

Utilisation d'une collection de références pour assister la conception des ambiances lumineuses

Salma Chaabouni, Jean-Claude Bignon, Gilles Halin

*CRAI, Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie
2, Rue Bastien Lepage, 54000 Nancy
salmachaabouni@crai.archi.fr
Bignon@crai.archi.fr
halin@crai.archi.fr*

RÉSUMÉ. Parmi les préoccupations environnementales, la lumière naturelle est une cible importante qui doit être contrôlée et prise en compte dès les premières phases de conception. Cette démarche approche le plus souvent la lumière naturelle par des exigences quantitatives alors qu'en architecture celle-ci est plutôt abordée de manière qualitative, on parle alors d'ambiances lumineuses.

Nous proposons dans cet article une méthode d'assistance à la conception des ambiances lumineuses dès les phases amont de la conception par l'utilisation d'une collection d'images références. Nous présentons la mise en œuvre de cette méthode dans un outil utilisant différents modes de navigation par l'image.

MOTS-CLÉS : Conception, ambiances lumineuses, aide à la conception, images références, navigation par l'image.

Introduction

En conception architecturale, les préoccupations liées à la lumière sont omniprésentes. L'approche environnementale qui se développe aujourd'hui ne fait qu'accentuer le rôle important et conséquent de la lumière naturelle en architecture. Ainsi la cible 10 « confort visuel » du référentiel HQE vise à « optimiser l'éclairage naturel et artificiel ».

Nous devons cependant constater que dans la plupart des méthodes utilisées en matière d'appréciation de la lumière, l'approche est majoritairement quantitative. Les exigences en matière de lumière naturelle sont essentiellement fonctionnelles et réglementaires et visent à mesurer des quantités de lumière en rapport à des types d'usages.

Cette dimension quantitative, bien qu'importante dans une démarche de conception, n'est cependant pas suffisante. Elle est fortement réductrice des effets de la lumière en architecture où la lumière va non seulement répondre à un besoin d'éclairage mesurable mais aussi à des besoins de définition et de mise en valeur des espaces bâtis comme accentuer les formes, révéler les matières, construire des rythmes... Cette dimension qualitative et sensible de la lumière est donc indispensable et souvent, elle est même première dans une démarche de conception. C'est probablement ce qui distingue le concept d'ambiance lumineuse de celui de confort visuel ou d'éclairage.

Dans un souci d'assistance à la conception des ambiances lumineuses, plusieurs méthodes et outils ont été développés. Dans le chapitre suivant, nous en dresserons un état de l'art rapide. Puis nous proposerons une méthode et un nouvel outil fondés sur l'utilisation de références pour aider le concepteur à formuler ses attentes en matière d'ambiances lumineuses et lui proposer des solutions possibles.

Méthodes et outils d'assistance à la conception des ambiances lumineuses

Méthodes orientées « performances »

Ces méthodes ont pour rôle d'analyser les performances des choix de conception et de prédire la qualité de l'éclairage naturel à l'intérieur d'un bâtiment. Elles permettent aux architectes de quantifier la pénétration de

la lumière naturelle, de définir une stratégie lumineuse, de choisir la solution la plus adéquate... Parmi ces méthodes, nous pouvons citer les modèles réduits comme les maquettes sous un ciel artificiel et les méthodes de calcul simplifiées comme le calcul de facteur de lumière du jour en Europe ou Lumen aux Etats Unis qui peuvent être implémentées dans des outils de simulations comme Dialux, DIAL-Europe, COMFIE, PHANIE, ECOTECH, RADIANCE...

Par exemple, DIAL-Europe (Groot, E. & Paul, B., 2002) évalue le potentiel en éclairage naturel des locaux de géométrie simple. Il permet de calculer les valeurs de facteur de lumière du jour et d'évaluer l'autonomie en éclairage naturel par l'établissement d'un diagnostic en vue d'optimiser la lumière dans les espaces. Mais pour cela on doit déjà connaître la forme du bâtiment, son orientation, la taille des ouvertures et leur emplacement.

Le point commun entre toutes ces méthodes c'est de s'appliquer à des projets qui ne sont pas nécessairement complètement finalisés mais doivent cependant être déjà suffisamment formalisés. Ces méthodes sont donc importantes dans le processus de conception des ambiances lumineuses en tant que moyens de vérification et d'aide rationnelle à la prise de décision, mais sont peu adaptées durant les premières phases de conception où le projet est encore « flou ». Durant ces premières phases, la recherche d'idée par le concepteur est autant une recherche du problème à explorer qu'une recherche de solution au problème posé.

Méthodes orientées « connaissances »

Les méthodes qui sont orientées vers la pédagogie et l'acquisition des connaissances permettent aux concepteurs d'enrichir et d'élargir leur compétence sur les ambiances lumineuses (projet audience)¹, (Lassance, G., 1998).

Avec ces approches, les projets d'architecture sont considérés comme des références ou modèles interprétables. L'utilisateur parcourt des projets et visualise des types d'ouvertures ou des effets lumineux spécifiques. Il passe, par exemple, d'un projet à un autre, ou d'un projet aux effets qui lui sont liés à l'aide de liens simples. Dans la présentation d'un projet, l'information textuelle est aussi importante que les références visuelles.

¹ <http://audience.cerma.archi.fr>

Dans “Daylight Design Variations Book”², des images photographiques sont utilisées pour représenter et mettre en avant différentes positions des ouvertures ayant ainsi un effet de preuve.

Toutes ces approches intègrent des notions qui peuvent être utiles en situation de veille conceptuelle en apportant des informations nécessaires et importantes pour appréhender les ambiances. Elles apparaissent cependant plus comme des outils pédagogiques pour apprendre que comme des moyens pour concevoir.

Méthodes orientées « intentions »

Les méthodes employant la simulation inverse proposent de traiter les intentions d’effets des ambiances lumineuses formalisées par les concepteurs à l’aide de l’exploration des solutions possibles et susceptibles de les satisfaire.

La méthode proposée par (Tourre, V. & al., 2008) qui concerne uniquement le problème de « l’ensoleillement » propose par exemple de répondre aux intentions des ambiances lumineuses en émettant comme réponse les propriétés géométriques des ouvertures. Dans ce cas, le concepteur représente ses intentions dans une scène 3D par le moyen d’esquisses. L’application proposée interprète ces esquisses et propose plusieurs solutions relatives à la forme des ouvertures correspondant à ses intentions.

Ces méthodes de simulation inverse proposent des moyens intéressants d’exploration du champ des possibilités pour lesquelles le concepteur sait déjà quels effets doivent être obtenus. Mais ces méthodes sont confrontées à une explosion des dispositifs possibles dès lors que le nombre de critères à prendre en compte augmente. Par ailleurs elle suppose que les intentions architecturales soient également clairement exprimées .

Méthode orientée « références »

Afin de répondre aux besoins de la conception au stade de l’esquisse, c’est-à-dire lorsque la forme, l’orientation des espaces, le choix des matériaux ou encore la définition des ambiances sont encore très

² <http://sts.bwk.tue.nl/daylight/varbook/index.htm>

incertains, nous avons privilégié une approche qui aide le concepteur à formuler ses intentions afin de favoriser sa créativité. Le but n'est pas d'apporter une aide au concepteur pour maîtriser les ambiances lumineuses dans toute leur complexité, mais d'apprendre à les caractériser, à les penser, à composer avec la lumière en créant des ambiances à la fois créatives et génératrices de confort.

Nous proposons une méthode d'assistance à la conception des ambiances lumineuses par la formulation des intentions en manipulant majoritairement des images photographiques et très peu de texte partant du constat que l'information transmise par les images est plus facile à interpréter que celle transmise par le texte. Cette méthode contient un corpus de références représentées par des photographies, une indexation avec un thésaurus dédié « ambiances lumineuses » et la mise en œuvre dans un outil avec des modes de navigation par l'image.

Dans la première partie de l'article, nous aborderons les critères que nous avons déterminés pour construire notre corpus de références. Dans la deuxième partie, on s'intéressera à la méthode suivie pour caractériser les ambiances représentées par des images afin de formuler le vocabulaire d'indexation. Pour finir, nous présenterons les modes de navigation d'un outil permettant d'explorer la collection des références.

Corpus de références

Le choix des références a été défini selon des critères de pertinence relatifs aux réalisations architecturales et aux images qui les représentent.

Critères de choix des projets références

Pour le choix des projets qui font partie de notre corpus nous avons ciblé :

- des bâtiments construits dans une démarche environnementale où la lumière apparaît comme une intention explicite,
- des projets d'architectes reconnus pour avoir des préoccupations fortes liées à la lumière naturelle : Louis Kahn, Le Corbusier, Tadao Ando...

Par ailleurs nous avons veillé à retenir dans ce choix des projets qui abordent différemment la problématique de la lumière naturelle.

Critères de choix des images références

Notre choix pour les images références a porté exclusivement sur des images photographiques aux dépens des schémas et des images de simulation numérique. Les images photographiques présentent la particularité de représenter un instantané du monde réel, elles donnent à voir et à saisir une architecture matérielle avec des ambiances réelles. Mais ces ambiances sont figées ce qui peut représenter un manque majeur par rapport au caractère dynamique des ambiances. Ceci peut être compensé par la prise de plusieurs images d'un même bâtiment à des moments différents de la journée et de l'année.

Pour spécifier les critères de choix d'une image-référence, nous sommes partis de la définition des ambiances donnée par J.F.Augoyard: «Un ensemble de phénomènes localisés peut exister comme une ambiance lorsqu'il répond à quatre conditions :

- les signaux physiques de la situation sont repérables et décomposables,
- ces signaux interagissent avec la perception, les émotions et l'action du sujet,
- ces phénomènes composent une organisation spatiale construite,
- le complexe [signaux/percepts/représentation] est exprimable »
(Amphoux, P. & al., 2004 : p 20).

A partir de cette définition des ambiances, qui peut être aussi adaptée aux ambiances lumineuses, nous avons défini trois critères de pertinence :

1- *Lumière naturelle comme éclairage dominant et Visibilité de la source lumineuse* : la source (baie) d'où vient la lumière qui définit l'ambiance représentée doit être visible. Ou encore la grande partie de l'ouverture doit être visible de manière qu'on pourra déduire sa forme et ses caractéristiques de transmission de la lumière.

2- *Ambiances intérieures* : les images sélectionnées doivent représenter des ambiances intérieures en éclairage naturel.

3- *Perception suffisante de l'espace éclairé* : perception de l'ouverture, de l'usage, des caractéristiques de l'espace. On élimine par exemple toutes les photos qui représentent des détails d'ouvertures.

A ces trois critères, nous avons ajouté un quatrième qui est l'absence d'effet photographique, comme par exemple le contre jour lors de la prise de la photo, ou la surexposition de la photo par l'utilisation de flash...

Indexation des références

Dans le cadre de notre approche, nous avons choisi d'indexer les images références par la sémantique -indexation sémantique- où la description des images se fait avec des termes (mots clés) à partir d'un vocabulaire spécifique au domaine dont traitent les images. Ce vocabulaire résulte de l'analyse du contenu des images.

Pour ce faire, nous avons mené une étude de caractérisation des ambiances lumineuses pour la construction d'un vocabulaire d'indexation dédié « ambiances lumineuses ».

Caractérisation des ambiances lumineuses représentées

Afin de définir un langage de caractérisation des ambiances lumineuses, nous nous sommes appuyés sur un corpus de texte constitué de livres qui traitent de la lumière naturelle ou de la conception des ambiances lumineuses dans le projet architectural et d'interviews et écrits d'architectes ayant développé un discours sur la lumière et les ambiances lumineuses.

Ouvrages généraux sur la lumière en architecture

Cette catégorie de textes nous a permis de construire un langage de caractérisation des ambiances lumineuses en distinguant les différentes composantes d'une ambiance lumineuse.

Une grande majorité des ouvrages traitant de la lumière naturelle en architecture procèdent par une classification des systèmes de transmission de la lumière naturelle et des qualités de la lumière qui en résulte. Ainsi (Becchi, E. & al., 1993) catégorise les dispositifs lumineux en dispositifs latéraux, zénithaux, globaux. Quant à (Reiter, S. & De Herde, A., 2003) il traite la lumière en architecture sous forme de stratégies. Ils distinguent alors entre dispositifs de transmissions de la lumière (type et caractéristiques des ouvertures), dispositifs de distribution (les matériaux des surfaces et les systèmes de distribution lumineuse) et dispositif de protection et de contrôle.

D'autres se sont plutôt intéressés aux effets lumineux ou visuels de la lumière naturelle dans la caractérisation des ambiances. (Millet, M., 1996) et (Reiter, S. & De Herde, A., 2003) ont déterminé les différents effets de la lumière en relation avec l'espace, la forme, les matériaux et la structure.

Ouvrages abordant la lumière du point de vue des architectes

Cette deuxième catégorie de textes, nous a permis de dégager le langage qu'emploient, plutôt, les architectes dans la caractérisation des ambiances lumineuses qu'ils construisent.

Nous avons ainsi remarqué qu'ils traitent par exemple l'aspect quantitatif de la lumière par le biais du qualitatif « La travée centrale apparaît très puissamment éclairée » (Ciriani, H., 1991).

Afin de mieux définir les besoins des concepteurs relatifs aux ambiances lumineuses, nous avons associé à l'analyse de cette deuxième catégorie de textes celle des croquis produits par les architectes durant les premières phases de la conception. En effet ces croquis comme mode de représentation « constituent une modalité de raisonnement,... ils contiennent des informations qu'aucun autre registre de discours ne peut contenir » (Prost, R., 1992 : p76).

Un croquis peut-être défini de façon assez générale comme une représentation, un dessin figurant un objet architectural, exécuté à main levée et en dehors de toute considération de quantification précise (mesure, cotation, échelle...).

L'analyse des croquis d'architectes : des coupes, des plans et des perspectives (la *Figure 1* représente une sélection de ces croquis) a montré l'utilisation d'un langage graphique spécifique au domaine des ambiances lumineuses. L'architecte représente la lumière en utilisant des signes plus ou moins conventionnels :

- La lumière naturelle est usuellement symbolisée par le dessin du soleil.
- Les rayons lumineux/solaires : des traits symbolisant la trajectoire de la lumière.
- Le flux lumineux : plusieurs lignes qui ont la même direction traduisent l'importance du flux lumineux, ou comme le dessine le Corbusier, par une surface colorée.
- Le traitement des valeurs : représentation des zones d'ombre et de zones de lumière
- En désignant le Nord : identification de l'orientation du bâtiment par rapport à la trajectoire du soleil.

Ces signes traduisent des préoccupations relatives à l'emplacement et à la taille des ouvertures, la distribution de la lumière, les qualités de transmission de la lumière, les effets de lumière, les qualités de la lumière par rapport à l'usage des espaces.

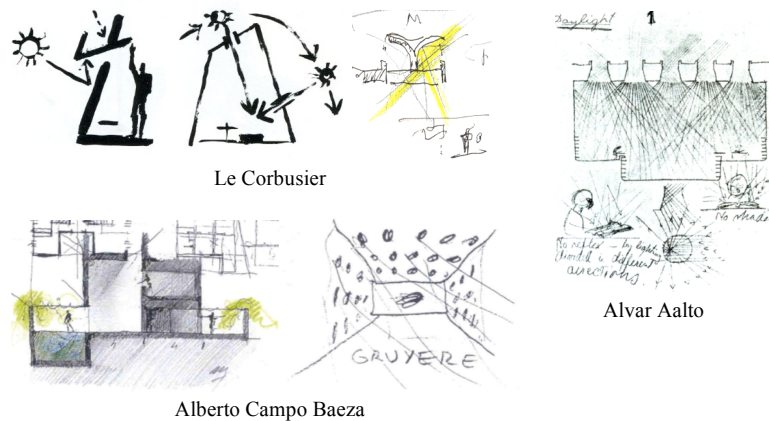


Figure 1. Croquis réalisés par les architectes.

Toute cette étude nous a permis de construire un vocabulaire d'indexation organisé dans un thésaurus selon cinq catégories :

- Dispositifs : caractérisation des baies et des systèmes de protection.
- Quantité de lumière : degré de luminosité des espaces et distribution de la lumière.
- Effets de lumière : conséquences de la lumière sur la perception des espaces et de leurs parties physiques.
- Espace : caractéristiques des surfaces intérieures en couleur et en texture.
- Usage : les différentes utilisations des espaces.

Réalisation de l'indexation des références

Chaque image de notre collection de références est indexée à partir du thésaurus défini précédemment en utilisant l'outil « iMage » développé au CRAI par Humbert, P.

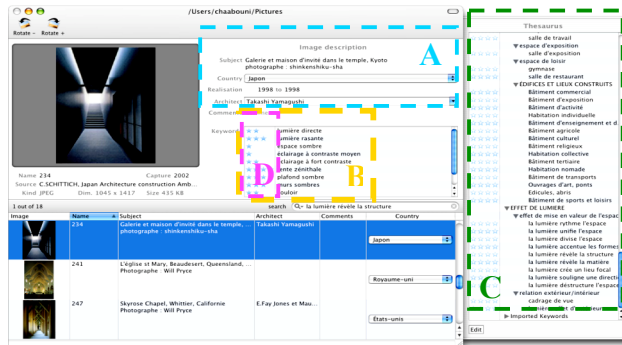


Figure 2. Saisie d'écran de l'interface « iMage » représentant les données informationnelles « A », les indexation « B », le thésaurus « C » et la pondération « D »

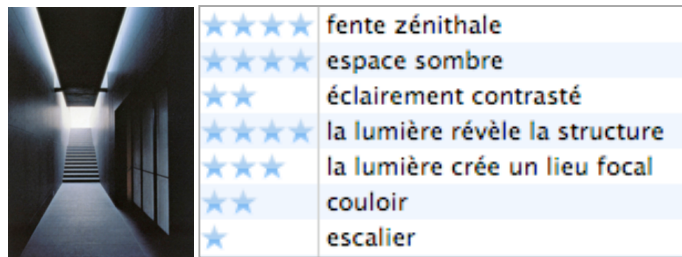


Figure 3. Exemple d'une indexation d'une image

Afin d'améliorer la finesse de l'indexation et pour tenir compte du fait qu'une image peut illustrer plus fortement certains concepts que d'autres nous avons ajouté une pondération aux termes indexant l'image (Figure 2. D). À chaque terme est associé un poids marquant son importance dans la caractérisation de l'ambiance représentée sur l'image (Ventresque, A., 2006).

La similarité entre deux images est calculée à l'aide d'un modèle vectoriel. À chaque image est associée une représentation vectorielle effectuée sur la base de l'indexation pondérée (Bimbo, A., 1999). Ce calcul de similarité sera exploité lors de la proposition des modes de navigation dans la collection des références.

Outil et modes de navigation

Pour répondre aux besoins des concepteurs nous proposons un outil de navigation dans les références qui permette à l'utilisateur de formuler ses intentions et de trouver des solutions potentielles. Cet outil met en œuvre deux modes de navigation distincts : la mosaïque et le graphe

En partant du constat que durant les premières phases de conception l'architecte peut avoir parfois des difficultés à exprimer son besoin par des mots ou par du texte, nous proposons des modes de navigation où l'utilisateur manipule majoritairement des images.

Le premier mode de navigation (la mosaïque) permet à l'utilisateur de donner son avis sur les images présentées par le système : choisir (images pertinentes) et rejeter (images ne correspondant pas à son besoin). Après l'interprétation de ces choix et par un calcul de similarité, le système présente à l'utilisateur des images résultant de la requête formulée et pouvant correspondre aux intentions recherchées par le concepteur.

Le deuxième mode de navigation (le graphe) permet d'établir un lien entre les images sémantiquement similaires. Dans ce cas, l'utilisateur peut mieux interpréter le contenu d'une image choisie et peut faire plus facilement des déductions de type « cause à effet » afin d'avancer dans la recherche de solutions.

Ces deux modes de navigation, la mosaïque et le graphe sont associés à un nouvel outil d'orientation appelé « boussole de navigation ». Cette boussole permet de focaliser et d'orienter la recherche d'images similaires vers l'une des cinq catégories du thesaurus. Elle renforce le poids de certains critères d'indexation lors du calcul de similarité. Elle est composée par cinq sommets représentant chacun une catégorie du thesaurus (usages, effets, dispositifs...).

Elle permet ainsi à l'utilisateur de concentrer sa recherche sur l'une des composantes de l'ambiance lumineuse.

Conclusion et travail futur

Dans cet article, nous avons présenté une méthode de construction d'une collection d'images références traitant des ambiances lumineuses (choix et indexation des références). Cette collection d'images peut être explorée par deux modes de navigation différents : la mosaïque et le graphe dans un but d'assister la conception dès les phases amont.

À ce stade de travail, nous avons développé un outil-prototype qui nous permettra, dans une prochaine étape d'expérimentation de valider l'apport de notre approche dans une démarche de conception des ambiances lumineuses qui soit à la fois architecturalement créative et respectueuse des exigences environnementales.

Bibliographie

- Amphoux P., Thibaud J.-P. & Chelkoff G. (2004), *Ambiances en débats*, Bernin (Isère), A la Croisée.
- Becchi, E., Bresciani, E., Chauvel, P., Coch, H., & De Pascali P. (1993). *DAYLIGHTING IN ARCHITECTURE A European Reference book*, Brussels, James and James.
- Bimbo, A. (1999). *Visual Information Retrieval*. Cambridge, MORGAN KAUFMANN.
- Ciriani, H. (1991). "Lumière de l'espace." *Architecture d'Aujourd'hui* n° 274 : p 75-152.
- Groot, E., & Paul, B., (2002). DIAL-Europe: New Functionality's for an Integrated Daylighting Design Tool. *6th Int. Conf. on Design Support Systems in Architecture and Urbanism Planning*, Landgoed Avegoor.
- Lassance, G. (1998), Analyse du rôle des références dans la conception : éléments pour une dynamique des représentations du projet d'ambiance lumineuse en architecture, *Thèse de doctorat*, Nantes, Université de Nantes.
- Millet, M. (1996). *Light revealing architecture*. Canada, John Wiley et Sons.
- Prost, R. (1992), *Conception architecturale, une investigation méthodologique*, Paris, L'Harmattan.
- Reiter, S. & De Herde, A. (2003). *L'éclairage naturel des bâtiments*. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain.
- Tourre, V., Martin, J.-Y. & Hégron, G. (2008). An inverse daylighting model for CAAD. *SCCG '08 : Proceedings of the 24th Spring Conference on Computer graphic*, Budmerice Castle, Slovak Republic, p 95-102. Edition : Karol Myszkowski.
- Ventresque A., (2006), Recherche d'Information efficace utilisant la sémantique: le focus, *CORIA'2006*, Lyon, 15-17 mars, p 377-382.