidence. Essayons de faire l'inventaire de ces scénarios et d'en mesurer chaque fois les conséquences afin d'anticiper d'éventuelles mauvaises surprises.

### LES VARIATIONS DE LA TENSION NOMINALE

L'électricité distribuée sur le réseau est, en Europe du Nord, un courant alternatif dont l'onde de tension prend idéalement la forme d'une sinusoïde ayant une fréquence de 50 Hz et une tension efficace de 230 V en monophasé ou de 400 V en triphasé, entre deux phases. Mais cette onde de tension n'est en réalité jamais parfaitement sinusoïdale : son amplitude varie constamment et s'écarte parfois nettement de la valeur nominale. La variation de tension considérée comme admissible par les organismes de surveillance est de 10 %. Mais il arrive parfois que ce seuil soit franchi durant plusieurs minutes. Dans de tels cas, la puissance admissible d'une ligne se voit modifiée selon le même pourcentage. Quel en est alors la conséquence ? Dans le cas des projecteurs à lampes à halogènes, qui sont purement résistifs, une sous-tension n'a aucune incidence néfaste : elle réduit le courant appelé donc la puissance absorbée. Une surtension peut au contraire endommager certains appareils et affecter la longévité des lampes. En effet, une surtension de 5 % réduit de moitié la durée de vie des lampes à



halogènes. Les appareils à convertisseurs et à ballasts ne sont, en revanche, guère impactés par les variations de tension. Avec ceux-ci, une possible réduction de la puissance admissible doit être prise en compte.

### LA CHUTE DE TENSION INHÉRENTE AU CÂBLAGE

L'impédance des câbles électriques est un facteur souvent négligé. Elle quantifie l'opposition de tout câble au passage d'un courant alternatif. Lorsque celui-ci est traversé par le courant, on observe une diminution de la tension à la sortie par rapport à la tension à l'entrée. Cette chute de tension est proportionnelle à sa longueur. Avec un câble conventionnel en cuivre de 2,5 mm<sup>2</sup>, la chute de tension d'une ligne monophasée de 230 V dont l'intensité est de 16 A est en moyenne de 12 % pour une longueur de 100 m et 7,5 % avec une intensité de 10 A. En fonction de la longueur du câble, on appliquera donc un prorata permettant de calculer la chute effective. Celle-ci a évidemment une incidence directe sur la puissance admissible de la ligne. Mais, de même que pour les sous-tensions provenant du réseau de distribution, une chute de tension réduit d'autant la puissance absorbée par les appareils résistifs, le surplus étant transformé en chaleur. De ce fait, ce n'est pas un facteur pénalisant pour le calcul de la puissance admissible sauf pour les appareils à convertisseurs et à ballasts. Il est dans tous les cas recommandé de ne pas dépasser 50 m de longueur de câble pour en éviter l'échauffement.

### LA SURINTENSITÉ TRANSITOIRE DES COURANTS D'APPEL

La lampe à halogènes des projecteurs traditionnels comporte un filament dont la résistance varie considérablement selon sa température. Ses performances sont calculées sur la base de sa résistance à chaud, c'est-à-dire aux environs de 3 000°C. Mais sa résistance à froid est faible et elle provoque un pic d'intensité à l'allumage qui peut, pendant quelques millisecondes voire quelques dizaines de millisecondes, atteindre 10 à 15 fois l'intensité nominale. Ce bref pic d'intensité est appelé courant d'enclenchement ou courant d'appel. Il peut être une cause radicale de déclenchement des disjoncteurs lorsque toutes les lampes sont allumées « cut » et à froid. Ce paramètre

doit donc toujours être pris en compte. Il impose de préserver une marge suffisante en réduisant le nombre d'appareil branchés sur la ligne. Il peut également être minimisé en préchauffant progressivement toutes les lampes à halogènes avant un spectacle ainsi qu'en préchauffant à 3 ou 4% les filaments des lampes qui n'entrent en jeu que tardivement. Certains gradateurs, comme le Digitour de Robert Juliat, sont aujourd'hui équipés d'un amortisseur de courant d'appel pour lampes froides. Il s'agit d'un module de temporisation qui opère durant les quelques millisecondes de surintensité à l'allumage et permet d'éviter le déclenchement des disjoncteurs.



Les Digitour 6 et 6S de Robert Juliat sont équipés d'un amortisseur de courant d'appel pour lampes froides.

### LA MAGNÉTISATION DES CONVERTISSEURS

Les appareils alimentés en Très Basse Tension (12 ou 24 V) sont équipés d'un transformateur ou d'un convertisseur qui modifie la tension. Avec les projecteurs de type BT, la variation de résistance du filament se double ainsi d'un autre phénomène : la magnétisation du circuit magnétique. Le courant d'appel peut alors atteindre 50 fois l'intensité nominale pendant une fraction de seconde. Il est donc fortement préconisé de ne pas équiper une ligne de 16 A avec 6 BT de 500 W. Au risque d'être surpris. Et, là aussi, le préchauffage des appareils est une précaution indispensable malgré le bruit qu'ils génèrent lorsque la gradation se situe à moins de 10% et le risque de « charbonnage » des culots.

Les projecteurs à LEDs sont également équipés d'un convertisseur qui transforme le courant alternatif en un courant continu de 12 ou 24 V. Mais, à la différence des BT, seule se pose

la question de la magnétisation du circuit magnétique lors de la mise sous tension de l'appareil (pas lors de l'allumage des LEDs). Là encore, le nombre d'appareils branchés sur une même ligne doit permettre de préserver une marge de 25% dans le calcul des puissances nominales cumulées.

### LES SURTENSIONS DES BALLASTS

L'utilisation des ballasts magnétiques pour les tubes fluorescents tend à disparaître. Il faut cependant savoir que, pour les ballasts graduables, la mise sous tension de la phase directe (non graduée) absorbe pendant plusieurs secondes une intensité qui est 2 fois l'intensité nominale. Il en est de même pour les tubes fluorescents non graduables qui sont amorcés par un starter. Il est donc indispensable de limiter les puissances nominales cumulées à 50% de la puissance admissible de la ligne.

Quant aux ballasts électroniques, qui sont maintenant généralisés pour les tubes fluorescents et pour les lampes à décharge, ils comportent un redresseur, un condensateur de filtrage de la tension redressée et un onduleur. Lors de leur mise sous tension, la charge initiale du condensateur génère un courant d'appel qui est de l'ordre de 5 à 10 fois l'intensité nominale pendant moins de 5 millisecondes. Pour cette raison, il convient une fois encore de limiter le nombre d'appareils de ce type connectés sur une même ligne.

### LA QUESTION DU FACTEUR DE PUISSANCE

Dès qu'un luminaire comporte des circuits magnétiques (ballast, convertisseur, moteur), une partie de la puissance absorbée l'est par ces circuits. Il faut alors prendre en considération un coefficient appelé facteur de puissance qui est compris entre 0 et 1. Celui-ci vient réduire la puissance disponible pour l'énergie active, celle que consomme la lampe. Mais, en règle générale, la puissance nominale des appareils indiquée par les fabricants intègre ce facteur de puissance. Il n'y a donc pas à en tenir compte, sauf dans le cas des tubes fluorescents pour lesquels ce coefficient est de l'ordre de 0,5 et dans celui des technologies anciennes comme les BT qui mentionnent rarement ce coefficient (appelé aussi  $\cos \phi$ ).