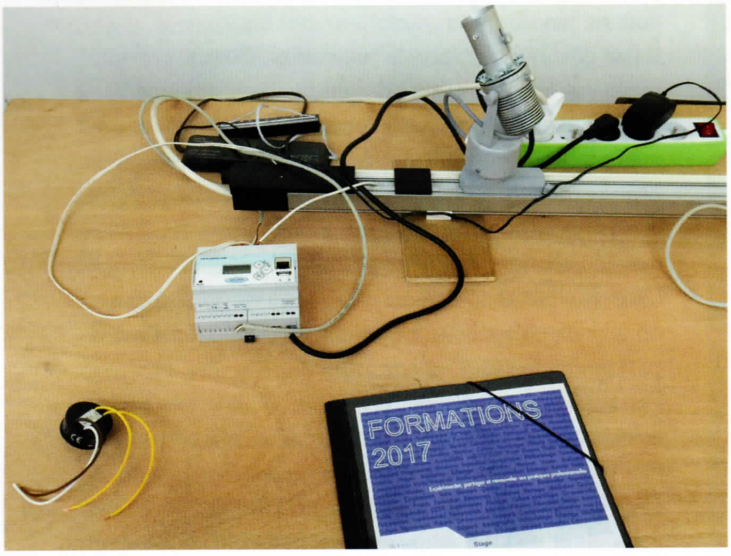
L'éclairage dynamique sous DALI

par Jean-Jacques Ezrati *



L'Ocim a organisé en janvier 2017 un stage de formation consacré à la programmation d'un éclairage dynamique sous DALI.
© Ocim/A.Fourès

Face aux contraintes, dues notamment aux règles de la conservation préventive, qui pèsent sur l'éclairage d'exposition, l'auteur prône l'utilisation d'un système d'éclairage variant en intensité, température et orientation : après la description de ses principales applications, le protocole DALI (Digital Adressable Lighting Interface) lui semble actuellement le plus adapté à la gestion dynamique de l'éclairage muséographique.

L'éclairage d'exposition

D'une manière générale l'éclairage constitue l'art de maîtriser la lumière afin de répondre à une demande sociale de mise en lumière. En ce qui concerne l'éclairage d'exposition, celui-ci repose sur trois grands principes : être en phase avec les autres "contenants" de la scénographie, respecter les besoins de l'ergonomie visuelle et naturellement suivre les recommandations de la conservation préventive. Sur ce dernier point nous savons que la lumière est un des agents majeurs de la détérioration de nombreux objets du patrimoine, surtout ceux d'origine organique. Nous savons également que toutes les radiations optiques n'ont pas les mêmes effets photochimiques sur les matériaux et que la composition spectrale des sources ainsi que la quantité de lumière les illuminant ont toute leur importance. Enfin nous savons aussi que les êtres humains, dans notre cas les visiteurs, n'ont pas tous la même qualité de vision, notamment avec l'avancée dans l'âge. En un mot, éclairer fortement les objets de collection accroît leur détérioration, les éclairer faiblement prive un grand nombre des visiteurs d'en jouir.

Le traitement de l'antagonisme présentation *versus* conservation

Pour résoudre cette problématique, voire cet antagonisme, nous allons prendre en compte dans un premier temps la composition spectrale des sources de lumière, en éliminant les rayonnements les plus énergétiques comme les ultraviolets (UV) dans le cas de l'utilisation de la lumière naturelle, et en choisissant des sources artificielles qui en sont dépourvus comme les diodes électroluminescentes. Dans un second temps, nous préciserons que les effets photochimiques résultent d'une dose d'exposition lumineuse déterminée

* Jean-Jacques Ezrati est éclairagiste conseil
jean-jacques.ezrati@wanadoo.fr

par un niveau d'éclairement, exprimé en lux, sur un temps donné exprimé en heures. Le résultat d'un fort éclairement sur une faible durée aura les mêmes effets qu'un faible éclairement sur une longue durée. Plutôt que de choisir un faible éclairement, nous pouvons réduire le temps d'exposition à la lumière et prendre comme principe qu'il nous faut éclairer un objet uniquement en présence du public. En un mot : gérer le temps d'exposition lumineuse. Si réduire les heures d'ouvertures n'est souvent guère envisageable, le déplacement d'une protection de type rideaux, stores, volets d'occultation est souvent compliqué dans sa mise en œuvre ; en revanche, déclencher l'éclairement adéquat par son action sur un bouton ou mieux par la simple présence humaine est aujourd'hui relativement simple. Créer des variations d'éclairage, dans le temps, suivant un programme donné, l'est tout aussi, c'est ce que nous définissons comme un éclairage dynamique. Plus généralement ce que nous appelons éclairage dynamique est un éclairage qui varie (en intensité, en température de couleur, en orientation...) pour répondre à un besoin ou à une demande spécifique. Il s'agit d'une technique qui utilisait autrefois des moyens électromécaniques et qui aujourd'hui utilise des technologies numériques. On parle ainsi de gestion de l'éclairage.

Pour autant ces notions ne sont pas nouvelles. Il y a maintenant près de 30 ans, j'ai mis en œuvre ce concept d'une part au Panthéon du bouddhisme chinois et japonais du musée Guimet de Paris, ainsi qu'un an plus tard au Palais Galliera, musée de la Mode de la ville de Paris ; un article publié dans le n°11 de *La Lettre de l'Ocim* en décrit le principe. Mis en œuvre quelques années auparavant, dans le cadre de l'exposition *Vauban* au musée des Monuments Français, avec les moyens technologiques de l'époque (console, gradateurs, programmateur, magnétophone), je ne faisais, alors, que reprendre le principe des vitrines écologiques du musée des Arts et Traditions Populaires de Georges Henri Rivière à la fin des années 1970.

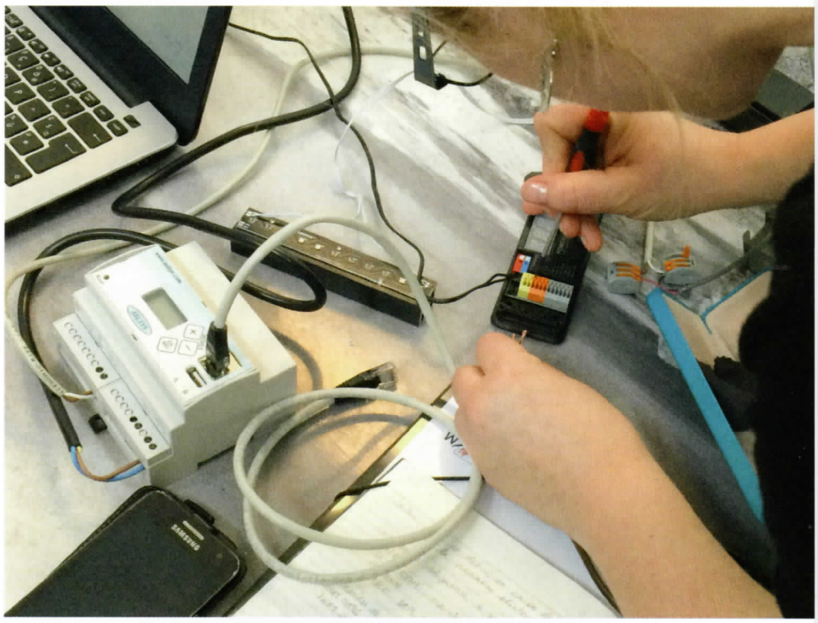
Gestion de l'éclairage

Gérer son éclairage c'est décider de la zone où l'on veut qu'il soit actif, c'est pouvoir allumer séparément et facilement différentes zones de son installation. Cette opération, la plus simple, est le zonage.

Gérer son éclairage c'est aussi déterminer la quantité choisie, par le dosage de la lumière, c'est-à-dire obtenir plus ou moins de flux. On appelle cette opération la gradation.

Gérer son éclairage c'est agir sur le temps désiré, c'est-à-dire à l'heure voulue pour une durée déterminée. On appelle cette opération la temporisation.

Enfin, gérer son éclairage c'est définir le moment opportun, la durée de la temporisation et les autres paramètres de l'éclairage, avec ou sans l'intervention du public. On appelle cette opération la programmation.



Exercice pratique de branchement du système d'éclairage DALI
© Ocim/A.Fourès

Les protocoles de gestion

Depuis le développement des diodes électroluminescentes, sources sans UV et infrarouge (IR), c'est du côté de leur gestion que se trouve l'innovation aujourd'hui en éclairage. Nombreux sont les protocoles de gestion qui diffèrent entre eux soit par leur système de liaison (avec ou sans fil), l'intégration ou non de la puissance électrique au signal de commande, l'intégration ou non de la commande par la puissance électrique... En voici un bref aperçu.

Les systèmes filaires

DMX (digital multiplexing)

Ce protocole est dédié à l'éclairage scénique depuis les années 1980, mais il est très utilisé ces dernières années en éclairage architectural pour la variation dynamique des couleurs. Il permet la gestion de 512 canaux réglables chacun sur 256 niveaux ; la liaison entre chaque élément (avec une adresse fixe) est une liaison série se terminant par une charge ohmique. Elle est réalisée par un câble blindé à 3 lignes (0, data+ et data-) donc relativement délicat.

DALI (Digital Adressable Lighting interface)

Ce protocole est dédié à l'éclairage intérieur (musées, commerces, hôtellerie, hôpitaux, maisons de retraite...). Il permet le contrôle individuel de 64 éléments adressables (projecteurs, capteurs, relais) pouvant être regroupés en 16 groupes et mémoriser 16 scènes d'ambiance différentes. La liaison entre chaque élément est constituée d'une liaison filaire à deux fils, sans polarité, qui admet tous les branchements qu'ils soient en série, en parallèle ou en étoile. Comme pour le DMX cette liaison filaire porte le nom de Bus.

Courant porteur en ligne (CPL)

Le principe consiste à superposer au courant électrique alternatif de 50 Hz ou 60 Hz un signal de très haute fréquence (500 KHz) et de faible énergie. Ce deuxième signal se propage sur l'installation électrique et peut être reçu et décodé à distance. Ce réseau doit aussi être isolé du reste de l'installation. Ainsi le signal est reçu par tout récepteur CPL de même catégorie se trouvant sur le même réseau électrique. Cette façon de faire comporte cependant un inconvénient : le réseau électrique n'est pas adapté au transport des hautes fréquences car il n'est pas blindé. En conséquence, la plus grande partie de l'énergie injectée par le modem CPL est rayonnée sous forme d'onde radio.

Puissance par Ethernet (POE)

L'alimentation électrique par câble Ethernet est la technologie qui utilise les câbles Ethernet RJ45 (8 fils) pour alimenter en électricité (sous une tension de 48 V et d'une puissance ne dépassant pas 25 W) les équipements POE en même temps que la transmission des données. En assurant l'alimentation électrique et l'échange de paquets de données IP sur un même câble, il évite l'installation d'un double réseau (IP et électrique) et élimine ainsi l'ensemble des coûts sous-jacents. L'inconvénient de ce système est la faible puissance électrique transportée de l'ordre de 40 W.

Les systèmes non filaire

Zigbee

La technologie ZigBee permet d'obtenir des liaisons sans fil à coût réduit et avec une très faible consommation d'énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée pour être directement intégrée dans de petits appareils électroniques (appareils électroménagers, hifi, jouets...). La technologie ZigBee opère sur la bande de fréquences des 2,4 GHz et sur 16 canaux ; elle permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 250 Kb/s avec une portée maximale de 100 mètres environ.

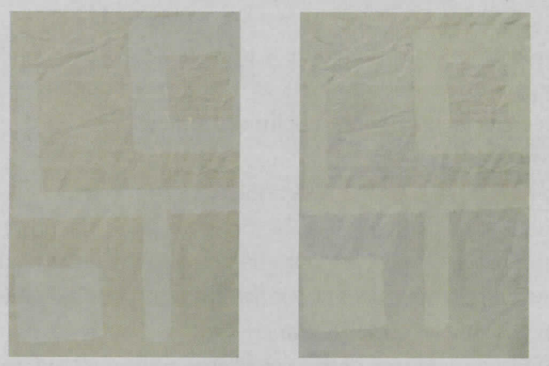
Bluetooth

Il s'agit d'un standard de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à très courte distance et utilisant des ondes radio UHF sur une bande de fréquence de 2.4 GHz et jusqu'à aujourd'hui était limité à plus d'une centaine de mètres. Son objectif est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques en supprimant des liaisons filaires. Elle peut remplacer par exemple les câbles entre les différentes parties d'un système bureautique (ordinateur, écran, clavier, souris, imprimantes...), relier les téléphones mobiles entre eux, des kits mains libres micro ou écouteurs, des appareils photos numériques, des lecteurs de codes-barres et bornes publicitaires interactives. Prochainement, avec une portée plus grande et de nouvelles fonctionnalités ce standard va s'imposer, très certainement, comme un protocole de communication notamment en éclairage.

Application du système DALI : simulation d'une lumière du jour pour un effet visuel

Luminaires fluorescents à miroirs asymétriques équipés chacun d'une alimentation graduable et programmable : une partie des luminaires avec des tubes fluorescents UV et l'autre partie, des luminaires identiques à ceux utilisés par le musée, avec des tubes fluorescents d'une couleur de température de 5 000 K et d'un rendu des couleurs de 95. Les deux circuits sont commandés individuellement à partir d'un contrôleur fonctionnant sous le protocole DALI.

Exposition Simon Hantaï, au musée national d'Art moderne, Centre Georges Pompidou, 2013
© DR



À gauche, la vision éclairée avec les tubes TLD 5 000 K et à droite avec les tubes UV.
© DR

Les futurs développements

C'est sans aucun doute que nous allons assister au développement des technologies sans fil, déjà des liaisons sans fil des protocoles DMX et DALI existent, et les dernières versions du Bluetooth sont très prometteuses. Néanmoins

et pour l'instant la majorité des fabricants de luminaires et de projecteurs, dans notre domaine, ne proposent que les protocoles filaires, d'où notre intérêt pour le protocole DALI. Il va sans dire que quelle que soit la technologie employée, c'est la technique de l'éclairage dynamique qui nous intéresse pour remplir nos missions de diffusion et de conservation.

Le choix du protocole DALI en muséographie

Le protocole DALI aux vues de ses caractéristiques est peut-être moins performant que le DMX, mais sa simplicité d'installation et sa possibilité d'intégrer des éléments donneurs d'ordres (détecteurs) et recevant les ordres (projecteurs et relais) nous semblent, actuellement, les plus adaptées à la gestion de l'éclairage muséographique.
Pour sa mise en œuvre nous devrons donc choisir un fabricant intégrant dans ses projecteurs une alimentation DALI, un système de liaison simple comme les rails d'éclairage incluant une liaison DALI et enfin un système de gestion DALI qui propose une série de détecteurs compatibles ; en effet les détecteurs de présence, de contact et de lumière sont dans leur grande majorité captifs de la marque du contrôleur. Bien que le DALI soit une norme internationale, il existe pour chaque fabricant la possibilité de se différencier de son voisin, comme c'est le cas aussi pour les rails d'éclairage, ce que nous regrettons.

Applications

Pour en montrer les différentes applications nous proposons trois exemples, l'un avec un programme continu sur la journée, le second avec un programme déclenché par le public et le troisième activé par la détection de ce dernier.

La Tabula lilas : entre conservation et présentation

La Tabula lilas est la seule œuvre de Simon Hantaï qui réagisse de manière différente à la lumière du jour et à la lumière artificielle. La toile utilisée pour cette œuvre, contrairement aux autres toiles, contient en effet des azurants optiques qui sous l'influence des rayonnements ultraviolets de la lumière du jour, renvoient une coloration bleutée. La présentation en lumière artificielle (fluorescente), demandait un ajout supplémentaire de rayonnement ultraviolet ainsi qu'une variabilité de l'intensité lumineuse pour donner l'illusion de la lumière du jour tout en gérant les émissions et limiter la dégradation. Nous avions deux groupes de luminaires fluorescents équipés de ballasts DALI. La durée de 3 à 4 minutes des variations sensibles de la lumière blanche (5 000 K) et du rayonnement ultraviolet a alors permis de créer cette impression de lumière naturelle avec une vision du lilas de la toile.

Exemple d'une conduite d'éclairage DALI : reprendre les effets visuels d'un diorama

C'est un éclairage dynamique réalisé en accrochant à 1,5 m de la toile, en partie haute, un rail d'éclairage avec une ligne DALI intégrée, sur lequel se branchent sept luminaires à optique asymétrique équipés de LEDs chaudes et froides. Pour l'éclairage arrière deux autres appareils de même type sont installés. L'ensemble est régi par un automate programmable. Deux programmes sont proposés : le premier statique, actionné par un bouton en sacristie, pendant les offices, le second dynamique actionné par un bouton à disposition du public pendant les heures de visite d'une durée de 10 minutes répétant trois fois la variation journalière de la lumière. Dans les deux cas, la verrière est occultée par l'intermédiaire de la télécommande.

Le diorama de Daguerre dans l'église de Bry-sur-Marne, 2015
© DR

Le diorama de Daguerre à Bry-sur-Marne

Le terme de diorama désigne aussi une toile peinte avec des parties opaques et d'autres translucides qui permettent de placer la même scène dans deux moments différents, par exemple un paysage de jour, par un éclairage de face, puis de nuit par un éclairage situé à l'arrière de la toile. Daguerre en fit de nombreux pour ses spectacles. C'est à la demande d'une paroissienne de sa ville de Bry-sur-Marne, qu'il réalisa celui-ci représentant un cœur de cathédrale pour la petite église de Bry. Il en dirigea l'installation par la création au fond du chœur de l'église d'un cadre de scène avec une ouverture zénithale pour faire entrer la lumière soit par l'arrière, soit par l'avant. La recherche *in situ* ne nous a pas permis de mettre le dispositif en marche sans savoir d'ailleurs s'il a un jour bien fonctionné. C'est donc vers l'éclairage artificiel que nous nous sommes tournés en privilégiant la technologie LED avec

une dizaine d'appareils équipés de sources chaudes et de sources froides (Magnalucis) gérés sous DALI par un contrôleur (Aelsys). Chaque appareil géré indépendamment nous a permis de réaliser un éclairage d'intensité différentes du lever du soleil (teinte neutre) au coucher du soleil (teinte chaude) en passant par l'heure de midi (teinte froide).

Les salles d'expositions du musée de la Ville de Saint-Quentin-en-Yvelines

Le musée de société de la ville de Saint-Quentin-en-Yvelines, en raison de sa surface d'exposition (300 m²), et de sa gestion directe par l'agglomération, constitue un exemple intéressant à développer. À l'occasion de son déménagement au rez-de-chaussée de la médiathèque, distante de quelques mètres de son lieu d'origine, aujourd'hui hors normes, le musée m'a chargé de suivre la conception de l'éclairage. La demande exprimée par les responsables du musée était d'obtenir un éclairage répondant aux recommandations en muséographie : absence d'ultraviolets et d'infrarouges, ainsi qu'une régulation de l'éclairement. Les appareils à diodes électroluminescentes se sont naturellement imposés. Des discussions ont eu lieu avec les services techniques, habitués au protocole DMX et au fait des différents systèmes sans fil. Finalement le protocole DALI plus apte à l'éclairage muséographique a bien été accepté. Le système d'éclairage déployé est basé sur l'installation de rails électriques incorporant une ligne DALI (Global Pulse 3 allumages) distants les uns des autres d'une soixantaine de centimètre, vu la faible hauteur sous plafond des salles. Pour obtenir un tel nombre de rails il a fallu convaincre le bureau technique de la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. Le système de gestion comprend deux contrôleurs DALI avec chacun 2 bus DALI (Helvar), soit 4 bus distincts : un bus (64 adresses) pour l'espace de l'exposition de référence (exposition permanente), deux bus (2 fois 64 adresses) pour les espaces d'expositions temporaires et un dernier bus pour les commandes des différents allumages depuis l'accueil. Pour les projecteurs (Procédés Hallier) de différents types et de différentes puissances, seuls 30 % sont équipés d'alimentations DALI. Pour commander les allumages, la temporisation et l'intensité lumineuse de ces derniers projecteurs, 3 capteurs de présence (Helvar) sont disponibles, grâce à leur adaptateur identique à ceux des projecteurs, prêts à être installés sur les rails aux endroits adéquats.

Former les professionnels à la gestion de l'éclairage dynamique

Si au théâtre, éclairagistes, régisseurs et techniciens lumière sont bien formés à la gestion des éclairages, notamment aux différentes consoles et au protocole DMX, c'est moins vrai dans les musées, centres de sciences et d'interprétation. Pour remédier à cet état de fait, l'Ocim a organisé en janvier 2017 une formation à la gestion dynamique des éclairages sous le protocole DALI. L'accent a été mis sur la manipulation pratique par petits groupes de deux à trois stagiaires, chacun équipé d'un poste de travail informatique. Cette première édition a réuni sept professionnels techniciens, régisseurs ou encore responsables de la régie venus de France, de Belgique et de Suisse. Outre le pilotage pédagogique et logistique de l'Ocim, l'animation était assurée par deux intervenants aux profils complémentaires : le concepteur d'un ensemble de gestion DALI (Jean Chanussot, ingénieur, fondateur et dirigeant d'AELSYS) et un éclairagiste conseil (Jean-Jacques Ezrati). L'objectif de la formation visait à permettre aux professionnels de découvrir et de comprendre le fonctionnement du protocole DALI en vue de sa gestion en interne, notamment par la construction de différents scénarii d'éclairage dynamique (automatique en boucle ou conditionnel avec capteurs).
La formation confirme la nécessité d'associer le renouvellement des outils de travail à l'acquisition des compétences indispensables à leur utilisation au sein des institutions. Bien que fréquemment sous-estimée, cette étape est structurante du processus d'appropriation que ce soit par l'expérimentation pratique, la construction de savoirs et l'échange interprofessionnel. C'est ainsi que l'Ocim accompagne l'évolution des pratiques-métiers et la dynamique des parcours professionnels.

Bibliographie

Ezrati, J.-J. *L'éclairage d'exposition, musées et autres lieux*. Paris : Eyrolles, 2014.

www.aelsys.fr
ww2.ac-poitiers.fr/electronique/IMG/pdf/Le DMX 512pdf
www.dali-ag.org/
www.procedeshallier.com/accueil-fr.html
www.helvar.com/products/DALI
https://ezrati-eclairage.weebly.com

Pour en savoir plus, la bibliographie de la formation *Programmer un éclairage dynamique sous DALI* est disponible sur le site Internet de l'Ocim, www.ocim.fr