



CAPRON Jean-Luc, « Usage(r)s, lumière et couleur : Démarche anthropocentree et projection durable », Questions 13 : Éco-conception, CERAA, Bruxelles, 2010, pp. 38-45.

## USAGE(R)S, LUMIÈRE ET COULEUR

### DÉMARCHE ANTHROPOCENTRÉE ET PROJETATION DURABLE

Jean-Luc CAPRON

#### INTRODUCTION

Éléments essentiels de la perception et la conception de l'environnement construit, la lumière et la couleur présentent de très nombreuses facettes, dont les plus élémentaires sont le caractère naturel ou artificiel de la lumière, ainsi que la dimension lumineuse ou pigmentaire de la couleur.

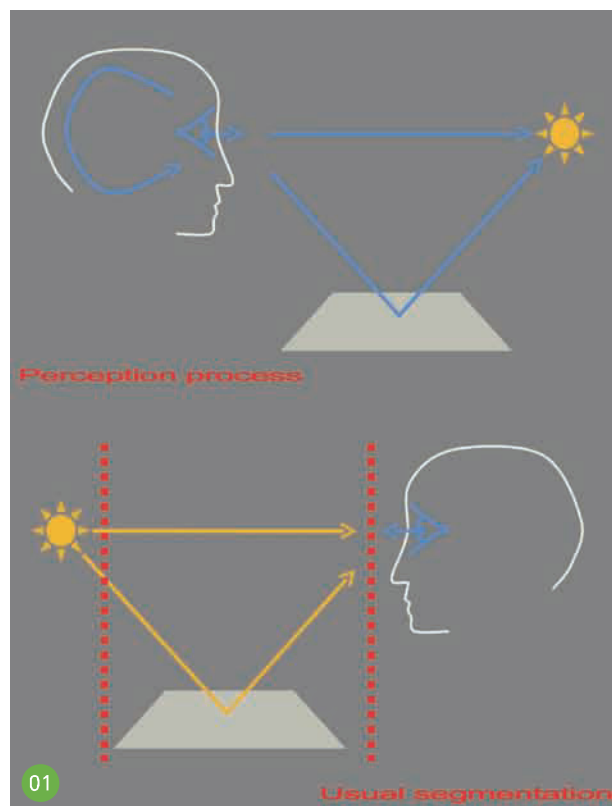
Confrontés sans préparation à la problématique du réchauffement climatique et de ses conséquences, le secteur de la construction met progressivement en place des réglementations visant essentiellement à réduire les échanges thermiques de l'enveloppe du bâtiment avec l'atmosphère. Face à l'urgence, le risque est grand d'un oubli de la fonction première du bâtiment, celle d'être, au-delà de la fonction d'abri, source de bien être pour l'utilisateur. Et s'il est évident que le confort individuel ne peut générer des pressions supplémentaires sur un équilibre climatique devenu précaire, il faut prévenir tout effacement de la fonction initiale de l'architecture. L'approche environnementale est une nécessité impérieuse, non la finalité de l'architecture.

La problématique du développement durable oblige à revisiter l'ensemble des paramètres de la conception d'environnements construits, dont les facteurs humains<sup>[1]</sup>. Si le bien-être des usagers est origine et finalité de toute architecture, les attentes des usagers dépassent les besoins matériels résultant d'un juste dimensionnement métrique, thermique, lumi-

neux, .... Ainsi que le montrent les études de type *post occupancy evaluation* (POE), les notions de confort et de bien-être reposent avant toute chose sur notre perception de l'environnement construit. Celui-ci est évalué au travers de filtres cognitifs, acquis par le biais de nos expériences personnelles et collectives, immédiates et médiatees. De la construction mentale qui en résulte naîtra un sentiment, positif ou négatif, envers l'environnement construit. Une sensation d'inconfort se concrétise par une attitude d'opposition face à un environnement construit perçu comme source d'agression. Un transfert résultant du malaise en mal-être favorise le rejet de l'architecture et des concepts qui la sous-tendent. Répondre aux besoins et attentes des personnes par des bâtiments conçus dans une optique nouvelle, telle celle du développement durable, est gage d'une généralisation de l'acceptation de la nécessité de changement d'attitude. Le défi de l'architecture durable en gestation est de susciter un sentiment d'empathie avec les idées qui l'animent et qu'elle promeut. Partir de la construction mentale sur laquelle repose le sentiment de bien-être pour atteindre la construction physique, c'est favoriser l'éclosion d'une architecture associant les nécessités du développement durable avec celles du bien-être.

Avec l'utilisateur comme origine et finalité du processus de conception de l'environnement construit, on intègre et transcende les facteurs humains. Cela signifie que le point de départ, et d'arrivée, du processus

est la perception psycho-physique et la construction mentale de l'environnement construit<sup>[2]</sup>. En matière d'éclairage, le processus se définit comme suit : les caractéristiques physiologiques de la vision humaine sont intégrées en fonction des caractéristiques de la lumière, tels les niveaux d'éclairement, la température de couleur, ... ; viennent ensuite les objets à éclairer dans l'espace, sous forme de surfaces émissives secondaires; et enfin pour l'éclairage naturel, la baie et les mécanismes de gestion ou pour l'éclairage artificiel, le luminaire, l'optique et la source adéquate à l'ergonomie fonctionnelle d'une activité spécifique dans un espace architectural donné<sup>[3]</sup>.



## LUMIÈRE ET ÉCLAIRAGE

La fenêtre a ce double rôle fonctionnel d'apport de lumière et de vue, et par la même induit un comportement qui caractérise l'usage de la pièce. Une analyse affinée des usages de la pièce montre que toute fenêtre par sa seule présence définit des usages au sein de ce qui pourrait apparaître au premier abord comme une entité fonctionnelle et spatiale élémentaire. Ainsi que le montrent des scènes d'intérieur, telles celles peintes par Johannes Vermeer, la proximité d'une fenêtre correspond à un lieu (topos) dans l'espace plus vaste que constitue la pièce; économie spatiale associée aux échelles spatiales de l'intime. A laquelle s'ajoute l'économie énergétique d'une réflexion sur la paroi orthogonale à la baie et directement adjacente à celle-ci, créant un « coin lumineux ».

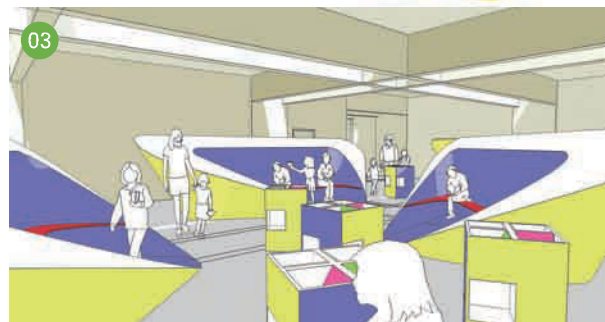
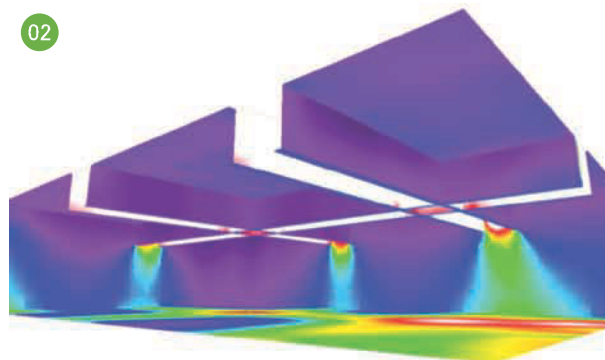
En phase diurne, la lumière artificielle peut venir en complément de la lumière naturelle à l'intérieur des bâtiments. Et il est parfois nécessaire d'avoir recours à l'éclairage artificiel, même en journée, de par l'absence ou la carence de prises de lumière naturelle, par leur éloignement des zones à éclairer, par leur taille insuffisante en rapport à la surface plancher des zones à éclairer ou par leur position inadéquate dans la paroi. Aussi, est-il essentiel d'optimiser les prises de lumière naturelle. Cependant, l'isolation des parois extérieures requise par une gestion thermique optimale des bâtiments porte leur épaisseur à des dimensions parfois supérieures au double de celles connues de l'architecture du xx<sup>e</sup> siècle. Le Règlement Régional d'Urbanisme (RRU) de la Région de Bruxelles-Capitale impose que pour tout local habitable, la superficie nette éclairante soit de minimum 1/5<sup>ème</sup> de la superficie plancher. Ce ratio devrait être revu à la hausse si l'on veut maintenir un niveau d'éclairement naturel semblable. En effet, l'augmentation de l'épaisseur des murs extérieurs, ainsi que celle des châssis, réduit la quantité de lu-

CAPRON Jean-Luc, « Usage(r)s, lumière et couleur : Démarche anthropocentrée et projection durable », Questions 13 : Éco-conception, CERAA, Bruxelles, 2010, pp. 38-45.

mière naturelle qui pénètre par la baie. Des stratégies palliatives peuvent être mise en place<sup>[4][5]</sup>. Certaines, telle la généralisation des étagères à lumière [light shelves] ou conduits solaires [light pipes] sont des technologies récentes, d'autres, tel l'usage dans les joues des baies étaient déjà d'application il y a plusieurs siècles.

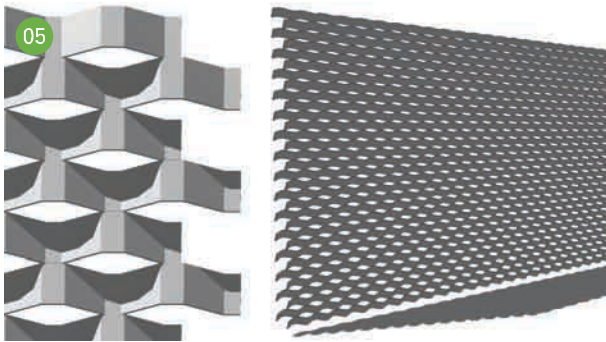
En France, la politique du gouvernement étant d'avoir une approche plus écologique de la consommation d'énergie dans les bâtiments et les espaces publics, l'éclairage naturel est une des exigences dans le programme de conception. Dans le projet pour la Médiathèque d'Anzin, l'auteur était responsable de la conception de l'éclairage et a travaillé conjointement avec l'architecte Philippe Caucheteux sur la conception architecturale. Dans une bibliothèque, l'éclairage naturel participe à satisfaire les besoins en éclairage fonctionnel, mais peut aussi créer une atmosphère particulière. Par conséquent, la structure du bâtiment a été conçue afin de moduler l'apport en lumière naturelle. Notre perception millénaire de la lumière étant zénithale, cet aspect est renforcé par la quantité de lumière naturelle grandement supérieure lorsqu'elle est captée zénithalement plutôt que par des baies verticales. Des prises de lumière ménagées entre les poutres soutenant la toiture ont été positionnées et dimensionnées de manière à empêcher les rayons du soleil de pénétrer directement dans les salles de lecture. Les surfaces verticales des poutres agissent comme des réflecteurs, constituant ainsi des sources de lumière indirecte qui limite l'inconfort dû à l'éblouissement.

La nécessité d'une protection solaire doit prendre en compte l'inconfort dû aux contrastes élevés de luminance au niveau d'une façade fortement ensoleillée, résultants des stries lumière-ombre-lumière. L'utilisation de profilés linéaires dont la face inférieure serait courbe et la face supérieure aurait un profil



- 01 Deux approches de l'éclairage : la segmentation classique entre la source lumineuse et les facteurs humains, et le processus de la perception proposée par J.-L. Capron, avec l'utilisateur comme point de départ de conception d'éclairage. (J.-L. Capron 2009)
- 02 Éclairage zénithal entre éléments structurels dont les surfaces verticales agissent comme des réflecteurs
- 03 (J.-L. Capron & P. Caucheteux 2006)

en forme de V, permet de combiner la réflexion de la lumière vers le fond de la pièce, tout en se préservant de la surchauffe lorsqu'ils sont situés devant le vitrage. Jusqu'à la hauteur du plan de travail, on peut schématiquement inverser le profil pour éviter toute pénétration directe du soleil. Tandis que, et toujours schématiquement, deux profils similaires étirés transversalement par rapport au plan de la



façade, positionnés symétriquement par rapport à un axe horizontal – l'un au plafond, l'autre en partie haute de la baie – décalés – le profilé haut à l'intérieur, le profilé bas à cheval sur la baie – forment un système anidolique optimal. L'ensemble de ces profilés permet une distribution maximalisée de la lumière naturelle et une perception quasi uniforme de la luminance des parois.

La nécessité de protections solaires ne peut se satisfaire d'éléments linéaires sans rapport avec le caractère doublement courbe qui caractérise, en projection horizontale et verticale, la course du soleil par rapport à un point donné; ce qui correspond aux variations de l'azimut et de la hauteur, à la fois selon la saison et l'heure de la journée. Par sa nature spatiale, le métal déployé peut apporter une réponse efficace qui permet de minimiser la surchauffe et l'inconfort dû au risque d'éblouissement, mais aussi

de permettre une certaine relation à l'extérieur. Correctement calculé, la double courbure des segments et leur largeur de la lanière permet à la fois la protection solaire lorsque le soleil est haut et la réflexion de la lumière lorsque la hauteur du soleil est faible. Une lanière de grande largeur associée à une courte diagonale de grande dimension permet de considérer la face supérieure du segment central, d'allure horizontale, de la longue diagonale du motif long comme un élément réfléchissant de type étagère à lumière [light shelf]. Sur base de ce principe, la façade sud du projet de médiathèque élaboré avec Philippe Caucheteux, permet à la fois de capter la lumière sans générer éblouissement ou surchauffe.

L'éclairage public et la mise en lumière nocturne de l'environnement construit répond à une mutation de notre mode de vie qui nous fait pratiquer les lieux publics après la tombée de la nuit. L'éclairage public a vertu essentiellement sécuritaire : que ce soit lors du déplacement des personnes ou de leur bien et de leur vie. Il participe donc de l'urbanité des lieux, tantôt en permettant de percevoir et reconnaître ses semblables, tantôt en permettant de percevoir et reconnaître l'environnement construit. En site urbain dense, il est dès lors justifiable d'éclairer modérément les façades de l'espace public, afin d'en rendre les limites perceptibles. On évite ainsi l'effet anxiogène d'être la proie potentielle sous les projecteurs d'un prédateur tapi dans l'ombre. En plaçant l'éclairage linéaire de LED sous les corniches, on éclaire les trottoirs en dessous, ainsi que les parois. L'orientation du flux lumineux vers le bas limite grandement la pollution lumineuse, et leur faisceau lumineux étroit ne procure guère de gêne aux habitants et assure un niveau d'éclairement maximum pour les usagers faibles circulant sur les trottoirs ou à proximité. Tandis que l'excellent rendu des couleurs produit par une température de couleur fréquemment située dans la frange spectrale mésopi-

CAPRON Jean-Luc, « Usage(r)s, lumière et couleur : Démarche anthropocentrée et projection durable », Questions 13 : Éco-conception, CERAA, Bruxelles, 2010, pp. 38-45.

que renforce l'efficacité lumineuse spectrale de ce type de source de lumière artificielle<sup>[6]</sup>. Conjugué au rendement lumineux chaque jour croissant, le rendement lumineux global en fait un type d'éclairage qui rencontre les enjeux du développement durable tout en apportant confort et bien être aux usagers.

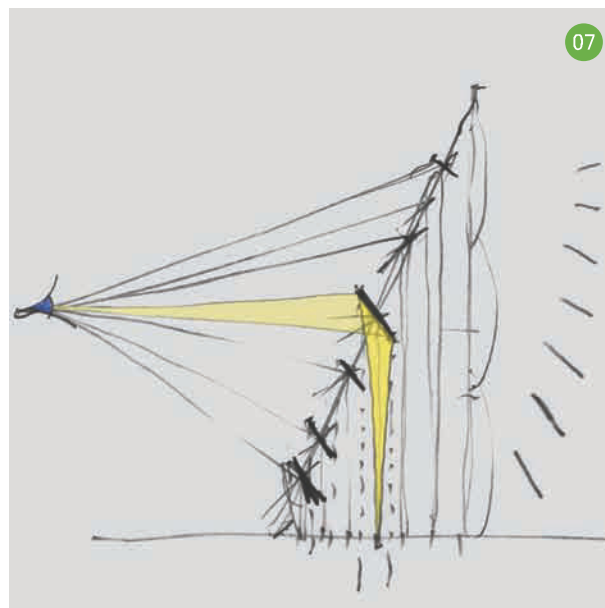
### LUMIÈRE ET COULEUR

L'approche anthropocentrée montre sa pertinence jusque dans l'éclairage décoratif, voire festif. Les fêtes de fin d'année sont associées à une frénésie lumineuse, dont la finalité profonde repose sur une volonté ancestrale de vaincre l'obscurité. Cependant, l'éclairage décoratif est souvent peu efficace par rapport à l'énergie lumineuse mise en œuvre et peut dès lors être questionné en regard des impératifs du développement durable. La sculpture de lumière colorée conçue par l'auteur à l'occasion du Festival des Sapins de Liège 2009 en est un exemple. D'une hauteur de 6 mètres et constituée de 44 de modules en acier peint en blanc mat, elle est éclairée de bas en haut par des spots LED RGB, insérés dans le socle. Les modules qui la composent évoquent les boules qui traditionnellement ornent les sapins de Noël, et permettent de s'affranchir de la forme archétypale de ceux-ci. L'effet dynamique résulte des jeux de lumières colorées, de l'organisation étagée des modules implantés et orientés selon un entrelacs de spires, et du balancement des modules ... au gré du vent.

L'essentiel de la démarche est d'assurer une « présence » de l'œuvre depuis les différents points de vue et accès à la Place Saint-Lambert, compte tenu des caractéristiques de l'espace public et ses activités. Dès les premières esquisses, la stratégie appliquée est de considérer l'utilisateur comme origine et finalité, tant pour la structure matérielle de la sculpture que pour la mise en lumière et le choix des couleurs. La conception anthropocentrée d'une structure éclairée suppose que l'on considère l'œil comme point



- 04 Façade optimisée d'un immeuble de bureau (J.-L. Capron & G. Nicolas 2008)
- 05 Double courbure d'une protection solaire répondant à la course du soleil (J.-L. Capron 2006)
- 06 Éclairage linéaire de façades par réglettes LED intégrées dans les corniches (O. Mellone, J.-L. Capron & M. Renglet Dir., 2007)
- 07 Conception anthropocentrée des surfaces émissives secondaires d'une structure éclairée (J.-L. Capron 2009)

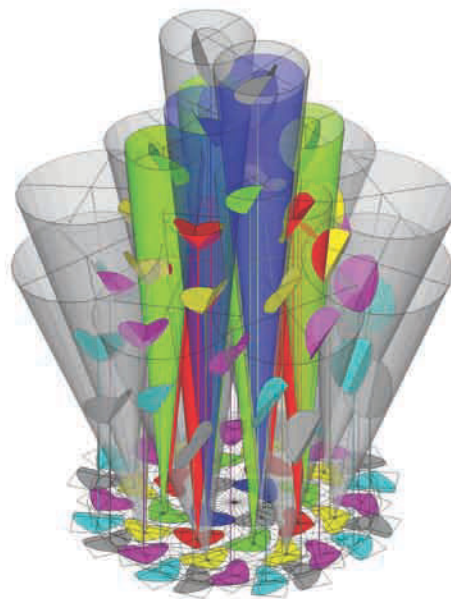


de départ d'une trajectoire qui le relie aux surfaces émissives secondaires – les modules – et aux sources lumineuses – les projecteurs. Plusieurs propositions sont développées et validées des simulations informatiques, faisant varier la forme des modules et leur piétement, avec pour objectif, légèreté structurelle et efficacité lumineuse. Le choix optimal des luminaires selon leurs angles d'ouverture, ainsi qu'une définition judicieuse de leur position et orientation permet de réduire considérablement le nombre de sources lumineuses, réduisant leur nombre de 44 – soit un par module – à 20 !

Le choix d'une peinture matte assure une « accroche » de la lumière colorée, perçue après une réflexion mixte sur les surfaces doublement inclinées et orientées de chaque module, et évite les reflets inhérents à toute réflexion spéculaire. Afin d'optimiser les effets lumière-couleur que les projecteurs LED permettent d'obtenir, des palettes de couleurs sont élaborées spécialement pour ce projet. Les caractéristiques de chaque couleur composant une séquence lumineuse sont pondérées en fonction de données perceptives<sup>[7][8][9]</sup>. Après validation des effets lumière-couleur sur un module grandeur-nature, des séquences lumineuses sont conçues et programmées à l'aide d'un logiciel de contrôle de l'interface DMX, démonstration d'une stratégie de conception rigoureuse d'illumination festive basée sur des données scientifiques et ... une sensibilité poétique. Le prix du design décerné à ce projet, dès son installation, prouve que démarche anthropocentrée et projection durable sont gages de qualité pour l'environnement construit et ses composants.

## CONCLUSION

Par le biais des organes sensoriels, les matières génèrent des sensations. Organisées en une perception, ces sensations suscitent des comportements. En bref, les matières communiquent des messages utilitaires et esthétiques. Les matières sont les struc-



08

- 08 Choix optimal des angles d'ouverture des luminaires, de leur position et orientation (J.-L. Capron 2009)
- 09 Sculpture lumière-couleur alliant démarche anthropocentrée et projection durable (J.-L. Capron 2009)

tures, au sens physique, qui comprennent tous les éléments du bâtiment. D'un point de vue perceptif, celui de l'utilisateur, ce sont essentiellement les surfaces qui constituent la clôture physique de l'espace, et les objets volumétriques, le définissent et le caractérisent. Par un processus semblable à celui du lancer de rayon utilisé dans les programmes informatiques de simulation visuelle, on remonte le parcours du rayon lumineux depuis le récepteur, l'œil de l'utilisateur, vers l'émetteur, toute source lumineuse. Les caractéristiques de toute surface éclairée, considérée comme surface émettrice secondaire, et qui est potentiellement située dans le champ-visuel de l'utilisateur doit dès lors être prise en compte lors de la conception d'une ambiance lumineuse. Aussi, la

CAPRON Jean-Luc, « Usage(r)s, lumière et couleur : Démarche anthropocentrée et projection durable », Questions 13 : Éco-conception, CERAA, Bruxelles, 2010, pp. 38-45.



nature des parois d'un local a une importance prépondérante sur la diffusion de la lumière, naturelle et artificielle. Une paroi rugueuse, mate et sombre, piège la lumière, tandis qu'une surface lisse, brillante et claire, réfléchit une grande part du flux (énergie) lumineux qui vient la frapper. Les niveaux d'éclairage sur le plan de travail sont à dissocier de la luminance, du niveau de contraste et de l'impression de luminosité perçues par l'utilisateur qui influent grandement sur le confort de l'utilisateur.

L'architecture est aujourd'hui, plus que jamais, un travail d'équipe qui requière que chacun des intervenants du processus de conception apporte une connaissance spécifique et une maîtrise en son domaine. Toutefois, les connaissances requises par l'acte créatif sont vastes, et si les connaissances dans l'acte de bâtir reposent sur de longues années de recherche et d'expérimentation à valeur scientifique, la démarche de conception autour de l'être humain semble à peine émerger. Ce changement d'attitude par rapport au bâti doit être aussi l'opportunité d'une réflexion plus large intégrant des enjeux synthétisés sous le vocable d'un confort à dimension humaine. En complément des aspects essentiellement technologiques développés à ce jour en réponse aux enjeux des changements climatiques, il convient de développer des stratégies de conception centrées sur les facteurs humains l'architecture

a pour raison d'être, de servir l'utilisateur. Des exemples émergeant de par le monde, montrent que, par un juste retour des choses, c'est en plaçant l'être humain au centre du projet, en tant qu'origine et finalité, que l'on peut pleinement rencontrer les enjeux du développement durable. [J.-L.C.]

Jean-Luc CAPRON est Dr. Eng. Architect [Tokyo Univ.], enseignant à la Faculté d'Architecture, d'Ingénierie Architecturale, d'Urbanisme et d'Aménagement du Territoire – UCL – Site Saint-Luc Bruxelles et à la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons.

## NOTES

- [1] J.-L. CAPRON & M.-H. HUYSMANS, «Facteurs humains, environnement construit et développement durable», «Le développement durable : quel impact sur l'architecture?», Bruxelles, I.S.A. St-Luc, 2000.
- [2] J.-L. CAPRON & M.-H. HUYSMANS, «Textile Design based on Built Environment and User Specificities: Re-scaling a classroom with colored patterns on textile», AIC COLOR 2002 SI «Color & Textiles» - Book of Proceedings, Maribor, Slovenian Colorist Association & University of Maribor, 2003, pp. 69-76.
- [3] J.-L. CAPRON, «Pour une nouvelle approche de l'éclairage architectural», *Architecture UCLouvain - St-Luc Architecture - Site de Bruxelles 2010-3*, Bruxelles, UCLouvain - St-Luc Architecture - Site de Bruxelles, 2010, pp. 66-67.
- [4] Ph. SAMYN & J.-L. CAPRON, «Temperate Intermediate Spaces and Virtual Tickness of Inhabited Facades», PLEA 96, Louvain-la-Neuve, Architecture et Climat, 1996, pp. 431-436.
- [5] Ph. SAMYN & J.-L. CAPRON, «Double-skin Buildings as a Step towards Sustainable Architecture», PLEA 96, Louvain-la-Neuve, Architecture et Climat, 1996, pp. 437-442.
- [6] J. DECUYPERE, J.-L. CAPRON & M. RENGLET, «Influence of Mesopic Lighting Conditions on Pedestrian Visual Field in Urban Environment», Lux Europa 2009 – 11th European Lighting Conference, Istanbul, 2009, pp. 1177-1182.
- [7] M. REISINGER, A. HUEDO & I. VOGELS, «The powers of attraction of chromatic light», *AIC Congress 2008*, Stockholm, 2008.
- [8] J.-L. CAPRON, «ISA [Expérimentation] : lumières couleurs et ... led», *Art & Architecture* n° 13, Bruxelles, Instituts Saint-Luc de Bruxelles, 2009, pp. 32-33.
- [9] P. KORT & L. VAN DER POEL, «Luminance sensation of colored LED lighting», *Luminous* n°3, Philips Lighting, Eindhoven, 2009, pp. 38-39.