



L'EXPÉRIENCE DE LA
LUMIÈRE NATURELLE

HORLOGE BIOLOGIQUE,
LUMIÈRE, SOMMEIL
ET SANTÉ

ARCHITECTURE
POUR LE BIEN-ÊTRE
ET LA SANTÉ

DA

LUMIÈRE DU JOUR & ARCHITECTURE
MAGAZINE PAR VELUX GROUP

L'EXPÉRIENCE DE LA LUMIÈRE NATURELLE

Un nombre considérable de recherches montre que les gens préfèrent les espaces éclairés par la lumière naturelle à ceux qui manquent de lumière naturelle. Pourquoi ? S'il y a suffisamment de lumière, pourquoi les gens préféreraient-ils une source à une autre ? Pour répondre à cette question, nous devons comprendre la relation évoluée entre les humains et la lumière naturelle.

Par Judith Heerwagen
Photographie de Gerry Johansson

IMAGINEZ QUE VOUS voyagiez d'un campement à l'autre, toute votre vie. Vous et votre petit groupe de chasseurs-cueilleurs vous réveillez avec les premières lueurs naturelle. Vous restez autour des braises du camp, mangez les restes de la veille et discutez des activités alimentaires de la journée. Au moment où le soleil est bien levé, vous allez dans la brousse, identifiez les fruits et les baies comestibles et chassez des animaux grâce à la lumière naturelle. À midi, le soleil est brûlant et vous cherchez l'ombre d'une forêt pour vous réfugier et vous reposer. Tout en mangeant des noix et des baies, vous étudiez l'horizon où de gros nuages d'orage ont commencé à se former. Vous êtes loin du camp et devez rentrer. Des nuages sombres se rassemblent, dissimulant le soleil mais offrant des rayons de lumière spectaculaires au loin. La pluie est violente, mais brève ; vous vous blottissez sous un rocher affleurant pour vous protéger. Tandis que vous rentrez, les nuages commencent à se disperser et un arc-en-ciel illumine le ciel pour signaler la fin de la tempête. Vous rentrez au camp juste à temps pour le dîner. Vous discutez des événements de la journée autour du feu de camp alors que le soleil commence à se coucher, peignant le ciel d'orange et de rose. La grisaille qui accompagne le crépuscule cache les détails du paysage ; il devient plus difficile de discerner ce qui se passe au-delà du campement. Bientôt, il fait nuit et tout le monde se rassemble autour du feu pour trouver de la chaleur, de la lumière et de la compagnie avant d'aller se coucher sous la douce lumière de la lune.

LA LUMIÈRE NATURELLE SELON UNE PERSPECTIVE ÉVOLUTIONNISTE
Avant l'avènement des bâtiments, les humains vivaient immergés dans la nature. Les activités quotidiennes étaient aidées ou limitées par la présence ou l'absence de

lumière naturelle et par les qualités de lumière qui signalaient l'heure et le temps. Nos systèmes physiologiques, en particulier nos cycles veille-sommeil, étaient en phase avec les rythmes diurnes de la lumière naturelle, tout comme nos réactions émotionnelles à la lumière et aux ténèbres. La préférence forte et constante pour la lumière naturelle dans nos environnements construits aujourd'hui suggère que les pressions de l'évolution influencent probablement nos réactions.

Bien que l'interaction de tous nos systèmes sensoriels ait été importante pour la survie, le système visuel est notre principal mode de collecte d'informations. Ainsi, la lumière a donc dû jouer un rôle important dans le traitement des informations et la survie. Dans les habitats ancestraux, la lumière avait probablement plusieurs fonctions clés pertinentes pour la conception et l'exploitation des environnements bâtis. Il s'agit notamment des suivantes :

- *Indicateur de temps.* La lumière naturelle change de manière significative au cours de la journée, fournissant un signal temporel crucial pour la survie tout au long de l'histoire humaine. Être dans un endroit sûr quand le soleil se couchait n'était pas une mince affaire pour nos ancêtres, et cela reste important pour le bien-être humain.

- *Indicateur de temps.* La lumière change aussi avec la météo, des couleurs sombres et sinistres des tempêtes aux arcs-en-ciel et aux rayons de lumière lorsque les nuages se dissipent et se retirent. Prêter attention à la variabilité de la lumière et sa relation avec les changements climatiques aurait été très adaptatif (Orians et Heerwagen, 1992).

- *Signal de perspective et refuge.* Les sentiment

Les vues vers l'extérieur constituent un critère de qualité important pour les espaces architecturaux, et pas seulement dans les immeubles de bureaux.

de perspective est signalé par la luminosité lointaine et le refuge est signalé par l'ombre (Appleton, 1975, Hildebrand, 1999). La luminosité au loin facilite l'évaluation et la planification, car elle permet de percevoir les informations suffisamment à l'avance pour pouvoir prendre des mesures. Les environnements à haut potentiel comprennent des vues ouvertes sur l'horizon et un ciel lumineux (« grand ciel »). Un sentiment de refuge est fourni par les ombres provenant de la canopée des arbres, des surplombs de falaises ou d'autres formes naturelles. Mottram (2002) suggère que permettre aux yeux de se reposer sur l'infini (que l'horizon représente visuellement) peut être bénéfique, même si la vue est manipulée de manière perceptible à travers des images visuelles plutôt que des vues distantes réelles. Ainsi, notre attirance naturelle pour l'horizon pourrait être satisfaite de nombreuses manières par la manipulation de la lumière et des images appliquées aux surfaces verticales.

- *Signal de sécurité, de chaleur et de confort.* Bien que nous considérions généralement le soleil comme la principale source de lumière dans le milieu naturel, le feu servait également de source de lumière et de confort, à la fois physique et psychologique. L'anthropologue et médecin Melvin Konner (1982) suggère que le feu de camp remplissait d'importantes fonctions cognitives et sociales dans les sociétés humaines en développement. Le feu de camp a prolongé la journée, permettant aux gens de se concentrer non seulement sur la recherche quotidienne de nourriture et d'éviter les prédateurs, mais aussi sur l'avenir, la planification et l'établissement de relations sociales, grâce aux récits et au partage des expériences du quotidien.



L'homme a un besoin inné d'être en contact avec la nature. L'acceptation des bâtiments dépend donc essentiellement de la mesure dans laquelle ils permettent un contact avec l'environnement extérieur.

- *Aide au traitement périphérique.* La lumière fournit également des informations sur ce qui se passe au-delà de l'espace immédiat occupé. Elle illumine l'environnement environnant qui affecte continuellement notre système de traitement périphérique. L'importance de la lumière périphérique est évidente lorsque l'on voit l'inconfort que ressentent de nombreuses personnes lorsqu'elles se trouvent dans un espace éclairé avec un faible éclairage sur les bords, ce qui conduit à une perception de tristesse. Les chercheurs en éclairage suggèrent que les réponses négatives à la morosité peuvent être associées à sa fonction naturelle en tant que signal d'alerte précoce indiquant que les conditions visuelles se détériorent (Shepherd et al, 1989).

- *Synchronisation des rythmes biologiques et sociaux.* Nous sommes une espèce diurne, la lumière joue donc un rôle critique dans nos cycles veille-sommeil et synchronise également les activités sociales. Bien que nous puissions maintenant modifier notre cycle d'activité avec l'utilisation de la lumière électrique, des études montrent néanmoins que le travail de nuit est toujours difficile et entraîne souvent de la somnolence, des troubles du sommeil, des troubles de l'humeur et des difficultés cognitives supérieures au travail (Golden et al, 2005). Certaines installations de travail de nuit utilisent une lumière intérieure vive pour modifier les rythmes biologiques et accroître la vigilance. Il est également prouvé que les personnes souffrant de dépression saisonnière préfèrent se trouver dans des espaces lumineux (Heerwagen, 1990). En résumé, la lumière fournit des informations pour l'orientation, la sécurité et la surveillance, l'interprétation des signaux

sociaux, l'identification des ressources et la sensibilisation aux dangers. Qu'il s'agisse de la couleur changeante de la lumière associée aux couchers de soleil ou aux tempêtes, du mouvement du feu ou de la foudre, de la luminosité au loin qui facilite la planification et le mouvement ou de l'éclat de la lumière qui se reflète sur l'eau, tous ces aspects de la lumière ont joué un rôle pour aider nos ancêtres à prendre des décisions sur les endroits où se rendre, comment se déplacer dans l'environnement, quoi manger et comment éviter les dangers.

EXPÉRIENCE HUMAINE DE LA LUMIÈRE NATURELLE DANS L'ENVIRONNEMENT BÂTI
Auvu de l'immersion de l'Homo sapiens dans un environnement naturellement éclairé au cours de notre histoire évolutive, il n'est pas surprenant que les occupants du bâtiment profitent des caractéristiques mêmes qui caractérisent la lumière naturelle dans les paysages naturels.

Les études sur les immeubles de bureaux montrent une forte préférence pour les espaces éclairés par la lumière naturelle et pour les caractéristiques spécifiques de cette lumière. Une étude sur sept immeubles de bureaux dans le nord-ouest du Pacifique (Heerwagen et al, 1992) montre que plus de 83% des occupants ont dit «aimer» la lumière naturelle et du soleil dans leur espace de travail, et apprécier les variations saisonnières de cette lumière. Fait intéressant, la conception de la lumière naturelle vise généralement à empêcher les rayons directs du soleil de pénétrer dans les zones de travail en raison de l'éblouissement et du gain de chaleur.

Lors de l'examen des données par rapport à l'emplacement de l'occupant, 100% des bureaux situés dans des bureaux d'angle ont déclaré que la quantité de lumière était «parfaite», tout comme plus de 90% des bu-

reaux le long de murs de fenêtres dans des espaces en dehors des angles. Même ceux qui se trouvaient dans des positions plus intérieures étaient satisfaits de la lumière naturelle, du moment qu'ils pouvaient regarder un espace éclairé par cette lumière.

LUMIÈRE NATURELLE ET TRAVAIL
Nous savons que les gens aiment être dans des espaces éclairés par la lumière naturelle et qu'ils aiment la lumière du soleil à l'intérieur. Cependant, lorsque les occupants de l'étude susmentionnée ont été interrogés sur la lumière à des fins professionnelles, seuls 20% ont déclaré que la lumière naturelle était suffisante pour le travail. La grande majorité a déclaré utiliser un plafonnier électrique «habituellement» ou «toujours» pour compléter la lumière naturelle.

Même ceux qui considéraient la lumière naturelle comme «parfaite» utilisaient aussi régulièrement des lampes électriques. Bien que les raisons de cette situation ne soient pas claires, des preuves anecdotiques suggèrent que les occupants complètent également la lumière naturelle avec des lampes de travail. Il est possible que la lumière électrique, qu'elle soit de plafond ou de tâche, réduit les contrastes d'éclairage sur les surfaces de travail, ce qui rend certains travaux visuels difficiles.

Une évaluation post-occupation du premier bâtiment LEED Platinum aux États-Unis, le Philip Merrill Environmental Center, montre une très grande satisfaction vis-à-vis de la lumière naturelle, malgré des problèmes d'inconfort visuel (Heerwagen et Zagreus, 2005). Cela suggère que les gens peuvent apprécier les avantages psychologiques de la lumière naturelle, même lorsque celle-ci crée des difficultés pour le travail en raison de l'éblouissement et de la répartition inégale de la lumière.

Certes, les types de tâches visuelles que

Les vues sur l'extérieur comptent parmi les critères les plus importants pour l'acceptation des bâtiments. Tout en offrant de la variété dans la routine quotidienne de la vie, elles aident également à prévenir les sentiments de claustrophobie.



nous effectuons dans les environnements de travail actuels sont très différents des tâches quotidiennes de nos ancêtres. La cuisson, la fabrication d'outils, la conversation, la recherche de nourriture et la chasse peuvent être efficacement réalisées dans une large gamme de conditions lumineuses. En revanche, la lecture et le travail sur ordinateur requièrent une acuité visuelle beaucoup plus importante, qui peut être plus difficile dans certains environnements éclairés par la lumière naturelle. Cependant, un environnement uniformément éclairé qui peut être approprié pour le travail de bureau présente un manque de lumière naturelle, qui possède une valeur psychologique, et peut-être biologique.

ATTITUDES ENVERS LA LUMIÈRE NATURELLE ET LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE
Une étude sur des employés de bureau dans un grand immeuble de Seattle a demandé aux personnes interrogées de comparer les avantages relatifs de la lumière naturelle et de la lumière électrique pour le confort psychologique, la santé générale, la santé visuelle, la performance professionnelle, les tâches nécessitant une observation précise et l'esthétique du bureau (Heerwagen et Heerwagen, 1986).

Les résultats montrent que les personnes interrogées ont jugé la lumière naturelle meilleure que la lumière électrique pour toutes les variables, en particulier pour le confort psychologique, la santé et l'esthétique. Ils ont évalué la lumière naturelle et la lumière électrique comme équivalentes pour les tâches visuelles.

Au moment de cette étude en 1986, il y avait peu de preuves reliant la lumière naturelle à la santé. Depuis lors, de nombreuses recherches ont été menées sur le lien entre la lumière et la santé, en grande partie axées sur le système circadien et le trouble affectif saisonnier. Une

grande partie de ce travail a été menée en milieu clinique avec la photothérapie. Ce numéro contient un examen de ce sujet, qui ne sera donc pas traité ici.

Cependant, nous mentionnerons une étude en laboratoire qui a étudié les préférences d'éclairage des sujets atteints de trouble affectif saisonnier (TAS) par rapport à des sujets n'ayant pas connu de changements saisonniers d'humeur ou d'autres comportements (Heerwagen, 1990). Ceux qui connaissaient des changements saisonniers ont opté pour des niveaux de luminosité nettement plus élevés pour toutes les sources d'éclairage que pour ceux qui n'en souffraient pas. Cela suggère que les personnes qui souffrent de TAS peuvent en effet être « affamées de lumières » et peuvent bénéficier d'environnements intérieurs avec des niveaux de lumière naturelle élevés, tels que des atriums, des solariums et des emplacements proches des fenêtres.

Mais que savons-nous des autres effets sur la santé par la lumière naturelle dans l'environnement bâti? Les recherches menées en milieu hospitalier sur la relation entre les niveaux de lumière naturelle dans une chambre et les résultats sur les patients ont montré que les patients bipolaires dans les chambres lumineuses et orientées vers l'est restaient en moyenne 3,7 jours de moins que ceux dans les chambres orientées à l'ouest (Benedetti et al., 2001). Beauchamin et Hays (1996) ont obtenu des résultats similaires pour les patients hospitalisés en psychiatrie ; les personnes dans les chambres les plus lumineuses sont restées à l'hôpital 2,6 jours de moins en moyenne. Cependant, aucune de ces études ne fournit de données sur les niveaux de lumière réels dans les chambres des patients ou sur la lumière entrant dans la rétine. Il est donc difficile de tirer des conclusions sur les niveaux d'exposition.

Des recherches plus récentes dans un

hôpital de Pittsburgh ont mesuré les niveaux de luminosité des chambres. Walch et al. (2005) ont étudié 89 patients ayant subi une chirurgie cervicale et spinale. La moitié des patients étaient situés du bon côté de l'hôpital, tandis que l'autre moitié se trouvait dans une aile d'hôpital avec un bâtiment adjacent qui bloquait le soleil. L'équipe d'étude a mesuré les types de médicaments et leur coût, ainsi que l'état psychologiques le lendemain de la chirurgie et à la sortie. Les chercheurs ont également effectué des mesures photométriques approfondies de la lumière dans chaque pièce, y compris les niveaux de lumière à la fenêtre, sur le mur opposé au lit du patient et à la tête du lit (qui aurait été probablement au niveau des yeux du patient). Les résultats ont montré que les rayons du soleil présentaient une intensité lumineuse supérieure de 46% dans les pièces plus lumineuses. Les patients dans les chambres les plus lumineuses ont pris également 22% d'analgésiques en moins par heure et ressentaient moins de stress et légèrement moins de douleur. Cela a entraîné une diminution de 21% des coûts des médicaments pour les personnes dans les pièces les plus lumineuses. Les mécanismes liant la lumière vive à la douleur sont cependant inconnus.

Parmi les autres avantages potentiels de la lumière naturelle à l'intérieur de la maison, citons l'amélioration de la vitalité, la diminution de la somnolence diurne et la réduction de l'anxiété. Par exemple, une enquête à grande échelle sur l'exposition des employés de bureau à la lumière pendant l'hiver en Suède montre que l'humeur et la vitalité ont été améliorées chez les personnes en bonne santé exposées à la lumière naturelle (Partonen et Lönngvist, 2000). Une autre étude montre qu'une demi-heure d'exposition à la lumière naturelle en s'asseyant à côté des fenêtres réduit la somnolence de l'après-midi

Judith Heerwagen, Ph.D., est psychologue environnementale à Seattle, dans l'État de Washington. Elle est membre du corps professoral affilié au département d'architecture de l'Université de Washington où elle a co-animé des séminaires sur la conception et la durabilité bio-inspirées. Elle a écrit et donné de nombreuses conférences sur les facteurs humains de la conception durable, y compris la santé, les impacts psychologiques et la productivité. Elle est co-éditrice de *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life* (Wiley, 2008).

chez les adultes en bonne santé (Kaida et al., 2006). Dans cette étude, les niveaux de lumière naturelle allaient d'environ 1 000 lux à plus de 4 000, en fonction des conditions du ciel. Kaida et al. ont constaté que la lumière naturelle était presque aussi efficace qu'une courte sieste pour réduire la somnolence normale après le déjeuner et accroître la vigilance.

LA LUMIÈRE NATURELLE EST-ELLE BIOPHILE ?

E.O. Wilson a popularisé le terme de « biophilie » en 1984 avec la publication de son livre, *Biophilia*. Il y décrit la biophilie comme étant la tendance humaine à s'affilier à des processus de vie et réalistes. Wilson n'a jamais complètement expliqué ce qu'il entendait par « processus réalistes ». Cependant, si nous considérons les caractéristiques de la vie, nous pouvons considérer que la lumière naturelle partage certaines de ces caractéris-

tiques. La lumière naturelle augmente au fil de la journée tandis que le soleil se déplace dans le ciel ; il change de couleur et d'intensité, nourrit la vie, son absence la nuit provoque un changement de comportement et l'allongement de la journée après les longs mois d'hiver évoque un sentiment de bien-être.

Wilson et d'autres décrivent la biophilie comme une adaptation évoluée liée à la survie. Les preuves citées dans cet article suggèrent que la lumière naturelle, en plus d'être « réaliste », a des effets bénéfiques profonds sur la santé et sur le plan psychologique qui peuvent être difficiles à supporter dans des environnements à éclairage électrique. De toute évidence, nous pouvons concevoir des intérieurs avec une lumière électrique qui change d'intensité et de couleur au fil du temps et qui imite d'autres caractéristiques de la lumière naturelle. Mais ce sera-t-il pareil ? Les environnements éclairés électriquement peuvent-ils

La lumière naturelle sur le lieu de travail ne consiste pas seulement à voir. Des enquêtes ont montré que les gens accordent une grande valeur à la lumière naturelle, même si cela nuit en fait à la vision.

offrir les mêmes avantages biologiques que la lumière naturelle ? Nous ne connaissons pas encore les réponses à ces questions, mais nous savons que ces efforts consomment plus d'énergie et sont plus coûteux.

Les qualités vitales et réalistes de la lumière naturelle suggèrent fortement qu'elle est un besoin humain fondamental, et non une ressource à utiliser ou à éliminer au gré du maître d'ouvrage ou du concepteur. La présence de lumière naturelle et de lumière solaire dans les bâtiments affecte clairement notre expérience psychologique et physiologique du lieu. Son absence crée des espaces sans vie, fades et indifférents qui nous déconnectent de notre héritage biologique.

References

Appleton, J. 1975. *The Experience of Landscape*. London: Wiley.

Beauchemin, K.M. and Hayes, P. 1996. Sunny hospital rooms expedite recovery from severe and refractory depressions. *Journal of Affective Disorders*, 40(1): 49-51.

Appleton, J. 1975. *The Experience of Landscape*. London: Wiley.

Beauchemin, K.M. and Hayes, P. 1996. Sunny hospital rooms expedite recovery from severe and refractory depressions. *Journal of Affective Disorders*, 40(1): 49-51.

Benedetti, F., Colombo, C., Barbini, B., Campori, E., and Smeraldi, E., 2001. Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. *Journal of Affective Disorders*, 62(3): 221-223.

Golden, R.N., Gaynes B.N., Ekstrom, R.D., Hamer, R.M., Jacobsen, R.M., Suppes, T.,

Wisner, K.L. and Nemeroff, C.B. 2005. The efficacy of light therapy in the treatment of mood disorders: a review and meta-analysis of the evidence. *American Journal of Psychiatry*, 162: 656-662.

Heerwagen, J.H. 1990. Affective Functioning, "Light Hunger," and Room Brightness Preferences. *Environment and Behavior*. 22(5): 608-635.

Heerwagen, J. H. and Heerwagen, D.R. 1986. Lighting and Psychological Comfort. *Lighting Design and Application*, 16(4): 47-51.

Heerwagen, J.H. and Zagreus, L. 2005. The Human Factors of Sustainability: A Post Occupancy Evaluation of the Philip Merrill Environmental Center, Annapolis MD. University of California, Berkeley, Center for the Built Environment.

Heerwagen, J.H. and Orians, G.H. 1993. Humans, Habitats and Aesthetics. In

In Kellert, S.R. and Wilson, E.O. (Eds.) *The Biophilia Hypothesis*. Washington DC: Island Press.

Hildebrand, G. 1999. *Origins of Architectural Pleasure*. Berkeley: University of California Press.

Kaida, K., Takahashi, M., Haratani, T., Otsuka, Y., Fukasawa, K. and Nakata, A. 2006. Indoor exposure to natural bright light prevents afternoon sleepiness. *Sleep*, 29(4): 462-469.

Konner, M. 1982. *The Tangled Wing: Biological Constraints on the Human Spirit*. New York: Holt, Rinehart & Winston

Mottram, J. 2002. Textile Fields and Workplace Emotions. Paper presented at the 3rd International Conference on Design and Emotion, 1-3 July, Loughborough, England.

Orians, G.H. and Heerwagen, J.H. 1992. Evolved Responses to Landscapes. In

Barkow, J., Cosmides, L. and Tooby, J. (Eds.). *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*. New York: Oxford University Press.

Partonen, T. and Lönngvist, J. 2000. Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people. *Journal of Affective Disorders*, 57(1): 55-61.

Shepherd, A.J., Jullien, W.G. and Purcell, A.T. 1989. Gloom as a psychophysiological phenomenon. *Lighting Research and Technology*, 21(3): 89-97.

Walch, J.M., Rabin, B.S., Day, R., Williams, J.N., Choi, K. and Kang, J.D. 2005. The effect of sunlight on post-operative analgesic medication use: a prospective study of patients undergoing spinal surgery. *Psychosomatic Medicine*, 67: 156-163.

Wilson, E.O. 1984. *Biophilia*. Cambridge, MA: Harvard University Press.



HORLOGE BIOLOGIQUE, LUMIÈRE, SOMMEIL ET SANTÉ

Depuis un siècle et demi, la lumière artificielle et la restructuration du temps de travail semblent nous avoir « libérés » des cycles diurnes de lumière et d'obscurité que la nature nous impose. Pourtant, des recherches récentes ont montré que cette séparation avec la nature avait un coût considérable, entraînant des problèmes sanitaires et sociaux. Une reconnexion aux rythmes de la nature est donc nécessaire, ce qui aura également une profonde influence sur l'architecture.

Par Russell G. Foster
Illustrations par Ulrika Nilsson Carlsson

NOS VIES SONT régies par le temps, qui nous dit quoi faire. Mais le réveil numérique qui sonne le matin ou la montre-bracelet qui nous indique que nous sommes en retard pour le dîner sont des horloges contre-nature. Notre biologie répond à un rythme profondément plus ancien qui a probablement commencé à se faire sentir tôt dans l'évolution de toute la vie. Les instructions d'une horloge biologique qui marque le passage d'environ 24 heures sont intégrées à nos gènes et à presque toutes les formes de vie sur Terre. Les horloges biologiques ou « horloges circadiennes » (circa signifiant autour, et diem journée) régissent nos habitudes de sommeil, notre vigilance, notre humeur, notre force physique, notre tension artérielle et bien plus encore. Dans des conditions normales, nous observons un schéma de 24 heures de lumière et d'obscurité, et notre horloge circadienne utilise ce signal pour aligner l'horloge biologique sur le jour et la nuit. L'horloge permet donc d'anticiper les différentes exigences de la journée de 24 heures et d'affiner la physiologie et le comportement en prévision des conditions changeantes. La température corporelle chute, la pression artérielle diminue, les performances cognitives se réduisent et la fatigue augmente en prévision du coucher. Avant l'aube, le métabolisme se prépare en prévision d'une activité accrue au réveil.

Peu d'entre nous apprécient ce monde interne, séduits par la liberté apparente de dormir, de travailler, de manger, de boire ou de voyager quand nous le souhaitons. Mais cette liberté est une illusion ; en réalité, nous ne sommes pas libres d'agir indépendamment de l'ordre biologique que transmet l'horloge circadienne. Nous ne pouvons pas livrer les mêmes performances tout au long d'une journée de 24 heures. La vie a évolué sur une planète qui subit de profonds changements de lumière au cours de la journée de 24 heures. Notre biologie anticipe ces changements et doit être exposée au rythme naturel

de la lumière et de l'obscurité pour fonctionner correctement. Pourtant, nous nous détachons de l'environnement en forçant nos nuits à devenir des journées grâce à la lumière électrique, et nous nous isolons dans des bâtiments qui nous protègent de la lumière naturelle. Ce court article étudie certaines des conséquences importantes de notre détachement croissant par rapport au soleil.

LA JOURNÉE EN INTÉRIEUR

À la base du cerveau, dans une structure connue sous le nom d'hypothalamus antérieur, se trouve un groupe d'environ 50 000 neurones appelés noyaux suprachiasmatiques ou NSC. Si cette région est détruite à la suite d'un accident vasculaire cérébral ou d'une tumeur, la rythmicité de 24 heures est perdue et la physiologie est distribuée de manière aléatoire tout au long de la journée. La découverte selon laquelle les neurones NSC individuels, isolés de toutes les autres cellules, montrent des rythmes d'activité électrique proches des 24 heures, a démontré que les mécanismes de base qui génèrent cette journée interne doivent faire partie d'un mécanisme moléculaire sous-cellulaire. À ce jour, environ 14 à 20 gènes et leurs produits protéiques ont été associés à la génération de rythmes circadiens. Au cœur de l'horloge moléculaire se trouve une boucle de rétroaction négative constituée de la séquence d'événements suivante : les gènes de l'horloge sont transcrits et les ARN messagers (ARNm) se déplacent dans le cytoplasme de la cellule et sont traduits en protéines ; les protéines interagissent pour former des complexes, puis se déplacent du cytoplasme dans le noyau et inhibent la transcription de leurs propres gènes ; les complexes protéiques de l'horloge inhibitrice sont alors dégradés et les gènes de base de l'horloge sont à nouveau libres de fabriquer leur ARNm, et donc de nouvelles protéines. Cette boucle de rétroaction négative génère un rythme de production et de dégradation

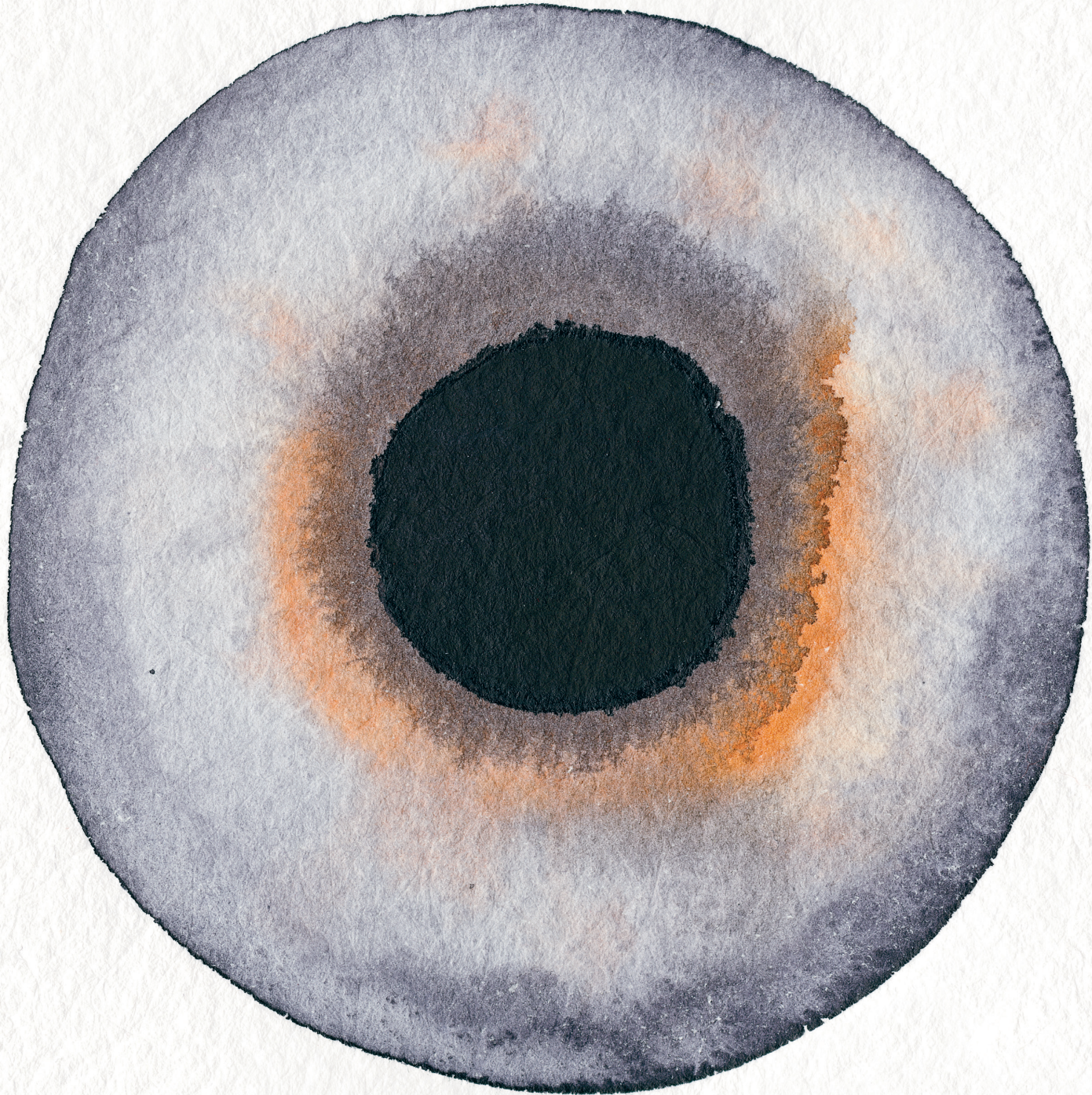
des protéines de près de 24 heures qui code la journée biologique.

L'hypothèse de départ était que les neurones NSC conduisent ou imposent collectivement un rythme de 24 heures sur la physiologie et le comportement. Cependant, la découverte selon laquelle des cellules isolées de presque tous les organes du corps produisent des gènes / protéines de l'horloge selon un schéma circadien a entraîné un changement majeur dans notre compréhension. Nous comprenons maintenant que la NSC agit comme un stimulateur cardiaque principal, en coordonnant l'activité de toutes les horloges cellulaires à la manière d'un chef d'orchestre, en régulant le calendrier des composantes multiples et variées de l'ensemble. En l'absence de NSC, les horloges cellulaires individuelles des systèmes organiques se séparent et les rythmes circadiens coordonnés s'effondrent, un état connu sous le nom de désynchronisation interne. La désynchronisation interne est la principale raison pour laquelle nous nous sentons si mal à cause du décalage horaire. Tous les différents systèmes d'organes, le cerveau, le foie, l'intestin, les muscles, etc., fonctionnent avec un horaire légèrement différent. Ce n'est que lorsque l'horloge interne a été réalignée que nous pouvons fonctionner normalement à nouveau.

NOS HORLOGES BIOLOGIQUES SONT DIFFÉRENTES : GÈNES ET HORMONES ?

Nos horloges biologiques ne sont pas toutes les mêmes. Si vous êtes alerte le matin et que vous allez vous coucher tôt, vous êtes une « alouette », mais si vous détestez le matin et que vous voulez vous coucher tard, vous êtes un « hibou ». Ces termes ont été utilisés pour décrire le phénomène réel de la préférence diurne, les moments où vous préférez dormir et où vous êtes le plus efficace au travail. La préférence diurne est déterminée en partie par nos gènes d'horloge. Des recherches passionnantes au cours des der-

L'œil établit une connexion avec le monde extérieur non seulement pour notre sens de la vue, mais aussi pour notre sens du temps et pour de nombreux processus temporels dans notre corps.



nières années ont montré que de petits changements dans ces gènes ont été liés aux horloges rapides (moins de 24 heures) des alouettes, ou aux horloges plus lentes (plus de 24 heures) des hiboux. Mais nos gènes ne sont pas les seuls à réguler notre préférence diurne. Le rythme du sommeil change de façon marquée avec l'âge. Au moment de la puberté, les heures de coucher et les heures de réveil deviennent de plus en plus tardives. Cette tendance à se lever plus tard se poursuit jusqu'à environ 19,5 ans chez les femmes et 21 ans chez les hommes. À ce stade, il existe une inversion et une dérive vers des heures de sommeil et de veille plus avancées. À l'âge de 55 ou 60 ans, nous nous levons aussi tôt qu'à l'âge de 10 ans. Ces résultats, ainsi que des données connexes, démontrent que les jeunes adultes ont vraiment du mal à se lever le matin. Les adolescents ont à la fois un retard de sommeil et des niveaux élevés de privation de sommeil, car ils vont se coucher tard mais doivent se lever tôt le matin pour aller à l'école. Ces effets biologiques réels ont été largement ignorés dans la structure temporelle imposée aux adolescents à l'école. Parmi les rares études menées, il a été démontré que des heures de début plus tardives à l'école amélioraient la vigilance et les capacités mentales des élèves pendant leurs cours du matin. Ironiquement, alors que les jeunes adultes ont tendance à améliorer leurs performances tout au long de la journée, leurs enseignants plus âgés affichent une baisse des performances au cours de la même période ! Les mécanismes de ce changement dans la préférence diurne restent mal compris, mais on pense qu'ils sont liés aux modifications marquées de nos hormones stéroïdiennes (par exemple, la testostérone, l'œstrogène, la progestérone), ainsi qu'à leur augmentation rapide à la puberté et au déclin plus lent qui s'ensuit.

HORLOGES DE LUMIÈRE ET VIGILANCE
Une horloge ne mérite ce nom que si elle peut

« Parmi les rares études menées, il a été démontré que des heures de début plus tardives à l'école amélioreraient la vigilance et les capacités mentales des élèves pendant leurs cours du matin. Ironiquement, alors

être réglée à l'heure locale. Les horloges moléculaires dans la NSC sont normalement ajustées (entraînées) par une exposition quotidienne à la lumière autour de l'aube et du crépuscule détectée par les yeux. Si l'horloge n'est pas exposée à un cycle lumière / obscurité stable, les rythmes circadiens peuvent dériver, être « libres » ou les cycles peuvent être perturbés. Le détachement de la journée solaire est courant dans les sociétés industrialisées et le cas particulier des travailleurs par quarts sera évoqué ci-dessous ; cependant, l'isolation face aux signaux solides à l'aube et au crépuscule se produit dans de nombreux cas différents. Par exemple, les unités de soins intensifs pédiatriques et adultes utilisent fréquemment une lumière faible et constante. Dans un tel environnement, les rythmes circadiens devraient dériver et se désynchroniser. Le résultat, tel que discuté ci-dessous dans la sous-section « Perturber l'horloge », sera un état de santé affaibli du patient. La lumière ne se contente pas de réguler le rythme circadien : elle a également un effet direct sur la vigilance et la performance. L'imagerie cérébrale suivant l'exposition à la lumière montre une activité accrue dans de nombreuses zones du cerveau impliquées dans la vigilance, la cognition et la mémoire (thalamus, hippocampe, tronc cérébral) et l'humeur (amygdale). En outre, il a été démontré que l'augmentation de la lumière améliore la concentration, la capacité à effectuer des tâches cognitives et à réduire la somnolence. En conséquence, une exposition à la lumière inappropriée dans un bâtiment perturbera non seulement le sommeil et le rythme circadien, mais aussi les niveaux de vigilance et de performance. Nous y reviendrons ultérieurement.

Notre compréhension de la façon dont la lumière régule les rythmes circadiens et la vigilance a été considérablement améliorée au cours des dernières années avec la découverte d'un tout nouveau système photorécepteur dans les yeux. Ce nouveau photorécepteur ne

que les jeunes adultes ont tendance à améliorer leurs performances tout au long de la journée, leurs enseignants plus âgés affichent une baisse des performances au cours de la même période ! »

se situe pas dans la partie de l'œil contenant les bâtonnets (vision nocturne) et les cônes (vision de jour) utilisés pour générer une image du monde, mais dans les cellules ganglionnaires du nerf optique. La plupart des cellules ganglionnaires forment un lien fonctionnel entre l'œil et le cerveau, mais un petit nombre de cellules ganglionnaires spécialisées (1 à 3%) sont directement sensibles à la lumière et se projettent sur les parties du cerveau impliquées dans la régulation du rythme circadien, du sommeil, de la vigilance, de la mémoire et de l'humeur. Ces cellules ganglionnaires rétinienne photosensibles (CGRp) contiennent un pigment sensible à la lumière appelé Opn4, qui est surtout sensible dans la partie bleue du spectre avec une sensibilité maximale à 480 nm, très proche du bleu d'un ciel bleu clair. Ce système de détection de la lumière a évolué jusqu'à devenir indépendant du système visuel du point de vue anatomique et fonctionnel, et a probablement évolué avant la vision en tant que principal moyen de détecter la lumière pour entraîner les rythmes quotidiens. Fait remarquable, les CGRp peuvent toujours détecter la lumière pour décaler l'horloge circadienne ou affecter la vigilance, même chez les animaux ou les personnes totalement aveugles, chez qui les bâtonnets et les cônes à l'origine de la vision sont complètement détruits. Cela soulève d'importantes implications pour les ophtalmologistes, qui ignorent en majorité ce nouveau système photorécepteur et son impact sur la physiologie humaine.

Compte tenu de la sensibilité des couleurs d'Opn4, nous pourrions penser que la lumière bleue devrait être la longueur d'onde (couleur) la plus efficace pour modifier les rythmes circadiens et alerter les systèmes d'excitation. Dans toutes les études entreprises à ce jour, cela s'est avéré être le cas. L'exposition à la lumière bleue la nuit est la plus efficace pour modifier le rythme de l'horloge circadienne, réduire la somnolence, améliorer les temps de réaction

et activer les zones du cerveau qui assurent la vigilance et le sommeil. En plus de son spectre, l'heure, la durée, le schéma et l'histoire de la lumière interagissent tous pour influencer les rythmes circadiens et la vigilance. Les heures de lumière sont particulièrement importantes. La lumière peut soit avancer (se coucher plus tôt), soit retarder (se coucher plus tard) le système circadien en fonction du moment de l'exposition. Dans des conditions d'exposition à la lumière solaire, la lumière autour du crépuscule retarde l'horloge, tandis que l'exposition à l'aube fait avancer l'horloge. Cet effet retardateur et d'avancement de la lumière maintient le NSC verrouillé sur le jour solaire. De tels effets différentiels de la lumière prennent une importance vitale lorsque l'on essaie de comprendre l'impact du décalage horaire, du travail par quarts (voir ci-dessous) ou de la conception des bâtiments en fonction du temps de sommeil / réveil.

Les CGRP ne sont pas aussi sensibles à la lumière que les bâtonnets et les cônes, de sorte que les CGRP ne reconnaissent pas l'exposition à une lumière courte facilement détectée par le système visuel. Cependant, une faible lumière peut avoir un effet si elle est délivrée sur de longues périodes. Ainsi, l'éclairage intérieur relativement faible des lampes de chevet et des écrans d'ordinateur (moins de 100 lux) peut avoir des effets mesurables sur l'horloge interne et les systèmes d'excitation pendant plusieurs heures, et peut aggraver les troubles du sommeil. Collectivement, ces effets de la lumière (composition spectrale, temps d'exposition et brillance) ont de nombreuses applications cliniques et professionnelles non seulement dans le traitement des troubles du sommeil et de la fatigue, mais aussi dans l'architecture des hôpitaux, écoles, bureaux, locaux commerciaux et bâtiments d'habitation.

PERTURBATION DE L'HORLOGE

- TRAVAIL PAR QUARTS ET 24 H/24, 7 J/7

L'introduction de l'électricité et de la lumière artificielle au XIXe siècle et la restructuration des temps de travail nous ont progressivement détachés des cycles solaires de lumière et d'obscurité de 24 heures. La conséquence en a été la perturbation des systèmes circadiens et du sommeil. On a beaucoup écrit sur les effets de cette perturbation et, de manière générale, ils sont clairs (Tableau 1). Les perturbations du sommeil et du rythme circadien entraînent des déficits de performance tels qu'une augmentation des erreurs, une faible vigilance, une mémoire insuffisante, des temps de réaction mentale et physique réduits et une motivation réduite. La privation et les perturbations du sommeil sont également associées à diverses anomalies métaboliques, dont l'axe glucose / insuline. Par exemple, les individus dont le sommeil est perturbé mettent plus de temps à réguler la glycémie et l'insuline peut tomber à des niveaux observés aux stades précoces du diabète ; ces anomalies pouvant être annulées par un sommeil normal. Ces résultats suggèrent que la perturbation à long terme du sommeil et du rythme circadien pourrait contribuer à des maladies chroniques telles que le diabète, l'obésité et l'hypertension. De plus, l'obésité est fortement corrélée à l'apnée du sommeil et donc à des troubles supplémentaires du sommeil. Dans ces circonstances, il peut souvent en résulter une boucle de rétroaction positive dangereuse d'obésité et de troubles du sommeil.

La perte de sommeil et les troubles du rythme circadien sont surtout évidents chez les travailleurs de nuit. Plus de 20% de la population en âge de travailler travaille au moins en partie en dehors de la plage d'heures qui s'étend de 07h00 à 19h00.

Josephine Arendt, de l'Université de Surrey, fait le point : « En raison de leur exposition à l'obscurité et de leur comportement au repos,

les travailleurs par quarts peuvent présenter des symptômes similaires à ceux du décalage horaire. Bien que les voyageurs s'adaptent normalement au nouveau fuseau horaire, les travailleurs par quarts vivent généralement un décalage avec les repères de l'heure locale ». Même après 20 ans de travail de nuit, les individus ne changent pas normalement leur rythme circadien pour répondre aux exigences du travail de nuit. Malgré la grande variété et la complexité des « systèmes de quarts », aucun n'a pu atténuer complètement les problèmes circadiens associés au travail par quarts. Le métabolisme, ainsi que la vigilance et la performance, sont encore élevés pendant la journée, alors que le travailleur de nuit essaie de dormir ; ils sont faibles la nuit, alors que la personne essaie de travailler. Chez les travailleurs de nuit, une physiologie mal alignée, associée à un sommeil de mauvaise qualité, a été liée à une augmentation de la mortalité cardiovasculaire, à une incidence huit fois plus élevée des ulcères gastroduodénaux et à un risque plus élevé de certaines formes de cancer. Parmi les autres problèmes, mentionnons un risque accru d'accidents, une fatigue chronique, une somnolence excessive, des difficultés à dormir et des taux plus élevés de toxicomanie et de dépression. Les travailleurs de nuit sont également beaucoup plus susceptibles de considérer leur travail comme extrêmement stressant.

Alors, pourquoi les travailleurs par quarts ne changent-ils pas leur horloge biologique ? Après tout, si nous traversons plusieurs fuseaux horaires, nous récupérons du décalage horaire et nous adaptons à l'heure locale. La réponse semble être que les CGRP qui entraînent le système circadien sont assez peu sensibles à la lumière. L'horloge réagit toujours à la lumière naturelle vive, plutôt qu'à la faible lumière artificielle que l'on trouve couramment sur les lieux de travail. Ce n'est pas évident, mais peu après l'aube, la lumière naturelle est environ 50 fois plus vive qu'un éclairage de bu-

Horloge intérieure : des photorécepteurs spéciaux dans les cellules ganglionnaires du nerf optique synchronisent notre horloge interne avec les cycles de lumière et d'obscurité dans notre environnement, et donc avec l'heure locale.



De longues phases d'évolution humaine ont eu lieu en plein soleil. Cependant, la situation a changé depuis le début de l'ère industrielle, avec des conséquences sur notre santé et notre psyché que l'on commence seulement à connaître progressivement aujourd'hui.

L'EXPÉRIENCE DE LA LUMIÈRE NATURELLE /
HORLOGE BIOLOGIQUE, LUMIÈRE, SOMMEIL ET SANTÉ /
ARCHITECTURE POUR LE BIEN-ÊTRE ET LA SANTÉ

2018

10

Russell Foster est professeur de neuroscience circadienne et chef du département d'ophtalmologie à l'université d'Oxford. Les recherches de Russell Foster portent sur la biologie circadienne et photoréceptrice de base et appliquée. Pour sa découverte de photorécepteurs oculaires sans cône, il a reçu de nombreux prix, dont le prix Honma (Japon), le prix Cogan (États-Unis) et les médailles Zoological Society Scientific et Edridge-Green (Royaume-Uni). Il est co-auteur de Rythms of Life et Seasons of Life, des livres de science populaire sur les rythmes biologiques. En 2008, il a été élu membre de la Royal Society.

Further reading

Foster, R.G. & Kreitzman, L. (2004) *Rhythms of Life: The biological clocks that control the daily lives of every living thing*. Profile Books, London.
Foster, R.G. & Wulff, K. (2005) *The rhythm of rest and excess*. *Nat Rev Neurosci*, 6, 407-414.
Foster, R.G. & Hankins, M.W. (2007) Circadian vision. *Curr Biol*, 17, R746-751.
Rajaratnam, S.M. & Arendt, J. (2001) Health in a 24-h society. *Lancet*, 358, 999-1005.

Zaidi, F.H., Hull, J.T., Peirson, S.N., Wulff, K., Aeschbach, D., Gooley, J.J., Brainard, G.C., Gregory-Evans, K., Rizzo III, J.F., Czeisler, C.A., Foster, R.G., Moseley, M.J. & Lockley, S.W. (2007) Short-wavelength light sensitivity of circadian, pupillary and visual awareness in humans lacking an outer retina. *Curr Biol*, 17, 2122-2128.

reau normal (300-500 lux) et à midi, la lumière naturelle peut être 500 à 1 000 fois plus vive, même en Europe du Nord. Ainsi, l'exposition à une lumière naturelle intense pendant le trajet de travail aller-retour, associée à un faible niveau de lumière sur le lieu de travail, amène le travailleur de nuit à suivre l'heure locale. De cette manière, le temps biologique et social est constamment mal aligné chez les travailleurs de nuit. En l'absence de lumière naturelle, l'horloge biologique finira tout de même par répondre à la lumière artificielle. Théoriquement, cette information peut être utilisée pour développer des contre-mesures pratiques aux problèmes du travail de nuit. Cependant, la plupart des travailleurs de nuit préfèrent ne pas s'adapter à un cycle veille-sommeil inversé, car ils aiment passer leur temps libre avec leur famille et leurs amis lorsqu'ils disposent d'une vigilance maximale. Il a été suggéré de sélectionner des individus pour le travail par quarts d'après leur préférence diurne : les « hiboux » ont naturellement une meilleure vigilance aux heures tardives et font de meilleurs travailleurs de nuit, tandis que les « alouettes » s'adaptent généralement mieux aux quarts tôt le matin.

Il existe de plus en plus de preuves d'une interaction complexe et importante entre le rythme circadien / la perturbation du sommeil et le système immunitaire. Les rats privés de sommeil meurent facilement de septicémie et, chez l'homme, l'activité des cellules NK peut être réduite jusqu'à 28% après seulement une nuit sans sommeil. La perturbation du sommeil modifie également de nombreux autres aspects du système immunitaire, notamment les complexes immuns circulants, les réponses en anticorps secondaires et l'absorption d'antigènes. Le cortisol fournit un lien important entre le système immunitaire, le sommeil et le stress psychologique. La perturbation du sommeil et le stress psychologique prolongé augmentent les taux de cortisol dans le sang. En effet, une

nuit de sommeil perdue peut augmenter le cortisol de près de 50% le soir suivant. Des niveaux élevés de cortisol agissent sur le système immunitaire, de sorte que les personnes trop fatiguées sont plus susceptibles de contracter une infection. Dans ce contexte, les travailleurs de nuit risquent davantage de souffrir de certains types de cancer et la cause a fait l'objet de nombreuses spéculations. Compte tenu du stress physiologique considérable et de la perte de sommeil associée au travail de nuit, la déficience immunitaire pourrait constituer un lien mécaniste avec le risque accru de cancer chez les travailleurs de nuit.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cet article a examiné à la fois la biologie de l'horloge interne et certains des problèmes généraux auxquels nous sommes confrontés si nous ignorons le rôle du sommeil et du rythme circadien dans nos vies. Il est désormais clair que les exigences d'une société active 24 h/24, 7 j/7 peuvent causer un sommeil de mauvaise qualité, des changements d'humeur, une diminution des performances cognitives, une réduction des capacités de communication et un risque accru de maladie. L'une des conséquences de cette altération de la fonction cérébrale est la dépendance de larges couches de la société envers des stimulants de jour et des sédatifs nocturnes pour remplacer l'ordre normalement imposé par le système circadien. Le travail par quarts est peut-être l'exemple le plus extrême, mais nous ne devons pas ignorer le fait que bon nombre de nos enfants scolarisés, de professionnels de la santé dans les hôpitaux, et de travailleurs dans la fabrication et le commerce sont isolés de la lumière naturelle. Cela augmentera non seulement la probabilité de troubles du rythme circadien et du sommeil, mais aura également un impact significatif sur leur cognition, leur humeur et leur sentiment de bien-être. Nous sommes une espèce qui a évolué

dans des conditions de forte luminosité : même par temps couvert en Europe, la lumière naturelle est d'environ 10 000 lux et peut atteindre 100 000 lux par beau temps. Pourtant, nous vivons dans des maisons et travaillons dans des bureaux, des usines, des écoles et des hôpitaux souvent isolés de la lumière naturelle et où la lumière artificielle est souvent d'environ 200 lux et dépasse rarement 400-500 lux. Nous passons notre vie dans des grottes obscures. La conception architecturale moderne a la possibilité, en laissant entrer la lumière dans nos vies, de libérer l'humanité de l'obscurité et de permettre à nos corps d'utiliser le rythme naturel de la lumière et de l'obscurité pour optimiser notre biologie.

Tableau 1 : Conséquences de la perturbation du rythme circadien et du sommeil raccourci

- Somnolence / microsommeils / sommeil involontaire
- Changements d'humeur brusques
- Augmentation de l'irritabilité
- Anxiété et dépression
- Prise de poids
- Diminution des compétences de socialisation et du sens de l'humour
- Diminution de la performance motrice
- Diminution des performances cognitives
- Capacité réduite à se concentrer et à se souvenir
- Compétences réduites en communication et en décision
- Augmentation de la prise de risque
- Qualité, créativité et productivité réduites
- Réduction de l'immunité contre les maladies et les infections virales
- Sensation de froid
- Capacité réduite à gérer des tâches complexes ou multiples
- Risque accru de toxicomanie

ARCHITECTURE

POUR LE BIEN-ÊTRE

ET LA SANTÉ

By Koen Steemers

Pour améliorer véritablement le bien-être humain, la conception des bâtiments doit aller au-delà de l'optimisation de paramètres individuels tels que la température et l'humidité, pour aboutir à des approches plus holistiques qui s'inspirent des comportements humains favorables à la santé. Basé sur les cinq manières d'accéder au bien-être récemment établies par des scientifiques, cet article présente quelques règles essentielles que les concepteurs peuvent suivre pour inciter les utilisateurs de bâtiments à adopter un mode de vie plus sain.



LA CONCEPTION DE notre environnement bâti affecte notre santé et notre bien-être et peut avoir des implications à long terme sur la qualité de vie. La publication de Nudge: Improving health, wealth and happiness par Richard Thaler et Cass Sunstein en 2008 a fortement joué sur la révélation selon laquelle le comportement peut être fortement influencé par le contexte. Les gens peuvent être incités à prendre de meilleures décisions de manière largement automatique, non coercitive et simple, en modifiant ce que Thaler et Sunstein appellent l'« architecture de choix ». L'architecture peut-elle créer une architecture de choix ? Le rôle que l'architecture peut jouer semble évident : « Les interventions dirigées par le design peuvent faciliter les choix ou limiter les comportements en rendant certaines actions plus difficiles »².

Le but de cet article est de décrire la ou les définitions de la santé et du bien-être, et de déterminer les implications potentielles et les opportunités pour la conception des logements. L'accent sera mis sur la présence du bien-être plutôt que sur l'absence de maladie. Il ne fait aucun doute que les considérations de santé physique négatives associées, par exemple, à la mauvaise qualité de l'environnement intérieur doivent être évitées. Cependant, cet article va plutôt se concentrer sur le soutien du bien-être mental positif, qui a à son tour des implications sur la santé physiologique. Il existe un corpus d'expertise établi pour l'étude de la santé physique avec des preuves quantitatives croissantes, mais la recherche sur le bien-être dans l'environnement bâti est un domaine d'étude relativement récent et qualitatif qui commence néanmoins à révéler des résultats cohérents et largement acceptés. Ces résultats sont interprétés ici en termes de conception architecturale.

Lorsque nous discutons du bien-être

dans les bâtiments, il est plus important d'incorporer un large éventail de considérations sanitaires, à la fois quantitatives et qualitatives, plutôt que de se concentrer sur des critères uniques et étroitement définis. Une telle « pensée en silo » ne favorise pas un bon design (le perfectionnisme peut être paralysant) et des critères souvent différents sont en tension. Une approche alternative consiste à déterminer des stratégies « suffisamment bonnes » qui augmentent la diversité et l'adaptabilité et qui sont centrées sur l'utilisateur. Cela ne doit pas nier les impacts potentiellement chroniques sur la santé de la mauvaise qualité de l'environnement intérieur dans certains secteurs de la population (impact important pour une petite population), mais plutôt équilibrer et compléter les stratégies visant à améliorer le bien-être de la population (c'est-à-dire une amélioration modeste pour une grande population).

La structure de cet article est divisée en trois sections. La première examine les définitions spatialement pertinentes du bien-être et leurs relations avec la santé. La deuxième section s'appuie sur des recherches pour définir les implications et les opportunités pour l'architecture. Enfin, la dernière section fournit des règles empiriques et des propositions architecturales qui illustrent les résultats.

DÉFINIR LA SANTÉ ET LE BIEN-ÊTRE

L'Organisation mondiale de la santé définit désormais la santé non pas comme l'absence de maladie mais comme « un état de bien-être physique, mental et social complet »³. La définition de la santé a changé et comprend désormais une prise de conscience des interrelations entre les facteurs sociaux et psychologiques, ainsi que médicaux. La manière dont un individu fonctionne dans la société est considérée comme faisant partie

« Le fait que les gens soient en bonne santé ou non est déterminé par leur situation et leur environnement. Dans une large mesure, des facteurs tels que l'endroit où nous vivons, l'état de notre environnement, la génétique, nos revenus et notre niveau d'études, et nos relations avec nos amis et notre famille ont tous des effets considérables sur la santé... »

Organisation mondiale de la santé:

The determinants of health,

<http://www.who.int/hia/evidence/doh/en/>

ÉCOLE "BUI TENDE VESTE" À STEENBERGEN, AUX PAYS-BAS. PHOTO: THEKLA EHLING



de la définition de la santé, parallèlement aux symptômes biologiques et physiologiques. La santé n'est plus simplement une question d'accès aux traitements médicaux, mais elle dépend de nombreux facteurs liés à la qualité de notre environnement bâti⁴.

Cette définition plus étendue de la santé intervient à un moment où les services de santé subissent des pressions croissantes en raison du vieillissement de la population, de l'obésité croissante, de la hausse des problèmes de santé mentale et des attentes plus élevées⁵. Ainsi, la focalisation étroite sur les symptômes individuels et le traitement médical n'est plus suffisante ou durable, et une évaluation plus globale du spectre des considérations liées à la santé, y compris la prévention des problèmes de santé, est opportune. Selon cette approche, « la santé et le bien-être sont interdépendants : ils considèrent la "prévention" comme aussi importante que la "guérison" et recherchent des solutions à long terme plutôt que des traitements réalisables de manière plus immédiate »⁶. Staying healthy in your home and in your community is the way to limit the increasing pressure on health services, and thus designing the home, neighbourhood and work environment to improve health and well-being is an opportunity that presents itself.

Rester en bonne santé chez vous et dans votre communauté est le moyen de limiter la pression croissante sur les services de santé. Concevoir la maison, le quartier et l'environnement de travail pour améliorer la santé et le bien-être est une opportunité qui se présente.

Dans le domaine du développement durable, il est souvent fait référence au « triple résultat » physique, économique et social. Le triple résultat de la santé et du bien-être peut se résumer à la santé, au confort et au bonheur. Afin d'établir des parallèles plus di-

rects avec l'environnement bâti, on peut se référer à Vitruvius et à son modèle tripartite des trois éléments requis pour un bâtiment bien conçu⁷:

- I « firmitas » ou fermeté (santé)
- II « utilitas » ou marchandise (confort)
- III « venustas » ou délice (bonheur)

Dans ce contexte, la santé est désignée de manière plus conventionnelle - comme absence de maladie - et généralement mesurable en termes de symptômes tels que la température corporelle ou la composition du sang. Le confort est largement compris comme une « condition d'esprit qui exprime la satisfaction » vis-à-vis de l'environnement⁸ - que ce soit au niveau thermique, visuel, acoustique, etc., et incorpore donc à la fois des considérations psychologiques qualitatives (par exemple, attente, contrôle) et des paramètres physiques quantitatifs (par exemple, température, mouvement de l'air). Le bonheur se réfère aux émotions vécues, allant du contentement à la joie. Le bonheur est donc avant tout une considération subjective et qualitative. Malgré cela, les recherches menées au cours de la dernière décennie ont commencé à définir le bien-être, qui sera abordé plus en détail dans le présent document.

L'un des principaux défis est la quantification de la santé et du bien-être, et donc l'évaluation de la performance globale de la conception en matière de santé. À une extrémité du spectre, la maladie physique est généralement identifiable et mesurable en termes de symptômes et de causes. Par exemple, la qualité de l'air (COV, PM ou CO, par exemple²) et son impact, en particulier sur les occupants vulnérables (p. ex., les personnes jeunes, âgées ou atteintes d'une maladie des poumons), peut être quantifié,

et des traitements des occupants et des bâtiments peuvent même être prescrits (par ex. amélioration de la ventilation, retrait des matériaux dangereux, interventions en termes de conception pour prévenir la prolifération de moisissures, etc.). Bien que l'évaluation subjective de la qualité de l'air, en particulier en ce qui concerne les odeurs, puisse fournir des informations utiles, les indicateurs de la santé ne peuvent souvent qu'être mesurés. Des critères spécifiques et des stratégies de conception pour traiter les problèmes de santé physiologiques chroniques peuvent être définis, et il existe une riche expertise à cet égard⁹.

À l'autre extrémité du spectre de la santé et du bien-être, on retrouve le bien-être mental ou le bonheur. Alors que nous passons de la finalité déterministe-médicale à la fin subjective-psychologique, la perception commune est que l'accent passe du quantitatif au qualitatif. Cependant, il est maintenant évident que même dans le cadre des paramètres subjectifs, méthodologies et des indicateurs émergents peuvent être définis. Par exemple, dans le domaine du confort thermique, une théorie du confort physiologique étroite et précise a été développée, fondée sur les travaux fondateurs de Fanger¹⁰, à une compréhension plus globale qui a conduit à l'adoption de la théorie du confort adaptatif¹¹. De même, la recherche en santé a dépassé le traitement des symptômes pour inclure une appréciation plus large et plus globale du bien-être de la population. C'est le sujet du bien-être qui est l'objectif principal de cet article.

La notion de bien-être comprend deux éléments clés : se sentir bien et bien fonctionner. Les sentiments de bonheur, de curiosité et d'engagement sont caractéristiques d'une personne ayant une perception positive d'elle-même. Avoir des relations





positives, contrôler sa propre vie et avoir une raison de vivre sont tous des attributs de bon fonctionnement. Des preuves internationales ont récemment été recueillies pour mesurer le bien-être, démontrant que ce domaine est maintenant apparu comme une discipline rigoureuse¹².

Des recherches récentes ont mis en évidence des liens entre les principales caractéristiques de conception physique et les cinq façons d'atteindre le bien-être (nouer des liens, rester actif, être attentif, continuer à apprendre et donner), qui ont été associées à une santé mentale positive.¹³ Sur la base de ces résultats, les paragraphes suivants révèlent comment l'apport de ressources locales urbaines et domestiques peut affecter les cinq comportements sains. Cela soutient la théorie et la recherche actuelles, qui montrent qu'une quantité et une qualité suffisantes de diverses ressources environnementales, sociales et physiques peuvent influencer la cognition humaine, ce qui peut à son tour accroître les comportements sains de la population en général.

DESIGN ET BIEN-ÊTRE

La relation entre l'architecture et la santé a peu attiré l'attention par le passé, au-delà des exigences de conception de bâtiments sains. Des travaux récents ont changé la donne et ont permis de mieux comprendre le rôle de l'architecture dans la santé. Un exemple de cela au Royaume-Uni comprend la publication de rapports par le Royal Institute of British Architects¹⁴ et la Commission pour l'architecture et l'environnement bâti¹⁵. Ces articles sont soutenus par un nombre croissant de recherches médicales liées à la santé physique¹⁶ et à la santé mentale¹⁷. L'accent a été mis sur la mauvaise santé en raison des effets de caractéristiques environnementales telles que la surpopulation, le bruit, la qualité de l'air et la lumière. Ces effets sont généralement décrits comme directs (conséquences sur la santé physique et mentale) et indirects (p. ex. mécanismes sociaux)¹⁸. Cependant, plutôt que de se concentrer sur la mauvaise santé, la définition et l'étude du bien-être mettent l'accent sur les comportements qui favorisent une population « florissante ». Ce sont les caractéristiques de l'environnement bâti qui supportent un tel comportement positif, ce qui est un point clé de la discussion ici.

La science du bien-être est un domaine de recherche relativement récent. Cependant, le projet « Foresight » du gouvernement britannique, lié au bien-être¹⁹, fournit la masse critique de preuves qui ont conduit à la définition des cinq façons d'atteindre le bien-être mentionnées ci-dessus²⁰. Celles-ci représentent les comportements clés qui se sont avérés liés à l'amélioration du bien-être. Chaque comportement est associé à un bien-être subjectif tel que rapporté dans des articles de recherche, notamment dans

des revues médicales, qui s'appuient sur une méta-analyse d'études rigoureuses à grande échelle. Ainsi, les preuves ne manquent pas pour affirmer que ces comportements, les Cinq façons, se traduisent par une amélioration du bien-être.

- I** Nouer des liens : la quantité et la qualité des liens sociaux (par exemple, parler avec la famille ou des étrangers) sont en corrélation avec le bien-être déclaré et la santé physique.²¹
- II** Rester actif : il existe de nombreuses preuves provenant d'études globales et de méta-études pour démontrer que l'activité physique réduit les symptômes de mauvaise santé mentale et physique²².
- III** Être attentif : être attentif, prêter attention au présent et être conscient des pensées et des sentiments, est un comportement qui réduit les symptômes de stress, d'anxiété et de dépression²³.
- IV** Continuer d'apprendre : des aspirations sont façonnées au début de la vie et ceux qui ont de plus grandes aspirations ont tendance à avoir de meilleurs résultats. Ces aspirations sont modifiées par l'environnement²⁴.
 - i. Les preuves montrent que, même plus tard dans la vie, les participants à des cours de musique, d'arts ou du soir, par exemple, atteignent un bien-être subjectif plus élevé²⁵.
- V** Donner : des preuves ont démontré que le comportement prosocial plutôt que centré sur soi a un impact positif sur le bonheur. De telles conséquences de comportement altruiste sont liées à la fois au fait de dépenser pour les autres

et non pour soi-même²⁶ et au bénévolat et au fait d’apporter son aide²⁷.

La prochaine question cruciale est de discuter de la façon dont les Cinq manières d’atteindre le bien-être sont liées à et influencées par l’environnement bâti.

NOUER DES LIENS

La mise à disposition d’espaces publics locaux au quotidien crée des opportunités de socialisation pour les personnes, et constitue une ressource importante de bien-être pour les individus et la communauté au sens large²⁸. Bien que tous les utilisateurs n’aient pas les mêmes exigences et les mêmes attentes en terme d’espace social, les principales qualités sont les suivantes: localisation – accessible et proximité d’autres ressources communautaires (école, marché) pour soutenir les rencontres occasionnelles ; des endroits où s’arrêter et s’asseoir, sur un banc de parc ou à une table de café, pour que les rencontres puissent être plus que fugaces; adaptabilité – espaces sans fonctions spécifiques ou prescrites permettant des activités spontanées et impromptues; confort – un sentiment de sécurité et de familiarité; douceur – propre et paisible, ou vivant et animé; spécialité – qualités uniques, esthétique ou souvenirs subjectifs. Lorsqu’un espace est axé sur les piétons et non sur les voitures, il crée un sentiment d’appartenance à la communauté, car la perception de l’environnement piétonnier est particulièrement liée aux possibilités d’interaction sociale²⁹. Et enfin, les qualités naturelles, vertes ou paysagères sont associées largement et depuis longtemps à toute une série d’avantages pour la santé³⁰. En résumé, « les espaces publics qui rassemblent les gens et où les amitiés et les réseaux de soutien ont été créés et entretenus ont été la clé d’un sentiment général de bien-être »³¹.

RESTER ACTIF

L’activité physique (marche, cyclisme, sport, etc.) est largement associée à la réduction des causes des maladies chroniques et du fardeau de la maladie, de l’invalidité et du décès prématuré. Les caractéristiques de conception associées à une activité croissante comprennent l’accès à des installations d’activité physique (par ex. centres sportifs et équipements), un accès pratique et immédiat à des destinations (travail, magasins, école, transports publics), une forte densité résidentielle (associée à une plus grande proximité des installations et destinations), l’utilisation du sol (par exemple, l’utilisation mixte) et le potentiel piétonnier (trottoirs pratiques et sûrs, caractéristiques de ralentissement de la circulation)³². Bien qu’il existe des avantages potentiels supplémentaires pour l’activité physique dans un environnement extérieur et de préférence naturel, l’exercice en intérieur peut être tout aussi efficace³³. Les stratégies de conception visant à promouvoir l’activité physique en intérieur comprennent : la mise à disposition d’un espace d’exercice (partagé), encourageant l’utilisation des escaliers par la distribution (séparation) des fonctions sur différents étages, et la création d’expériences attrayantes le long des itinéraires de circulation (vues, art, lumière naturelle, verdure).

ÊTRE ATTENTIF

Être conscient et noter une intervention de conception dans une population est un comportement dans lequel il n’existe que des preuves récentes. Cependant, dans un essai contrôlé randomisé, la mise à disposition d’œuvres d’art, de plantations et d’aménagements paysagers, de faune (par exemple des boîtes à insectes) et de sièges sont des exemples d’interventions dans lesquelles on a observé un nombre fortement supérieur de personnes qui s’arrêtent pour

observer ces éléments³⁴. La même étude a également montré que divers types d’espaces ouverts (associant des aménagements verts et des aménagements paysagers solides) et une proportion relative plus élevée d’espaces publics par rapport aux espaces privés sont également associés à une augmentation de la vigilance.

CONTINUER D’APPRENDRE

La recherche pédagogique montre que l’environnement physique de la maison et de la salle de classe est une variable médiatrice qui influence le développement intellectuel. Les paramètres domestiques comprennent une maison propre et épurée, qui semble sans danger pour le jeu et qui n’est ni sombre ni monotone³⁵. La distance et l’orientation des sièges par rapport aux autres influenceront le niveau d’interaction et de dialogue. Par exemple, dans un cercle de sièges, les personnes qui se font face converseront davantage que les personnes adjacentes. Un contact visuel dégagé est une variable importante, en particulier dans un contexte éducatif, ce qui rend la disposition des sièges en demi-cercle plus efficace³⁶. À un niveau plus prosaïque, afin de soutenir l’apprentissage, les environnements intérieurs doivent être physiquement et thermiquement confortables, sûrs, bien éclairés, silencieux et alimentés en air pur. Cependant, il est prouvé que l’apprentissage s’améliore si l’on compare un environnement médiocre (un espace délabré et mal entretenu) à un environnement adéquat (un espace « suffisamment bon »), mais que des installations supplémentaires et plus extravagantes (espaces spécialisés ou numériques) équipement) n’apportent pas d’autres améliorations en matière d’apprentissage³⁷. Comme mentionné précédemment, la possibilité de s’engager dans des cours d’art, de musique et du soir augmente le bien-être. Ces activités

Notes

1. Thaler, R., & Sunstein, C. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth and happiness*. New Haven, CT: Yale University Press.

2. King, D., Thompson, P., & Darzi, A. (2014). Enhancing health and well-being though 'behavioural design'. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 336–337.

3. WHO. (2001). *Fifty-fourth World Health Assembly*. Geneva: World Health Organization.

4. CABE. (2009). *Sustainable places for health and Well-being*. London: Commission for Architecture and the Built Environment.

5. Donaldson, L. (2009, February 2). The great survivor: Another 60 years. *New Statesman*. WHO. (2001). *Fifty-fourth World Health Assembly*. Geneva: World Health Organization.

6. CABE. (2009). *Sustainable places for health and Well-being*. London: Commission for Architecture and the Built Environment.

7. Morgan, M. H. (1960). *Vitruvius: The Ten Books on Architecture*. New York: Dover Publications.

8. ISO. (2005). *7730:2005 – Ergonomics of the thermal environment*. International Organization for Standardization.

9. Bluysen, P. (2013). *The Healthy Indoor Environment*. Abingdon: Routledge.

10. Fanger, P. (1970). *Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.

11. de Dear, R., & Brager, G. (1998). Towards an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Transactions*, 145–167. Nicol, J., & Humphreys, M. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, 563–572. Baker, N., & Standeven, M. (1996). Thermal comfort for free-running buildings. *Energy and Buildings*, 175–182.

12. Huppert, F., & So, T. (2013). Flourishing across Europe: Application of a new conceptional framework for defining well-being. *Social Indicators Research*, 837–861.

13. Anderson, J. (2014). *Urban design and well-being*. Cambridge: Doctoral thesis, University of Cambridge. Aked, J., Michaelson, J., & Steuer, N. (2010). *Good foundations: Towards a low carbon, high well-being built environment*. London: New Economics Foundation.

14. Roberts-Hughes, R. (2013). *City Health Check: How design can save lives and money*. London: RIBA.

15. CABE. (2009). *Sustainable places for health and Well-being*. London: Commission for Architecture and the Built Environment.

16. NICE. (2008). *Promoting and creating built or natural environments that encourage and support physical activity*. London: National Institute for Health and Clinical Excellence.

17. Dalgard, O., & Tambs, K. (1997). Urban environ-

ment and mental health: A longitudinal study. *British Journal of Psychiatry*, 530–536.

18. Evans, G. (2003). The Built Environment and Mental Health. *Journal of Urban Health*, 536–555.

19. Foresight. (2008). *Mental capital and well-being*. London: The Government Office for Science.

20. Aked, J., Thompson, S., Marks, N., & Cordon, C. (2008). *Five ways to well-being: The evidence*. London: New Economics Foundation.

21. Foresight. (2008). *Mental capital and well-being*. London: The Government Office for Science. Dolan, P., Peasgood, T., & White, M. (2008). A review of the economic literature on the factors associated with subjective well-being. *Journal of Economic Psychology*, 94–122. Helliwell, J., & Putnam, R. (2004). The social context of well-being. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 1435–1446.

22. Krogh, J., Nordentoft, M., Sterne, J., & Lawlor, D. (2011). The effect of exercise in clinically depressed adults: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Psychiatry*, 529–538. Lee, I., Shiroma, E., Lobelo, F., Pushka, P., Blair, S., & Katzmarzyk, P. (2012). Impact of physical activity on the world's major non-communicable diseases. *Lancet*, 219–229. Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G., Casini, A., et al. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med*, 107–117.

23. Chambers, R., Gullone, E., & Allen, N. (2009). Mindful emotion regulation: An integrative review. *Clinical Psychology Review*, 560–572. Hofmann, S., Sawyer, A., Witt, A., & Oh, D. (2010). The effect of mindfulness-based therapy on anxiety and depression: A meta-analytic review. *J Consult Clin Psychol*, 169–183. Tang, Y., Yang, L., Leve, L., & G.T., H. (2012). Improving executive function and its neurobiological mechanisms through a mindfulness-based intervention: Advances within the field of developmental neuroscience. *Child Dev Perspect*, 361–366.

24. Gutman, L., & Akerman, R. (2008). *Determinants of aspiration*. London: Centre for Research on the Wider Benefits of Learning, Institute of Education.

25. Jenkins, A. (2011). Participation in learning and wellbeing among older adults. *International Journal of Lifelong Education*, 403–420.

26. Aknin, L., C.P., B.-L., Dunn, E., Helliwell, J., Biswas-Diener, R., Kemeza, I., et al. (2010). *Prosocial spending and well-being: Cross-cultural evidence for a psychological universal*. Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research. Dunn, E., Aknin, L., & Norton, M. (2008). Spending money on others promotes happiness. *Science*, 1687–1688.

27. Plagnol, A., & Huppert, F. (2010). Happy to help? Exploring the factors associated with variations

in rates of volunteering across Europe. *Social Indicators Research*, 157–176. Meier, S., & Stutzer, A. (2008). Is volunteering rewarding in itself? *Economica*, 39–59.

28. Cattell, V., Dines, N., Gesler, W., & Curtis, S. (2008). Mingling, observing, and lingering: everyday public spaces and their implications for well-being and social relations. *Health Place*, 544–561.

29. Lund, H. (2002). Pedestrian environments and sense of community. *Journal of Planning Education and Research*, 301–312.

30. Ward Thompson, C. (2011). Linking landscape and health: The recurring theme. *Landscape and Urban Planning*, 187–195.

31. Cattell, V., Dines, N., Gesler, W., & Curtis, S. (2008). Mingling, observing, and lingering: everyday public spaces and their implications for well-being and social relations. *Health Place*, 544–561.

32. Bauman, A., & Bull, F. (2007). *Environmental correlates of physical activity and walking in adults and children: A review of reviews*. Loughborough: National Centre for Physical Activity and Health, for the National Institute of Health and Clinical Excellence (NICE).

33. Thompson Coon, J., Boddy, K., Stein, K., Whear, R., Barton, J., & Depledge, M. (2011). Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental well-being than physical activity indoors? A systematic review. *Environ Sci Technol*, 1761–1772.

34. Anderson, J. (2014). *Urban design and well-being*. Cambridge: Doctoral thesis, University of Cambridge.

35. Guo, G., & Harris, K. (2000). The mechanisms mediating the effects of poverty on children's intellectual development. *Demography*, 431–447.

36. Marx, A., Fuhrer, U., & Hartig, H. (2000). Effects of classroom seating arrangements on children's question-asking. *Learning Environments Research*, 249–263

37. Schneider, M. (2002). *Do school facilities affect academic outcomes?* Washington D.C.: National Clearinghouse for Educational Facilities.

38. Honold, J., Wippert, P.-M., & van der Meer, E. (2014). Urban health resources: Physical and social constitutes of neighborhood social capital. *Procedia – Social and Behavioural Sciences*, 491–496.

39. Korte, C., & Kerr, N. (1974). Response to altruistic opportunities in urban and non-urban settings. *Social Psychology*, 183–184.

40. Anderson, J. (2014). *Urban design and well-being*. Cambridge: Doctoral thesis, University of Cambridge.





TOUR BOIS-LE-PRÉTRE - À PARIS - FRANCE - PHOTO: THE KLA EHLING

La conception doit être adaptée aux besoins, aux comportements et aux exigences des utilisateurs, leur offrant une liberté de choix et de contrôle sur leur environnement.

devraient donc s’inscrire dans la conception des maisons (espaces lumineux et faciles à nettoyer pour l’art, espaces insonorisés pour la musique) et des quartiers (espaces communaux pour les cours).

DONNER
La présence de facteurs de stress environnementaux réduit les comportements d’aide, mais peu d’autres preuves explicites sont disponibles au-delà de ce qui a été évoqué ci-dessus, qui relie l’environnement physique au capital social du quartier³⁸. Il est prouvé que les personnes sont moins altruistes en milieu urbain qu’en milieu rural, ce qui, à tout le moins, confirme que l’intégration des espaces verts et le contact avec la nature peuvent être précieux³⁹. Bien qu’il soit difficile d’observer l’altruisme et sa relation explicite avec les paramètres de conception, on peut démontrer que le comportement altruiste autodéclaré est plus répandu dans les quartiers intégrant les caractéristiques environnementales et physiques positives de la conception de l’espace (diversité, proximité, accessibilité et qualité) qui ont déjà été mentionnées⁴⁰.

RÈGLES DE BASE POUR LA CONCEPTION

Il ressort des recherches disponibles qu’il n’existe pas de solutions de conception uniques ou universelles pour garantir que chaque paramètre de santé est optimisé et que les habitants et la population en général s’épanouiront. Au minimum, les concepteurs doivent veiller à ce que les paramètres de santé physique directs (qualité de l’air, par exemple) atteignent un niveau considéré comme « suffisant » pour éviter les problèmes de santé, sans empêcher l’opportunité pour le design d’intégrer plus de sagesse et de pousser les occupants vers des comportements de santé positifs.

Le fait qu’il existe de nombreuses stratégies liées à différents paramètres et utilisateurs suggère qu’il est important de concevoir des environnements adaptables. Ceci est particulièrement pertinent dans le contexte des changements démographiques et climatiques, mais aussi des changements dans le travail, les modes de vie et la disponibilité de nouvelles technologies. La conception doit donc être adaptée aux besoins, aux comportements et aux exigences des utilisateurs, leur offrant une liberté de choix et de contrôle sur leur environnement.

Un certain nombre de règles générales se dégagent et sont regroupées ci-dessous en thèmes clés :

QUARTIER ET NATURE
De nombreuses recherches portent sur la conception des quartiers qui favorisent la santé et le bien-être. Certaines des caractéristiques de conception qui émergent de manière cohérente sont les suivantes :

- A** Développement à haute densité à usage mixte pour encourager la marche et le vélo (Rester actif) pour accéder aux services locaux (Nouer des liens), y compris l’accès aux transports publics, à la santé, aux services sociaux, etc., et réduction de la dépendance à la voiture.
- B** La disponibilité d’espaces ouverts publics diversifiés (en proportion plus importante que les jardins privés), y compris une variété d’espaces verts accessibles et de grande qualité (pour jouer, faire de l’exercice, contempler, partager, socialiser, etc.) et un paysage solide (idéalement sans trafic ou avec un trafic réduit, pour jouer, manger en plein air, etc.). Ces points soutiennent les cinq façons d’atteindre le bien-être.
- C** La mise à disposition d’installations et d’intérêts (Être attentif) dans des espaces publics ouverts, tels qu’un environnement biodiversifié (encourageant la richesse de la flore et de la faune), des sièges et le WIFI, augmente le potentiel d’interaction sociale (Nouer des liens et Donner) et étend l’utilisation de l’espace.
- D** Le seuil entre le domicile et le voisinage, en particulier dans les scénarios de forte densité, peut être assuré par la végétation, à la fois pour établir un contact étroit avec la nature, mais aussi pour assurer un certain degré de séparation et d’intimité.
- E** Les points de vue sur le voisinage et la nature depuis la maison sont associés à des avantages psychologiques et encouragent l’interaction sociale (Nouer des liens) et la supervision (Être attentif). Des rebords de fenêtres bas et des fenêtres ouvrables sont ainsi des aspects intéressants.

Notes

41. US DHHS. (2000). *Healthy people 2010: Understanding and improving health (2nd ed.)*. US Department of Health and Human Services. Washington D.C.: US Government Printing Office.
42. Baker, N., Rassa, S., & Steemers, K. (2011). Designing for occupant movement in the workplace to improve health. *5th International Symposium on Sustainable Healthy Buildings* (pp. 25–33). Seoul: Centre for Sustainable Healthy Buildings, Kyung Hee University.
43. Lifetime Homes. (2011). *Lifetime Homes Design Guide*. Watford: BRE Press.

DÉPLACEMENT ET ACCÈS

Nous menons des modes de vie de plus en plus sédentaires ; il est donc important d'encourager un niveau modeste d'activité afin d'améliorer la santé cardiaque, de lutter contre l'obésité et de maintenir une bonne condition physique (Rester actif). Le niveau d'activité recommandé est d'au moins 30 minutes d'exercice modéré (> 3 METS, vélo ou marche rapide) au moins cinq jours par semaine, ou 20 minutes d'activité physique vigoureuse (> 6 METS, jogging ou exercices de gym) trois jours ou plus par semaine⁴¹. Bien que les salles de sport soient devenues de plus en plus populaires pour certains (et puissent également soutenir l'aspect Nouer des liens), l'objectif principal est d'améliorer la condition physique de tous. La montée et la descente des escaliers est une solution simple et efficace, qui va à l'encontre de la tendance à choisir une maison de plain-pied pour la retraite (entraînant une réduction des exercices à un moment de la vie où il est important de rester actif, ce qui donne lieu à l'expression « genoux de maison de plain-pied »). Les maisons à trois étages sont

susceptibles d'accroître la dépense énergétique personnelle et peuvent contribuer à accroître la densité de logements, ce qui conduit à d'autres opportunités de conception durable. La recherche sur la dépense d'énergie humaine dans les bâtiments a révélé que les employés de bureau typiques sont moins actifs physiquement en dehors du travail, avec un niveau d'activité légèrement inférieur aux niveaux recommandés. Ainsi, même des augmentations modestes des niveaux d'activité domestique et de quartier grâce à la conception peuvent être bénéfiques pour la santé. Monter un étage par les escaliers représente 3,3% de dépense énergétique quotidienne supplémentaire et se lever 20 fois d'une position assise équivaut à environ 10% de l'activité métabolique quotidienne saine⁴². Certaines stratégies de conception discrètes pour rester actif sont suggérées:

- A** Faites de la circulation une expérience agréable et récompensez le mouvement (évituez les couloirs ennuyeux, visez la bonne lumière naturelle, les vues, les possibilités de variation spatiale et de rencontre [Nouer des liens], utilisez l'art, etc.). Cela soutient également la notion d'Être attentif.
- B** Séparez les espaces clés par des escaliers, qui procurent la dépense énergétique personnelle la plus intense, pour encourager le mouvement (placez l'espace de vie à un niveau différent de la cuisine / de la salle à manger, ne mettez pas des toilettes à chaque étage).

Inversement, pour les personnes atteintes d'un handicap physique ou en fauteuil roulant, il est clair que toute conception de logement doit en tenir compte. Il existe de

nombreux documents d'orientation relatifs à cet aspect⁴³, mais voici certaines considérations clés:

- A** Dimensions accessibles pour les zones de circulation (ce qui peut contribuer à une expérience plus généreuse pour tous).
- B** Niveaux d'accès uniformes (idéal pour les familles avec poussette).
- C** La hauteur des rebords de fenêtres permet de voir en position assise (les vues sur le dehors, en particulier sur la nature, favorisent le bien-être).
- D** Les prises électriques ne sont pas trop basses et les plans de travail, les poignées, les thermostats et les interrupteurs ne sont pas trop hauts (permettant à tous les utilisateurs de contrôler leur environnement domestique).
- E** La possibilité d'installer un ascenseur et / ou d'adapter la maison à un seul étage (chambre et salle de bains au rez-de-chaussée, également utile pour les problèmes de santé temporaires et l'intimité si la conception est réussie).

De telles considérations de conception devraient également inclure des stratégies visant à garantir que les partenaires et les aidants des personnes en fauteuil roulant sont encouragés à rester actifs.

REPAS

De mauvaises habitudes alimentaires peuvent entraîner l'obésité et des problèmes de santé connexes. La préparation et la cuisine d'aliments frais peuvent devenir une activité plus sociale si la cuisine est conçue pour permettre une interaction avec d'autres membres du ménage ou de la communauté.

Au niveau communautaire, la fourniture de terrains de voisinage pour la culture de



produits frais est reconnue comme améliorant la santé et le bien-être grâce aux produits frais, à l'exercice physique et aux interactions sociales. En outre, la dépendance réduite à l'automobile pour les achats et l'évitement des kilomètres d'emballages et de produits alimentaires réduisent l'énergie et les autres ressources nécessaires, améliorant ainsi la durabilité environnementale.

En ce qui concerne la conception de la maison, la stratégie consiste à créer un sentiment de théâtre lié à la cuisine et à permettre la participation du public à travers la conception de plans de travail accessibles et de sièges adjacents. Pour soutenir les repas collectifs et les interactions sociales qui en résultent, la table / salle à manger doit être située à proximité de la cuisine. Inversement, l'espace salon / tv devrait être moins accessible depuis la cuisine (potentiellement à l'étage pour encourager l'exercice physique), ce qui limite la tentation des dîners télévisés mais permet également une séparation potentielle en termes de bruit, d'odeurs et de polluants.

QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR

Lumière: la lumière naturelle présente de nombreux avantages par rapport à la lumière électrique, notamment sa variabilité et son efficacité, et crée une conscience et un lien avec les conditions extérieures. En plus d'être une source de lumière gratuite dans une maison, et donc de faire partie d'une stratégie d'efficacité énergétique, elle animera des espaces et pourra créer du spectacle et de la diversité. De plus, les avantages pour la santé physique sont maintenant bien compris et peuvent contrecarrer les troubles affectifs saisonniers (TAS). Cependant,

un éclairage excessif peut nuire au confort et perturber le sommeil. Un certain nombre de règles générales se dégagent :

- A** Orientez les pièces utilisées le matin (chambres et cuisine) vers la lumière du matin pour fournir une dose de lumière permettant de stimuler le rythme circadien (la thérapie par lumière TAS prescrit généralement 10 000 lux pendant 30 minutes le matin).
- B** Les principales pièces habitables devraient recevoir une « bonne » lumière naturelle (supérieure à 3% du facteur de lumière naturelle) et une pièce familiale centrale devrait avoir accès à la lumière directe du soleil pendant au moins 2 heures par jour.
- C** Les fenêtres avec une hauteur de tête élevée permettent un meilleur accès à la lumière naturelle grâce à une meilleure vue du ciel (particulièrement importante dans les quartiers densément peuplés) et à une meilleure distribution de la lumière naturelle dans la pièce.
- D** Les chambres à coucher, en particulier, devraient avoir des options d'occultation efficaces pour soutenir de bonnes habitudes de sommeil, par exemple sous la forme de volets thermiques (pour les périodes froides) et / ou de persiennes réglables (pour une ventilation sécurisée dans des conditions de forte chaleur).
- E** Le contrôle personnel de la quantité de lumière naturelle offre à l'habitant la possibilité d'ajuster les conditions en fonction de ses habitudes d'utilisation, ce qui se traduit par un plus grand sen-

timent de satisfaction vis-à-vis de son environnement. Les fenêtres doivent proposer différentes conditions (par exemple, lumière venant du haut, du côté, directe, diffuse, réglable par des volets, des persiennes et des stores).

Température: comme pour la lumière, la stratégie de conception thermique doit créer des conditions à la fois confortables et stimulantes, capables d'exploiter les conditions climatiques pour améliorer l'efficacité énergétique. Le corps détecte l'environnement thermique en termes non seulement de température de l'air, mais aussi de conditions radiantes (par exemple, lumière du soleil), de ventilation (par exemple, ventilation naturelle) et de conduction de la chaleur via les matériaux de surface (bois chaud, pierre fraîche). Chacune de ces caractéristiques thermiques est une fonction de la conception et une opportunité :

- A** Exploiter le rayonnement solaire pour créer des endroits ensoleillés par temps frais, tels que des rebords de fenêtre (avec des surfaces chaudes) et des espaces ensoleillés. Utiliser des matériaux lourds pour absorber et conserver la chaleur.
- B** Permettre à l'utilisateur de s'adapter afin qu'il puisse trouver des endroits frais et ombragés lors des journées chaudes, pour s'asseoir facilement sur des surfaces plus conductrices.
- C** La théorie du confort adaptatif révèle que les conditions thermiques peuvent fluctuer et varier, au lieu d'être constantes ou « optimisées ». Le contrôle des occupants et l'adaptabilité de la conception, en fonction des

«Les interventions dirigées par le design peuvent faciliter les bons choix». ⁴⁸

besoins et des préférences des utilisateurs, dans la mesure où ils varient au fil du temps, sont des facteurs clés du succès.

D Pour refroidir un bâtiment pendant les périodes de forte chaleur, concevoir des ouvertures permettant de créer une ventilation de nuit sécurisée (par exemple à travers des sections à persiennes) et exploiter les principes de ventilation cumulée et croisée (utiliser la hauteur d'un escalier pour permettre à l'air chaud de monter et de s'échapper en haut).

Bruits: comme pour d'autres aspects de la conception de l'environnement, les conditions acoustiques peuvent être utilisées pour créer des opportunités de soutien aux besoins et préférences des utilisateurs. Bien que le bruit puisse causer du stress, le contact acoustique avec le voisinage et la nature peut être précieux. De même, à la maison, il y a des endroits et des moments où l'intimité acoustique est la bienvenue, bien qu'une séparation acoustique complète soit rarement requise.

- A** Pour encourager les comportements d'apprentissage continu, il est important de prévoir des espaces calmes pour lire et étudier.
- B** Pour soutenir des activités telles que la musique et les exercices en intérieur sans déranger les autres, la séparation acoustique avec certains espaces est précieuse.
- C** Concevoir des fenêtres pouvant être ouvertes pour que les gens aient la possibilité de nouer des liens et de parler avec des voisins de passage.
- D** Afin d'exploiter la ventilation naturelle en milieu urbain, en particulier la nuit,

et lorsque l'on recherche des conditions calmes pour l'apprentissage ou le sommeil, la conception doit intégrer des voies aériennes atténuant le bruit. Séparer les sources de bruit - telles que les machines à laver et les lave-vaisselle - des espaces de vie et d'étude pour soutenir les activités sociales et d'apprentissage.

F Tenir compte de l'acoustique au fur et à mesure que l'on progresse dans la maison : un chemin en gravier avertira l'occupant des visiteurs qui arrivent ; un couloir et une cage d'escalier où l'écho est important peuvent indiquer quand les gens se rassemblent ; un couloir couvert de moquette amortit le bruit qui parvient au bureau ; et les tissus d'ameublement et la literie créent un environnement tranquille pour dormir.

Qualité de conception : un certain nombre d'autres caractéristiques de conception ont un impact sur les comportements des Cinq façons ; elles sont brièvement décrites ci-dessous :

- A** La couleur de notre environnement, comme les murs intérieurs, peut avoir un impact sur notre comportement d'apprentissage et, dans certains espaces, peut être utilisée pour soutenir l'apprentissage. La recherche a conclu que «le rouge améliore la performance dans une tâche orientée vers le détail [comme faire des devoirs], tandis que le bleu améliore la performance sur une tâche créative [comme le débat artistique ou social] »⁴⁴.
- B** Les hauteurs de plafond peuvent jouer un rôle dans notre perspective sociale et notre capacité à nous concentrer.

Des résultats récents montrent que lorsque les personnes se trouvent dans un espace à plafond bas, elles sont mieux à même de se concentrer sur des tâches telles que l'étude ou la lecture. Des espaces plus généreux nous amènent à nous sentir libres, ce qui conduit les gens à adopter des styles de pensée plus abstraits. Ils sont plus aptes à adopter une perspective plus large et à voir quels aspects sont communs, particulièrement appropriés aux espaces de rassemblement sociaux⁴⁵.

C La forme de l'espace influence notre sens du confort et de la beauté. Les formes courbes sont perçues comme agréables et, lors d'expériences récentes, « les participants étaient plus susceptibles de juger les espaces aussi beaux s'ils étaient curvilignes que rectilignes ». Les chercheurs ont conclu que cet « effet bien établi du contour sur la préférence esthétique peut être étendu à l'architecture »⁴⁶.

D Ainsi, les espaces bleus, hauts et curvilignes, avec des vues sur le ciel bleu, sont plus susceptibles d'être des environnements agréables, sociables et créatifs. À l'inverse, les environnements rectilignes rouges et bas de plafond sont plus susceptibles d'encourager la concentration et l'étude.





TOUR BOIS-LE-PRÊTRE À PARIS, FRANCE. PHOTO: THEKLA EHLING

CONCLUSION
Concevoir pour le bien-être et la santé comprend une pléthore d'opportunités et un large éventail de critères. La stratégie est que les conceptions sont suffisamment bonnes pour répondre aux mesures quantitatives de la santé, mais qu'elles sont également adaptables et intégrées à un ensemble plus large de principes pour favoriser le bien-être. Il existe un risque potentiel : pour tenter de concevoir l'environnement techniquement « parfait », nous risquons de réduire l'importance des stimuli qui encouragent les occupants à être actifs, conscients et engagés. Les concepteurs doivent inciter les utilisateurs à adopter des comportements positifs, non pas en les mettant à l'aise et en contrôlant excessivement leur environnement, mais en fournissant une gamme de stimuli adaptés au changement de comportement. Un exemple extrême en est la conception de la maison Bioscleave par Gins et Arakawa, destinée à « renforcer la vie en la défiant... à stimuler le renouvellement physiologique et psychologique en créant des environnements de vie qui seraient intentionnellement inconfortables »⁴⁷. Elle y parvient, entre autres, en modifiant les hauteurs du sol au plafond, en utilisant des couleurs différentes, des surfaces de sol inégales et en pente et des dimensions de portes inconfortables. Cette approche volontairement troublante est extrême, mais une orchestration modérée et pragmatique de l'architecture pour promouvoir le bien-être est clairement viable. L'une des possibilités de l'architecture est qu'à travers la conception de la forme, de l'espace et de la matérialité, elle peut commander nos relations entre nous et notre environnement en créant des paramètres interactifs pour la vie. Elle peut le faire de manière à améliorer notre sentiment de bien-être, à enrichir notre vie, à la rendre

plus saine et plus agréable. Par exemple, la lumière du soleil dans un siège de fenêtre encastré crée un moment de chaleur et de calme, associé à un aperçu de la nature, des matériaux de siège doux et acoustiquement absorbants, et le plaisir tactile de la poignée lisse pour ajuster un volet en bois. Notre bien-être est intimement lié à de tels moments de joie. Dans une certaine mesure, de tels stimuli se produisent tout le temps, souvent sans être reconnus ou conçus, mais lorsqu'ils sont orchestrés dans un bâtiment, l'effet est cumulatif. Un bâtiment médiocre offre peu de moments de ce genre et laisse nos vies appauvries, alors qu'une architecture réussie apporte de nombreux moments de joie qui s'accumulent pour soutenir les cinq façons d'atteindre le bien-être.

Koen Steemers est professeur de design durable et chef du département d'architecture de l'Université de Cambridge. Ses travaux actuels portent sur les implications architecturales et urbaines des problèmes environnementaux, allant de l'utilisation de l'énergie au confort humain. À côté de son travail académique, Koen Steemers est directeur de CH&W Design et de Cambridge Architectural Research Limited.

Notes

- 44. Mehta, R., & Zhu, R. (2009). Blue or red? Exploring the effect of color on cognitive task performances. *Science*, 1226–1229.
- 45. Meyers-Levy, J., & Zhu, R. (2007). The influence of ceiling height: The effect of priming on the type of processing that people use. *Journal of Consumer Research*, 174–186.
- 46. Vartaniana, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L., Leder, H., Modrono, C., et al. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences, USA)*, 10446–10453.
- 47. Unwin, S. (2015). *Twenty-five buildings every architect should understand*. Abingdon: Routledge.
- 48. King, D., Thompson, P., & Darzi, A. (2014). Enhancing health and well-being through 'behavioural design'. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 336–337.

PHOTO: GERRY JOHANSSON



VELUX®

Commercial