

La Lumière

un puissant stimulus biologique

La lumière, infime partie visible du spectre électro-magnétique, est une composante essentielle de notre environnement physique. Au cours des trois dernières décennies, la lumière perçue par l'œil a été reconnue comme un puissant stimulus biologique, comportemental et thérapeutique. En 2002, la découverte d'un photo-récepteur rétinien non visuel par David Berson et son équipe américaine de chercheurs en neuro-sciences annonce des avancées très importantes dans la compréhension de l'action neuro-endocrinienne et circadienne de la lumière.

LEXIQUE

Circadien : période d'environ 24 heures.

Éclairement : flux lumineux reçu par une surface. Son unité est le lux, équivalent à 1 lumen/m². Se mesure avec un luxmètre.

Luminance : flux lumineux émis ou réfléchi, dans une direction donnée, par unité de surface vue. S'exprime en candela par mètre carré (cd/m²) et se mesure avec un luminance-mètre.

Neuro-transmetteur : molécule qui sert de signal de communication entre neurones.

Système endocrinien : ensemble de glandes qui sécrètent diverses hormones.

Système neuroendocrinien : ensemble d'hormones du système nerveux.

Température de couleur : teinte dominante d'une source lumineuse, elle se mesure en Kelvin (K). La teinte apparente d'une source lumineuse varie du rouge orangé d'un soleil couchant (2 000 K) au blanc bleuté d'un ciel boréal (10 000 K).

Pendant de nombreuses années, les recommandations d'éclairage ont été fondées uniquement sur la visibilité et la sécurité. Les objectifs se sont ensuite élargis aux performances visuelles, à l'esthétique des espaces et aux économies d'énergie. L'éclairage d'un bâtiment, qu'il soit naturel ou artificiel, a un impact sur ses occupants à travers deux systèmes biologiques, le visuel et le circadien, que les caractéristiques physiques de la lumière affectent de manière différente. Diminuer les surfaces vitrées dans l'unique objectif des performances énergétiques ou considérer le seul confort visuel, c'est négliger les récents apports des neuro-sciences. En effet, diverses études montrent que la dose quotidienne de lumière du jour reçue par les individus dans les pays industrialisés serait trop faible.

Il était une fois la vue

L'information que nous apporte la vision sur notre environnement résulte de l'interaction de plusieurs facteurs. À partir des stimulations provenant des deux yeux, le cerveau élabore la perception de l'espace environnant et permet de distinguer les formes et les détails, les contrastes, les couleurs, le relief, les distances, les mouvements, l'étendue du champ de vision. Les stimuli lumineux sont traités par le cerveau en relation avec d'autres informations présentes ou mémorisées. Des facteurs personnels comme l'expérience, l'état

physique, psychologique et intellectuel – lié aux paramètres environnementaux tels que les sons et les odeurs –, interviennent dans l'interprétation de ces sensations pour déboucher sur le geste, le mouvement et l'action. La vision *photopique*, diurne ou par bon éclairage, dépend d'un type de cellules rétinienne, les cônes, qui assurent la perception des trois couleurs primaires de la lumière : le rouge, le vert et le bleu. Enfin, la vision *scotopique*, nocturne ou par faible éclairage, est assurée par les bâtonnets sensibles aux très basses intensités lumineuses. Ces derniers évaluent la luminance, tandis que les cônes identifient la teinte.

Favoriser les performances visuelles

Aujourd'hui, près de 80 % des lieux de travail ne répondent pas aux normes d'éclairagisme. L'éclairement d'une surface, mesuré en lux, doit être suffisant et adapté à la tâche à accomplir, mais il n'est pas le paramètre principal. Les capacités visuelles sont surtout affectées par la lumière qui parvient aux yeux par l'intermédiaire de la zone ou de l'objet éclairé. La mesure de la luminance évalue les risques d'éblouissement quand elle



En décembre 2007, Aéroports de Paris proposait une séance express de luminothérapie en salle d'embarquement aux passagers au départ d'Orly et Roissy Charles-de-Gaulle.



est élevée et de gêne quand les rapports de luminances sont trop importants. Les différences de luminance, c'est-à-dire les contrastes, sont d'importants stimuli rétiniens qui mettent en jeu la dopamine, neuro-transmetteur majeur du cerveau. Les performances visuelles dépendent de nombreux facteurs : la lumière naturelle disponible, la pollution locale qui réduit l'intensité lumineuse et dénature la

La découverte d'un troisième capteur rétinien photosensible qui ne participe pas à la vision rendra nécessaire le développement d'un nouveau système de mesure des besoins de lumière.

composition spectrale, le rayonnement réfléchi par l'environnement extérieur, l'orientation des locaux, l'architecture, les ouvertures, les vitrages, les occultations, la qualité des surfaces intérieures, la couleur des murs et du sol et la disposition, la nature et la qualité de l'éclairage artificiel. Ainsi, outre l'apport de lumière naturelle, les baies vitrées maintiennent le contact avec le monde extérieur en donnant, par la variation de la lumière, une information temporelle. Elles permettent une vision de loin qui ne demande pas d'effort d'accommodation pour former une image nette sur la rétine et diminuent de ce fait la tension musculaire, source de fatigue oculaire. Aucune échappée visuelle sur l'environnement n'est possible dans des locaux à éclairage zénithal exclusif ou équipés uniquement d'impostes situées en hauteur.

L'enjeu biologique

Avec la découverte d'un troisième capteur rétinien photo-sensible qui ne participe pas à la vision, il va devenir nécessaire de développer un nouveau système de mesure des besoins de lumière, des technologies et des normes adaptées. Ces photo-récepteurs sont des cellules ganglionnaires « géantes » qui contiennent un pigment photo-sensible,

la mélanopsine, dont le pic de sensibilité spectrale se situe dans les longueurs d'onde bleues et non dans le jaune-vert, comme les cônes. La mélanopsine apporte au cerveau une autre forme de représentation de la lumière qui n'est pas la création d'une image. Elle donne ainsi une information précise de luminosité qui module la sécrétion de mélatonine de l'épiphyse. Cette hormone, synthétisée uniquement dans l'obscurité, modifie les rythmes circadiens dans le sens d'une avance ou d'un retard de phase de l'ensemble des sécrétions endocriniennes. La

mélatonine est le messager hormonal du temps. Elle inhibe la croissance des cellules cancéreuses et stimule l'immunité favorisant la production d'anticorps. Elle agit sur l'humeur et le comportement. L'exposition oculaire à la lumière induit ainsi de multiples réponses, neuro-endocriniennes et neuro-comportementales qui sont la base de la chrono-biologie et la chrono-psychologie.

Systèmes circadien et visuel stimulés par une lumière différente

L'activation du système circadien paraît nécessiter une intensité lumineuse plus élevée que le système visuel. En effet, un niveau minimum d'éclairement de 1 000 lux est considéré comme le paramètre essentiel de suppression de la sécrétion de mélatonine. Une demi-heure quotidienne hors des bâtiments pourrait suffire à une meilleure synchronisation des rythmes biologiques. À la différence de la vision, la régulation circadienne est sous la dépendance d'une lumière de longueur d'ondes plus courte, correspondant à la composante bleue du spectre. Cette lumière modifie l'activité cérébrale et augmente l'éveil et la vigilance. Dans les immeubles de bureaux, de nouveaux tubes fluorescents sont proposés avec une

température de couleur froide de 8 000 K et même 17 000 K, mais de telles applications sont prématurées en l'absence d'une définition de la lumière circadienne.

Le danger de la lumière nocturne

Si des recherches sont indispensables pour déterminer les modalités d'éclairage susceptibles d'offrir plus de bien-être, les effets négatifs de la lumière artificielle sur le système circadien, en particulier la nuit, sont maintenant reconnus dans les pays industrialisés. Une lumière d'intensité très faible, inférieure à 10 lux, n'a pas d'effet perturbateur. Mais, plus intense, elle altère les cycles du sommeil, supprime la production de mélatonine et perturbe la régulation des gènes impliqués dans le développement des tumeurs. Le travail de nuit accroît le risque de cancer du sein chez les hôtesse de l'air et les infirmières. En décembre 2007, le Centre international de recherche sur le cancer a donc classé en cancérigène probable (2A) le travail décalé en raison du dysfonctionnement du système circadien qu'il provoque.

L'approche courante de l'éclairage a évolué dans un contexte de compréhension incomplète des capacités photo-réceptives de la rétine. Pour optimiser l'impact de l'éclairage architectural sur les systèmes visuel et non visuel, l'innovation technologique dépend des capacités des appareils de mesure et d'une meilleure connaissance du rôle du nouveau système photo-sensoriel sur les performances et le bien-être. ☒

suzanne déoux
médecin, consultante,
formatrice santé-environnement bâti MEDIECO,
auteur de plusieurs ouvrages dont
Le Guide de l'habitat sain
Professeur associé à l'Université d'Angers
master Stratégies santé dans le bâtiment.

i

Pour en savoir plus
- NF EN 12464-1. Lumière et éclairage –
Éclairage des lieux de travail. Partie 1 : Lieux
de travail intérieurs.
- NF X 35-103. Principes d'ergonomie visuelle
applicables à l'éclairage des lieux de travail.