

# DAYLIGHT SYMPOSIUM

8<sup>E</sup> ÉDITION



LA LUMIÈRE NATURELLE,  
MATÉRIAU DE L'ARCHITECTURE  
DURABLE

**VELUX®**



# LA LUMIÈRE NATURELLE, UN MATÉRIAU DURABLE



8<sup>E</sup> DAYLIGHT SYMPOSIUM VELUX



« Le seuil entre le silence et la lumière » — Est-il une définition plus poétique de l'architecture que celle donnée par Louis Kahn? Tous les deux ans depuis 2005, le Daylight Symposium s'attache à explorer les facettes infinies de la lumière naturelle, cette force impalpable et immatérielle qui façonne villes et bâtiments depuis l'Antiquité.

Le Groupe VELUX a choisi Paris, la Ville lumière, pour l'édition 2019 de cet évènement qui rassemble scientifiques, architectes, artistes et ingénieurs, concepteurs-lumière et autres, deux jours durant autour de thématiques forcément éclairantes. Une occasion unique de saisir la lumière de notre temps. Car si elle varie avec l'heure du jour, la latitude, le climat et les saisons, la lumière change aussi avec les cultures, les pratiques et les préoccupations de l'époque. C'est donc sans surprise qu'elle se retrouve au cœur des enjeux du développement durable : s'avamment employée, elle est une source d'économie d'énergie thermique et lumineuse. Mais bien plus encore, elle redonne une unité à un environnement que la technique a segmenté et fractionné. Ne vivant que d'une lumière et d'un air artificiel, les espaces intérieurs ont ignoré le reste du monde, et leurs occupants avec. Sous les verrières de l'ancien marché des Blancs-Manteaux, des chercheurs spécialisés en chronobiologie ont rappelé le besoin physiologique de la lumière naturelle. Des concepteurs-lumière, des ingénieurs, ont pu décrire des façons de la mesurer, de la canaliser, voire de quantifier ses bienfaits en espèces sonnantes et trébuchantes. Un argument utile aux architectes cherchant à convaincre leurs maîtres d'ouvrage d'accepter des dispositifs lumineux hors normes qu'ils imaginent. Entre la rigueur du scientifique, la liberté de l'artiste et le pragmatisme de l'ingénieur, la lumière a tracé un trait d'union et offert un terrain commun à des personnes évoluant trop souvent dans des univers parallèles. La lumière en partage, pour édifier ensemble le monde de demain.

# La lumière naturelle, un matériau durable

**S'ils ont développé une approche sensible de la lumière naturelle, les architectes sont moins avertis de son impact sur la santé et de son importance pour la réalisation d'un habitat sain. Pour la première fois organisé sous le ciel de Paris par le Groupe VELUX, le Daylight Symposium réconcilie les dimensions émotionnelles et scientifiques de la lumière. Et l'envisage comme un matériau au service du projet durable.**

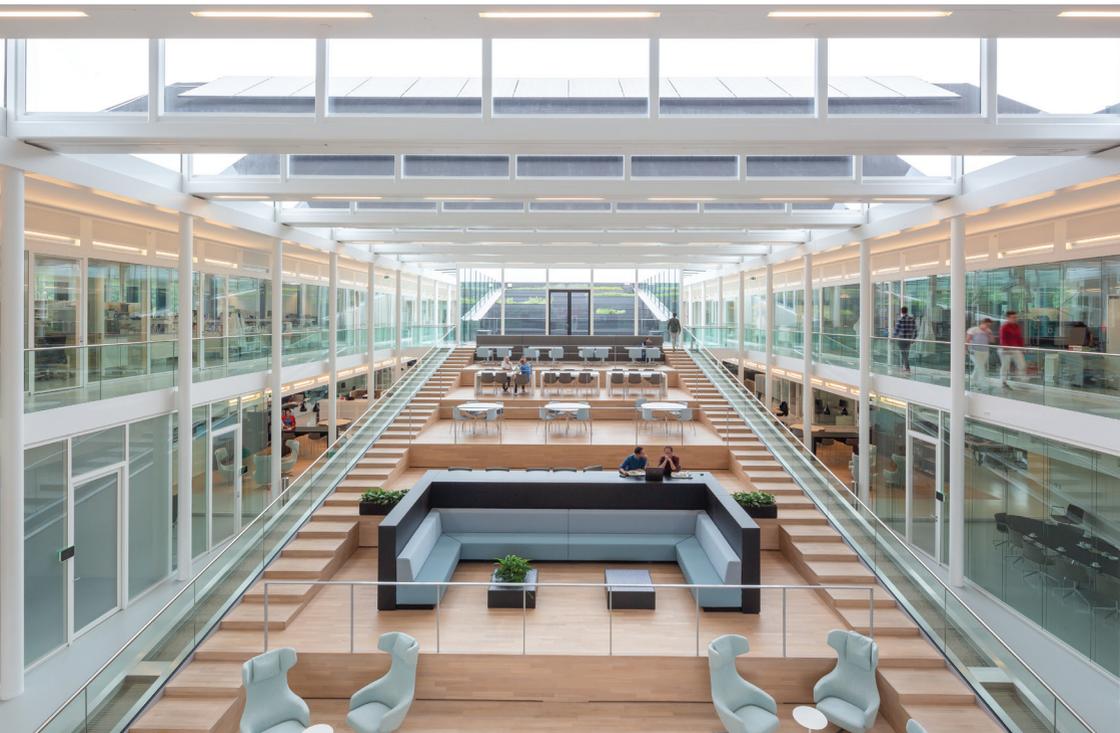
**Au total, près d'une quarantaine de recherches et d'études ont été présentées à 600 participants venus de 30 pays, sur des thématiques relatives à l'illumination naturelle, la performance énergétique et la santé, toujours en liaison avec des études de cas architecturales.**



Quelle place tient l'illumination naturelle dans les démarches de projet durable ? La question paraîtra saugrenue à beaucoup d'architectes n'envisageant pas de concevoir un espace sans lumière du jour. En pratique, de nombreuses activités se déroulent aujourd'hui à la lueur des éclairages électriques. Les pièces sans fenêtre se rencontrent dans tout type de programme. Il en est ainsi pour les blocs opératoires, un espace clos que l'on envisage progressivement de rouvrir sur l'extérieur. Ceux visités dans le cadre d'une recherche de l'université technique d'Eindhoven, et portant sur 108 établissements hospitaliers aux Pays-Bas, restent encore largement fermés. Sur 978 salles d'opération, 55,5 % n'avaient aucune ouverture vers

*(En haut à droite)*  
DZNE (Centre national  
allemand pour l'étude des maladies  
neurodégénératives),  
Bonn, wulf architekten  
© Steffen Vogt, wulf architekten

*(En bas à droite)*  
KWR - Institut de recherche  
sur le cycle de l'eau, Nieuwegein,  
Pays-Bas, Cepezed architects  
© Lucas van der Wee



l'extérieur <sup>(1)</sup>. La situation n'est guère plus enviable dans l'univers tertiaire. En Californie, 67 % des espaces de bureaux n'ont aucun accès à la lumière naturelle, et 37 % des cols blancs américains passent leurs journées de travail sans aucun accès à une vue, rappelait Lisa Hescong, consultante indépendante spécialisée dans les questions d'éclairage et de thermique des bâtiments <sup>(2)</sup>. Des études sur d'autres cas français ou européens donneraient probablement des résultats similaires, tant le recours à la lumière électrique s'est systématisé depuis les années 1950, suivant un mouvement de mécanisation qui s'étend aussi à la climatisation de l'air.

circadien, dont Till Roenneberg, professeur de chronobiologie à l'université Louis-et-Maximilien de Munich, a rappelé l'importance physiologique dans la régulation du sommeil <sup>(3)</sup>. Aux Pays-Bas, les infirmières travaillant dans des blocs opératoires sans fenêtre sont plus sujettes au stress, ont moins d'énergie au travail et récupèrent moins bien (cf. note n° 1). Les performances des employés de bureau ou des écoliers se sont améliorées avec l'ajout d'une fenêtre ouverte sur l'extérieur, comme l'a montré une étude menée par Lisa Hescong en 2003.

## « Les stratégies de maîtrise artificielle des ambiances ont un effet négatif sur les usagers, en particulier parce qu'elles déconnectent l'organisme du rythme circadien »

On sait aujourd'hui que ces stratégies visant à la maîtrise artificielle des ambiances ont un effet négatif sur les usagers, en particulier parce qu'elles déconnectent l'organisme du rythme

### **Bâtiment sain, lumière abondante**

La mesure de la lumière du jour prend une nouvelle actualité avec l'adoption de la norme européenne NF EN 17 037, dite « Lumière naturelle dans les bâtiments ». Elle incite à la prise en compte de la lumière naturelle dans les bâtiments par la définition de facteurs de bien-être comme un bon niveau d'éclairage naturel ou encore la notion d'ouverture du bâtiment sur l'extérieur, marquant un progrès sur la RT2012, qui ne donne qu'une indication d'autonomie lumineuse rapportée au calcul des besoins d'éclairage artificiel. Son application touche à de nombreux aspects de la construction, rappelait Bernard Paule,

enseignant à l'EPFL, comme la taille des pièces, l'importance des façades vitrées ou la question des doubles peaux <sup>(4)</sup>.

## **En dépassant la seule prise en compte des problématiques thermiques, la réglementation passe d'une logique centrée sur la construction à une logique centrée sur l'utilisateur, plus en phase avec les buts du développement durable**



---

En dépassant la seule prise en compte des problématiques thermiques, la réglementation passe progressivement d'une logique centrée sur la construction à une logique centrée sur l'utilisateur, ce qui sera alors plus en phase avec les buts du développement durable, dont il a été régulièrement rappelé qu'ils concernaient aussi bien les aspects sociaux. La norme européenne attire l'attention sur la carence de lumière naturelle, qui est – avec le froid, l'humidité et les nuisances sonores – l'un des quatre indicateurs d'un bâti malsain, phénomène qui

touche 26 des 79 millions des enfants de l'UE <sup>(5)</sup>. L'insalubrité des constructions est un problème de santé publique, entraînant pneumonie, asthme, bronchite, etc., et un problème social affectant les franges les plus défavorisées de la population. La résidence dans un habitat malsain a fait perdre 2 millions de jours de classe aux écoliers européens.

La présence de lumière naturelle peut-elle être un indicateur de bâtiment sain ? Une ambiance lumineuse améliorée et généreuse influe positivement sur les résultats des écoliers. C'est ce qu'indique une étude menée cette fois dans un contexte européen. Outre l'amélioration de la productivité, évoquée précédemment, la luminosité améliore la rentabilité des biens immobiliers, facilitant ainsi la location de bureaux. Un plateau de bureaux bien éclairé se loue plus facilement, comme le montre Christoph Reinhart, responsable du Sustainable Design Lab au MIT <sup>(6)</sup>, avec des exemples new-yorkais. Une illumination naturelle abondante majore le coût de la location de 300 US\$ au mètre carré, une augmentation similaire à celle produite par la présence d'un fleuve en bordure de bâtiment. Preuve qu'un flot de lumière peut remplacer celui d'une rivière !

## Des outils au service du projet

Efficacité, productivité, rentabilité... La lumière naturelle devenue matériau ne deviendrait-elle pas par trop matérialiste ? Aussi prosaïques qu'ils paraissent, ces bilans économiques peuvent aider l'architecte, suggère encore Christoph Reinhart.

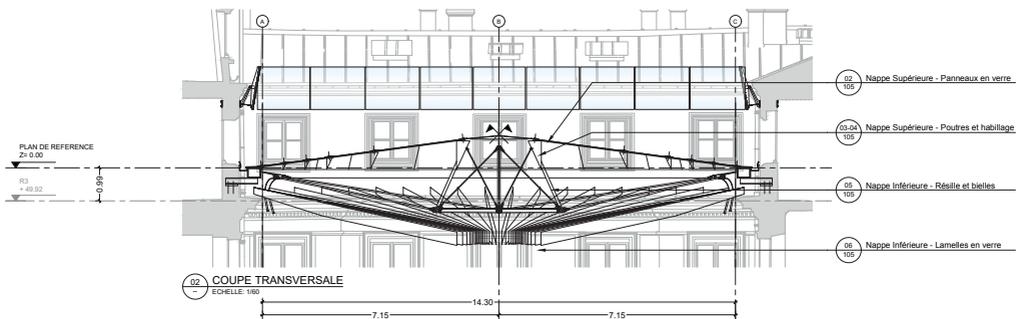
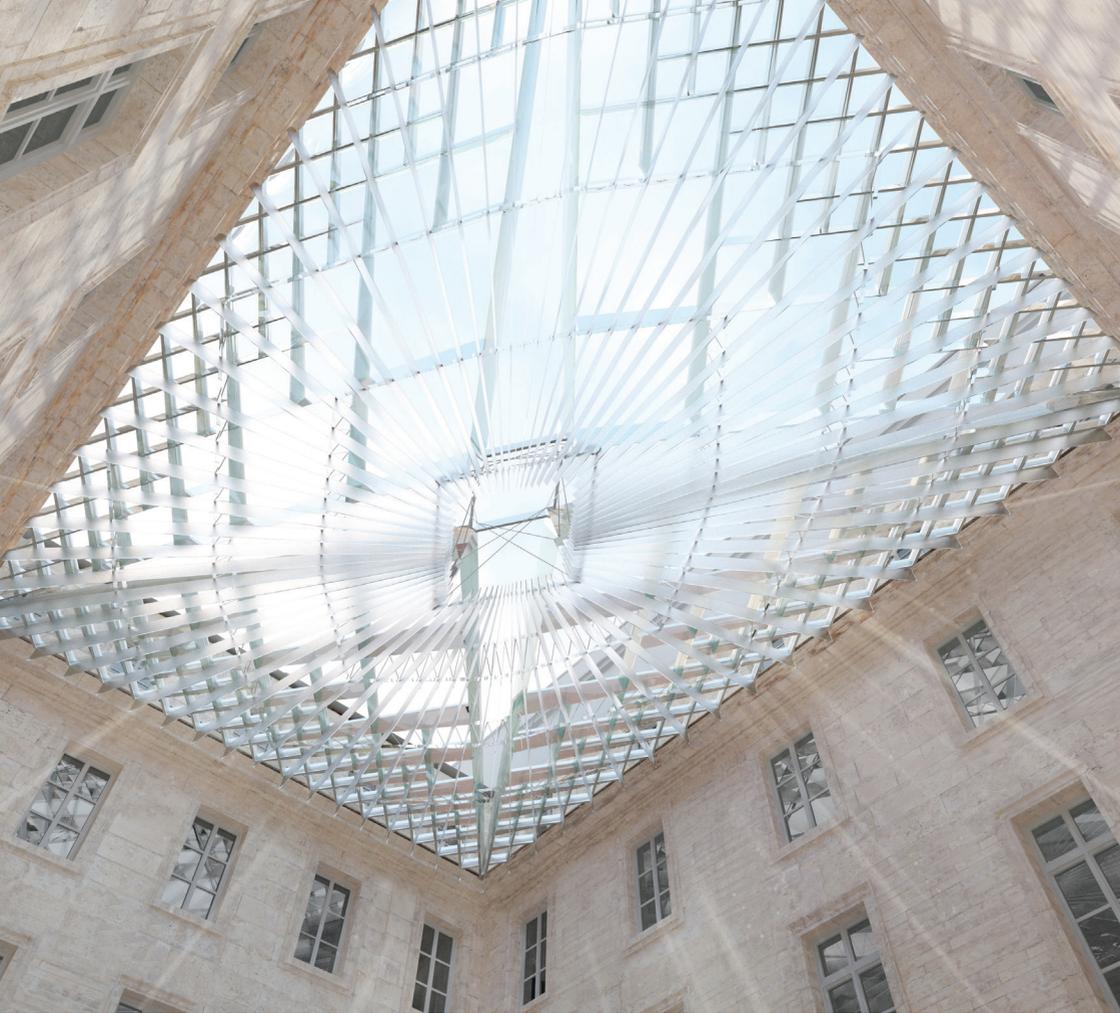
## « Quel maître d'ouvrage refusera d'assumer les surcoûts d'une façade vitrée, si l'architecte lui démontre, chiffres à l'appui, le gain financier qu'il peut en retirer ?

Quel client refusera une façade vitrée – généralement plus onéreuse qu'une façade opaque – si l'architecte lui démontre, chiffres à l'appui, le gain financier qu'il peut en retirer ? Bannissant les plateaux de bureaux trop larges, dont le dimensionnement est motivé uniquement par le rendement du mètre carré au sol, la prise en compte de la lumière naturelle initie un cercle vertueux. Les surcoûts générés par un bâtiment généreusement pourvu en éclairage naturel sont un investissement qui

sera remboursé à terme par des économies d'énergie, montre Vivian Loftness <sup>(7)</sup>. À la tête du département de diagnostic et performance du bâti de l'université Carnegie-Mellon, l'architecte prouve, chiffres en main, les bénéfices que peut apporter un fin contrôle de la lumière naturelle. La lumière du jour pourrait assurer 75 % de l'éclairage d'un bâtiment, des dispositifs d'ombre abaisseraient les besoins de rafraîchissement de 20 à 40 % et les systèmes passifs de captation d'énergie solaire auraient la capacité de remplir 40 % des besoins de chauffage. Vivian Loftness préconise l'installation conjointe de vitrages, stores et brise-soleil, complétés par des systèmes de ventilation naturelle. Pour les seuls stores, le retour sur investissement est de 8 ans et demi si l'on ne prend en considération que les données financières. Mais il chute à moins d'un an si l'on fait rentrer dans l'équation les gains naturels (économie d'eau, de CO<sub>2</sub>, réduction de la

*(À droite)*  
*Hôtel de La Marine,*  
*verrière de la cour de l'intendant*  
© Christophe Bottineau -  
Hugh Dutton Associés -  
Centre des monuments nationaux

*Coupe transversale*



pollution) et humains (baisse de l'absentéisme et augmentation de la productivité).

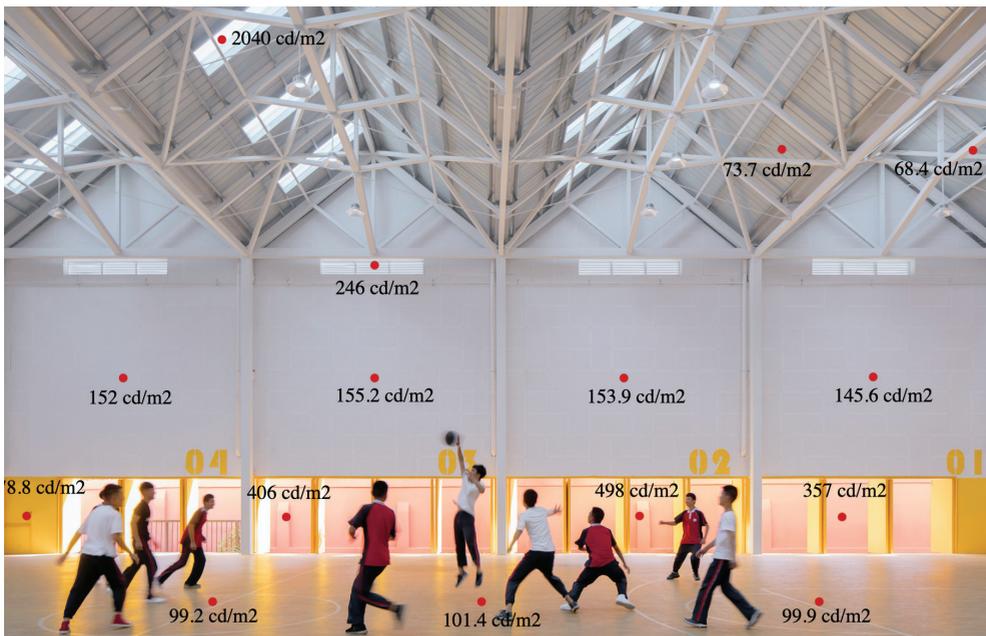
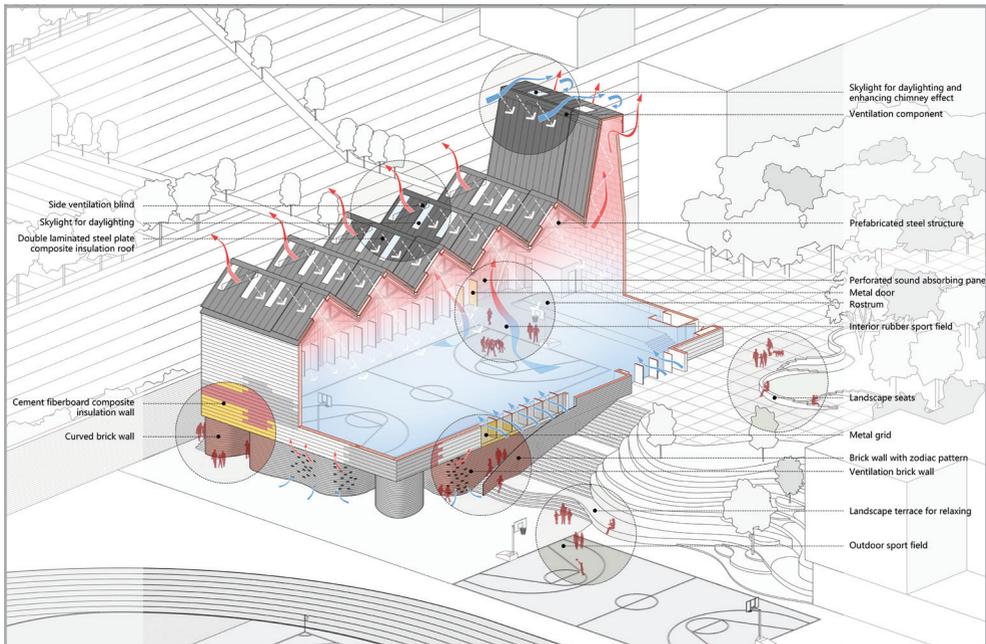
Tous ces paramètres s'intègrent dans une façade dynamique bien conçue, affirme Lofness, à l'opposé des façades statiques, fermées, indifférentes aux climats, en bref : de façades incompatibles avec les exigences du développement durable malgré leurs qualités plastiques. La façade doit tenir compte de l'ensoleillement et des apports lumineux, connus précisément grâce aux nouveaux outils informatiques, traçant la carte de l'illumination naturelle d'une ville, comme l'a fait le concepteur-lumière du bureau d'études ARUP, Giulio Antonutto, pour Londres <sup>(8)</sup>. L'utilisation conjointe de logiciels de CAO et des logiciels dédiés type Rhino ou Grasshopper fait entrer la lumière naturelle dans le champ du design paramétrique. Maha Shalaby, architecte chargée de projet de l'agence suédoise White Arkitekter, a montré comment l'intégration de paramètres d'illumination naturelle couplée à d'autres facteurs – la protection par rapport aux vents dominants, les toitures-terrasses – a conduit à faire évoluer le plan-masse et l'enveloppe d'une école d'Enköping, en Suède. Ainsi aucune façade n'est insuffisamment éclairée naturellement, et il n'y a aucune ombre sur les toitures recevant

des panneaux solaires <sup>(9)</sup>. L'agence belge A2M a appliqué des outils similaires pour développer le plan d'aménagement climatiquement neutre d'un quartier parisien, dans le cadre de l'appel à projets urbain innovant (APUI) « Réinventer Paris » <sup>(10)</sup>.

## Mesure, démesure

Qu'ils soient spécialisés en optique, en biologie, en architecture ou en urbanisme, les différents intervenants ont présenté la lumière comme un matériau aux multiples facettes. Ils ont démontré qu'il était possible de quantifier de nombreux paramètres relatifs à la lumière naturelle : autonomie d'éclairage, contrôle de l'éblouissement, contrôle thermique, vues extérieures... voire de simuler à l'aide de logiciels l'aspect que pourra avoir cette lumière.

*(À droite)*  
*Gymnase du collège n° 3*  
*du canton de Yueyang, Chine, Yehao Song*  
*architecte. Coupe axonométrique illustrant*  
*les principes de ventilation*  
*et d'éclairage naturel, photographie détaillant*  
*les niveaux d'éclairement*  
*de l'espace.*  
© Xia Zhi



Cela en fonction non seulement de la source, mais aussi des réflexions entre une multiplicité de matériaux aux aspects différents en termes de brillance, couleur, surface... La restitution d'un rendu lumineux fidèle à la réalité passe par la modélisation des phénomènes optiques de radiance. Tâche à laquelle Greg Ward se consacre depuis 1985 : consultant pour Anywhere Software, il est le créateur de « Radiance », une suite logicielle pionnière en matière de simulation d'illumination naturelle. Le fruit de ses trois décennies de travail avait été récompensé par l'attribution du Daylight Award 2018 dans la catégorie « recherche ».



**Si les calculs décrivent précisément les phénomènes lumineux, ils ne doivent pas éclipser la dimension sensible de la lumière, qui met en jeu des mécanismes perceptifs et culturels propres à chacun.**

---

Si les calculs autorisent une description précise des phénomènes lumineux, d'autres présentations ont cependant rappelé qu'il

fallait prendre la mesure... avec mesure. Et ne pas oublier les aspects sensibles de la lumière, qui mettent en jeu non seulement la perception, mais aussi la culture de chacun. Merete Madsen, conceptrice-lumière du bureau d'études Sweco, insiste sur la variabilité, qualité première de la lumière naturelle et donnant une spécificité à chaque moment du jour que chaque société investit d'un sens particulier. Dans les campagnes danoises, rappelle Madsen, le *skumringstime* (crépuscule) était le moment où les paysans regagnaient leur maison, se racontant des histoires, chantant dans la pénombre, jusqu'à ce que l'obscurité soit totale <sup>(11)</sup>. Le paysage joue un rôle dans la perception de la lumière et notamment de l'émotion qu'elle fait naître. Martin Schwartz l'a parfaitement illustré avec l'exemple d'Alvar Aalto <sup>(12)</sup>. Les paysages nordiques et leur luminosité si particulière rendue par les peintres scandinaves du début du XX<sup>e</sup> siècle semblent omniprésents chez l'architecte finlandais. Schwartz en retrouve les réminiscences dans les ouvertures zénithales et les déflecteurs venant éclairer le cœur de ses projets d'équipement public, comme dans les bibliothèques de Viipuri (1935), Seinäjoki (1965) et de Mount Angel Abbey (1970), ou dans l'église de Riola (1978).

## Matérialiser la lumière par l'espace

La lumière ne se matérialise qu'au contact d'un objet : l'architecture apparaît en ce sens comme le meilleur révélateur de luminosité.

## Le Daylight Symposium est aussi l'occasion de découvrir des propositions architecturales conciliant approche quantitative et sensible.

---

Le Daylight Symposium était aussi l'occasion de découvrir des propositions architecturales conciliant approche quantitative et sensible. Les dispositifs simples peuvent générer une grande qualité spatiale, ainsi que le montrait le gymnase conçu par l'architecte Yehao Song pour une école primaire du centre de la Chine. L'outil informatique permet de s'assurer de la répartition homogène de la lumière naturelle, apportée en toiture par des sheds percés ponctuellement de fenêtres, et une série d'ouvertures latérales donnant accès à l'équipement. L'ensemble permet une ventilation complète du gymnase et une illumination homogène sans éblouissement, tout en fournissant des niveaux de luminosité

supérieurs à ceux exigés par la réglementation locale.

Toujours en Chine, deux projets de l'architecte Cui Kai explorent deux registres possibles de l'illumination naturelle. Dans le Zhujiadian Kiln Museum, installé dans une ancienne briqueterie, l'architecte a mêlé aux tuiles mécaniques opaques des tuiles de verre. Réparties sur la couverture, elles créent un dégradé passant de l'opaque au transparent. L'effet, saisissant de jour, s'inverse à la nuit tombée et transforme le bâtiment en lanterne lumineuse. La lumière joue un tout autre rôle sur le pôle d'échange que l'agence conçoit à Pékin : une immense verrière illumine les 16 quais du nœud ferroviaire emprunté quotidiennement par des milliers de personnes. Les variations de l'illumination naturelle rythment la vie métropolitaine dans ses aspects les plus frénétiques, tout en donnant une identité et une centralité à cette opération souterraine.

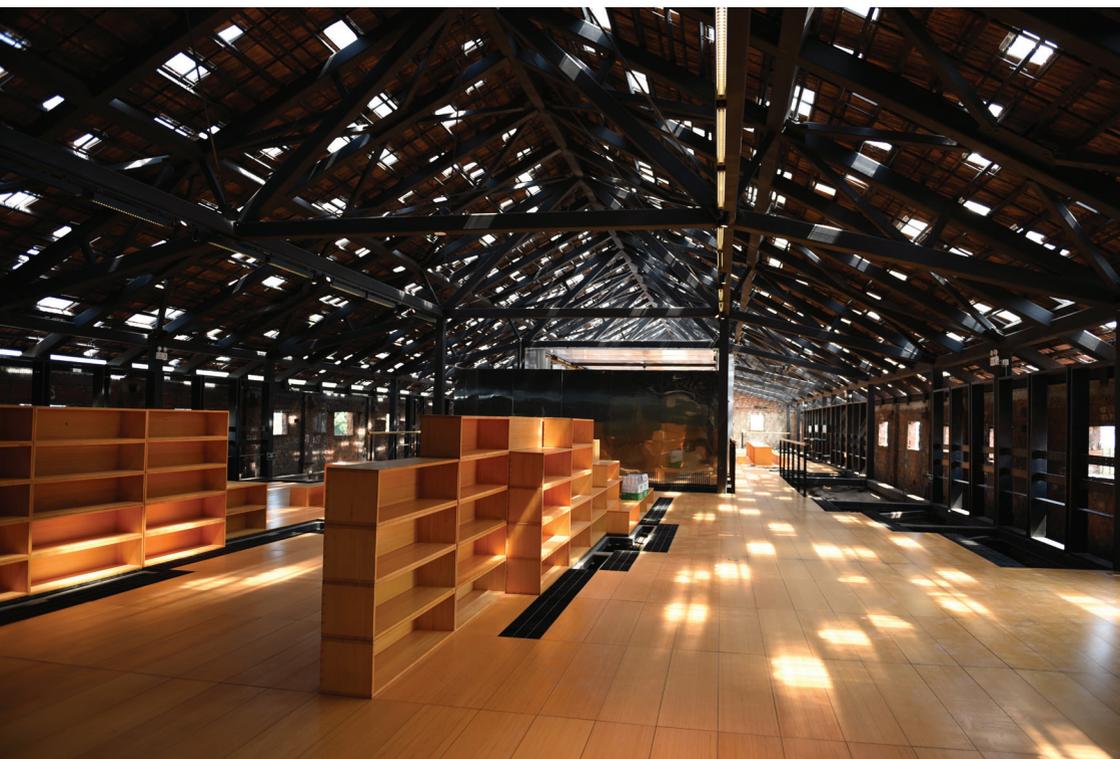
L'Europe n'est pas en reste dans l'innovation lumineuse, en neuf ou en réhabilitation. À Nancy, ANMA, agence d'architecture et d'urbanisme fondée par Nicolas Michelin, a relié d'un trait de verre coloré long de 200 mètres les bâtiments des différentes écoles du campus Artem, implantées sur le site d'une

ancienne caserne. Le dispositif semble revisiter la figure traditionnelle du passage parisien. C'est encore dans l'est de la France, à Strasbourg, que l'agence avait rendu à la lumière le dôme de la bibliothèque nationale universitaire. L'ajout de dispositifs lumineux parfois très ambitieux dans des bâtiments patrimoniaux révèle le potentiel de transformation important que peut jouer l'illumination naturelle. La nouvelle verrière de la cour de l'Intendant de l'Hôtel de la marine est, de ce point de vue, emblématique. L'agence HDA est en charge de la conception de ce projet soutenu par LES FONDATIONS VELUX. Hugh Dutton, architecte fondateur de l'agence, avait assisté Peter Rice, ingénieur irlandais spécialiste des structures acier, dans le développement des procédés de verre structurel, imaginé pour les serres de la Cité des sciences de la Villette. Avec ce système, le verre devient porteur et s'affranchit des menuiseries métalliques traditionnelles. Pour l'hôtel de la Marine, l'agence HDA développe un système de verrière en diamant, diffusant la lumière dans tous les recoins d'une cour sombre, prenant par l'ajout de cet objet hors normes le statut d'entrée du futur musée qui ouvrira dans ce bâtiment donnant sur la place de la Concorde. Mesurée sous toutes ses coutures, la lumière dispose

encore de la capacité d'émouvoir en s'alliant au vent, en suivant les changements de saisons, les variations de la météorologie. Les projets de Hiroshi Sambuichi, lauréat du Daylight Award 2018 dans la catégorie « architecture », en sont des exemples probants. Succédant à Jørn Utzon, Peter Zumthor ou Steven Hall <sup>(43)</sup>, quelques-uns des prestigieux récipiendaires du prix depuis sa création en 1980. Les structures arachnéennes de Sambuichi captent l'humidité de l'atmosphère : rosée en été, ou glace l'hiver, l'eau dans tous ses états diffuse une lumière à chaque fois différente. Par ces projets, le jeune architecte japonais fait la démonstration que la lumière peut être un matériau mystique, technique et holistique, toujours à même d'inspirer la création architecturale.

*(En haut à droite)*  
*Mémorial au Mont Rokko,*  
*Japon, Hiroshi Sambuichi*  
*© Sambuichi architects*

*(En bas à droite)*  
*Zhujiadian Brick Kiln Museum,*  
*Jinxi, Chine, Cui Kai architecte*  
*© Guo Haiian*



# Notes

Les notes renvoient aux présentations du Daylight Symposium 2019. Ces exposés sont consultables sur : <https://www.VELUX.com/VELUXdaysinparis> et sur la chaîne Youtube de l'évènement « Daylight Symposium - the VELUX Group »

<sup>1</sup> *An Explorative Study on the Impact of Daylight and View among Operating Room Nurses*, Mariëlle Aarts, Marie-José Vleugels, Eindhoven University of Technology.

<sup>2</sup> *The Value of View*, Lisa Heschong.

<sup>3</sup> *The Human Circadian Clock From East to West*, Till Roenneberg.

<sup>4</sup> *Impact of the New European Standard EN17037 « Daylight in Buildings » on Building Design*, Bernard Paule, directeur de l'ESTIA (Lausanne).

<sup>5</sup> Baromètre de l'habitat sain 2019 : *Grandir dans un habitat (mal) sain*, VELUX.

<sup>6</sup> *The Value of Daylight in Office Buildings*, Christoph Reinhart, enseignant-chercheur au MIT (Boston).

<sup>7</sup> *Environmental Surfing for Health, Productivity and a Resilient Future*, Vivian Loftness.

<sup>8</sup> *Daylight Signature: Qualitative Analysis of Urban Settings in Respect to Sunlight and Daylight Availability*, Giulio Antonutto.

<sup>9</sup> *Daylight: a Concept and a Design Driver, the Case Study of Enköping New School*, Maha Shalaby, architecte de l'agence White Arkitekter (Suède).

<sup>10</sup> L'appel à projets « Inventons la métropole du Grand Paris », site Bercy-Charenton. Avec EAI, OXO, Agence Babylone, FFAST, pour le compte d'Atenor.

<sup>11</sup> *Changing Towards Daylight's Changeability*, Merete Madsen, architecte et conceptrice lumière pour Sweco (Danemark).

<sup>12</sup> *Alvar Aalto: Daylight and the Experience of Landscape*, Martin Schwartz, architecte et professeur associé à la Lawrence Technological University (Southfield, Michigan).

<sup>13</sup> Plus d'informations sur les lauréats sur <http://thedaylightaward.com>

**Développement commercial**

Florence Slama-Gaillard,  
Tél. : 01 48 24 37 67 / 06 09 52 62 32  
fslamagaillard@darchitectures.com  
Directrice de la publicité

Thierry Meunier,  
Tél. : 01 48 24 81 21 / 06 64 95 92 26  
tmeunier@darchitectures.com  
Directeur de clientèle

**Direction éditoriale**

Olivier Namias

**Secrétariat de rédaction**

Camille Didelon

**Conception graphique**

Maxime Buot

**En couverture**

Campus Artem, Nancy, ANMA Architectes  
© Guillaume Guerin

Distribué avec le n° 277 de **d'a**



Organisé tous les deux ans depuis 2005 à l'initiative du Groupe VELUX, le Daylight Symposium est un événement international incontournable centré sur la recherche, l'éducation, les pratiques et les politiques publiques en matière de lumière naturelle. La 8<sup>e</sup> édition du Daylight Symposium s'est tenue à Paris le 9 octobre dernier, proposant une série de présentations relatives à l'illumination naturelle, la performance énergétique et la santé, toujours en liaison avec des cas d'études architecturaux.

d'

**VELUX®**