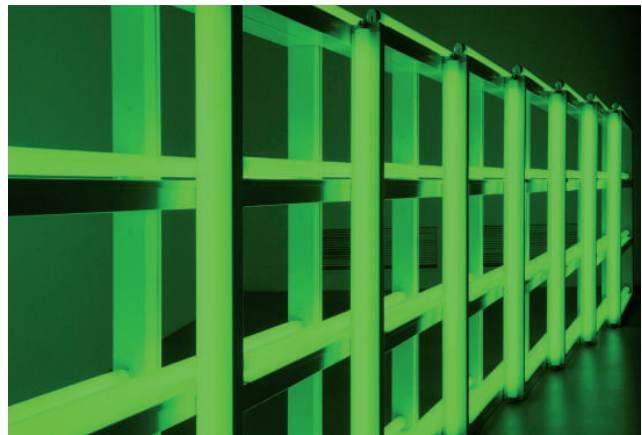




OLIVIER BALAGNA

La gradation du fluo

Apparu en 1936, le tube fluorescent repose sur une technologie qui demeure aujourd'hui encore inchangée malgré l'arrivée des ballasts électroniques au début des années 80. Il connaît pourtant le même succès et son utilisation est toujours aussi large, de l'éclairage de bureau à celui du cyclorama, du studio TV au Visual Art. Mais, si le fonctionnement de ce type de source est bien connu, la technologie de sa gradation l'est beaucoup moins.



© OB

Les premiers développements de cette source remontent au XIX^e siècle mais la finalisation du système est réalisée de 1934 à 1936 grâce à une équipe d'ingénieurs de General Electric conduite par George E. Inman et Richard N. Thayer. Quarante ans plus tard, les lampes fluorescentes représentent 88 % des sources de lumières américaines et l'arrivée – plus récente – des versions fluocompactes ne fait qu'en confirmer le succès. Dès les années 60, ces tubes équipent les studios TV avant de faire leur apparition sur les scènes de théâtre au début des années



Les ingénieurs de General Electric qui ont finalisé le tube fluo. À droite, Richard Thayer et George Inman.

70. Se pose alors la question de leur possible gradation.

L'ÉMISSION D'UNE LUMIÈRE FLUORESCENTE

Le tube fluorescent est une enveloppe de verre tubulaire qui comporte deux électrodes placées à ses extrémités. Une poudre luminescente tapisse sa paroi intérieure et renferme un mélange de gaz rares et de mercure. L'émission lumineuse repose sur une série de réactions électroniques successives. L'amorçage, tout d'abord, effectué par un starter qui préchauffe l'atmosphère du tube puis crée une surtension entre les électrodes (de l'ordre de 400 V) pour les porter à l'incandescence afin qu'elles émettent des électrons. Ce qui provoque l'ionisation de l'atmosphère gazeuse du tube, la vaporisation du mercure et son excitation, entraînant des chocs d'électrons. Le mercure excité émet alors des photons dont le niveau énergétique se situe dans le spectre ultraviolet. Ils

sont ensuite absorbés par la couche luminescente puis réémis sous forme de rayonnement visible.

Une fois ce processus amorcé, il doit être entretenu afin que le cycle émission-absorption-réémission se poursuive : le courant doit continuer de circuler entre les électrodes, maintenant le mercure en état d'excitation électronique. Mais le gaz ionisé voit son impédance devenir négative : plus le courant circule, plus le mélange gazeux devient conducteur au risque de détruire la lampe. Il faut donc utiliser un limiteur de courant qu'on appelle ballast et qui va réduire la tension de fonctionnement autour de 100 à 115 V pour une tension nominale de 230 V.

BALLAST MAGNÉTIQUE ET BALLAST ÉLECTRONIQUE

Les anciens ballasts magnétiques étaient distincts du starter. Chacun possédait son circuit propre, l'un pour l'amorçage, l'autre pour assurer la ten-



Les rampes quadri Spectra de LDDE pour 4 tubes T5 RGBW de 35 W. Contrôlées en DMX sur 6 circuits avec une résolution de 16 bits.

sion de fonctionnement. Ils utilisaient la fréquence du courant fourni, 50 Hz, occasionnant des effets de flickering bien connus (voir *Fiche pratique n°11*). Au début des années 80, les ballasts électroniques sont venus remplacer à la fois l'élément de démarrage et l'élément inductif du système conventionnel, leur particularité étant d'augmenter considérablement la fréquence de fonctionnement du système, dans une plage située entre 25 et 60 kHz, le plus souvent autour de 45 kHz, supprimant le flickering.

LA GRADATION DES TUBES FLUORESCENTS

L'amorçage sous haute tension et le maintien d'une tension de fonctionnement plus basse peuvent-ils être compatibles avec une variation du flux lumineux ? Oui, mais pas question d'utiliser des ballasts conventionnels. Les ballasts graduables doivent préserver l'amorçage mais permettre de contrôler la tension de fonctionnement. Sachant qu'avec ce type de lumière « froide », la diminution du flux lumineux ne peut pas résulter d'une baisse corrélative de la tension comme c'est le cas pour les sources à incandescence. C'est même très exactement l'inverse : il faut augmenter la tension de fonctionnement pour réduire le flux ! Ce qui tombe bien,

car une baisse de la tension exposerait à une dé-ionisation du mélange gazeux et interromprait le cycle d'émission-absorption-réémission.

Deux procédés permettent la gradation d'un tube fluorescent. Le premier – qui est le plus ancien – consiste à agir sur la puissance du courant de fonctionnement pour créer une variation inverse de la tension. Le second – plus récent – n'est possible qu'avec les ballasts électroniques : il consiste à agir sur la fréquence, une augmentation de celle-ci entraînant, via un convertisseur, une augmentation quasi proportionnelle de la tension. Pour couvrir une plage complète de gradation jusqu'à la limite de l'extinction, il faut quasiment doubler la fréquence du courant ainsi que la tension de fonctionnement. Un ballast électronique cadencé à 45 kHz verra alors sa fréquence portée à plus de 90 kHz lorsque la gradation s'approche de 0 % et sa tension se rapprocher de la tension nominale du courant d'alimentation.

Cette augmentation de la tension permet non seulement d'obtenir la diminution souhaitée du flux lumineux émis mais assure également un chauffage continu de la cathode, empêchant la



Les ParaZip 215 et 415 de Kino Flo pour lampes compactes de 55 W sont conçus pour les studios TV, avec gradation manuelle sur le ballast ou contrôle DMX.

dé-ionisation du gaz et l'arrêt du cycle d'émission. Qu'il s'agisse de faire varier la fréquence ou bien la puissance, on voit dans le tableau ci-dessous que la gradation n'est pas linéaire mais logarithmique et nécessite une correction de la courbe assortie d'une fonction de lissage.

L'amélioration des technologies qui assurent le chauffage continu de la cathode rendent aujourd'hui possible une plage de gradation qui va de 100% à 1%, avec plusieurs options de contrôle des ballasts : technologie à 2 fils, à 3 fils (qui sépare les phases d'alimentation et de gradation), 0-10 V à 2 paires de fils (l'un des plus utilisés), DSI (développé par Tridonic), DALI, DMX ou PWM.

Mesure du signal électrique de fonctionnement d'un tube T5 de 54 W
Ballast électronique et contrôle 0-10 V

DC 0-10 V	Intensité (mA)	Tension (V)	Puissance (W)	Fréquence (kHz)
10	450,0	116	52,20	45,0
9	390,0	133	51,87	53,8
8	154,0	160	24,64	76,0
7	78,0	183	14,27	91,1
6	41,0	208	8,53	92,7
5	25,0	210	5,25	93,5
4	18,0	212	3,82	94,0
3	14,0	208	2,91	94,5
2	12,8	204	2,61	95,2
1	12,0	204	2,45	95,0