

SYNDICAT DE
L'ÉCLAIRAGE

ÉCOLES RÉNOVER POUR BIEN ÉCLAIRER

Confort, efficacité, économies



POURQUOI EST-IL NÉCESSAIRE DE RÉNOVER L'ÉCLAIRAGE DES ÉCOLES ?



©Philips Lighting

BENJAMIN AZOULAY
Président du Syndicat
de l'éclairage

C'est aux élus que revient la responsabilité d'offrir les meilleures conditions possibles aux générations futures et de les accompagner dans leur parcours grâce à un environnement de travail de qualité. Dans ce contexte, les mairies, départements, et régions doivent accorder une attention particulière à l'éclairage des écoles, collèges et lycées. En effet, comme l'ont démontré plusieurs études réalisées auprès d'établissements scolaires en Europe, l'amélioration de la qualité de la lumière augmente la capacité d'apprentissage. Chercheurs et médecins prouvent qu'une bonne lumière favorise la concentration, la mémorisation, ainsi que l'attention.

Les élèves ne sont pas les seuls concernés : les enseignants, les surveillants et l'ensemble du personnel constituent autant d'utilisateurs dont le confort et le bien-être, voire la santé, dépendent de la qualité de la lumière.

Or, les installations existantes, majoritairement obsolètes, n'ont évidemment pas ces caractéristiques : c'est pourquoi il est urgent de les rénover.

D'aucuns objecteront que des travaux de rénovation de l'éclairage représentent des dépenses auxquelles il peut être difficile de faire face. Or un investissement raisonné, basé sur une qualité de lumière bénéfique à tous et à long terme, permet également de réduire les coûts de consommation énergétique et de maintenance. Cette importante réduction des coûts est à prendre en compte lors de l'élaboration du projet : on parle alors d'approche en coût global.

Avec l'efficacité énergétique sans précédent qu'offre la technologie LED, associée à des systèmes simples pour gérer la lumière artificielle en fonction de la présence et de la lumière naturelle, l'éclairage devient aisément contrôlable. De plus, la rentabilité de l'investissement est acquise dès la première minute de fonctionnement car la facture d'électricité est divisée par un facteur 4, voire plus !

D'une part, une lumière bien maîtrisée améliore le confort et les capacités d'apprentissage des élèves.

D'autre part, une installation d'éclairage rénovée, équipée de luminaires LED peu énergivores embarquant des systèmes de gestion, contribue à préserver l'environnement et à réduire la facture énergétique. Les collectivités bénéficient alors d'un investissement rentable.

Ce sont là pour le Syndicat de l'éclairage des atouts essentiels qui témoignent de la capacité de notre industrie à embrasser les défis de demain, la transition énergétique et l'accompagnement des générations futures.

EFFET DE LA LUMIÈRE SUR LE RYTHME CIRCADIEN

La lumière est essentielle pour capter les informations visuelles car 70 % des informations que nous recevons passent par les yeux. Elle peut également avoir un effet biologique : elle influence en effet le rythme circadien en activant les récepteurs correspondants. Le rythme circadien correspond à un cycle d'une durée de 24 heures

environ, lié aux mouvements de rotation de la terre et aux variations lumineuses qui sont le fait des alternances jour/nuit, ainsi qu'à des mécanismes cérébraux.

Une trop faible dose de lumière pendant la journée peut entraîner un dérèglement de ce rythme qui s'exprime par des troubles du sommeil ou des états dépressifs.

Si l'on expose des personnes pendant 10 heures à la lumière puis 10 heures à l'obscurité, leur cycle tend à s'ajuster sur une durée de 20 heures au lieu des 24 heures natu-

relles. De même, les nouveau-nés dorment autant le jour que la nuit : ce n'est que vers huit semaines que la plupart d'entre eux commencent à établir un rythme circadien. Il y a donc des repères issus de l'environnement, appelés en allemand « Zeitgebers » (ce qui donne l'heure). Ils sont utilisés par l'organisme pour s'ajuster au rythme circadien.

DES VARIATIONS DYNAMIQUES DE L'ÉCLAIRAGE POUR STIMULER L'ATTENTION

La lumière du jour est un des repères issus de l'environnement qui varie en intensité et en température de couleur. Les industriels de l'éclairage se sont penchés sur les effets de la lumière naturelle sur notre capacité de concentration. Christophe Bresson, directeur de la communication chez Philips Lighting France, précise : « Notre horloge biologique dépend étroitement de deux synchroniseurs : le rythme social et la lumière naturelle du soleil. La lumière agit sur la sécrétion de la mélatonine, hormone qui régule le sommeil. Celle-ci est inhi-

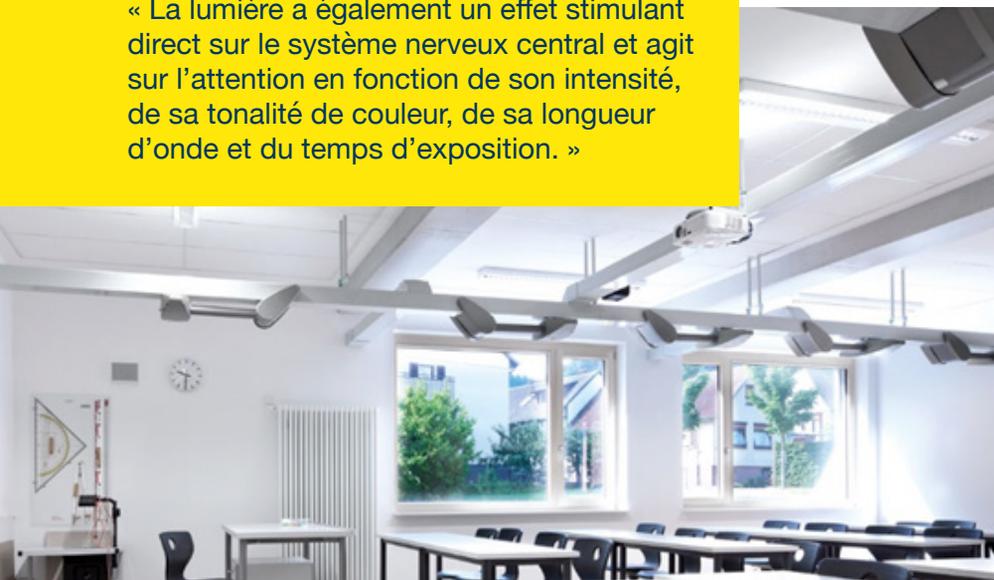
bée en présence de lumière et activée à l'approche de la nuit lorsque la luminosité diminue. Aujourd'hui, de plus en plus d'études confirment que la lumière a également un effet stimulant direct sur le système nerveux central et agit sur l'attention en fonction de son intensité, de sa tonalité de couleur, de sa longueur d'onde et du temps d'exposition. »

Les photorécepteurs qui utilisent la lumière pour réguler la sécrétion de mélatonine sont sensibles à une longueur d'onde de 460 nanomètres.

Un éclairage avec une température de couleur très élevée aura une forte composante de lumière bleue et permet d'obtenir des effets similaires sur la concentration des élèves.

Éric Jacquot, directeur marketing chez Trilux, rappelle que dans les écoles « le manque de lumière dynamique, par exemple le matin, rend l'apprentissage difficile. Or, un éclairage qui favorise la concentration peut supprimer ce problème en combinant une lumière indirecte à grande composante bleue (qui forme le ciel diffus du jour) et une lumière directe blanc neutre (qui correspond aux rayons du soleil). Ce concept d'éclairage non seulement revitalise mais, en plus, minimise les frais d'exploitation grâce à sa grande efficacité énergétique ».

« La lumière a également un effet stimulant direct sur le système nerveux central et agit sur l'attention en fonction de son intensité, de sa tonalité de couleur, de sa longueur d'onde et du temps d'exposition. »



ÉCOLE PRIMAIRE DE LA HODÉYÈRE : PLUS D'ATTENTION GRÂCE À LA LUMIÈRE

A l'école de La Hodéyère (Vitré - 35), une étude a été menée pour évaluer l'effet du système d'éclairage SchoolVision sur les rythmes de sommeil et de vigilance des élèves. Menée durant l'hiver sur une classe de CM2, elle démontre que l'on peut améliorer l'attention et la performance des élèves sans altérer leur sommeil ni leur vigilance.



SchoolVision est un système d'éclairage mis au point par Philips Lighting, qui permet aux enseignants de faire varier l'ambiance lumineuse de la salle de classe afin d'adapter l'intensité et la couleur de la lumière à l'heure de la journée ou aux besoins pédagogiques. Le système prévoit quatre scénarii d'éclairage pour créer des ambiances différentes :

1 – STANDARD

Un niveau d'éclairage de référence avec une lumière composée de couleurs froides et chaudes – périodes de la journée qui ne demandent pas une attention particulière

2 – ÉNERGIE

Le niveau d'éclairage est plus élevé et la lumière est enrichie en bleu – début de matinée ou d'après-midi

3 – CONCENTRATION

Le niveau d'éclairage augmente encore, ainsi que la température de couleur – périodes de concentration élevée, lors d'exercices donnés par l'enseignant

4 – REPOS

Un niveau d'éclairage de référence avec une lumière enrichie en couleurs chaudes – moments calmes et de détente, en soirée.

PROTOCOLE DE L'ÉTUDE

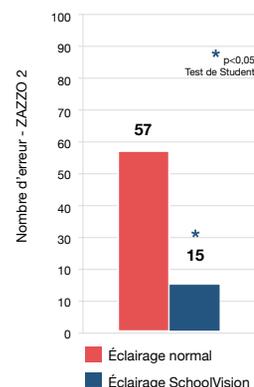
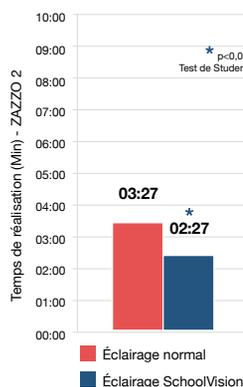
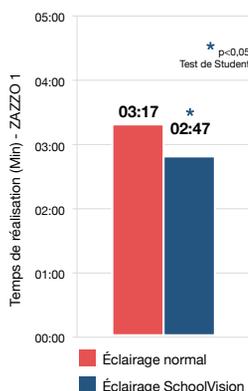
Au cours de la première phase, l'éclairage de la classe est resté inchangé.

Durant la seconde phase, l'éclairage SchoolVision a été installé. Les vingt-six élèves ont été exposés à la lumière **ÉNERGIE** pendant la première heure le matin et en début d'après-midi, puis au scénario **CONCENTRATION** pendant une demi-heure lors des tests, et enfin au mode **REPOS** l'heure précédant la fin des cours. Le scénario **STANDARD** était utilisé le reste du temps.

Les tests ont été effectués par les élèves entre la première et la deuxième heure suivant la rentrée des classes le matin et entre la première et la deuxième heure suivant la reprise des cours après le déjeuner.

CONCLUSIONS

Selon le professeur Damien Léger (Centre du sommeil et de la vigilance, Hôtel-Dieu, Paris), « *Les résultats, bien que provenant d'une seule classe, montrent que ce changement d'ambiance lumineuse améliore la vitesse et la diminution d'erreurs lors de la réalisation des tests standardisés d'attention soutenue, sans modifier les horaires ni le temps de sommeil et sans conséquence sur la somnolence ressentie. La première caractéristique de cette étude a été la très bonne tolérance de ce changement d'éclairage dynamique dans cette classe. Aucun enfant n'a manifesté d'effets secondaires.* »



LYCÉES D'ULM : DE MEILLEURS RÉSULTATS GRÂCE À LA LUMIÈRE

En 2011, le Centre de transfert pour la neuroscience et l'apprentissage et un fabricant d'éclairage ont mené une étude¹ conjointe dans des écoles d'Ulm, en Allemagne. De quelle manière un éclairage optimisé sur le plan biologique peut-il contribuer à stabiliser le rythme circadien ?



©Osram

Il s'agissait de savoir si un éclairage similaire à la lumière du jour pouvait contribuer à augmenter la concentration et la vivacité des élèves le matin, pour leur permettre d'obtenir de meilleurs résultats à des tests cognitifs.

L'intensité et la température de couleur de la lumière du jour se caractérisent par une séquence continue. Dans les écoles, cette dynamique peut être intégrée à l'éclairage afin de renforcer les phases actives et calmes de l'organisme en utilisant des systèmes de gestion, qui permettent d'adapter les températures de couleur en fonction des besoins. Pour offrir cet éclairage centré sur l'utilisateur (Human Centric Lighting – HCL) qui varie en intensité et en température de couleur, la LED est la seule solution possible.

Ainsi, dans le cadre de l'étude, un module LED a été intégré aux luminaires Osram afin d'ajouter un éclairage dirigé vers le plafond. L'association de LED bleues et blanc froid pour cet éclairage indirect a permis d'obtenir une température de couleur très élevée (jusqu'à 14 000 K) pour stimuler l'attention.

TESTS PSYCHOLOGIQUES NORMALISÉS

Deux classes de lycée ont participé à l'étude, au total 68 élèves âgés de 17 à 20 ans. Dans chacun des cas, une salle où l'éclairage n'avait pas été modifié servait de témoin.

L'éclairage LED a été réglé de manière à fournir 700 lux sur la surface des bureaux et 300 lux sur le tableau. Le niveau d'attention des élèves a été mesuré à l'aide d'un test dit d2 d'attention selon Brickenkamp. Le taux de performance en termes de concentration a été enregistré de même que le pourcentage d'erreur. La rapidité des performances cognitives a également été mesurée avec un test consistant à relier des nombres.

EFFETS POSITIFS DE L'ÉCLAIRAGE DYNAMIQUE

L'étude a révélé des résultats globalement positifs pour les élèves qui avaient suivi les cours dans la classe équipée du système d'éclairage LED centré sur l'utilisateur, aujourd'hui appelé human centric lighting. Lors du test d2, le groupe test a obtenu des résultats nettement meilleurs que les autres élèves des classes de référence. La rapidité des performances cognitives et les capacités de mémorisation étaient également bien supérieures.

Il est donc possible d'augmenter l'attention et les performances cognitives des élèves à l'aide d'un éclairage optimisé sur le plan biologique.

LA MAÎTRISE DES CONSOMMATIONS, INCONTOURNABLE POUR LA RÉNOVATION

Dans les locaux d'enseignement, les luminaires LED, par leurs caractéristiques techniques, constituent la solution la mieux adaptée. En effet, ils présentent une grande efficacité lumineuse, une longue durée de vie et une température de couleur ajustable. Ils offrent aussi l'avantage d'être compatibles avec les systèmes de gestion : détection de présence et adaptation à la lumière du jour. Les détecteurs de présence déclenchent automatiquement l'allumage, l'abaissement ou l'extinction de l'éclairage dès qu'une personne entre ou sort d'une pièce. Les détecteurs de lumière du jour offrent la possibilité de maintenir un niveau d'éclairage constant quels que soient les apports de lumière naturelle.

Aujourd'hui, la technologie LED est pleinement mature et tous les projets peuvent être réalisés avec ces solutions. Le dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) propose d'ailleurs principalement des fiches pour les produits LED.

Ainsi, pour l'école primaire de Netherburn, en Écosse, la municipalité a choisi un éclairage 100 % LED pour les quatre salles de classe, la salle de sport, les cuisines, les bureaux, les circulations et les sanitaires. Pour ce projet, Thorn a installé 108 luminaires LED de 48 W et 50 downlights LED offrant un indice de rendu

des couleurs supérieur à 90. Le système de contrôle de l'éclairage des salles de classe a permis de baisser encore les consommations, portant à 45 % les économies réalisées sur les coûts de fonctionnement tout en conservant le même niveau d'éclairage. De plus, grâce à la longue durée de vie des sources de lumière, les opérations de maintenance sont réduites au minimum, ce qui permet de supprimer les coûts associés.

DES LOCAUX « ANNEXES » À NE PAS NÉGLIGER DANS LE PROJET D'ÉCLAIRAGE

Les autres locaux des écoles sont, eux aussi, soumis à des exigences en matière d'éclairage. Dans les réfectoires, par exemple, la norme NF EN 12464 préconise un niveau d'éclairage de 200 lux avec un UGR < 22, tandis que dans les escaliers, 150 lux sont nécessaires. Dans les sanitaires la détection de présence est désormais inévitable pour assurer une extinction dès que les locaux sont inoccupés. Quant aux bibliothèques, les niveaux d'éclairage y sont plus élevés, puisque la norme demande 500 lux dans les salles de lecture et 200 lux entre les étagères, avec, dans les deux cas, un UGR < 19.

Dans les gymnases aussi, l'éclairage joue un rôle déterminant. Pour Éric Jacquot (Trilux) : « *L'éclairage d'une salle de sport exige beaucoup de flexibilité car les situations d'entraînement, voire de compétition, des divers sports nécessitent des conditions d'éclairage différentes. Les luminaires doivent pouvoir résister aux impacts des ballons, et être d'un entretien facile, tout en répondant aux exigences d'efficacité énergétique du projet.* »

Pour l'éclairage extérieur, tout dépend du milieu géographique et du type d'établissement : un collège ou un lycée sera plus probablement éclairé en milieu rural qu'urbain, et en particulier s'il dispose d'un internat.



©Thorn – Ecole de Netherburn en Ecosse.
Avant rénovation, 11 luminaires étaient nécessaires pour obtenir un niveau d'éclairage de 400 lux avec une puissance installée de 14,10 W/m².
Aujourd'hui, la puissance installée est de seulement 7,69 W/m² pour le même niveau d'éclairage.

« Les collectivités ont beaucoup à gagner en favorisant la gestion de l'éclairage dans les écoles, la variation en fonction de la lumière du jour dans les salles de classe et la détection de présence dans les couloirs : un meilleur confort pour les élèves et une facture d'électricité réduite. »

BRUNO LAFITTE – INGÉNIEUR ADEME

LYCÉE À CHAUMONT : UNE DÉMARCHE HQE

Pour la réhabilitation de l'établissement scolaire Eugène-Decomble (Chaumont – 52), une démarche haute qualité environnementale (HQE) a été appliquée aux nouveaux locaux. Une attention particulière a été portée à l'éclairage, qui représentait le premier poste de consommation d'énergie.

Le lycée Eugène-Decomble est le résultat de la fusion des deux lycées professionnels chaumontais Ashton et Haut-du-val. Il accueille 431 élèves qui se préparent aux formations professionnelles dans les filières de l'automobile, de l'industrie, du bâtiment et des travaux publics, ainsi que des systèmes électroniques numériques.

Le projet de restructuration a consisté à réorganiser la totalité du site Ashton sur une surface d'environ 23 000 m² pour en faire une vitrine de l'écoconstruction et du développement durable. C'est donc une solution entièrement LED qui a été proposée pour les circulations, l'internat et les salles de classe.

« Afin de répondre au mieux au cahier des charges qui reposait essentiellement sur la performance énergétique, nous avons proposé les luminaires LED pilotés par le système de gestion Organic Response », explique Angélique Morel, chef de marché chez Feilo Sylvania. Les vingt-cinq salles de cours sont donc équipées d'encastres LED en deux versions selon les dimensions de la salle : 150 appareils d'un flux lumineux de 3 170 lm (30 W) et 100 luminaires avec un flux de 4 700 lm (45 W). Afin d'assurer le meilleur confort visuel aux élèves, les optiques sont équipées d'une grille très basse luminance et d'un diffuseur micro-prismatique. Le niveau d'éclairage obtenu sur les tables est de 450 lux, maintenus quels que soient les apports de lumière du jour grâce à la détection de luminosité. Dans chaque luminaire, sont intégrés une cellule de

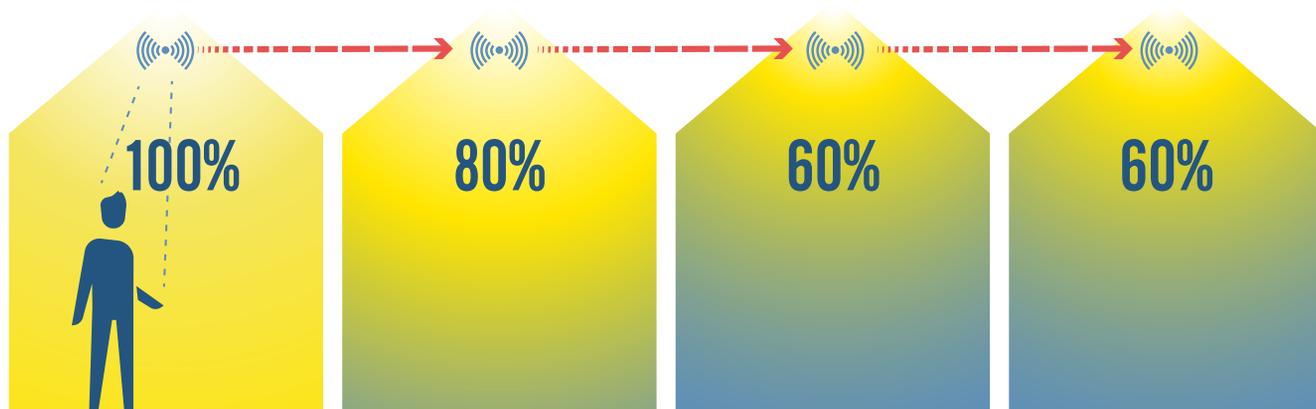


© Feilo Sylvania

détection de présence et de luminosité ainsi qu'un émetteur et un récepteur infrarouge.

Le système fonctionne sans fil, chaque appareil étant équipé de ses propres capteurs et contrôleurs pour interagir avec les luminaires voisins. Le câblage lors de l'installation s'en trouve tout autant simplifié.

Pour adapter l'éclairage à une situation particulière, les enseignants peuvent toujours prendre la main et piloter le système via une télécommande, une tablette ou un smartphone.



1 – Dès qu'une personne pénètre dans la salle de cours, le premier luminaire s'allume instantanément à 100 %

2 – et envoie (par infrarouge) une information aux luminaires à proximité, qui s'allument à 80 %.

3 – Ceux-là transmettent à leur tour le signal aux luminaires suivants, qui s'allument à 60 %.

NORMES ET TEXTES RÉGLEMENTAIRES EN VIGUEUR :

Code du travail : les obligations des chefs d'établissements et des maîtres d'ouvrages concernant l'éclairage des lieux de travail sont énoncées en particulier aux articles R4213-1 à R4231-4 et R4223-1 à R42236-11

Arrêté du 19 novembre 2001 : Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public. Le chapitre VIII concerne l'éclairage.

Arrêté du 3 mai 2007 : relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants : il est applicable pour tous travaux à partir de 100 m². L'article 40 concerne l'éclairage.

Arrêté du 8 décembre 2014 : fixe les dispositions prises pour l'application des articles R. 111-19-7 à R. 111-19-11 du Code de la construction et de l'habitation et de l'article 14 du décret n° 2006-555, relatives à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public situés dans un cadre bâti existant et des installations existantes ouvertes au public. L'article 14 concerne l'éclairage.

Le décret 2014-928 du 19 août 2014 : relatif aux Déchets d'Équipements Electriques et Electroniques (DEEE) et aux équipements électriques et électroniques usagés qui codifie en droit français la directive européenne DEEE 2012/19/UE, relative à la collecte et au recyclage de ces déchets.

Circulaire « État exemplaire » du Premier ministre (3 décembre 2008), la fiche 16 décrit pour l'éclairage la prise en compte du développement durable dans les achats publics de l'État à travers un cahier des charges type de marchés de fournitures ou de travaux.

Norme européenne NF EN 12464-1 : Éclairage intérieur des lieux de travail : la norme indique des niveaux moyens d'éclairement à maintenir, c'est-à-dire qui doivent être atteints quel que soit l'âge de l'installation.

Norme NF C 15-100 : définitions de la mise en œuvre des luminaires dans les installations fixes ainsi que leur alimentation électrique.

POURQUOI EST-IL NÉCESSAIRE DE RÉNOVER L'ÉCLAIRAGE DES ÉCOLES ?

« L'École est un des enjeux prioritaires de la collectivité. Offrir un environnement de qualité aux élèves tout en maîtrisant les coûts liés aux bâtiments et à leur exploitation, voilà le double défi auquel sont confrontés les élus, au service des générations futures. Aujourd'hui, les nouvelles technologies d'éclairage apportent des solutions : une meilleure performance des élèves, une réelle réduction des consommations d'énergie et un entretien simplifié. Nous vous les présentons ici. »

BENJAMIN AZOULAY – PRÉSIDENT DU SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE



© Etap

SYNDICAT DE

L'ÉCLAIRAGE

17, rue de l'Amiral Hamelin
75783 Paris cedex 16

01 45 05 72 72

Pour en savoir plus sur le Syndicat de l'éclairage et consulter sa documentation :

WWW.SYNDICAT-ECLAIRAGE.COM



@SYNDECLAIRAGE



ECLAIRER POUR AVANCER