

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy

Mémoire de Master Design Global en double cursus

Spécialité « Architecture, Modélisation, Environnement »

**IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES AMBIANCES LUMINEUSES EN
MILIEU ARCHITECTURAL.**

Comment passer d'une idée d'ambiance lumineuse à une solution architecturale ?

Nom de l'étudiant : Isabelle Cervantès

Laboratoire d'accueil : MAP-CRAI

Sous la direction de : Gilles Halin / Mohamed-Anis Gallas

Durée du stage : 2,5 mois

Date : Septembre 2012

Remerciements :

Je remercie l'ensemble des membres du CRAI pour leur accueil et leur disponibilité ainsi que tous les professeurs du Master AME.

Je remercie particulièrement M. Gilles Halin pour ses conseils précieux m'aidant à avancer dans mes recherches et à développer ce sujet et M. Jean Claude Bignon pour ses recommandations avisées et son écoute.

Je tiens à remercier Mohamed Anis Gallas pour son aide, sa patience face à toutes mes interrogations et sa gentillesse.

Merci à tous les doctorants du CRAI et aux autres stagiaires pour leurs encouragements et leur bonne humeur.

Je remercie mes amis et particulièrement Claude pour son amitié et pour tous ces bons moments passés ensemble durant nos études d'Architecture.

Je remercie ma famille, mes parents pour avoir cru en moi, m'avoir toujours soutenue, écoutée à toute heure, aimée et encouragée ainsi que mon frère pour sa confiance et son amour.

Je remercie Matthieu, mon compagnon, pour l'aide et le soutien moral qu'il m'a apporté, pour toute son affection à mon égard.

Sommaire :

Introduction générale.....	4
I. Etat de l'art :	6
1. Identification et classification des ambiances lumineuses.	6
2. Travaux et outils existants concernant la représentation des ambiances lumineuses:	12
3. Simulations des ambiances lumineuses.	20
4. Conclusion.....	26
II. Identification et caractérisation des ambiances lumineuses.....	28
1. Identification des classes d'ambiances.....	28
2. Indexation des ambiances identifiées	35
3. Essai de caractérisation des ambiances lumineuses par des données physiques.	36
4. Bilan.	43
III. De la notion d'ambiance aux patrons.....	45
1. Les patrons.....	45
2. Les patrons d'ambiance.....	49
3. Conclusions et perspectives :	65
IV. Bibliographie :	67
V. Table des figures	69

Introduction générale.

Ce travail de recherche, d'une durée de 2 mois et demi, s'est déroulé dans le cadre du Master Design global spécialité « Architecture, Modélisation, Environnement » et du Master d'Architecture en double cursus. Celui-ci a été effectué au sein du laboratoire Map/Crai (Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie) situé au sein de l'Ecole d'Architecture de Nancy. Le Crai effectue des travaux de recherche sur les modèles, sur les différentes approches environnementales, sur la mise en valeur et la numérisation du patrimoine, il propose aussi des méthodes et outils d'assistance à la conception.

Ce stage de recherche s'intègre dans le cadre d'un travail de thèse, mené par Mohamed-Anis Gallas, qui essaye de dépasser la complexité liée à l'intégration des ambiances lumineuses dès les premières phases de conception en proposant une méthode/un outil d'aide à la conception (Daylightgen). L'intitulé du stage était « Identification et classification des ambiances lumineuses en milieu architectural ». Mon travail consiste à identifier des classes d'ambiances lumineuses dans le milieu architectural et à définir les paramètres les caractérisant. Par la suite, je dois évaluer la validité de cette caractérisation en utilisant un modèle paramétrique d'un espace architectural lié à un outil de simulation et à un moteur génératif. Au fil de l'avancement du stage, le sujet a évolué.

La lumière naturelle et l'éclairage naturel permettent aux êtres humains de ressentir le temps qui passe, les saisons et les heures de la journée. Les différentes fluctuations de la lumière sont stimulantes pour le cerveau et permettent de réduire la sensation de fatigue et de relaxer les usagers du bâtiment. C'est pourquoi, il est important pour les architectes de tenir compte de la lumière naturelle au plus tôt, dès les phases amont de la conception du projet. La lumière doit être pensée selon les effets qu'elle produira, les usages de l'espace qu'elle éclairera, les éléments qu'elle viendra mettre en valeur ou au contraire dissimuler. Pour identifier les différentes classes d'ambiance, il faut se demander, par exemple, si la lumière aura pour seule fonction d'éclairer. Lorsque les concepteurs débute un projet, ils se posent certaines questions comme : Que doit-on éclairer ? Que produira la lumière au niveau du ressenti des usagers ? Sera-t-elle en quantité suffisante ?

Comment l'architecte peut-il choisir de manière intuitive l'effet qu'il imagine ou qu'il vient d'esquisser ? Afin d'obtenir des solutions répondant au mieux aux attentes du

concepteur, il est nécessaire de bien comprendre les ébauches d'idées qu'il a au moment où il veut se servir de l'outil proposé. Dans un premier temps, nous ferons un état de l'art permettant de développer brièvement les grandes lignes du travail de Mohamed Anis Gallas, de l'un des travaux de Mudri (Mudri, 1995) qui montre le lien entre l'appréciation de l'éclairage d'un lieu par le ressenti des usagers ou par la volonté initiale de l'architecte et les données quantitatives obtenues par des mesures physiques dans ces lieux. Nous évoquerons aussi le travail de Salma Chaabouni (Chaabouni, 2011) avec son outil Day@mbiance utile pour la référencement des images. Enfin, nous nous intéresserons aux différentes méthodes existantes servant à classer et à donner des pondérations aux images. Nous terminerons par présenter quelques outils de simulation d'éclairage et nous nous situerons dans le travail de thèse de M. A. Gallas.

Nous avons structuré la présentation de notre recherche en trois parties. Après une introduction générale qui présente le contexte de la recherche, la problématique et le plan, nous allons tout d'abord réaliser un état de l'art sur l'identification et la caractérisation des ambiances lumineuses. Cette partie est divisée en deux chapitres, le premier présente des travaux qui ont permis de mieux définir certaines ambiances lumineuses et d'étudier les paramètres qui entrent dans la composition de l'ambiance. Dans le deuxième chapitre, nous présenterons des outils et des recherches concernant la génération d'ambiances lumineuses sous forme d'images 3D qui permettent au concepteur de visualiser son idée initiale. Les outils sont aussi capables de proposer des solutions quantitatives et qualitatives en fonction des intentions déclarées du concepteur. Dans une deuxième partie, nous verrons comment les différentes ambiances lumineuses ont été repérées, classées et définies. Les ambiances lumineuses étaient alors nommées classes d'ambiances. Ensuite, des définitions leur ont été données puis très vite la notion de classe d'ambiance a atteint ses limites. Dans une troisième partie, nous verrons pourquoi la notion de classe était trop restrictive pour identifier une ambiance lumineuse et comment la notion de patron a semblé être plus pertinente. Pour finir, nous concluons notre travail de recherche de façon générale et nous présentons les perspectives futures de travail.

I. Etat de l'art :

1. Identification et classification des ambiances lumineuses.

Afin d'obtenir une ambiance lumineuse agréable pour un certain usage dans un espace, le concepteur doit réfléchir dès les premières phases d'esquisses à l'ambiance lumineuse qui serait la mieux appropriée à cet espace. Il doit aussi penser à quels dispositifs il va utiliser pour créer dans l'espace l'ambiance voulue. Nous reviendrons, dans cette première partie sur l'identification des ambiances lumineuses en présentant les ressources et auteurs qui avaient précédemment décrit les différentes lumières. Nous nous intéresserons ensuite à la classification des ambiances qu'avait effectué dans son mémoire de master M. A. Gallas (M. A. Gallas, 2009). Nous évoquerons aussi l'un des travaux de L. Mudri qui s'intéresse au lien entre les approches qualitatives et quantitatives de la lumière naturelle, à la caractérisation de celle-ci.

a. Les ambiances lumineuses, souvent dépeintes par les auteurs, les peintres, etc.

De tout temps, de nombreux auteurs ont décrit les ambiances lumineuses. L'atmosphère d'un lieu est pour beaucoup créée par la lumière ou la pénombre, par son intensité. En fonction du vécu de chacun, une sensation de bien être ou de peur peut naître en présence d'une certaine ambiance. Ce sont de ces sensations que les artistes peintres, les écrivains, les scénaristes ou les architectes se servent pour tenter de créer ou de décrire une certaine atmosphère.

Les écrivains qui pour décrire une situation imaginent une certaine atmosphère et doivent permettre au lecteur de la ressentir, tentent à leur manière d'éveiller l'imagination du lecteur. Pour cela, ils emploient des mots que tout le monde doit pouvoir comprendre et qui inspirent. Ils décrivent les ambiances par rapport à leur vécu et à ce qu'ils connaissent, ils parlent de couleurs, de différents effets produits sur l'espace. Daphné Le Sergent (Sergent, 2009), écrivain contemporain, décrit la lumière abondante comme une lumière qui « dans un éclair d'éblouissement aplanit le monde visible » (Sergent, 2009). C'est donc, pour lui, une

lumière tellement forte que les objets, dans l'espace décrit, sont tous éclairés de la même manière, les couleurs sont atténuées et tout paraît de manière homogène.

Des peintres ont aussi essayé de représenter la lumière et différentes ambiances lumineuses dans leurs tableaux. Des écrivains du XIX^e siècle, comme Auguste Laugel (Laugel, 1869), ont décrit les ambiances peintes dans certains tableaux. Laugel a écrit ce qu'était pour lui une certaine lumière que nous pouvons nommer lumière abondante ou ambiance inondée.

« Peu d'artistes osent lutter contre la lumière écrasante du soleil, cette lumière qui rapproche tous les tons et ne laisse plus voir qu'à travers une sorte de poussière frémissante. Dans *le Pouilleux*, de Murillo, le rayon qui entre par la fenêtre jette sur tout une même lumière dorée, sur les haillons gris, sur les chairs brunes, sur un vase couleur de brique, même sur les cheveux noirs et drus du petit prisonnier ; il n'est pas jusqu'à la crevette rouge qui gît à côté de lui que l'artiste n'ait peinte d'un ton orangé. Ombres légères et transparentes, tons uniformément jaunis, voilà les deux caractères de la lumière très intense ; mais, ordinairement, la peinture renonce à rendre la magie éclatante et les irisations splendides de la nature, elle ne peut nous donner qu'un plaisir plus sévère, moins matériel. Que de chefs-d'œuvre où il n'y a que du noir et du gris, la *Leçon d'anatomie*, par exemple! » (Laugel, 1869). Il a aussi précisé dans son livre que « La grande lumière a pour effets de rapprocher, de noyer tous les tons et d'y faire prédominer le jaune. » (Laugel, 1869).

Il décrit donc cette ambiance inondée par une forte intensité de la lumière, par une lumière plutôt de couleur homogène, jaune, dorée et par une homogénéité de tout ce qui peut être perçu, aucun élément du décor ne ressort plus qu'un autre.

L'architecte André Ciriani mais aussi une étudiante de thèse Sanja Savic ont notamment décrit la « lumière émotion » (Ciriani, 1991). Cet « éclairage « descendant » nous prive de contexte et suggère la concentration, le recueillement et quand il invite le regard c'est pour lever les yeux vers le ciel, la voûte céleste... » (Savic, 2011). C'est une lumière qui provient le plus souvent d'ouvertures zénithales ou de fentes de lumière plutôt hautes. L'extérieur n'est pas mis en valeur dans ces espaces, il est au contraire caché de manière à faire entrer les usagers dans un lieu où ils se sentent ailleurs. Cette coupure avec le monde

extérieur favorise le repli sur soi, la méditation, etc. « Une des conditions importantes de cette lumière est qu'elle se manifeste d'autant plus qu'elle exclut l'extérieur » (Ciriani, 1991).

André Lurçat, a décrit, sans leur donner de nom, les différentes ambiances lumineuses. Il donne par exemple des descriptions de l'ambiance contrastée tâches solaires en y apportant des nuances. Dans une première, les tâches solaires apparaissent nettes « car à une intensité relativement forte des brillances et des zones illuminées à des degrés différents, s'oppose une ombre d'autant plus accentuée que cette intensité se développe. Les effets produits par cette sorte d'éclairement se traduisent par la juxtaposition d'une part d'éléments bien définis dans leurs détails et vigoureusement modelés, de l'autre, d'éléments présentant des zones ombrées bien soulignées et précisées dans leur contour » (Lurçat, 1953). Dans une seconde, les tâches solaires apparaissent diffuses : « si par contre le ciel est couvert ou nuageux, ne laisse passer qu'une lumière diffuse uniformément répartie, tout le jeu des contrastes de lumière et d'ombre, la lecture des reliefs et des formes, autrement rendue facile par la franche opposition des sombres et des clairs, disparaissent en partie, s'amortissent dans l'estompage général des lignes et des volumes » (Lurçat, 1953).

Ces différentes descriptions ou représentations des ambiances lumineuses permettent de les imaginer, de les comprendre et parfois même de les ressentir. Des mots simples et précis sont utilisés afin que les différentes atmosphères puissent être ressenties par tous. Depuis toujours la lumière a fasciné de nombreux artistes qui l'ont mise en scène, qui ont joué avec en créant des effets divers. Les écrivains ont imaginé beaucoup d'ambiances différentes pour mettre en valeur les actions racontées dans leurs livres. Nous allons nous intéresser à un travail qui a permis d'identifier les différentes grandes classes d'ambiances lumineuses et qui a aussi permis au concepteur de décrire ses intentions en matière d'ambiance afin qu'un outil lui propose des solutions et valide celles auxquelles il avait pensé.

b. « Lumière naturelle en phase de conception. Quels outils, quelle méthode ? » (M. A. Gallas, 2009)

Ce travail de recherche s'est porté sur la mise au point d'un outil d'aide à la conception des ambiances lumineuses basé sur une méthode déclarative pour exprimer les intentions du concepteur. Cet outil prend en compte les composantes lumineuses et spatiales car pour une ambiance souhaitée, le type de lumière, le dispositif d'entrée de la lumière ainsi que la volumétrie de l'espace sont inhérents.

M.A. Gallas a proposé dans son mémoire de master qui s'intitule « lumière naturelle en phase de conception. Quels outils, quelle méthode ? » (M. A. Gallas, 2009), en se référant notamment aux écrits de Reiter et De Herde (Reiter & De Herde, 2004) ou encore de Lassance (Lassance, 1998), des définitions, une classification et une caractérisation des lumières contrastée, uniforme et abondante ainsi que des composantes spatiales comme l'espace cavité, forêt, clairière ou cristal comme nous pouvons les voir ci-après (Cf. : Figure 1).

La composante lumineuse:



La composante spatiale:

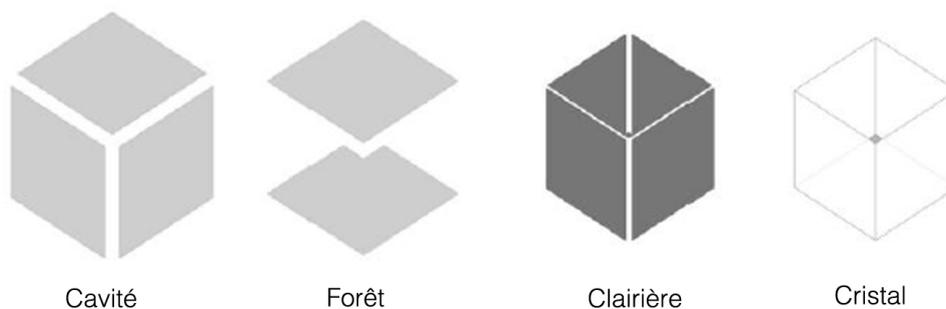


Figure 1 : Les différentes composantes lumineuse et spatiale (M. A. Gallas, 2009)

(Lassance, 1998), en faisant référence à (Cousin, 1980) a, par exemple, effectué une classification des typologie d'espace avec à la base un espace de forme géométrique rectangulaire. Il a ensuite pris en compte l'état des faces et des arrêtes composant cet espace. Les typologies qu'il a identifiées étaient celles citées précédemment (Cf. Figure 1 – La composante spatiale).

Nous allons à présent nous intéresser au travail de L. Mudri qui a effectué une étude comparative entre les intentions d'ambiances lumineuses initiales d'un architecte ou le ressenti des usagers d'un lieu et les données physiques et quantitatives obtenues.

c. Caractérisation des ambiances lumineuses.

L. Mudri (Mudri, 1995) étudie, dans son article intitulé « A comparative analysis of luminous ambience designed for équivalent functions », le lien entre une approche qualitative de la lumière naturelle dans un espace intérieur et une approche quantitative obtenue par différentes mesures physiques.

En mesurant l'éclairement et la luminance dans deux espaces aux fonctions similaires et en les comparant avec le ressenti des usagers de ces lieux ou avec les intentions initiales de l'architecte, Mudri montre que les approches intuitives et quantitatives sont liées. Cette étude a permis de comprendre le sens des termes employés par les personnes interrogées. En effet, chaque personne, par son environnement, son éducation et sa culture, ne perçoit pas les mêmes sensations et n'utilise pas forcément les mêmes mots pour décrire une même sensation. Ce travail a aussi servi à approfondir de nouvelles notions comme le rythme donné à un espace par la lumière, les répétitions, les divers niveaux de contraste, l'importance de la taille des surfaces qui réfléchissent plus ou moins bien la lumière incidente. Le langage permettant de décrire des ambiances lumineuses s'est enrichi et cela a permis de classer avec plus de précision les ambiances lumineuses.

L. Mudri a choisi le hall de la cafétéria du Conservatoire National Supérieur de la Musique et de la Danse de Paris et le hall de l'Institut du Monde Arabe de Paris pour effectuer des comparaisons (Cf. Figure 2). Ces deux espaces ont la même fonction, ce sont des lieux de transition, mais sont pourtant très différents au niveau des dispositifs utilisés.

L'un est entouré par des murs opaques et est éclairé par des baies vitrées en hauteur, l'autre est enveloppé dans une façade vitrée où se sont les protections solaires qui créent des opacités. Ces deux espaces sont finalement peu éclairés mais confortables.



Figure 2 : Ci-dessus à gauche : Hall de la cafétéria du Conservatoire National Supérieure de la Musique et de la Danse. Au centre et à droite : photographie de la façade et centre du hall de l'Institut du Monde Arabe à Paris.

Les architectes utilisent souvent des notions qualitatives pour exprimer leurs idées. Cette étude a permis de donner des seuils quantitatifs aux expressions qualitatives et ainsi de rendre plus compréhensible, d'un point de vue technique, les attentes du concepteur. Le lien entre une approche qualitative et quantitative a permis de définir qualitativement des effets en expliquant clairement le poids des mots utilisés. L'approche quantitative est moins abordable en phase esquisse, L. Mudri se sert donc de cette étude pour enseigner à ses étudiants la notion d'ambiance lumineuse.

Les premières descriptions faites, que nous avons étudiées, des ambiances lumineuses par les différents artistes (écrivains, peintres, architectes, etc.) nous illustrent bien le fait que de tout temps, la lumière a tenu une grande place dans le quotidien, le ressenti et les pensées des êtres humains. Ces descriptions imagent des ambiances qui sont retranscrites dans notre imaginaire. Celles-ci abordent les ambiances lumineuses et leurs effets avec des nuances qui permettent de les différencier et d'en trouver de nouvelles. Le travail de M. A. Gallas introduit la notion de composante spatiale et de dispositif à celle des ambiances lumineuses. Il définit dans un premier temps ses classes d'ambiances en prenant en considération 3 composantes lumineuses et ses 4 composantes spatiales afin de simplifier la déclaration d'intention et d'éviter les confusions. Le travail de L. Mudri nous montre bien l'importance de l'association d'une caractérisation avec des données physiques à une approche qualitative

comme le ressenti. L'approche qualitative seule est peu précise car elle est fonction, en grande partie, du ressenti de la personne qui l'émet. Cette étude montre cependant que quelque soit les mots employés, le sens général des commentaires des usagers est représentatif des données physiques obtenues. Une fois l'ambiance lumineuse bien définie afin que tout le monde s'entende, il est possible de caractériser une ambiance et de l'exprimer de manière à ce que les outils informatiques soient capables de nous proposer plusieurs scénarios. Les ambiances pensées et exprimées par les concepteurs des lieux présentés dans l'article coïncident bien avec les valeurs obtenues lors des prises de mesure et correspondent au ressenti des usagers.

Définir les ambiances lumineuses permet de classer les différentes images représentant ces ambiances grâce à une indexation. Pour cela, nous allons nous intéresser aux travaux et aux outils permettant la déclaration des intentions et la représentation des ambiances lumineuses. Les outils de référencement sont performants aussi bien pour la représentation que pour la déclaration des idées du concepteur.

2. Travaux et outils existants concernant la représentation des ambiances lumineuses:

L'expression des ambiances lumineuses peut se faire de différente manière. Elle peut se trouver, par exemple, sous forme de textes descriptifs exprimant les différentes ambiances ou sous forme d'images. Afin de classer et de choisir des images dans un corpus pour que la lecture de celles-ci soit simplifiée et que nous puissions les retrouver facilement, nous allons aborder une partie sur le référencement d'images ainsi que sur l'indexation. Divers travaux de recherche ont déjà été effectués sur ce sujet et des outils ont été proposés. Dans un premier temps, nous allons nous intéresser au travail de thèse de Guilherme Lassance (Lassance, 1998). Dans un deuxième temps, nous verrons, dans le travail de thèse de Salma Chaabouni (Chaabouni, 2011), de quelle manière elle a effectué une classification et une indexation d'images. Nous nous pencherons de nouveau (Cf. I. 1. b.) sur le premier travail de M. A. Gallas (M. A. Gallas, 2009) et nous étudierons sa proposition. Nous présenterons ensuite quelques outils développés par le CRAI permettant l'indexation et le référencement d'images.

a. Le rôle des références dans le milieu architectural (Lassance, 1998).

Dans son travail de thèse, G. Lassance commence par se pencher sur la notion de référence pour les humains. Pour lui, les références seraient des repères. Notre créativité et notre imaginaire se construisent à partir de toutes les choses que nous connaissons, que nous avons vues ou appréhendées. Nous avons besoin de nourrir notre esprit de références existantes pour imaginer de nouvelles choses.

Lassance base d'abord son analyse sur un corpus de textes (surtout des écrits d'architectes) qu'il choisit puis classe selon la difficulté des mots utilisés, la technicité du texte, etc. Il classe les mots fréquemment utilisés par les concepteurs afin de pouvoir mieux définir les ambiances. Ensuite, il aborde les images. Pour lui, le rendu architectural fait parti du domaine du pictural car les images numériques et photographiques représentent une réalité qui n'est pas forcément la réalité. Celles ci peuvent avoir été traitées, modifiées, les couleurs et les contrastes ont pu être changés par la personne qui les a produites. Après vient la comparaison des images et des textes, les images permettant d'illustrer les ambiances et de donner des informations graphiques au concepteur.

Lassance revient sur différentes catégorisations avant de définir les siennes (Lassance, 1998). Il cite Lam, Evans, Robbins et Moore qui ont développé des principes d'éclairage sous forme de catégories de dispositifs (latéraux, zénithaux, longitudinaux, d'angle, etc.) Il évoque la catégorisation des dispositifs d'éclairage, de Serra et Coch, selon leur rôle dans la transmission des flux lumineux dans le bâtiment. Ces dispositifs sont ceux de passage, de conduction, de contrôle associés à des aspects fonctionnels, historiques, esthétiques et culturels. Il s'intéresse aux quatre grandes catégories de lumière décrites par P. Von Meiss qui sont l'espace - lumière, la lumière - objet, la lumière de série d'objets et la lumière des surfaces mais aussi aux quatre types de lumières définis par Ciriani qui sont la lumière - émotion, la lumière - éclairage, la lumière radieuse et la lumière picturale. Demers et Hawkes avait effectué une classification de la lumière associant des aspects qualitatifs et quantitatifs.

Ces catégorisations lui ont permis de proposer des définitions aux effets de lumière et aux ambiances qu'il avait retenues. Il différencie plusieurs dispositifs d'éclairage qui sont le type, la taille, l'orientation, la situation, l'environnement extérieur immédiat et plusieurs types

de morphologie spatiale comme la forme géométrique, les proportions spatiales, l'échelle, le degré d'ouverture - fermeture. Lassance propose, en fin de thèse, un outil de type hypertexte appelé ECLAIRAGES. Cet outil permet de faire des recherches par projet de références, par point de vue (style, composition, façade, forme globale, etc.) ou par attributs (mots clefs). Il permet de consulter un certain nombre de projets de référence, un corpus d'ambiances lumineuses. L'outil développé par Lassance permet de travailler le projet en se servant de références et de s'informer. Nous allons voir dans la prochaine partie comment S. Chaabouni a abordé le problème d'aide à la référencement.

b. La conception d'ambiances lumineuses par l'utilisation d'images de références (Chaabouni, 2011).

Le travail de référencement d'images dans un outil d'aide à la conception qu'a mené S. Chaabouni a conduit à une proposition d'une méthode donnant lieu à un outil appelé Day@mbiance. Nous allons essayer d'analyser cette méthode et d'identifier ses principales composantes.

Dans un premier temps, les différentes manières d'aborder la lumière ont été rappelées. Ce sont les dimensions d'usage et d'esthétique ainsi que la dimension technique. Les trois sont en relation et il est difficile de ne tenir compte que d'une seule dimension. L'image permet de considérer simultanément les éléments que les mots distinguent, elle permet de comprendre naturellement et instantanément les choses. Selon S. Chaabouni, il y a deux sortes d'images mentales, ce sont les images reproductrices et anticipatrices, c'est des images anticipatrices que doit naître l'esquisse.

Dans un deuxième temps, elle s'intéresse au processus de référencement et distingue deux étapes dans ce processus, l'assimilation sélective et la différenciation sélective. D'abord notre cerveau accumule les nouvelles connaissances en ne nous faisant retenir que certaines informations qui varient d'une personne à l'autre pour la même image, c'est l'assimilation, puis nous émettons des remarques et commençons à interpréter les images, c'est la différenciation. L'outil proposé présente des fenêtres différentes permettant de travailler différemment avec les images et favorisant ces deux étapes.

Le choix des images pour l'indexation s'est fait selon plusieurs critères. Pour qu'une image soit choisie, il faut que la lumière soit une préoccupation importante et explicite, que les informations disponibles soient majoritairement sous forme d'images, que l'usage soit connu ou supposé, que la source de lumière soit visible (le percement ou la fenêtre doit figurer sur l'image). L'image ne doit pas être focalisée sur un détail, elle doit représenter tout l'espace (sa volumétrie) et il ne doit pas y avoir d'effet de contre-jour (Chaabouni, 2011). L'indexation sémantique des images s'est faite avec une indexation qui tient compte de deux aspects de l'image, le « of » et le « about ». Le thésaurus à facettes a été choisi car il paraît plus précis que le thésaurus à structure subdivisée par thèmes. Le « of » correspond à la description des ambiances lumineuses sans données subjectives, il est composé de cinq facettes qui sont le dispositif lumineux, la quantité de lumière, l'effet de lumière, les surfaces et les usages. Le « about » donne une description et des informations sur le projet architectural (architecte, date, etc.). Chaque image est indexée avec un concept de chaque facette, elle doit avoir au minimum cinq descripteurs et au maximum dix, les descripteurs doivent être choisis à partir du dernier niveau hiérarchique du thésaurus et les mots utilisés doivent être ceux usuellement employés par les architectes.

Maintenant que nous sommes revenus sur les critères permettant l'indexation d'images, la mise au point du thésaurus dans le travail de S. Chaabouni, nous allons présenter l'outil i.Mage puis l'outil Day@mbiance qui est l'outil proposé par S. Chaabouni (Chaabouni, 2011).

c. i.Mage, un outil d'indexation d'images.

C'est un outil développé au CRAI par Pascal Humbert qui permet d'indexer n'importe quel type d'images à partir du moment où un thésaurus est fourni. Le thésaurus est créé à partir de mots clefs représentatifs de chaque classe et sous classe, il est évolutif car il est possible d'en ajouter ou d'en retirer à tout moment. Les classes permettent d'indexer des images et la zone d'indexation permet de donner des pondérations à ces classes et sous-classes.

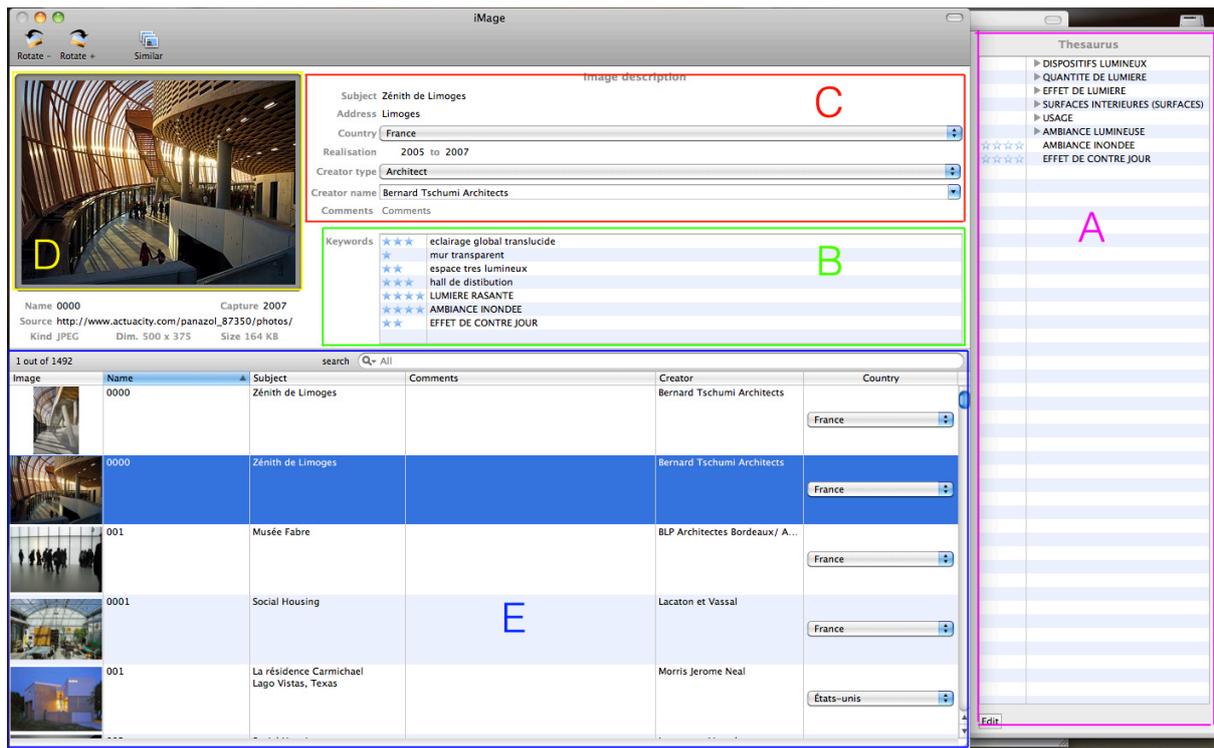


Figure 3 : Interface de iMage.

Le logiciel s'organise en plusieurs zones : en A se trouve le thésaurus, en B nous pouvons voir la zone d'indexation des images (le contexte et les descripteurs pondérés), en C nous avons les informations sur l'image (source, date, etc.), en D l'aperçu de l'image active et la liste d'images contenues dans la base en E. Une zone de recherche facilite la navigation par catégories, nom du concepteur ou nom de l'image (Cf. Figure 3).

d. Day@mbiance, un outil d'aide à la conception avec des images de références (Chaabouni, 2011).

Day@mbiance est l'outil d'aide à la conception proposé par S. Chaabouni dans son travail de thèse. Il se base sur un ensemble d'images de projet de référence, indexées et présentant les ambiances lumineuses sous plusieurs aspects (Cf. Figure 4). Il aide le concepteur à formuler ses intentions et à les visualiser. L'interface se compose de trois zones : la mosaïque (en A), le graphe (en D) et la zone albums et dessins (en E). Une boussole accompagne les zones graphe (C) et mosaïque (B).

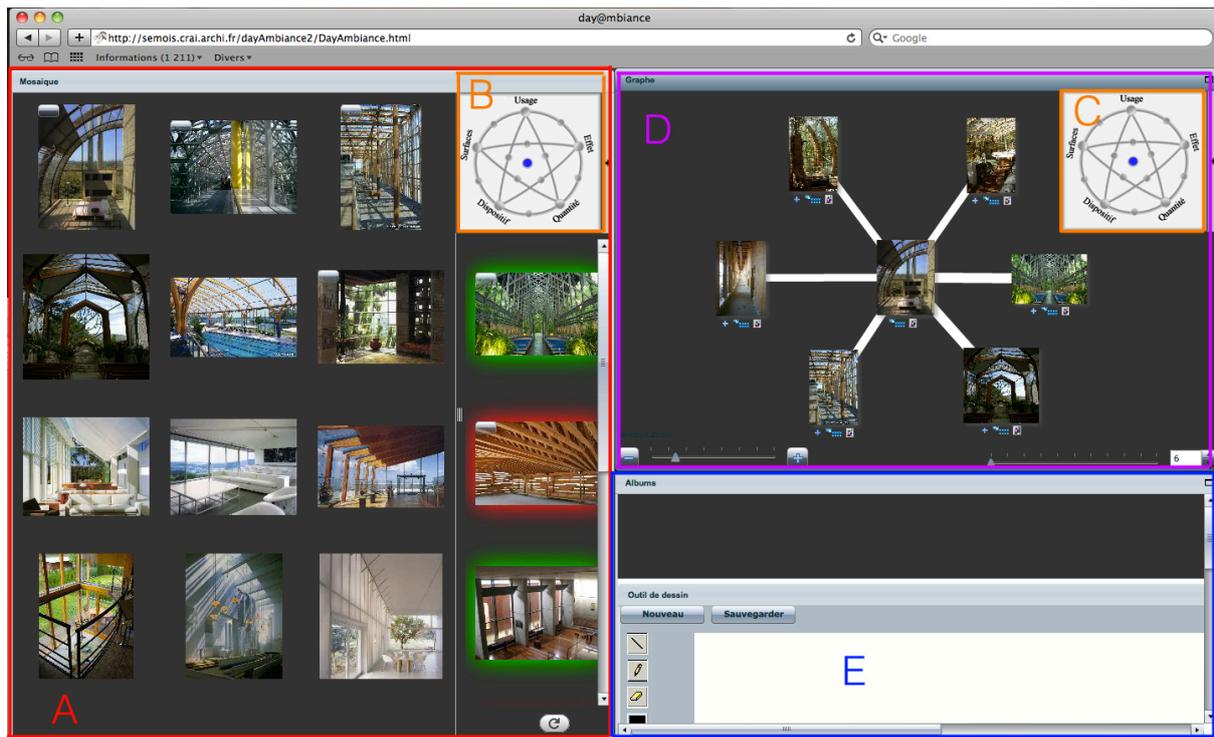


Figure 4 : Interface de Day@mbiance.

La boussole de navigation propose 5 catégories qui sont Usage, Effet, Quantité, Dispositif et Espace. Ces catégories sont liées à celles existantes dans le thésaurus qui a permis l'indexation des différentes images. Les catégories sont reliées par un arc de cercle permettant soit de tenir compte d'une seule catégorie soit d'en choisir deux en même temps en plaçant le curseur sur l'arc de cercle faisant le lien entre les deux catégories visées. Le curseur peut aussi être placé au centre de la boussole ce qui permet de sélectionner l'ensemble des catégories. Les images proposées dans la mosaïque seront alors piochées aléatoirement dans les catégories correspondantes du thésaurus d'indexation.

La mosaïque, à l'ouverture du logiciel, présente des images choisies aléatoirement parmi celles figurant dans la base. Après positionnement du curseur de la boussole, le choix des images sera orienté vers les catégories souhaitées.

A l'ouverture de l'interface, le graphe se compose de sept images. L'image au centre est la première image figurant dans la mosaïque. Les six autres sont positionnées autour de l'image centrale et sont liées à la première par des liens convergeant vers elle. Les six images correspondent à la même catégorie que la première. Une boussole de navigation est aussi disponible et possède les mêmes fonctions que celle de la mosaïque.

e. Proposition, de (M. A. Gallas, 2009), d'un outil permettant une déclaration d'intentions.

M. A. Gallas proposé, dans son mémoire de Master, un schéma de fonctionnement de son outil d'aide, un mode de navigation et l'interface qu'il pourrait avoir (Cf. : Figure 5 et Figure 6).

L'outil proposé présente une interface concentrique, où le premier choix du concepteur se trouverait au centre. A chaque choix que celui ci effectue, une nouvelle strate apparaît, entourant les précédents choix. Les choix terminés, le logiciel va proposer différents résultats. Tant que le concepteur n'est pas arrivé au bout du processus de déclaration d'intentions, seule la partie A s'affiche sur l'écran. Lorsque les résultats apparaissent, la partie A reste visible mais la fenêtre est rétrécie et se positionne en haut à gauche. La partie B donne un récapitulatif des données géographiques et climatiques du lieu. En C, sont présentées les solutions classées selon leur niveau de fidélité par rapport aux intentions émises. Elles apparaissent sous forme d'images de synthèse encadrées. Le code couleur utilisé pour le cadre a été dressé par un expert, le vert est utilisé pour les images ayant une conformité totale avec les intentions émises par le concepteur, le orange pour celles ayant une conformité partielle. En D, est présenté un historique des choix, le concepteur peut en effet modifier sa déclaration d'intention à tous moments et revenir sur l'une ou l'autre des strates circulaires. Les simulations de l'effet produit durant toute l'année et à différentes heures, les simulations d'éclairage ainsi que les images en fausses couleurs apparaissent dans les parties E et F. La partie G nous montre quelques projets de références qui utilisent le même type de dispositif et qui génèrent le même effet que celui voulu.

Le but de cette recherche était de proposer une méthode capable de générer un espace éclairé à partir d'une déclaration d'intentions et de concrétiser ses idées. Le concepteur peut ainsi vérifier ses intentions et faire preuve de créativité en modifiant ses idées ou en faisant appel à de nouvelles. A la base, une identification de certaines ambiances lumineuses avait été faite (Cf. I. 1. b.).

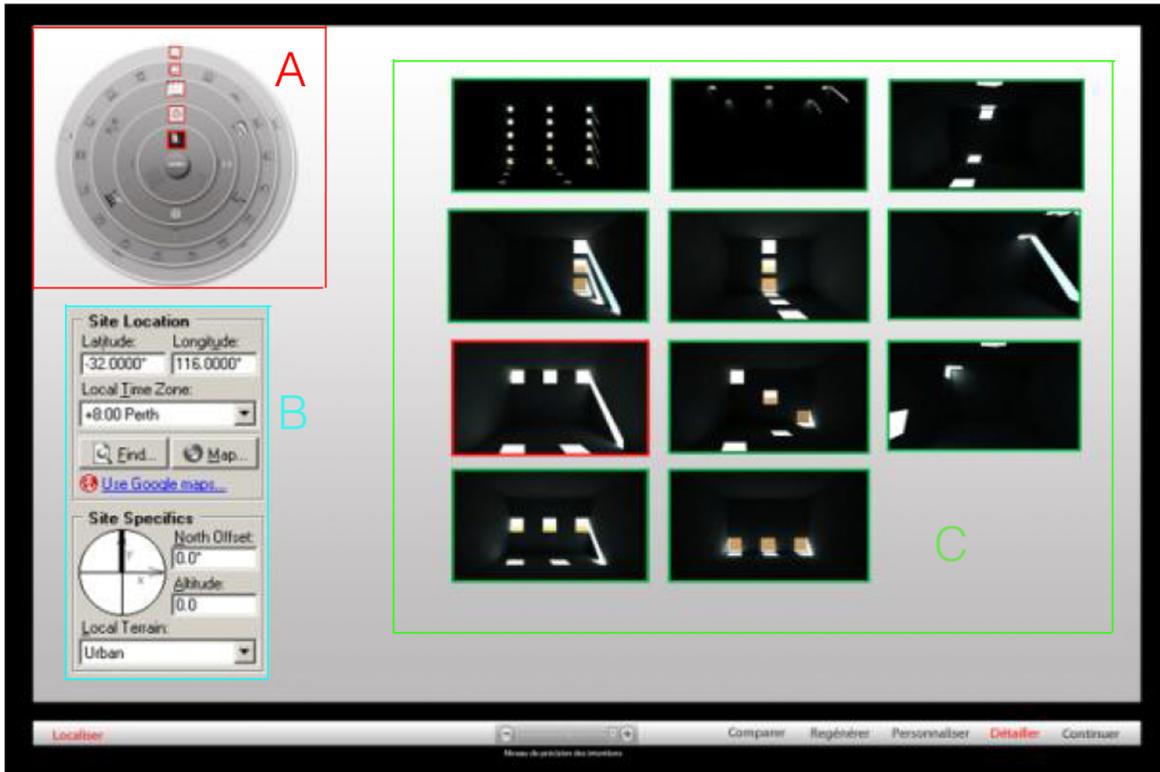


Figure 5: Prototype d'interface et de types de solutions que pourrait avoir et proposer le futur outil. (M. A. Gallas, 2009)

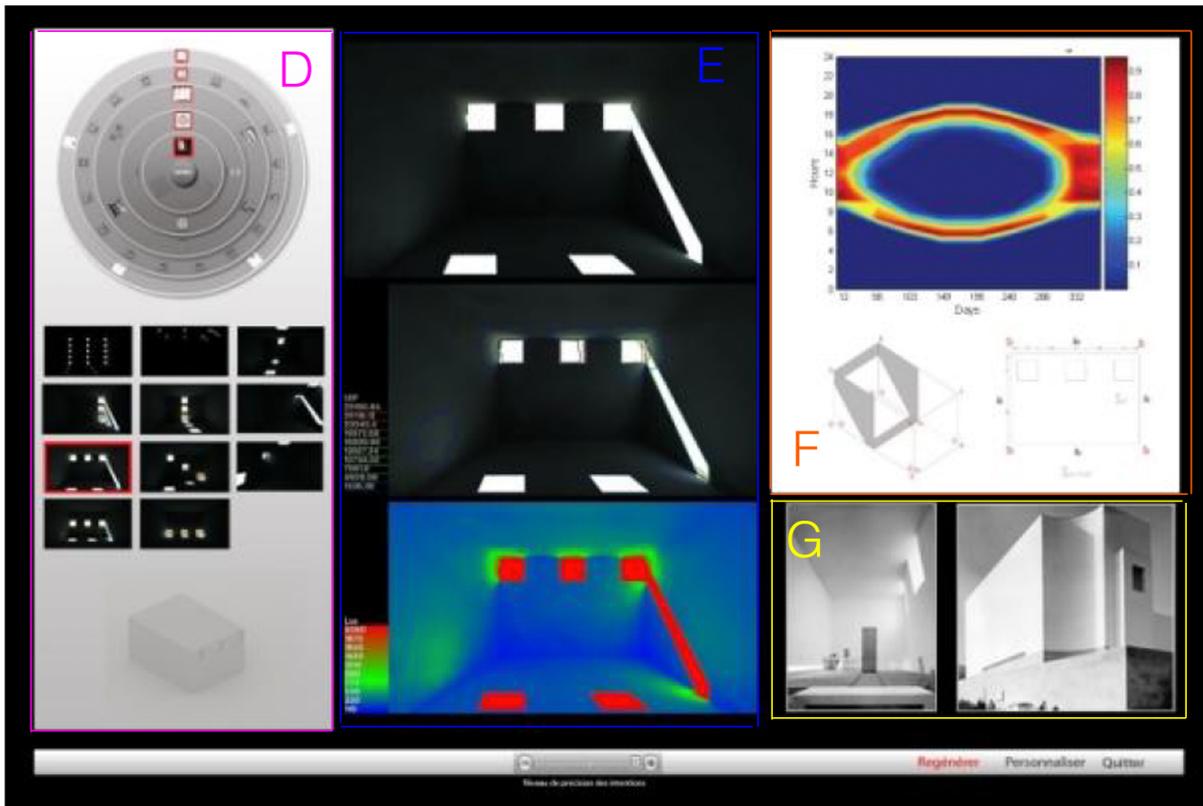


Figure 6: Prototype d'interface et de types de solutions que pourrait avoir et proposer le futur outil (suite). (M. A. Gallas, 2009)

Day@mbiance est un outil permettant au concepteur de se servir d'images de référence en les manipulant. Il peut ainsi les interpréter et s'informer. Les différentes zones favorisent l'activité cognitive de l'utilisateur par leur interactivité et leur hétérogénéité. Le concepteur peut intervenir dans les différentes fenêtres, il peut dessiner, rien n'est figé contrairement à l'outil proposé par Lassance. i.Mage permet d'indexer les images qui seront par la suite intégrées à Day@mbiance. Les travaux de G. Lassance ainsi que de S. Chaabouni montrent l'importance des références comme matière première de l'esquisse d'un projet. Le travail de Gallas est une proposition d'un autre type d'outil permettant la représentation d'ambiances lumineuses. Les intentions sont déclarées par un choix d'icônes en partant de détails généraux et de propositions, à chaque étape, de plus en plus ciblées. Le problème rencontré par la représentation des classes d'ambiances et des ambiances lumineuses par des icônes est que ce moyen d'expression est assez figé, il n'est pas facile à utiliser dans une démarche d'identification d'intentions.

Nous allons à présent nous pencher sur la question de la caractérisation physique de la lumière naturelle. Une étape où nous allons nous intéresser aux différents outils de simulation de la lumière naturelle que nous allons analyser afin de choisir ceux qui peuvent nous aider dans notre travail de caractérisation des ambiances lumineuses. Nous revenons ensuite au travail de thèse de M. A. Gallas pour introduire la seconde partie de notre travail de recherche.

3. Simulations des ambiances lumineuses.

Les logiciels permettant de faire des simulations de lumière sont nombreux (ADELINE avec Radiance, Superlite et Superlink, DIAL+lighting, ECOTECT, Géronimo, LUM calcul, Velux Daylight Visualizer, etc.). Après avoir recherché pour un certain nombre d'entre eux leurs avantages et leurs inconvénients, nous avons décidé de présenter les logiciels capables de générer des rendus réalistes avec des temps de calculs raisonnables et dont les rendus se rapprochaient assez bien de la réalité. Nous nous intéresserons aux logiciels Velux Daylight Visualizer et DIVA for Rhinocéros. Pour terminer cette partie, nous présenterons une partie du travail de thèse de M. A. Gallas afin de situer notre travail.

a. Velux Daylight Visualizer :

Velux Daylight Visualizer est un outil simple à utiliser qui permet de voir l'apparence qu'aura un espace éclairé par la lumière naturelle. Il permet aussi de calculer certaines valeurs physiques de la lumière naturelle comme les niveaux d'éclairéments, le facteur de lumière du jour et la luminance d'un espace architectural selon l'heure et le jour que le concepteur choisi ou selon une année complète. Vélux, qui a conçu cet outil, a essayé de l'adapter au maximum aux connaissances et aux méthodes de travail des architectes. Des animations sont générées pour montrer l'évolution du comportement de la lumière tout au long de l'année.

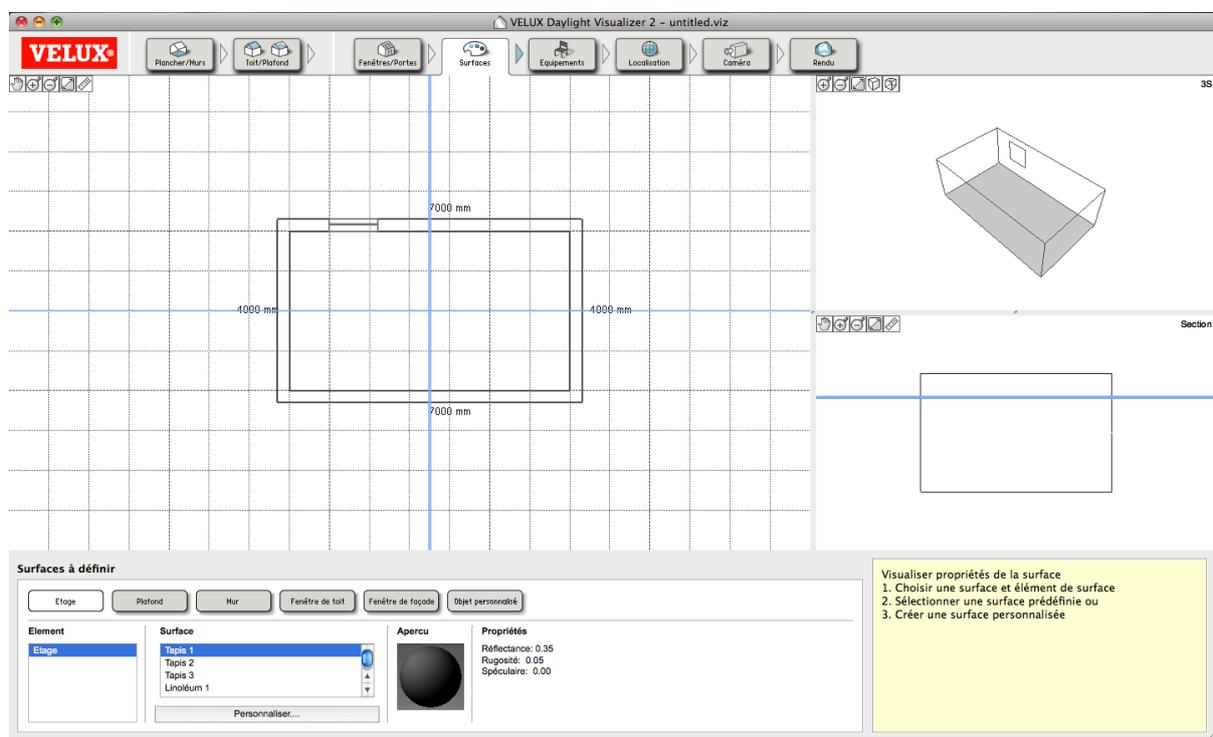


Figure 7 : Interface de VELUX Daylight Visualizer.



Le logiciel permet de recréer des espaces simples et fermés grâce à de nombreux modules prédéfinis. L'épaisseur et la hauteur des murs peuvent être modifiées (étape 1). Une fois les murs définis, il est possible de choisir un type de toiture (étape 2), des types de fenêtres et de les disposer n'importe où sur les murs (étape 3). Les différentes étapes s'enchaînent, l'étape 4 est le choix des matériaux composant les ouvertures et les différents

revêtements de surface (Cf. Figure 7). La pièce peut être orientée, la latitude et la longitude peuvent être réglée selon le lieu de notre projet à l'étape 6. La dernière étape, l'étape 8, est celle des rendus. Différents types de rendus sont proposés : en plan, en coupe ou en perspective. Les différentes valeurs obtenues peuvent être affichées sous forme de points appartenant à un plan ou sous forme de courbes de valeurs.

Après manipulation, les différentes modélisations ont révélé que lorsqu'un même espace a été modélisé directement sur Velux, les valeurs obtenues sont différentes de celles obtenues avec un modèle représentant le même espace mais créé sur un logiciel de modélisation externe (importé de Sketchup). Malgré la facilité de description et de modélisation des espaces ainsi que de paramétrage, ce logiciel présente des erreurs de calcul pour les modèles importés d'autres logiciels de modélisation de type Sketchup. La bibliothèque d'éléments comme les fenêtres ou les matériaux est tout de même restreinte. Ces limites nous ont encouragé à tester d'autres logiciels plus complexes mais offrant de nombreuses potentialités comme DIVA-for-Rhino.

b. Rhinocéros avec le plugin DIVA (Diva-for-Rhino).

DIVA est un plugin pour le logiciel Rhinocéros (modeleur 3D) et GrassHopper. (éditeur d'algorithmes graphiques). Il permet d'effectuer des simulations de lumière naturelle et d'énergie. Ce logiciel est développé par la Graduate School of Design de l'Université d'Harvard. Il est maintenant exploité par une entreprise créée par des chercheurs, Solemma LLC. Diva pour Rhino permet aux utilisateurs d'évaluer la performance environnementale des bâtiments en réalisant des calculs de facteur de lumière du jour, d'éclairement, d'éblouissement et d'obtenir des rendus photoréalistes. Ces simulations sont réalisées en tenant compte du lieu, du climat ainsi que de la date et de l'heure. DIVA permet aussi d'effectuer des calculs thermiques. Ce plugin est directement intégré au modeleur Rhino.

Rhinocéros est un outil de modélisation pour les concepteurs. Il permet d'exécuter différents types de formes géométriques, de travailler avec des maillages, des nuages de points, des solides Nurbs. Il permet à la fois le dessin 2D et 3D. Les fenêtres des vues sont modulables au niveau de leur taille et de leur nombre (en A). Cela permet à l'utilisateur de

travailler en plan, en coupe et en 3D de manière quasi simultanée (Cf. Figure 8). Il est possible de ne faire apparaître qu'une vue, en perspective par exemple.

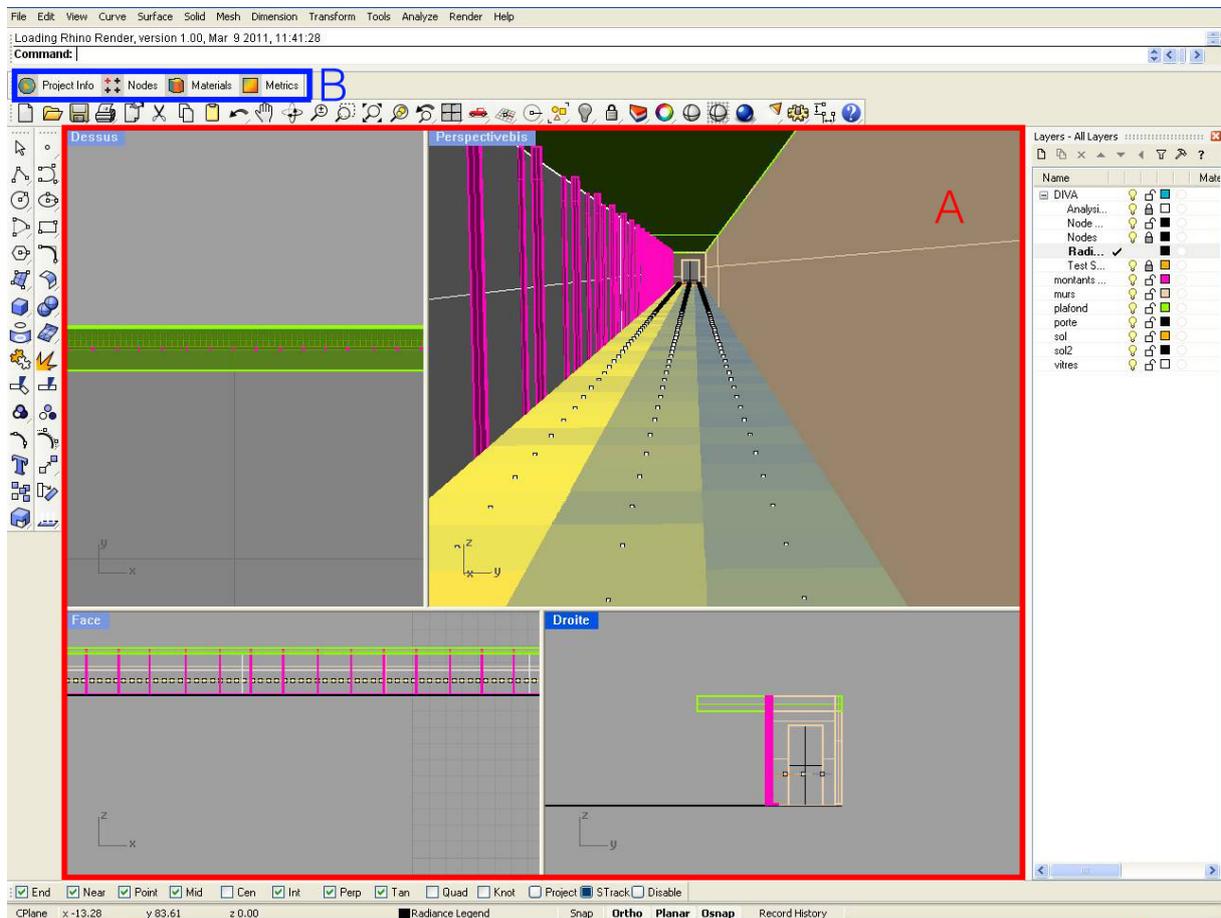
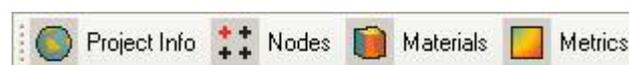


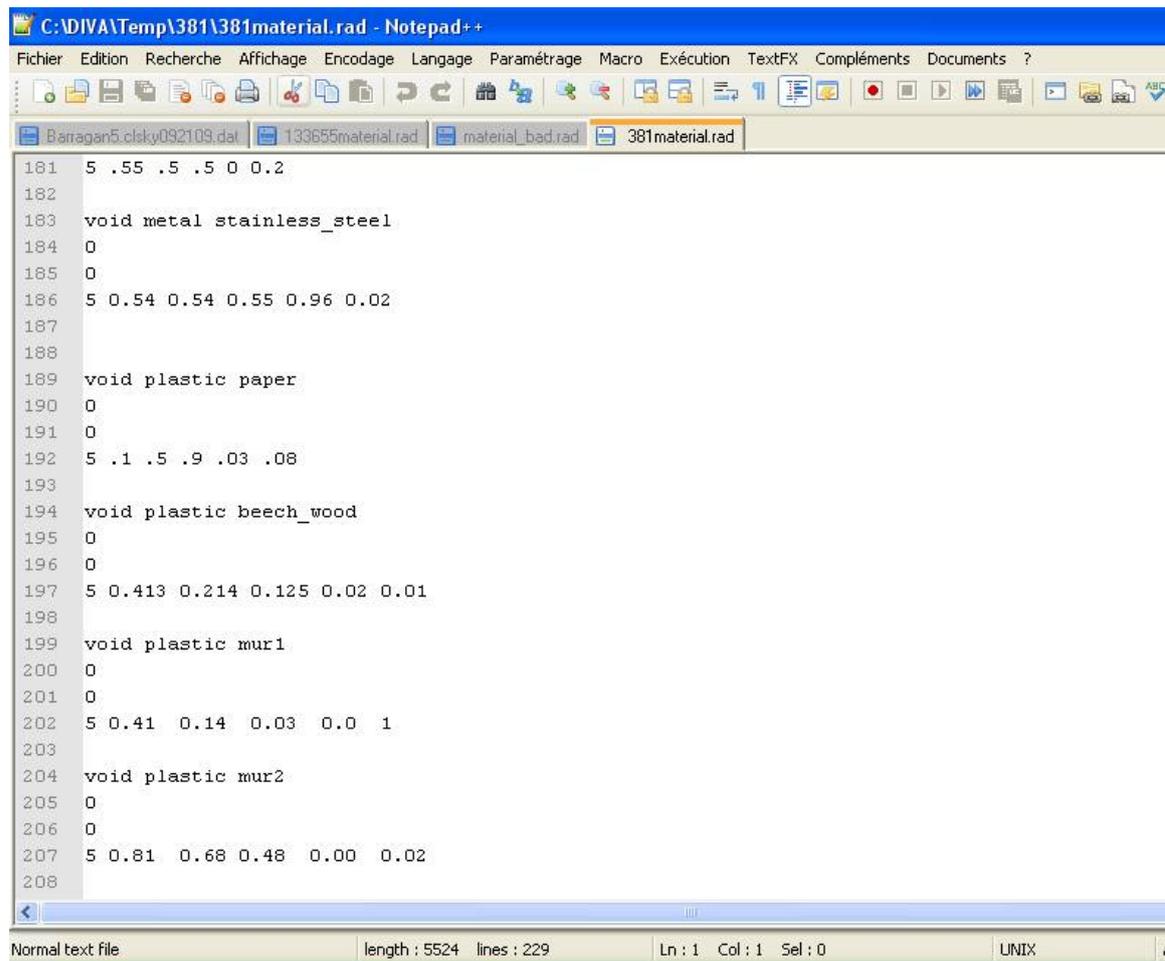
Figure 8 : Interface de Rhinocéros et du plugin DIVA.

Après avoir modélisé sur Rhinocéros un espace, le plugin DIVA permet d'effectuer les diverses simulations. Après installation du plugin, quatre icônes apparaissent en haut à gauche de l'écran (en B).



Ces icônes permettent de prendre en compte les données climatiques du lieu de notre projet (icône « Project Info »), de positionner les nœuds de calculs sur un plan à la hauteur de notre choix et avec des espacements plus ou moins grands (icône « Nodes »). Une icône « matériaux » (icône « Materials ») donne la possibilité à l'utilisateur d'affilier un matériau à chaque calque créé dans Rhino. La liste de matériaux étant assez restreinte, il est possible de modifier les matériaux et d'en créer de nouveaux grâce à un éditeur de texte (Cf. Figure 9). La

quatrième icône « Metrics » est celle permettant d'effectuer les différents rendus. (Cf. Figure 10).



```
181 5 .55 .5 .5 0 0.2
182
183 void metal stainless_steel
184 0
185 0
186 5 0.54 0.54 0.55 0.96 0.02
187
188
189 void plastic paper
190 0
191 0
192 5 .1 .5 .9 .03 .08
193
194 void plastic beech_wood
195 0
196 0
197 5 0.413 0.214 0.125 0.02 0.01
198
199 void plastic mur1
200 0
201 0
202 5 0.41 0.14 0.03 0.0 1
203
204 void plastic mur2
205 0
206 0
207 5 0.81 0.68 0.48 0.00 0.02
208
```

Figure 9 : Possibilité d'ajouter des matériaux ou d'en modifier avec un éditeur de texte (Cf. Figure 33).

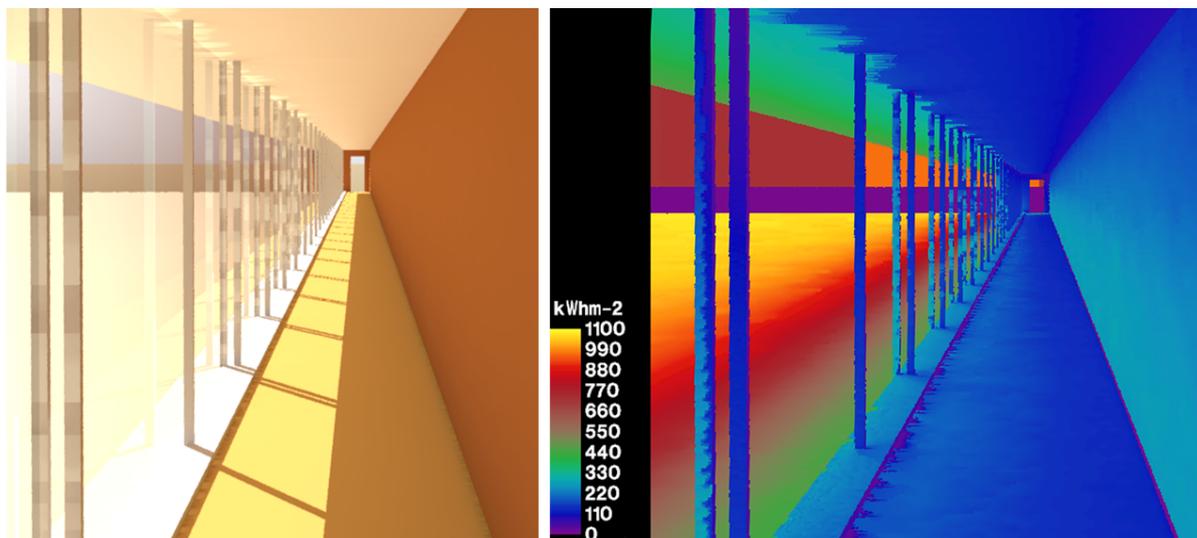


Figure 10: Exemple d'images de rendu DIVA pour Rhinocéros.

c. « De l'intention à la solution architecturale » (M. A. Gallas, 2009).

Le travail de thèse de Mohamed Anis Gallas (M. A. Gallas, 2009) s'intitule : « De l'intention à la solution architecturale. La complexité de la prise en compte de la lumière naturelle durant les phases amont du processus de conception architecturale ». Il est difficile pour un jeune concepteur d'avoir mentalement une bonne visualisation des effets de lumière que produiront les dispositifs qu'il met en place dans ses projets. Il maîtrise encore difficilement les aspects de la lumière naturelle. Les outils actuels permettent de se servir d'images de référence mais non de visualiser les effets que le concepteur imagine et tente d'exprimer.

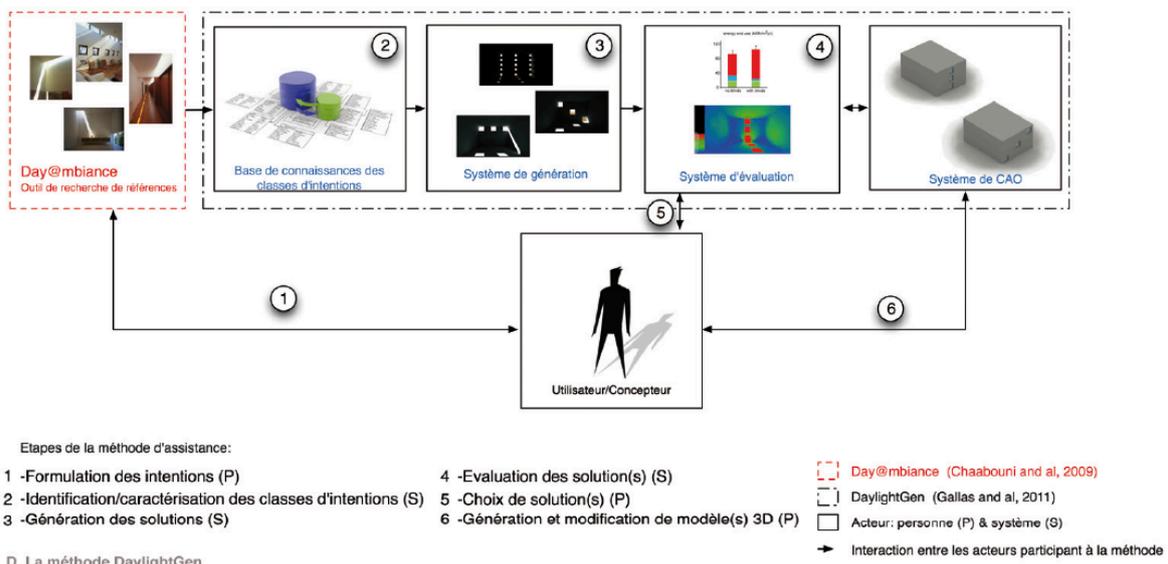


Figure 11 : La méthode Daylightgen (Gallas, 2012).

La méthode mise au point par M. A. Gallas se veut adaptée aux premières phases de conception (Cf. Figure 11). Pour cela, il faut qu'elle puisse interpréter les intentions du concepteur pour pouvoir générer des solutions. Cette méthode permet de structurer les idées du concepteur. Celui-ci sélectionne des images de référence représentatives de l'ambiance lumineuse qu'il veut mettre en place sur Day@mbiance (Chaabouni, 2011). La totalité des images choisies constituent alors une base de connaissances et un lien entre Day@mbiance et Daylightgen (outil proposé). Daylightgen est un outil qui prend en compte la déclaration d'intentions par le biais de Day@mbiance. Cet outil possède un système génératif appelé

Galapagos qui permet de traduire les intentions du concepteur, recueillies auparavant, en solutions potentielles sous forme de modèle 3D. Un système d'évaluation Diva-for-Rhino évalue la capacité des solutions à répondre correctement aux intentions initiales. Les fonctionnalités du modèleur Rhinoceros et celles de GrassHopper permettent de visualiser et de modifier les modèles générés.

Cet outil permet au concepteur d'intégrer les notions de lumière naturelle, d'ambiance lumineuse et de comportement thermique dès les premières phases d'esquisse. Les moyens informatiques ne permettant pas de comprendre un dessin, les mots étant déjà trop réducteur et n'ayant pas tout à fait le même degré d'importance pour chaque individu, ils ne peuvent être utilisés. Le choix par l'image (méthode déclarative) semble être un bon moyen pour caractériser les souhaits du concepteur. C'est en multipliant le choix d'images que le concepteur réduit le nombre de solutions que l'outil lui proposera et ainsi qu'il obtiendra des propositions plus ciblées. Il paraît important qu'il y ait plusieurs solutions proposées afin de guider le concepteur, de le conforter dans ses choix et non de lui dicter la démarche à suivre. Cela aidera l'utilisateur à maîtriser la composante lumineuse et énergétique même si l'état d'avancement de son projet n'en est qu'à ses débuts. Cet outil peut aussi encourager à la créativité en proposant au concepteur des solutions auxquelles il n'aurait pas pensé ou en lui proposant des effets lumineux qu'il n'aurait pu imaginer.

4. Conclusion.

Nous avons d'abord commencé par évoquer différentes descriptions d'ambiances lumineuses faites par des auteurs appartenant à des professions différentes. Chacun avec ses moyens (la prose, la peinture, l'architecture) tente de faire ressortir de son œuvre l'ambiance qu'il a choisie. Ces descriptions et observations nous montre que malgré l'hétérogénéité des domaines des divers auteurs, des similitudes peuvent être ressenties dans leur description d'une même ambiance. Cela nous encourage à entreprendre une recherche d'identification et de classification des différentes ambiances en tenant compte de toutes les descriptions trouvées et à donner des définitions à ces ambiances. Le mémoire de master de M. A Gallas nous montre le caractère inhérent qu'ont les composantes spatiale et lumineuse dans l'appréhension et dans la création d'une ambiance lumineuse. Afin d'obtenir une déclaration d'intention représentative des idées initiales du concepteur, il est nécessaire de bien

s’entendre, à la base, sur les définitions et le sens que nous donnons à chaque effet de lumière. Les comparaisons entre les approches qualitatives et quantitatives effectuées par L. Mudri mettent en exergue le fait qu’en général, malgré les différents degrés d’importance que chacun attribue à un mot, les différents individus usagers et concepteurs ressentent et décrivent de manière assez juste ce que les valeurs numériques d’éclairement, par exemple, révèlent. Il est donc possible, à partir d’icônes, de mots et de définitions, de s’entendre sur chaque effet et sur chaque ambiance.

Nous avons ensuite décrit une partie du travail de Lassance abordant le besoin de connaître de nombreuses références pour nourrir notre imagination et les catégorisations qu’il a proposées. Il introduit par ses catégorisations la notion de morphologie spatiale et de dispositifs d’éclairage. Il paraît nécessaire d’en tenir compte par la suite dans notre travail. Les différents outils d’indexation et de référencement développés au CRAI pourront être utilisés et les critères définis par S. Chaabouni seront respectés lors de l’indexation de futures images.

Les outils de simulation d’ambiances lumineuses pourront être utilisés afin de donner une caractérisation quantitative aux différentes ambiances et d’essayer de les décrire quantitativement. Ils pourront aussi permettre d’obtenir des images de rendu photoréalistes qui permettront au concepteur de vérifier ses intentions et de visualiser les conséquences de ses choix. Dans le travail de M. A. Gallas, notre recherche se situera au niveau du passage entre la déclaration des intentions et la génération de solutions (Cf. Figure 12).



Figure 12 : Passage de l’idée du concepteur à la génération de solutions par Daylightgen.

II. Identification et caractérisation des ambiances lumineuses.

A partir des classes d'ambiance présentes initialement dans le thésaurus de i.Mage, qui a été créé lors de précédents travaux (Chaabouni, 2011) et (M. A. Gallas, 2009), nous allons identifier de nouvelles catégories d'ambiances afin d'en représenter un plus grand nombre. Nous donnerons des définitions à chacune des classes et les représenterons par une icône. Le corpus d'image de i.Mage sera complété afin d'homogénéiser le « poids » des différentes classes dans la base.

Nous nous intéresserons ensuite à la caractérisation des différentes classes par des données physiques en nous basant sur les images répertoriées dans i.Mage.

1. Identification des classes d'ambiances.

Afin que le concepteur puisse clairement identifier la classe d'ambiance qu'il imagine et décrire au mieux ses intentions, il faut qu'il ait le choix et qu'il puisse trouver dans les images proposées l'ambiance voulue. Pour cela nous avons essayé de compléter la liste déjà existante dans i.Mage qui compte maintenant environ quarante à cinquante images par classe d'ambiance. M. A. Gallas avait répertorié lors d'un précédent travail (M. A. Gallas, 2009) trois classes d'ambiances : la lumière uniforme, la lumière contrastée et la lumière rasante. L'ambiance contrastée est constituée de trois sous classes qui sont contrastée clairière, contrastée tâches solaires et contrastée fond de pièce. Nous allons les définir à partir des définitions qu'il leur avait données et de différents textes qui les décrivent, trouvés aussi bien dans le milieu architectural que pictural (Cf. I.1. a). Nous décrirons aussi les nouvelles classes et sous classes ajoutées et nous répertorierons les mots clef correspondant à chacune des classes.

Les icônes qui représentent les classes ou les sous-classes sont imaginées à partir des définitions et tendent à rester neutres par rapport aux dispositifs d'entrée de la lumière. Le but étant de représenter l'ambiance décrite de façon à ne pas assimiler l'icône à un espace ou à un dispositif particulier (Cf. : Figure 25).

Dans un premier temps, nous avons cherché à compléter le thésaurus d'i.Mage au niveau des ambiances lumineuses. L'identification de classes d'ambiance supplémentaires par rapport à celles que M. A. Gallas avait déjà indexées a été complexe car les ambiances décrites étaient assez générales. Seule la classe d'ambiance « ambiance inondée » a pu être ajoutée. Cependant, les classes existantes ont pu être divisées en plusieurs sous classes. Les ambiances décrites initialement englobaient quasiment toutes les possibilités d'ambiances lumineuses, les diviser a permis de tenir compte de nouveaux paramètres qui permettent de mieux cibler les intentions du concepteur. A la lumière contrastée-tâches solaires, nous avons ajouté la précision « contour des tâches net » ou « contour des tâches diffus ». Pour la lumière contrastée clairière, nous avons précisé si celle ci était plutôt une « lumière – émotion » ou si elle était focalisée sur un élément. La lumière colorée par réflexion et la lumière colorée par transmission ont aussi été ajoutées. Les nouvelles classes et sous classes ont été définies et les anciennes ont été redéfinies ou complétées.

a. La lumière contrastée :

C'est une lumière directe qui produit des zones avec un fort écart d'éclairement créant une lecture hiérarchique de l'espace (M. A. Gallas, 2011). Les tâches solaires créées font apparaître différents motifs.

•Contrastée tâches solaires : Les zones éclairées sont de tailles assez restreintes et créent des motifs dans les zones d'ombre. Les tâches solaires ainsi créées dans l'ombre peuvent avoir des contours nets, bien délimités ou au contraire diffus. C'est pourquoi cette sous-classe peut être composée de deux nouvelles catégories qui sont : tâches solaire contours nets ou tâches solaire contours diffus.



Contour des tâches nets

Contours nets : Les tâches solaires aux contours nets sont dues à une lumière directe et à des parois d'incidence plutôt mates. Sous un éclairage direct, ciel dégagé, les parois sont fortement éclairées. Les

perçements dans les parois, composés d'un vitrage transparent qui dévie peu la trajectoire des rayons incidents, laissent passer les rayons du soleil de manière directe à l'intérieur de l'édifice. « Les reliefs, quels qu'ils soient, apparaissent dans toute leur précision de forme ou de dessin. » (Lurçat, 1953)

De forts contrastes apparaissent dans les zones éclairées. Plus l'intensité des zones éclairées est forte, plus les zones d'ombres apparaissent sombres. Le contraste est donc plus important. « Les effets produits par cette sorte d'éclairage, se traduisent par la juxtaposition, d'une part d'éléments bien définis dans leurs détails et vigoureusement modelés, de l'autre, d'éléments présentant des zones ombrées bien soulignées et précisées dans leur contour. » (Lurçat, 1953)

Mots clef : espace lumineux, lumière directe ou rasante, plancher mat, ciel dégagé.

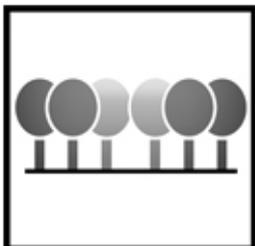


Contour des tâches diffus

Contours diffus : Les tâches solaires aux contours diffus sont dues à une lumière diffuse ou indirecte vive, à une surface d'incidence brillante, à un vitrage diffusant à l'intérieur des percements. Le contour des tâches n'est pas net, la lumière s'estompe progressivement sur les bords de la tâche. Par ciel couvert, nuageux et avec une lumière uniforme, « tout le jeu des

contrastes de lumière et d'ombre, la lecture des reliefs et des formes, autrement rendue facile par la franche opposition des sombres et des clairs, disparaissent en partie, s'amortissent dans l'estompement général des lignes et des volumes. »(Lurçat, 1953)

Mots clef : plancher brillant, lumière indirecte ou diffuse, ciel couvert.



Ambiance contrastée - clairière

• **Contrastée Clairière :** L'effet clairière se remarque lorsqu'un petit bout d'espace très éclairé naturellement est entouré de zones sombres de toute part. L'effet clairière peut servir à mettre en valeur un espace ou un objet et à donner une ambiance particulière à un lieu. C'est pourquoi deux sous catégories peuvent être créées.



Focalisée sur un élément

Focalisée sur un élément : L'éclairage est direct et les rayons lumineux sont dirigés vers un objet ou un point focal particulier soit à toute heure de la journée, soit à un moment précis. Le regard est dirigé et attiré par la lumière. L'ambiance générale est plutôt sombre.

Mots clef : la lumière crée un lieu focal, la lumière crée une attraction, la lumière souligne une direction.



Lumière émotion

Lumière émotion : L'objectif de la lumière – émotion est de capter l'attention pour produire une concentration, une émotion. « Une des conditions importantes de cette lumière est qu'elle se manifeste d'autant plus qu'elle exclut l'extérieur » (Ciriani, 1991). Les ouvertures sont relativement restreintes et souvent zénithales, elles n'ont pas été créées pour permettre la vision de l'extérieur mais pour donner une ambiance particulière à un lieu. Un « éclairage « descendant » nous prive de contexte et suggère la concentration, le recueillement et quand il invite le regard c'est pour lever les yeux vers le ciel, la voûte céleste... » (Savic, 2011). Les rayons du soleil entrent dans la pièce de manière directe ou indirecte en fonction du dispositif mis en œuvre mais une atmosphère de pénombre règne dans ce type d'espace. L'extérieur est tout de même présent par les variations de la luminosité et des taches solaires qui se déplacent au fil de la journée.

Mots clef : la lumière crée une attraction, la lumière divise l'espace, la lumière révèle la matière, espace religieux, espace sombre.



Lumière contrastée
fond de pièce

•Contrastée fond de pièce : Cet effet de lumière est créé par un phénomène de diffusion de la lumière naturelle à l'intérieur de la pièce. L'éclairage coté façade est important et s'estompe en fond de pièce. Les rayons lumineux incidents sont réfléchis par les parois (sol, mur) et éclairent ainsi légèrement le fond de la pièce.

Mots clef : mur transparent, bandeau lumineux/fenêtres en bandeau, fente horizontale, éclairage latéral haut, bas ou sur toute la hauteur du mur.

b. La lumière uniforme :



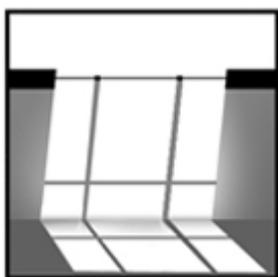
Lumière uniforme

La lumière uniforme ou « lumière - éclairage » est due à un éclairage diffus ou indirect, à un éclairage provenant du Nord. Elle est obtenue grâce à de grandes surfaces vitrées avec un vitrage transparent et une orientation plutôt Nord ou grâce à des parois translucides. C'est « une lumière qui ne se voit pas car elle est partout » (Ciriani, 1991). L'objectif d'un tel éclairage est « de faire croire que le dedans est encore le dehors, de reproduire in vitro les conditions de l'extérieur. » (Ciriani, 1991). Un éclairage indirect et diffus uniformise la répartition de la lumière.

L'indice d'ouvertures de ces espaces est assez important, 1/2, 1/3, voir plus.

Mots clef : espace lumineux, très lumineux ou sombre, éclairement homogène, espace de couleurs monochromes ou homogènes, la lumière unifie l'espace, espace tout blanc, mur transparent, éclairage sur toute la hauteur du mur, bandeau lumineux/fenêtres en bandeau.

c. La lumière rasante :



Lumière rasante

C'est une lumière directe produite par des rayons incidents du soleil relativement bas (plus horizontaux que verticaux). Les tâches solaires sont très présentes et révèlent les détails structurels du bâtiment et notamment des ouvertures qui les laissent pénétrer dans l'espace.

Pour Lassance, l'effet de lumière rasante provient « d'un éclairage tangent à une surface dont il révèle les textures ».(Lassance, 1998) « La lumière rasante à directivité horizontale est due à la présence d'une source puissante à l'horizon (le soleil) par rapport à un faible éclairement général de la scène et des objets qu'elle contient »(Lassance, 1998) et la

représentation des ombres longues sont appelées selon Lassance effet de lever ou de coucher du jour.

Mots clef : jeux de tâches solaires, la lumière révèle la structure, la lumière déstructure l'espace, la lumière enveloppe l'espace : effet d'extérieur, espace lumineux ou très lumineux, éclairage contrasté, la lumière divise l'espace, verrière zénithale, mur transparent.

d. L'ambiance inondée :



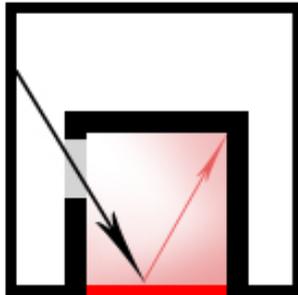
Ambiance inondée

C'est une lumière émergente, « lumière radieuse » qui illumine abondamment un espace. Elle constitue une variante de la « lumière - éclairage » car il y a un trop plein de lumière et de clarté. La lumière est ressentie comme étant plus présente à l'intérieur qu'à l'extérieur, « elle fait perdre à l'extérieur de sa force. En ce sens, elle a une visée émouvante. [...] L'intérieur s'avance vers l'extérieur, irradie comme un soleil » (Ciriani, 1991). Auguste Laugel définit la lumière écrasante comme étant « cette lumière qui rapproche tous les tons et ne laisse plus voir qu'à travers une sorte de poussière frémissante » (Laugel, 1869). Les rayons lumineux sont presque perceptibles et une sensation de flou peut être ressentie dans ces espaces. Les objets et les différentes parois sont éclairés avec une même intensité et une même couleur de lumière. « La grande lumière a pour effets de rapprocher, de noyer tous les tons et d'y faire prédominer le jaune » (Laugel, 1869). Daphné Le Sergent écrit que la lumière écrasante, « dans un éclair d'éblouissement aplanit le monde visible » (Sergent, 2009). C'est un éclairage agressif, surexposé. L'emploi de la couleur blanche pour les revêtements intérieurs est fréquent lorsque l'on est en présence d'une ambiance inondée.

Le facteur de lumière du jour de ces espaces est de 8% à plus de 12% ce qui donne aux observateurs une impression de grande clarté. L'espace s'ouvre vers l'extérieur. L'éclairage de ces espaces est de 1500 à plus de 2000 lux.

Mots clef : la lumière unifie l'espace, la lumière révèle la structure, espace très lumineux, la lumière enveloppe l'espace : effet d'extérieur.

e. La lumière colorée :



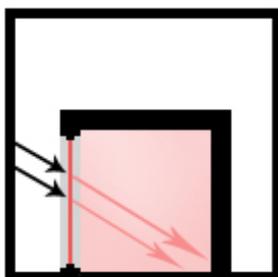
Colorée par réflexion

• **Colorée par réflexion :** Le phénomène de réflexion de la lumière : des rayons lumineux qui frappent une surface réfléchissante sont en partie renvoyés selon un angle égal à celui de leur direction d'arrivée. Cependant, comme aucune surface n'est totalement réfléchissante, elle « diffuse dans toutes les directions la lumière incidente qu'elle reçoit, se comporte comme une source

secondaire de lumière » (Lurçat, 1953).

Le matériau, en reflétant la structure, donne sa couleur à la lumière. La lumière transforme la matière. Pour que la lumière soit réfléchiée, il faut que la surface sur laquelle arrivent les rayons incidents soit opaque afin de s'opposer au passage des rayons lumineux. Une surface opaque recevant des rayons lumineux, provoque dans toutes les directions une émission de reflets, dont la coloration sera directement fonction de celle de la surface éclairée. Une surface brillante ou polie, ne renvoie des rayons lumineux que dans une seule direction et ne leur donne aucune coloration ; sa propre couleur agira sur la qualité et sur l'intensité de la lumière réfléchiée. « Certaines couleurs, en effet, de part leur clarté et leur intensité rayonnent, c'est à dire qu'elles semblent projeter hors de la surface qu'elles recouvrent des rayons lumineux qui, par cette couleur apparente, réagissent sur la qualité des couleurs avoisinantes et les transforment légèrement dans leur tonalité et dans leur caractère » (Lurçat, 1953). Les parois voisines d'une paroi colorée recevant de la lumière sont, en fonction de leur revêtement, plus ou moins teintées par les rayons provenant de la paroi colorée. Leur couleur paraît ainsi différente de leur couleur d'origine, teintée par la couleur du mur coloré.

Mots clef : espace de couleurs contrastées, espace lumineux ou très lumineux, lumière uniforme, lumière homogène.



Colorée par transmission

• **Colorée par transmission :** Les rayons lumineux se colorent lorsqu'ils sont transmis à travers une paroi translucide ou transparente

colorée. Les rayons lumineux colorés modifient la perception et l'ambiance générale de l'espace.

Mots clef : vitrage coloré, espace lumineux ou très lumineux, la lumière anime l'espace.

Toutes ces définitions proposées ainsi que les icônes décrivent les différentes ambiances de manière assez large, afin que le concepteur puisse, avec ses mots, ou en un coup d'œil reconnaître celle qu'il imagine pour son projet. Le choix a été fait de s'intéresser aux descriptions qu'en faisaient aussi bien des architectes que des peintres ou des écrivains pour vérifier si les ambiances étaient perçues de la même manière dans les différents domaines. Que nous nous intéressions aux données physiques ou aux descriptions qualitatives de l'ambiance, le sens des résultats obtenus n'est jamais contradictoire. Les types d'ambiances pré existantes décrivaient la majorité des ambiances auxquelles nous pouvons être confrontés. Seule la classe supplémentaire « Ambiance inondée » a pu être trouvée car les nouvelles ambiances étudiées appartenaient toujours à l'une ou l'autre des classes, parfois même à deux ou trois. Les classes ont cependant été divisées en sous-classes, ce qui a permis d'isoler quelques phénomènes lumineux afin de mieux les décrire et de préciser les intentions du concepteur. La classe d'ambiance lumière colorée ne peut être indexée au même niveau que les quatre autres classes car la lumière peut être colorée dans toutes les configurations. Ce n'est pas une classe supplémentaire mais plutôt une précision qui peut être ajoutée à toutes les classes d'ambiance. Les mots clefs sont importants dans l'indexation car ils représentent pour chaque image appartenant à une classe d'ambiances lumineuses les catégories ou les mots les plus fréquemment utilisés lors de l'indexation, ce sont aussi les plus pondérés. Les mots clefs permettent et facilitent le passage de i.Mage à Day@mbiance. Nous reviendrons sur la totalité des icônes produites au cours de ce travail dans le prochain chapitre.

2. Indexation des ambiances identifiées .

Nous avons recherché de nombreuses images illustrant les différentes classes et sous classes et nous les avons ajoutées à la base d'i.Mage que Salma Chaabouni avait réalisée durant son travail de thèse (Chaabouni, 2011) et que (M. A. Gallas, 2009) avait complété. Les

critères de sélection que S. Chaabouni avait défini dans son étude ont été respectés. Ces critères de sélection sont que sur l'image choisie la lumière naturelle face partie d'une préoccupation importante et explicite, que la source de lumière (la fenêtre) soit visible, que ce ne soit pas une image d'un détail c'est à dire que toute la volumétrie de l'espace soit représentée et qu'il n'y ait pas d'effet de contre-jour. Dans les différentes catégories de classe 40 à 50 images sont maintenant indexées (Cf. Figure 13). Cela permet d'homogénéiser le poids de chaque classe et de permettre aux concepteurs de trouver l'effet ou l'ambiance qu'il imagine. Les différentes ambiances et lumières sont mieux exemplifiées.



Figure 13 : Images illustrant la lumière colorée par réflexion ajoutées sur i.Mage.

3. Essai de caractérisation des ambiances lumineuses par des données physiques.

Après avoir donné des définitions aux différentes ambiances, nous allons essayer de trouver des valeurs qui peuvent servir à qualifier les différentes ambiances afin de tenter de les caractériser. Nous verrons si cette tentative a été pertinente et à quelles conclusions celle-ci nous a mené.

Pour effectuer cette caractérisation, nous avons choisi d'utiliser Velux Visualizer comme outil de simulation d'éclairage (Cf. Figure 14). Cet outil permet de modéliser des espaces simples rapidement. Après avoir choisi des images représentatives sur i.Mage des ambiances précédemment définies, nous avons recréé les espaces et les vues en 3D sur Velux Visualizer.

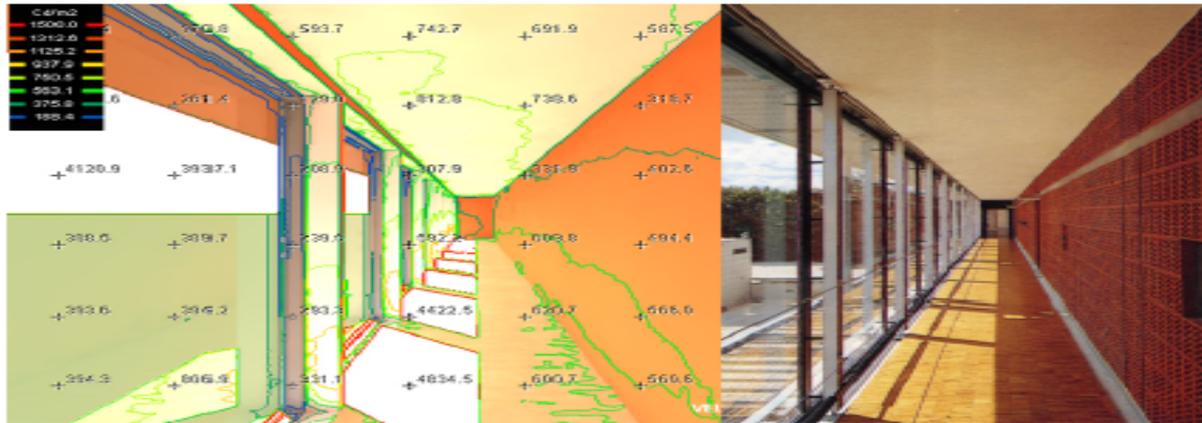


Figure 14: Simulation de l'éclairage pour une ambiance lumière contrastée tâches solaires sur Velux Visualizer à gauche, vue d'une courside de l'Inspection Académique de Pierre Bolze et Simon Rodriguez Pages, image 381 indexée dans i.Mage à droite.

Velux permet d'obtenir des calculs de l'éclairage, de l'éblouissement et du facteur de lumière du jour qui peuvent figurer directement sur les images du rendu (Cf. : Figure 15, Figure 16 et Figure 17). La moyenne des valeurs obtenues nous permet de déterminer l'éclairage moyen des espaces choisis ainsi que la moyenne du facteur de lumière du jour.

Les valeurs utilisées pour modéliser les espaces n'étant pas disponibles et ne connaissant ni le jour ni l'heure de la prise de vue, nous avons fait des estimations de dimensionnement des espaces de manière à ce qu'ils se rapprochent le plus possible de ceux représentés sur les images. La démarche est la même pour la détermination de la date et de l'heure de la prise de vue. Les ambiances lumineuses recherchées étaient celles des images et non l'ambiance réelle du lieu. Le concepteur se basera sur ce qu'il voit c'est à dire sur l'image qu'il a devant les yeux. Ci après, quelques exemples de simulations d'espace, d'éclairage, de luminance et de facteur de lumière du jour.

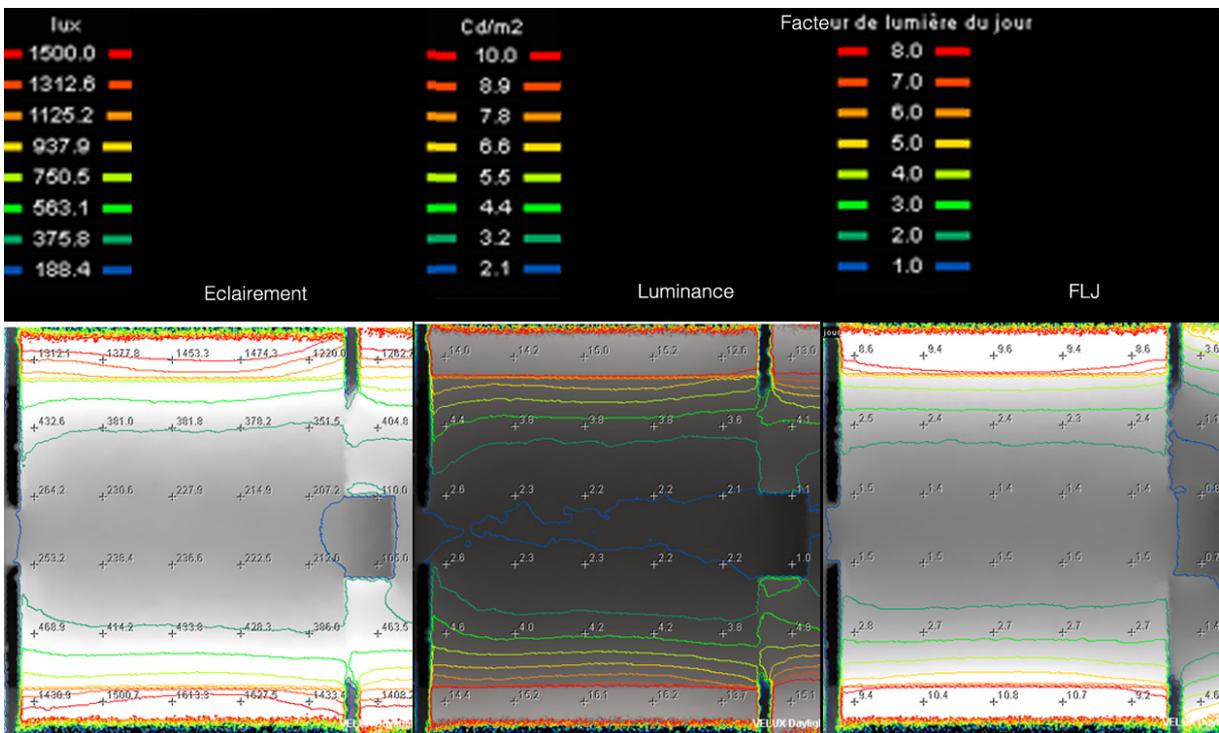
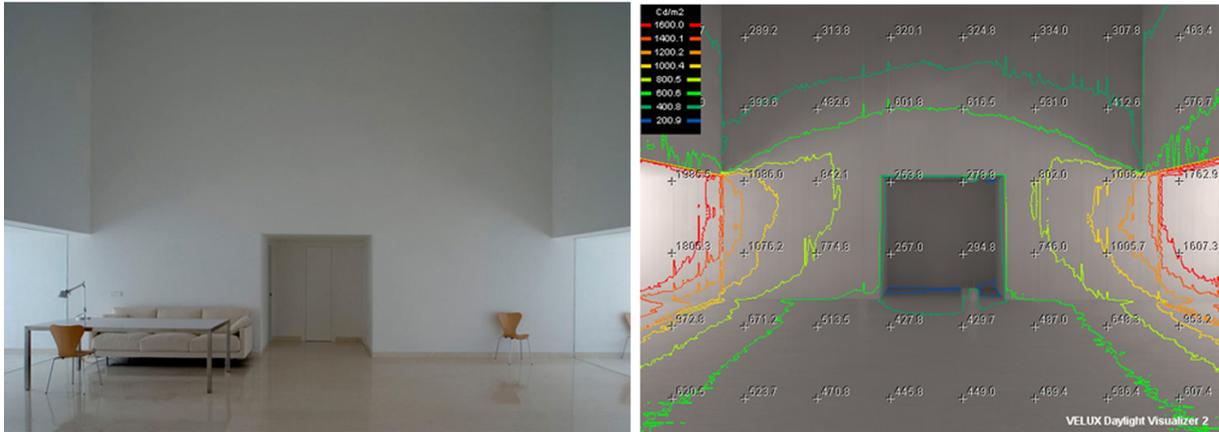


Figure 16 : En haut, la maison Guerrero d'Alberto Campo Baeza, image Guerrero-img-06 indexée dans i.Mage et rendu de simulation Velux Visualizer et en dessous, simulations de l'éclairciment, de la luminance et du facteur de lumière du jour.

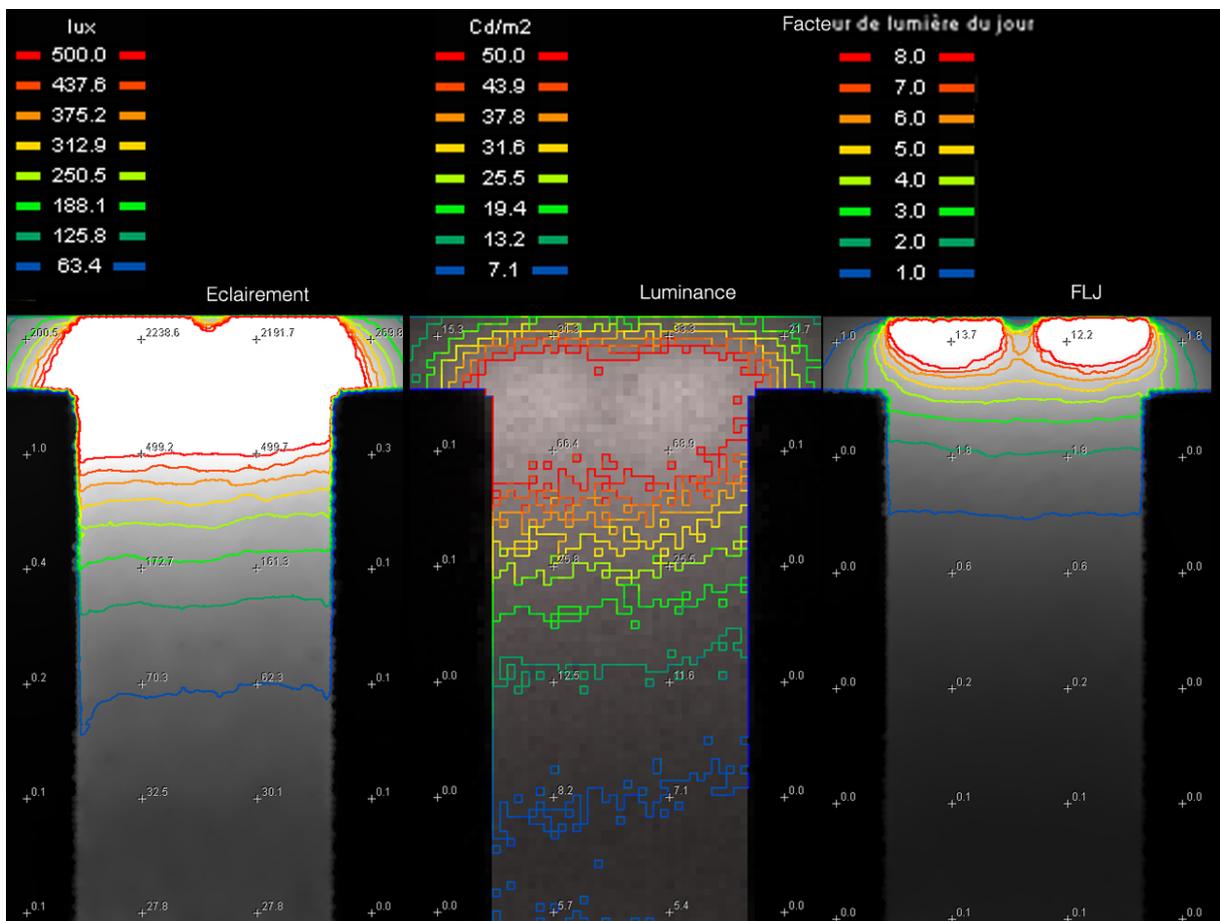


Figure 17 : En haut, Couloir de l'Unité d'Habitation de Marseille de Le Corbusier, image 097 indexée dans i.Mage et rendu de simulation Velux Visualizer et en dessous, simulations de l'éclaircissement, de la luminance et du facteur de lumière du jour.

Après avoir effectué plusieurs simulations pour les différentes ambiances, les valeurs ont été classées dans un tableau qui a permis de dégager certaines données pour caractériser chaque ambiance.

INDICE	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR	VALEUR
Nom/n° de la photographie	D. Coulon5	0004	020	038	91	125	376	381	257	108319	taches sol	guerrero-img-06	blas-img-08	
Localisation géographique du site	Saverne	Mulhouse	Hayama	Itale	*	Royaume-Unis	Japon	France	Mexique	Rotterdam	Mexico	Cadice	Madrid	
Date/Heure	*	*	*	*	8h55	*	*	*	*	*	14h	*	*	
Type de ciel	Couvert	Couvert	Couvert	Couvert	Ensoleillé	Couvert	Couvert	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Couvert	
Facteur de réflexion du sol extérieur	*	mobile/int	*	*	*	0,18	*	Débord toiture	*	*	*	*	*	
Masque solaire	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Indice de compacité	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Indice d'ouverture	< ou =2/3	> ou =3/7	> ou =1/2	> ou =1/3	> ou =1/3	< ou =1/3	env 1/5	> 3,5/2	> 3/2	> 3/2	< 1/5	< 1/5	< 1/5	
Orientation des ouvertures	Nord/Sud	*	*	*	Est	*	*	*	Sud	Sud	Sud	Est/Ouest	Nord/Sud	
Largeur et profondeur de l'espace intérieur	environ 12/9m	environ 6/7m	environ 4m/*	environ 3/3,5m	env 9/4m	env 6/15m	env 5/12m	env 1,5/19,5m	env 4,5/4,5m	*	8x8m	9x9m	9x9m	
Disposition des ouvertures	Latérales	Latérales	Latérales	Latérale	Latérales	Latérales	Latérales	Latérales	Latérales	Latérales	Latérales	Latérales	Latérales	
Dispositif d'éclairage	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	Lum nat	
Dispositif de protection	*	rideau	*	*	*	*	*	Débord toiture	*	*	*	*	*	
Epaisseur de la façade	environ 25cm	*	env 25cm	env 25cm	env 30cm	*	*	*	30cm	30cm	30cm	30cm	30cm	
Nombre d'ouvertures	2	multiples	1	1	3	1	1	multiples	2	2	5	5	4	
Géométrie	Bandeau	Bandeau	rectangulaire	carrée	rectangulaire	rectangulaire	rectangulaire	Bandeau	Bandeau et fen	Baies vitrées	Fen classiques	Bandeau	Bandeau	
Mode d'occupation	Salle/classe	Bureau	rectangulaire	SdB	Bibliothèque	Hall	cuisine	couloir	éclair	*	*	Salon/séjour	éclair	
Fonction	éclairage	éclairage	éclairage unif	éclairage unif	éclairage/vue	éclairage/vue	éclairage	éclairage/vue	éclairage/vue	éclairage/vue	éclairage/ambiance	éclairage	éclairage/vue	
Indice de contraste	< 1/3	< 1/3	> 1/4	> 1/4	> 1/2	< 1/10	> 1/15	< 2/3	env 3/7	env 3/7	env 1/10	env 1/10	env 1/10	
Niveau d'éclairement moyen (Lux)	env 190,90	env 496,66	env 173,43	env 173,43	env 1743,94	env 121,79	env 240,88	env 1934,84	env 510,14	env 1342,42	106,65	env 792,3	env 1076,53	
Facteur de lumière du jour moyen	env 3,85	env 5,99	env 6,79	env 6,79	env 9,41	env 5,48	env 4,08	env 12,11	env 3,22	env 8,81	env 0,23	4,31	24,16	
Luminance moyenne (cd/m2)	env 60,7	env 43,24	env 55,15	env 55,15	env 1009,38	env 38,73	env 103,13	env 776,79	env 193,48	env 1148,52	80,24	env 6,62	env 24,11	
Opacité des parois	Fid de pièce	Paroi transparente	Paroi translucide	fenêtre classique	Paroi transparente	Fid de pièce	Paroi transparente	Paroi transparente	Paroi transparente	Fenêtres classiques	Fenêtres classiques	252	Uniforme	
		Fid de pièce	Uniforme	Uniforme	Rasante	Fid de pièce	Fid de pièce	Tâches solaires	Rasante	Rasante	Tâches solaires	Uniforme	Uniforme	

Figure 18 : Tableau des valeurs obtenues à partir des simulations d'éclairage.

Les valeurs ainsi obtenues montrent que pour un même type d'ambiance lumineuse, certains critères se répètent. Certaines valeurs dans le tableau apparaissent sur un fond coloré (Cf. Figure 18), les valeurs en vert correspondent à l'ambiance uniforme et aux éléments qui paraissent caractéristiques de cette ambiance, les valeurs orange correspondent à l'ambiance contrastée fond de pièce, les valeurs sur fond jaune à l'ambiance contrastée tâches solaires et les valeurs sur fond jaune et points orange à la lumière rasante.

On remarque que pour les ambiances contrastées tâches nettes, rasantes et inondées, le ciel est toujours ensoleillé, l'éclairage et la luminance sont élevés et le facteur de lumière du jour se situe de 8% à plus de 12%.

Pour les ambiances lumière contrastée – rasante, le facteur de lumière du jour se situe entre 8% et 9%. Les valeurs d'éclairage et de luminance sont élevés mais moins que pour l'ambiance contrastée – tâches solaires. L'indice d'ouverture est élevé.

Les espaces éclairés de manière uniforme possèdent un indice d'ouverture assez important, 1/3, voir plus. Les valeurs de l'éclairage, de la luminance et du facteur de lumière du jour peuvent être faibles ou élevés mais sont quasiment constants en tous points de la pièce. Le ciel est souvent couvert.

Pour la lumière contrastée – fond de pièce : le facteur de lumière du jour se situe entre 3% et 6% ce qui est plutôt correct pour des pièces de vie comme une salle de cours. Le niveau d'éclairage moyen est de 100 à 500 lux. Le ciel est souvent couvert.

Toutes ces remarques permettent de trouver des similitudes ou d'expliquer certains effets, pourtant leur pertinence reste faible. En effet, les rapprochements que l'on peut effectuer entre plusieurs résultats de simulation d'images d'une même ambiance sont cohérents mais les écarts entre les résultats des différentes ambiances ne sont pas toujours assez importants pour pouvoir en affilier certains à une classe bien précise. Ils peuvent cependant donner des tendances et des indications sur les dispositifs à adopter pour l'une ou l'autre des ambiances. Les différentes classes d'ambiance sont donc à présent définies par leur nom et des illustrations qui peuvent figurer sur Day@mbiance, leurs sous classes, des mots clef, des simulations avec des indices de valeurs et des exemples.

4. Bilan.

En première et deuxième partie, nous sommes revenus sur l'identification et la classification des ambiances lumineuses. A partir de recherches provenant de différentes sources et d'observations d'images, nous avons pu trouver plusieurs sous-classes qui ont permis de préciser les divers effets contenus dans une même classe. La classe d'ambiance inondée a été ajoutée et les ambiances ont toutes été définies. Après avoir ajouté de nouvelles images dans i.Mage, nous avons dégagé les mots clef correspondant à chaque classe. Ces mots clef figurent dans le thésaurus, ce sont ceux qui apparaissent le plus souvent dans l'indexation des images et qui sont les plus pondérés. Les mots clef permettront le passage de i.Mage à Day@mbiance. Des icônes ont été imaginées pour chaque ambiance et lumière. Nous reviendrons sur la création des icônes dans le chapitre III.

En troisième partie, nous avons tenté de caractériser chaque ambiance avec des valeurs quantitatives. Grâce aux simulations obtenues avec Velux Visualizer, nous avons identifié différents résultats (Cf. Figure 19) qui nous ont permis de trouver certaines caractéristiques pour quelques ambiances, ce sont plutôt des tendances étant donné le peu d'écart qu'il y a entre celles trouvées pour l'une ou l'autre des catégories.

Etant donné qu'il n'y a que quatre grandes classes d'ambiance et que 7 sous-classes, la notion de classe ne suffira pas pour permettre une déclaration d'intentions efficace. Les paramètres utilisés pour la caractérisation sont subjectifs. Peut-être faudrait-il s'intéresser à tout ce qui crée une ambiance et non qu'à la classe d'ambiance (Cf. Figure 19). Une ambiance dépend des effets de la lumière qui pénètre dans l'espace (de la classe d'ambiance), de l'usage et des dispositifs mis en œuvre, le type d'ouvertures et la morphologie de l'espace.

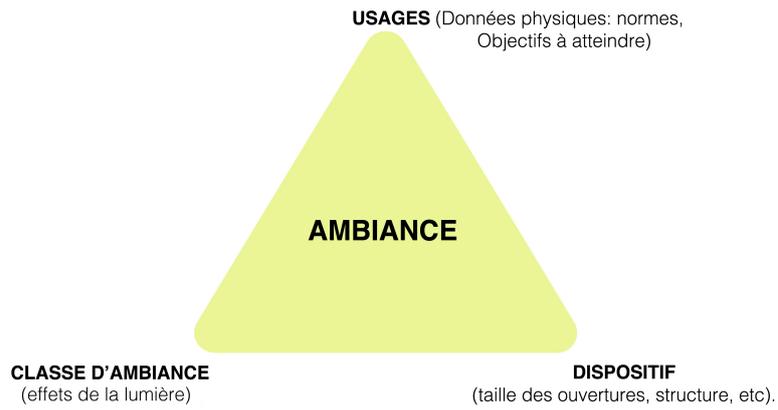


Figure 19 : Une ambiance lumineuse et non une classe d'ambiance.

Il faut donc combiner ces trois paramètres pour obtenir une ambiance lumineuse, c'est ce que nous allons étudier dans la partie suivante. (M. A. Gallas, 2009) avait été confronté aux mêmes problèmes de manque de précision et de limitation par rapport au nombre de classes et de sous classes et à leur caractérisation.

III. De la notion d'ambiance aux patrons.

Les ambiances lumineuses ne dépendent pas seulement de l'effet que produit la lumière sur l'espace. Les classes d'ambiances ne suffisent pas pour décrire les intentions du concepteur car elles sont imprécises. La notion de classes d'ambiance seule n'est pas assez pertinente dans notre cas car si nous considérons les classes d'ambiance comme des patrons, nous obtiendrons moins de dix patrons, ce qui est trop peu pour espérer avoir, à la fin du processus avec Daylightgen (Cf. Figure 12) une proposition ciblée pour le concepteur. Des solutions multiples seront alors générées mais seront assez générales et imprécises, proposant tous les cas possibles pour l'ambiance choisie. Dans le cas de la triangulation (Cf. Figure 19) nous pouvons constater que la classe d'ambiance ne serait pas le seul élément capable de définir une ambiance lumineuse mais qu'elle ferait partie d'un ensemble constituant ainsi un patron d'ambiance.

Dans une première partie nous nous intéresserons au pattern language de Christopher Alexander (Alexander, 1979) puis aux éco-modèles de l'outil Eco-mod (Gholipour, 2011). Dans une deuxième partie nous verrons qu'une ambiance lumineuse est finalement donnée à un espace par les effets de la lumière dans cet espace (la classe d'ambiance), par son usage et par les dispositifs mis en place pour y laisser entrer la lumière ou pour l'occulter. Nous verrons comment pourrait se faire le passage de Day@mbiance à Daylightgen, sans doute en utilisant un outil de type Eco-mod, avec des patrons d'ambiance. La dernière partie permettra de présenter des propositions de patrons d'ambiance et une conclusion.

1. Les patrons.

a. Les patterns d'Alexander (Alexander, 1979) :

Christopher Alexander a identifié dans son livre écrit en 1977 et intitulé « A pattern language : Towns, Buildings, Construction » (Alexander, 1979) 253 patterns. Les patterns constituent un langage, ils décrivent un problème fréquemment rencontré par les concepteurs et proposent des solutions.



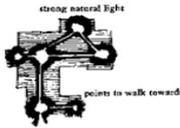
Nom du motif	Tapisserie de la lumière et l'obscurité
Numéro de motif	135
Problème de conception	Dans un immeuble de niveau de lumière uniforme, il ya quelques endroits qui fonctionnent comme des réglages efficaces pour les événements humains. Cela arrive parce que, dans une large mesure, les lieux qui font des réglages efficaces sont définies par la lumière.
Explication du problème de conception	Les gens sont par nature phototropique ils se déplacent vers la lumière, et, à l'arrêt, ils se orienter vers la lumière. En conséquence, les lieux beaucoup aimé et beaucoup utilisé dans les bâtiments, où la plupart des choses se produisent, sont des lieux comme les sièges de fenêtres, vérandas, des coins au coin du feu, tonnelles treille; tous d'entre eux définie par des non-uniformités dans la lumière, et chacun d'entre eux permettant l' les personnes qui sont en eux de s'orienter vers la lumière.
Solution de conception	Créer des zones alternées de lumière et d'obscurité dans tout le bâtiment, de telle sorte que les gens naturellement marcher vers la lumière, quand ils vont à des endroits importants: les sièges, les entrées, les escaliers, les passages, les lieux d'une beauté particulière, et de faire d'autres régions plus sombres, pour augmenter le contraste.
Explication de la solution de conception	
Les parents de modèle	Le débit à travers les chambres (131) De courts extraits (132) Escalier en une étape (133) Zen vue (134)
Patron des enfants	Lieu fenêtre (180) Les couleurs chaudes (250) Des flaques de lumière (252)

Figure 20 : Exemple : Pattern 135 du livre « A pattern language : Towns, buildings, construction ».

Les patterns sont toujours décrits de la même manière (Cf. Figure 20). D'abord, un exemple architectural est proposé sous forme d'une image suivi d'un paragraphe d'introduction présentant le contexte. Ce paragraphe montre comment ce pattern vient compléter les autres patterns. Le problème de conception est ensuite posé, un titre, écrit en

gras, donne l'essence du problème en une ou deux phrases. Vient alors l'explication du problème de conception qui est le plus long paragraphe. Il décrit le contexte empirique du modèle, la preuve de sa validité et les différentes situations où le problème peut se manifester dans un bâtiment. La solution de conception est ensuite proposée, avec son titre en gras. Elle est ensuite développée et décrit le domaine physique et les relations sociales nécessaires pour résoudre le problème posé dans le contexte indiqué. Cela s'apparente à une notice et permet de bien comprendre la solution. Enfin, un diagramme vient montrer la solution sous une autre forme avec des étiquettes qui indiquent les principaux composants. Pour Alexander ce diagramme serait plutôt un diagramme constructif qui représenterait à la fois un diagramme des besoins et un diagramme de la forme. La description du pattern se termine par un paragraphe qui va lier le modèle aux autres modèles plus focalisés du langage. Ils complètent le modèle, l'embellissent et l'étoffent.

Un pattern fonctionne comme un concept. Il est construit à partir de problèmes existants qui ont déjà été résolus par le passé et dont la solution a été testée et approuvée de nombreuses fois.

Selon Christopher Alexander, en phase de conception d'un projet, il faut commencer par faire une liste de variables d'inadaptation c'est à dire prendre en compte ce qui ne serait pas adapté à la situation. Ces variables ne sont pas indépendantes mais interfèrent entre elles et il faut tenir compte de leurs relations. En les analysant comme un même groupe, certaines formes physiques apparaissent. « Ce sont ces variables qui permettront de passer de l'ensemble des besoins à la forme, par l'intermédiaire d'un diagramme : le diagramme constructif » (Boudon, Decq, Deshayes, De Gandillac, & Schatz, 1975).

b. Les Eco-modèles (Gholipour, 2011).

Les éco-modèles sont issus d'un travail de thèse effectué par Vida Gholipour. Son but était de créer un outil permettant aux concepteurs d'intégrer la qualité environnementale des bâtiments dès les premières phases d'esquisses.

En partant de l'analyse des patterns d'Alexander puis d'une réinterprétation, V. Gholipour a mis au point une méthode d'identification d'éco-modèles et un outil appelé Eco-

mod. Cet outil est un prototype, des éco-modèles y sont encore ajoutés et des modifications effectuées. Pour chaque éco-modèle, les contraintes sont expliquées, un problème est posé et une solution est formulée.

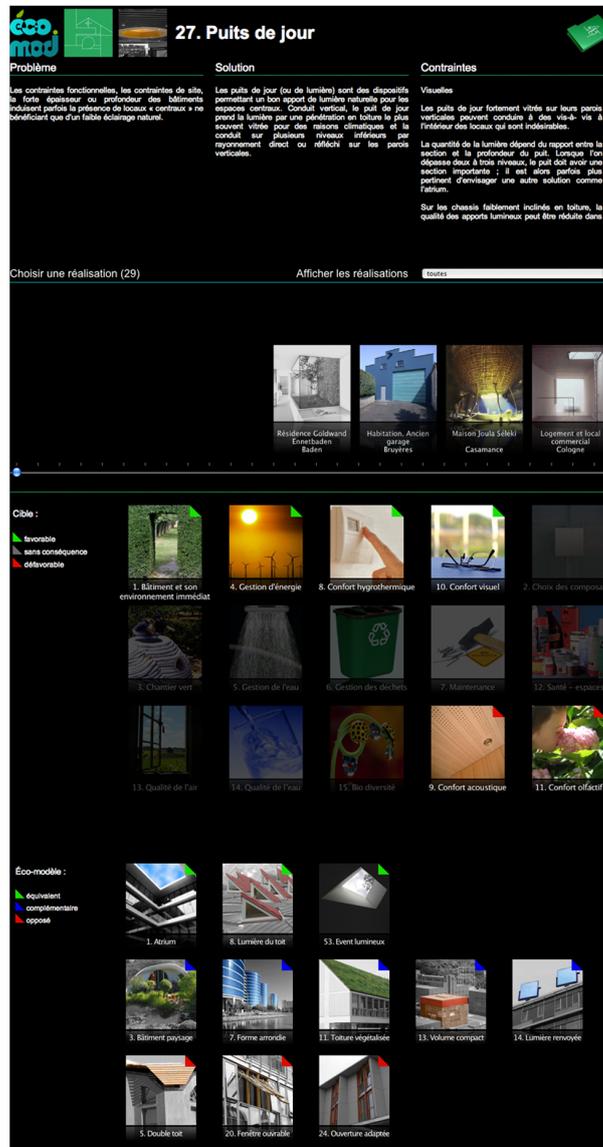


Figure 21 : Interface d'Eco-mod, éco-modèle 27 : Puits de jour.

Pour être retenu comme éco-modèle, le dispositif doit répondre à certaines conditions de sélection. Il doit être pertinent c'est à dire être utilisé dans au moins trois réalisations différentes d'auteurs différents. Il doit avoir un certain degré de généralité, il ne doit pas constituer une stratégie globale ni une solution simple. Il faut qu'il réponde à plusieurs problèmes rencontrés, au minimum à trois exigences environnementales abordées parmi les cibles HQE. Une illustration doit pouvoir le représenter et il doit répondre aux différentes questions que peuvent se poser les concepteurs en phase d'esquisse sur le positionnement, la

volumétrie, l'organisation spatiale ou encore sur le système constructif du bâtiment. Les contraintes de l'éco-modèle sont tous les éléments auxquels le concepteur doit porter son attention. Ce sont les points qui ont déjà posés problèmes dans le passé. Chaque éco-modèle peut répondre à plusieurs problèmes et une solution générale est donnée. La solution résume toutes les solutions rencontrées précédemment et ayant faites leurs preuves.

Que ce soient les patterns d'Alexander ou les éco-modèles, tous deux prennent appuis sur les enseignements du passé. S'informer sur ce qui a déjà été produit, sur ce qui a fonctionné et sur les problèmes rencontrés dans le passé permet de vérifier et de valider une idée, de connaître les différentes contraintes à attendre et de mieux s'y préparer. Les modèles doivent pouvoir éveiller la curiosité, la créativité mais non être retranscrits tels quels. Ce ne sont pas des solutions ou des réponses catégoriques, il faut les moduler, les associer pour qu'ils prennent tout leur sens et qu'ils permettent d'aboutir à des formes convenables et répondre aux projets à venir.

2. Les patrons d'ambiance.

Un patron d'ambiance prend en compte l'ambiance lumineuse d'un espace en fonction de son usage (Cf. Figure 22). Pour devenir un patron d'ambiance, il faudrait que l'ambiance représentée pour un certain usage soit retrouvée dans plusieurs projets avec un même dispositif.

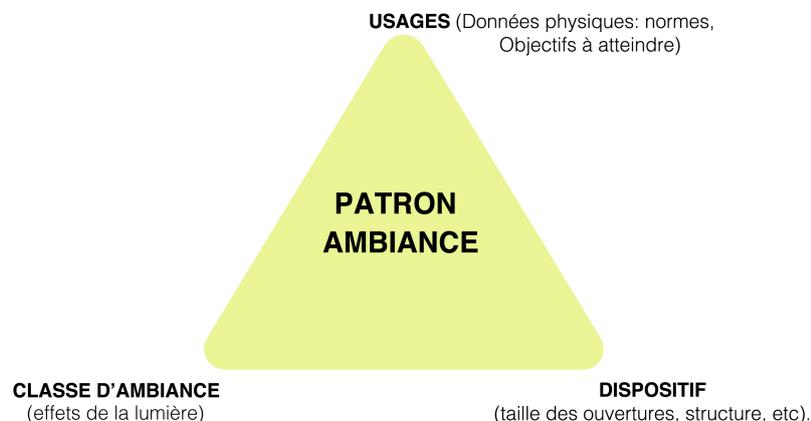


Figure 22 : Un patron d'ambiance plus qu'une ambiance.

Chaque espace, surtout s'il est dédié au public, doit répondre à certaines normes en fonction de son usage. Les grands bureaux collectifs, par exemple, doivent bénéficier d'un niveau d'éclairage de 750 lux environ, les bureaux de travail individuels avec une entrée de lumière du jour doivent avoir un niveau d'éclairage de 300 lux. Le patron d'ambiance permet d'ajouter ces valeurs normatives et d'usage à la classe d'ambiance. Des dispositifs permettant d'aboutir à l'ambiance voulue dans un espace ayant un usage précis pourraient être proposés.

a. Proposition :

Le passage de l'idée à la déclaration d'intentions par l'utilisation de Day@mbiance pour arriver à la génération de solution (Cf. Figure 12) engendre un grand nombre de propositions de solutions générées par Daylightgen. En effet, la première expérimentation de l'utilisation des classes d'ambiances pour la génération de solutions montre qu'il existe un manque de précision dans les solutions générées. Cela s'explique par les faibles écarts de valeurs rencontrés au niveau de la caractérisation des classes d'ambiances qui reste à présent assez floue. Cet aspect flou est pris en compte par le moteur génératif, au niveau des fonctions utilisées, afin de choisir les meilleures solutions. Les solutions proposées sont alors générées aléatoirement parmi celles de la classe d'ambiance choisie. Les solutions seront donc très générales.

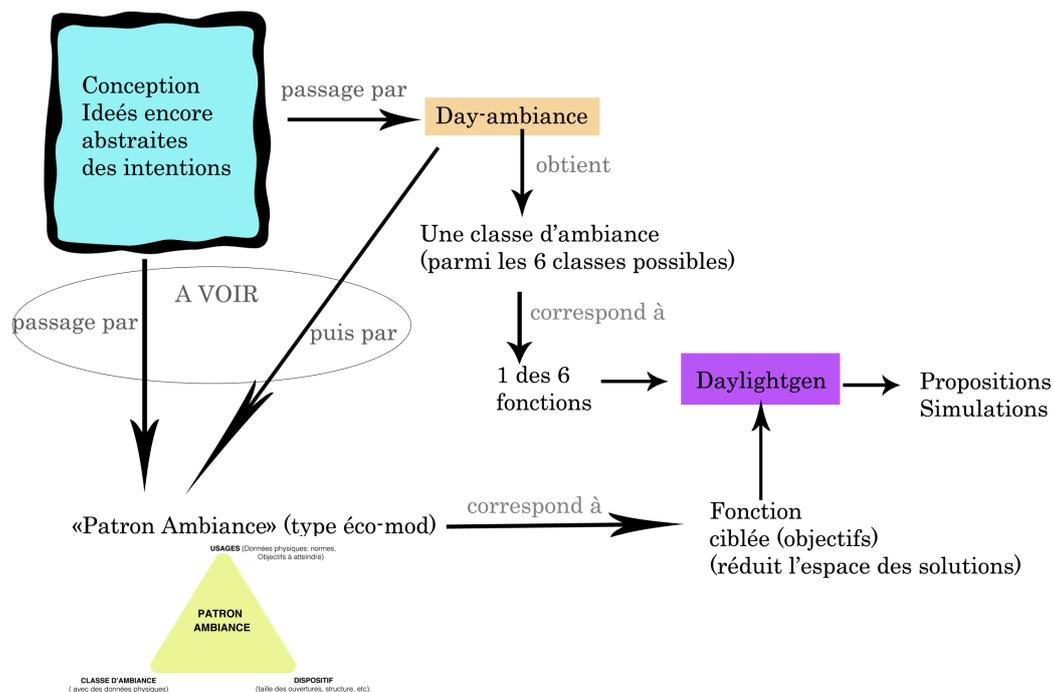


Figure 23 : Les patrons d'ambiance dans le processus idée – déclaration d'intentions – génération de solutions.

Le concepteur pourrait passer par Day@mbiance pour faire une sélection d'images puis passer par les patrons d'ambiance pour préciser ses choix (Cf. Figure 23). En fonction de ses intentions, il commencerait par choisir des images sur Day@mbiance. Cette sélection définirait, à partir des images, l'une ou l'autre des différentes classes d'ambiances. Ensuite, il passerait par les patrons d'ambiance pour affiner ses choix en choisissant un dispositif ou encore un usage. Lors de la conception architecturale, l'usage est normalement toujours connu. Ces choix permettront au système de fournir au concepteur des solutions plus adaptées à ses idées initiales.

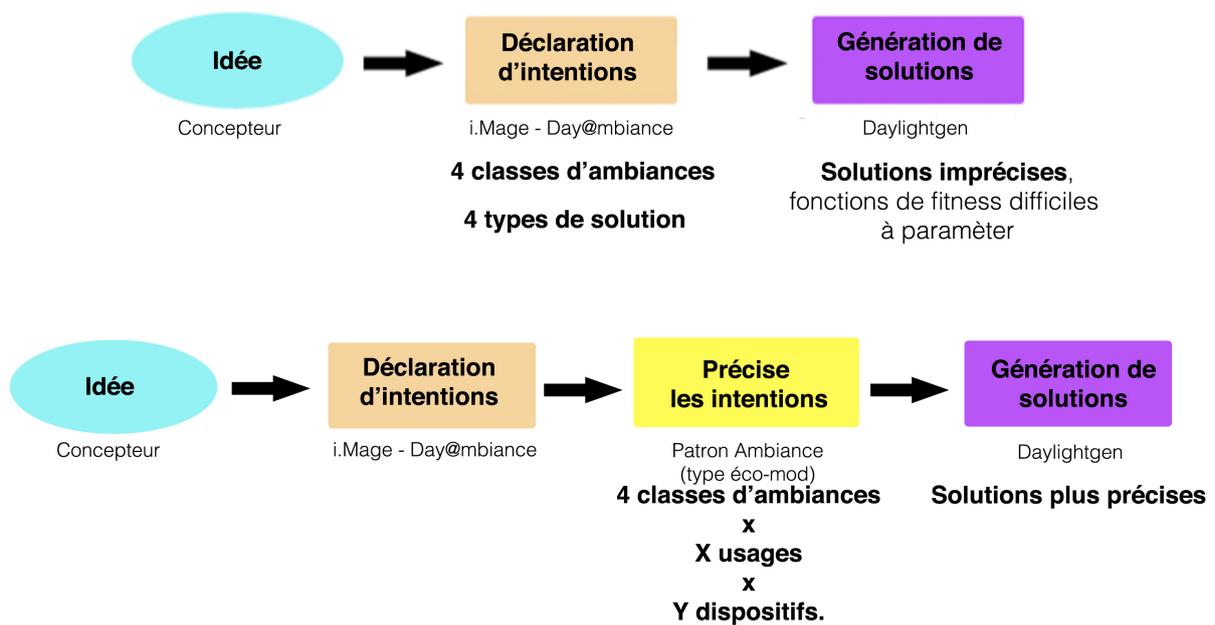


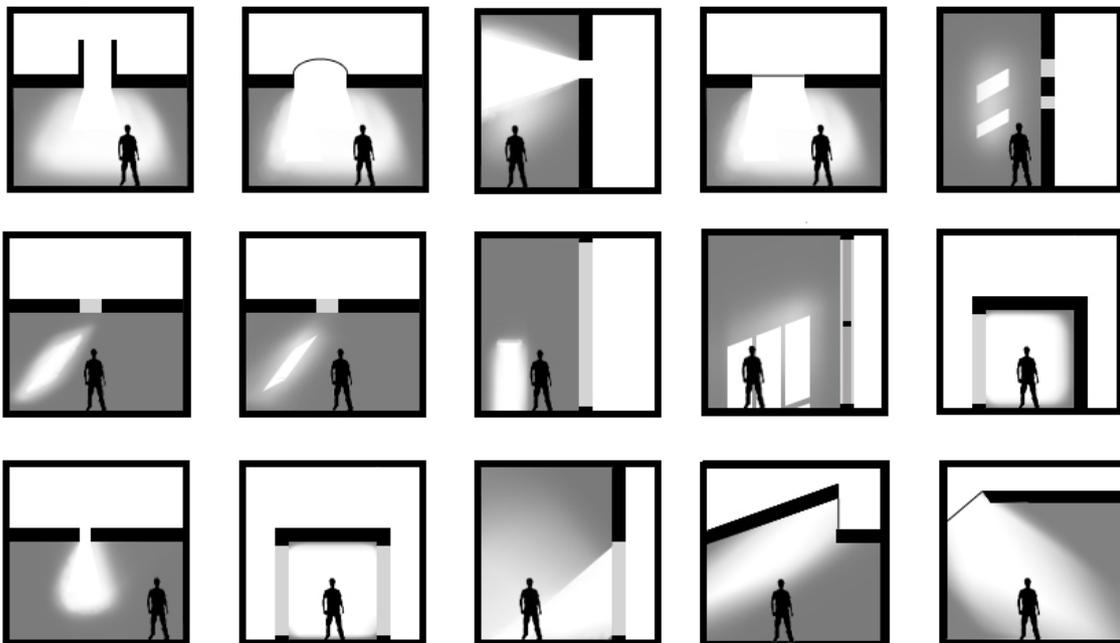
Figure 24 : Explication de la proposition.

En fonction de la précision de ses idées, au moment où le concepteur se sert de ces outils et, de ses attentes vis à vis du système, il pourrait passer ou non par les patrons d'ambiances afin d'obtenir des résultats plus ou moins ciblés (Cf. Figure 24). Il peut aussi ne passer que par les patrons d'ambiances si il préfère travailler, lors des premières phases d'esquisse, avec des icônes plutôt que des images représentatives d'une réalité.

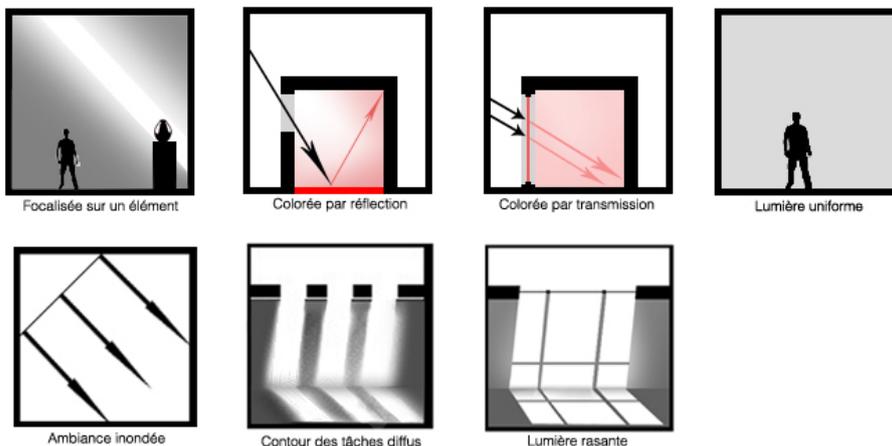
b. Exemples de patrons.

Nous allons maintenant nous intéresser aux exemples de patrons d'ambiances que nous avons commencé à développer afin d'exemplifier notre proposition. Nous avons tout d'abord imaginé des icônes représentant la plupart des dispositifs utilisés (Cf. Figure 25), des différentes ambiances lumineuses et des espaces dont nous avons eu besoin pour illustrer les patrons suivants. Les icônes se doivent d'être représentatives de ce que l'on veut montrer sans faire penser à d'autres éléments. Les icônes montrant des ambiances lumineuses ne doivent pas faire penser aux dispositifs ou aux usages possibles, elles doivent être focalisées sur la représentation de l'ambiance.

Dispositifs:



Classes d'ambiance:



Usages:

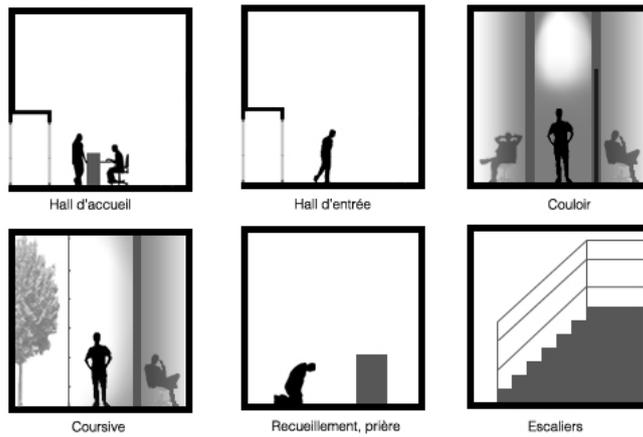


Figure 25 : Icônes proposées.

Nous avons pris comme exemples les patrons des lieux de transition (Cf. Figure 26) ainsi que le patron espaces religieux (Cf. Figure 27) et nous nous sommes servis de la manière d'Alexander pour les décrire (Cf. III. 1. a.).

ESPACES DE TRANSITION :



Les espaces de transition sont des lieux le plus souvent de mouvement, des lieux intermédiaires qui permettent le passage d'un espace à l'autre, le passage de l'intime, du

privé au public. Ce sont des lieux d'accueil de l'individu comme du collectif, où les individus peuvent échanger quelques mots, attendre quelqu'un, se regrouper, etc. Plusieurs fonctions et usages peuvent être attribués à ces espaces et les individus doivent pouvoir se les approprier et s'y sentir bien.

Problème :

Les espaces de transition ne doivent pas être des espaces résiduels mais doivent participer à la vie des individus, ils doivent être agréables. Ces espaces sont souvent oubliés et dépourvus de vie. Ce ne sont que des espaces de passage inintéressant entre deux espaces primaires.

Explication du problème :

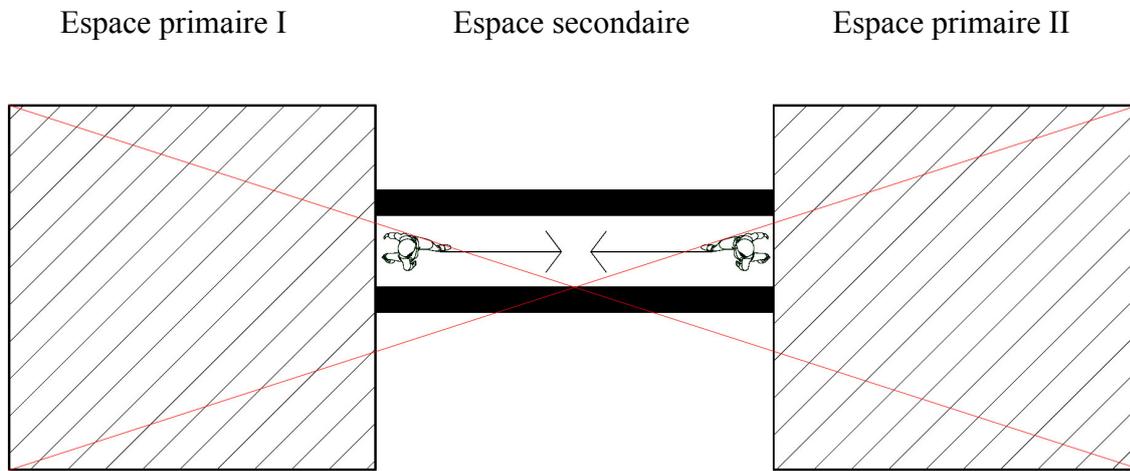
Que ce soit les escaliers, les couloirs, les coursives, les halls d'accueil ou d'entrée, les espaces de transition sont des endroits en mouvements et de mouvements. Souvent, ils sont réduits à leur plus simple fonction, celle du passage d'un espace à un autre. Ce sont souvent des espaces résiduels, avec peu de lumière naturelle, peu d'ouvertures vers l'extérieur, exigus. Ces lieux sont pourtant ceux de la rencontre, des endroits où l'on se croise, des espaces entre deux qui font à la fois transition entre ceux-ci mais qui permettent de s'aérer, de s'isoler, de bouger et d'échanger quelques mots. Les êtres humains sont attirés par la lumière et les endroits illuminés auront tendance à devenir des lieux de vie, rassurants par le fait que chacun peut appréhender l'espace qui l'entoure. C'est à la lumière que les individus auront tendance à s'arrêter pour discuter, prendre une pause dans leur journée entre deux espaces primaires pour regarder vers l'extérieur, etc. Ces lieux ne doivent donc pas être négligés et doivent apporter aux individus un sentiment de sécurité.

Solution :

L'apport de lumière du jour dans les espaces de transition ainsi que la présence d'ouvertures sur l'extérieur permettant la vision du dehors favorisent l'épanouissement des occupants, animent ces espaces aux diverses fonctions et contribuent à les sécuriser. L'apport de couleurs chaudes et claires sur les murs, par exemple, favorise le bien être dans ces espaces en rassurant les personnes en transit. Les espaces deviennent ainsi plus conviviaux, très lumineux et incitent à devenir des lieux de vie, des lieux où l'on peut s'arrêter un moment. Ils doivent aussi avoir une taille acceptable par rapport à leur usage pour ne pas faire naître des

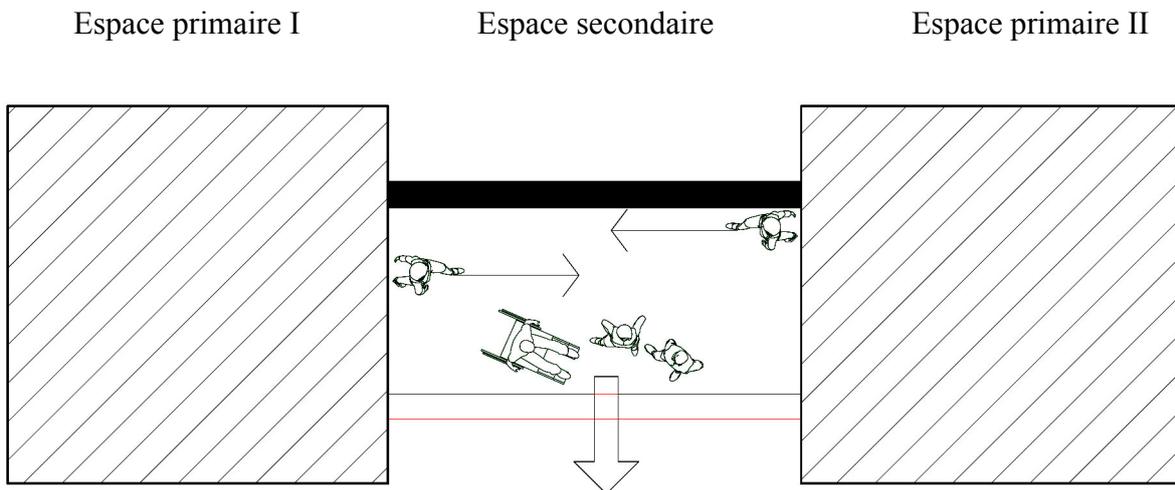
tensions entre les individus qui auraient l'impression que leur intimité serait mise à mal, par exemple lorsque deux personnes se croisent dans un escalier trop étroit.

Explication de la solution :



Gêne, peu de place, espace peu accueillant, éclairage artificiel.

Lieu de passage uniquement.



Permet de s'arrêter discuter, de se croiser sans se gêner, de profiter de vues vers l'extérieur et de la lumière naturelle.

Lieu de passage, de rencontre, etc.

Mots clefs :

Lumière rasante, ambiance inondée, espace très lumineux, espace lumineux, contrastée - tâches solaires, contrastée - fond de pièce, lumière uniforme, verrière zénithale, baie vitrée, la lumière anime l'espace, mur transparent, bandeau lumineux/fenêtre en bandeau, jeux de tâches solaires, ouvertures multi ponctuelles, porte vitrée/porte fenêtre, mur transparent, éclairage global direct.

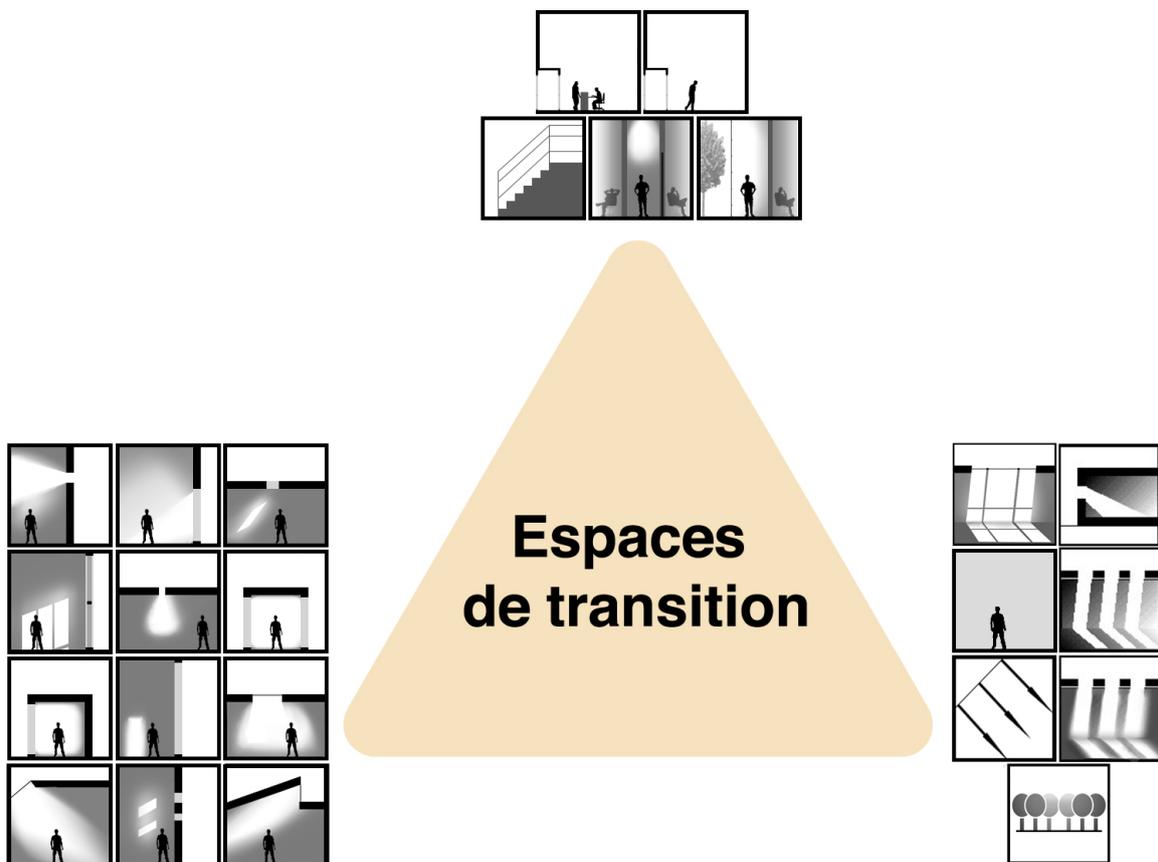


Figure 26 : Exemple de patron d'ambiance : Espaces de transition.

ESPACES RELIGIEUX :



Les espaces religieux sont animés, structurés et décomposés par la lumière. Les jeux d'ombre et de lumière y sont importants dans la compréhension de l'espace par rapport à ses dimensions (Renoue, 2001). L'ombre est propice à la concentration et à la réflexion (Savic, 2011), elle est cependant aussi angoissante car elle ne permet pas de voir correctement le monde qui nous entoure. La lumière face à l'ombre permet de focaliser les regards et l'attention. Elle est rassurante et favorise la perception cognitive de ce qui nous entoure. Dans les espaces religieux, elle fait souvent référence au divin.

Problème :

Une certaine atmosphère règne dans les espaces religieux. Cette atmosphère caractéristique est créée par toute une mise en scène du lieu fabriquée à partir de dispositifs qui font passer le visiteur de la rue et de sa vie quotidienne à un espace et à un état de recueillement, de contemplation.

Explication du problème :

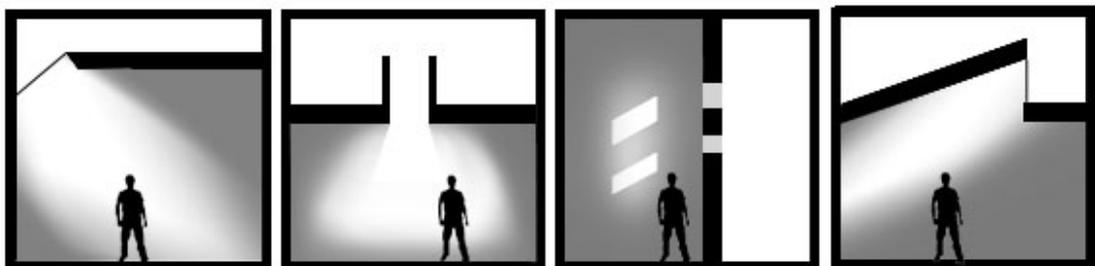
La qualité et la quantité de lumière dans les espaces religieux sont liées à la structure de l'espace. Les dimensions des différents espaces jouent un rôle important dans la propagation de la lumière. En général, les espaces religieux sont assez vastes et possèdent des zones plus petites et refermées qui favorisent l'isolement.

Dans l'architecture religieuse, la lumière peut servir à créer une ambiance propice au recueillement, à la concentration ou encore à la méditation. Elle peut aussi servir à éclairer mais rarement à permettre la vision vers l'extérieur. La plupart du temps, lorsque la vision vers l'extérieur est possible, elle est rendue difficile par la mise en place de vitraux colorés, translucides ou opaques. Les architectes se servent des effets de contre-jour, des tâches lumineuses, des vives entrées de lumière pour mettre en valeur certains lieux ou objets comme l'autel et transformer la perception des espaces. L'orientation des édifices, les ouvertures et la lumière permettent au visiteur d'avoir une certaine notion du temps qui passe dans un espace pourtant rendu intemporel.

Solution :

Préférer les ouvertures zénithales ou latérales hautes si l'ambiance voulue nécessite de grandes ouvertures afin de limiter les vues vers l'extérieur qui pourraient perturber le recueillement. Les ouvertures latérales à hauteur de vues doivent être utilisées de manière parcimonieuse et de préférence être peu étendues ou étroites. Certaines ouvertures peuvent permettre de diriger les rayons du soleil pour les focaliser vers un élément particulier de l'architecture. Si certaines ouvertures rendent visible le monde extérieur, les occulter par un vitrail qui rend ainsi plus difficile la perception de l'extérieur qui ne trouble pas le regard.

Explication de la solution :



Intériorisation, contemplation, recueillement.



N'est pas favorable à la concentration et au recueillement, les vues vers l'extérieur sont trop importantes.

Mots clefs :

Ouverture multi ponctuelle, fente horizontale ou verticale, la lumière crée une attraction, espace sombre, éclairage latéral haut ou bas, lumière uniforme, contrastée clairière, lumière émotion, la lumière accentue et révèle les formes, éclairage indirect, la lumière crée une attraction, la lumière divise l'espace, la lumière crée un lieu focal, bandeaux lumineux /fenêtre en bandeau, ouverture à vitrage coloré.

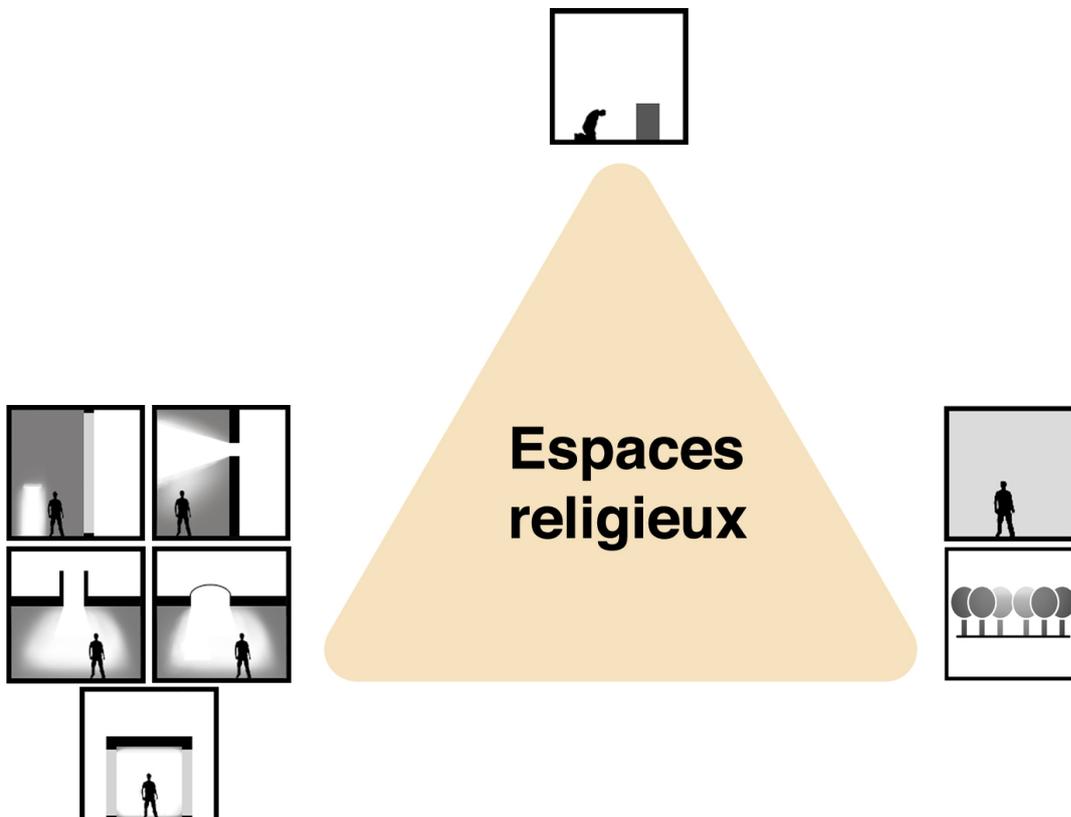


Figure 27 : Exemple de patron d'ambiance : Espaces religieux.

Les triangulations espaces de transition et espaces religieux résumés sous formes de schémas sans images les différents tableaux ci-après (Cf. Figure 28, Figure 29, Figure 30, Figure 31 et Figure 32).

Pour chaque patron, nous avons regroupé les images où figurés des espaces ayant les mêmes usages, avec des dispositifs identiques. Nous les avons positionnées dans un tableau, chaque tableau étant un début de proposition de classification des images dans les modèles de patron d'ambiance.



Figure 28 : type de classification pour le patron lieux de transition – couloir, coursive.

Lieux de transition:

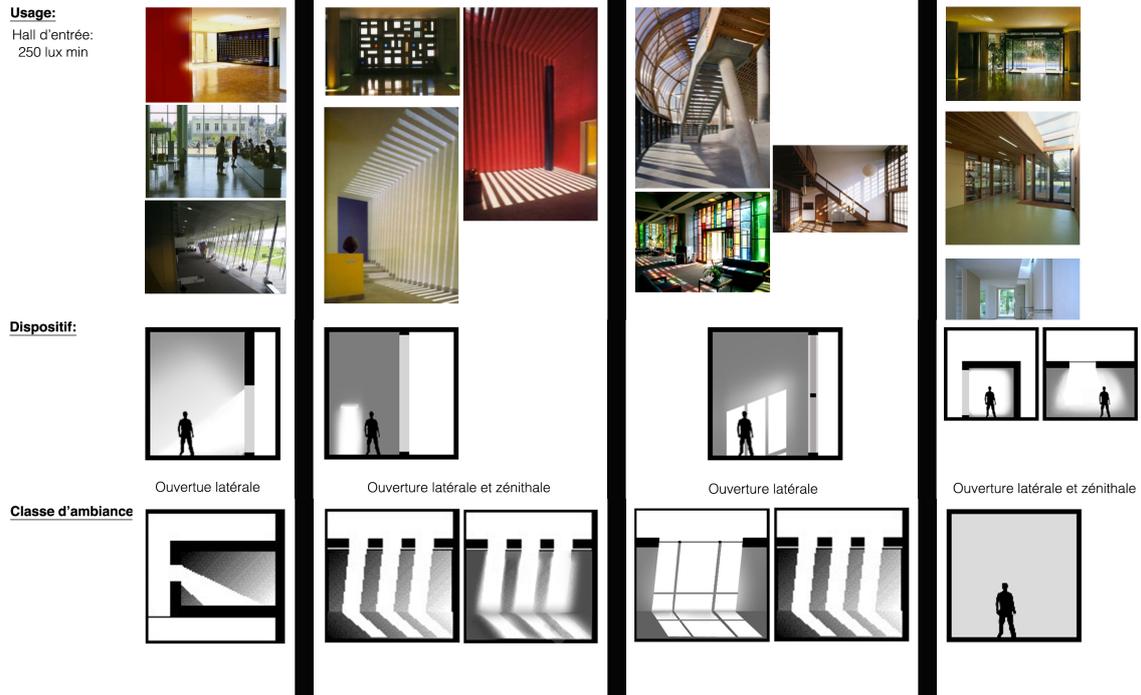


Figure 29 : type de classification pour le patron lieux de transition – Hall d'entrée.

Lieux de transition:

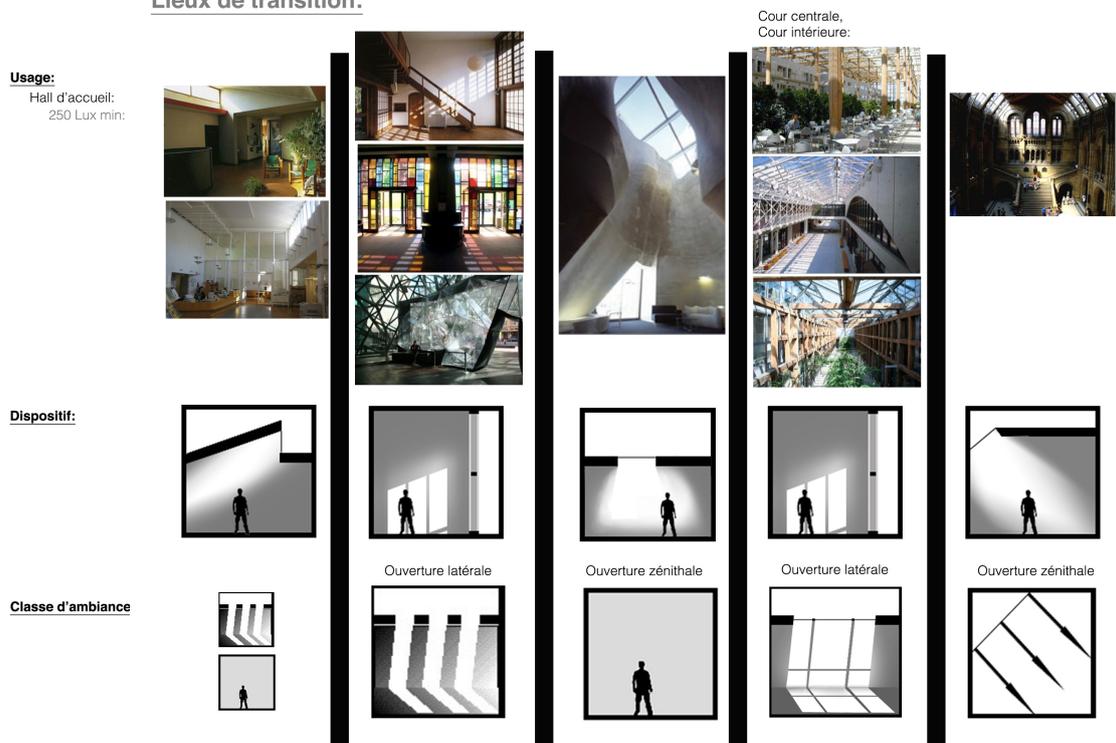


Figure 30 : type de classification pour le patron lieux de transition – hall d'accueil.

Lieux de transition:

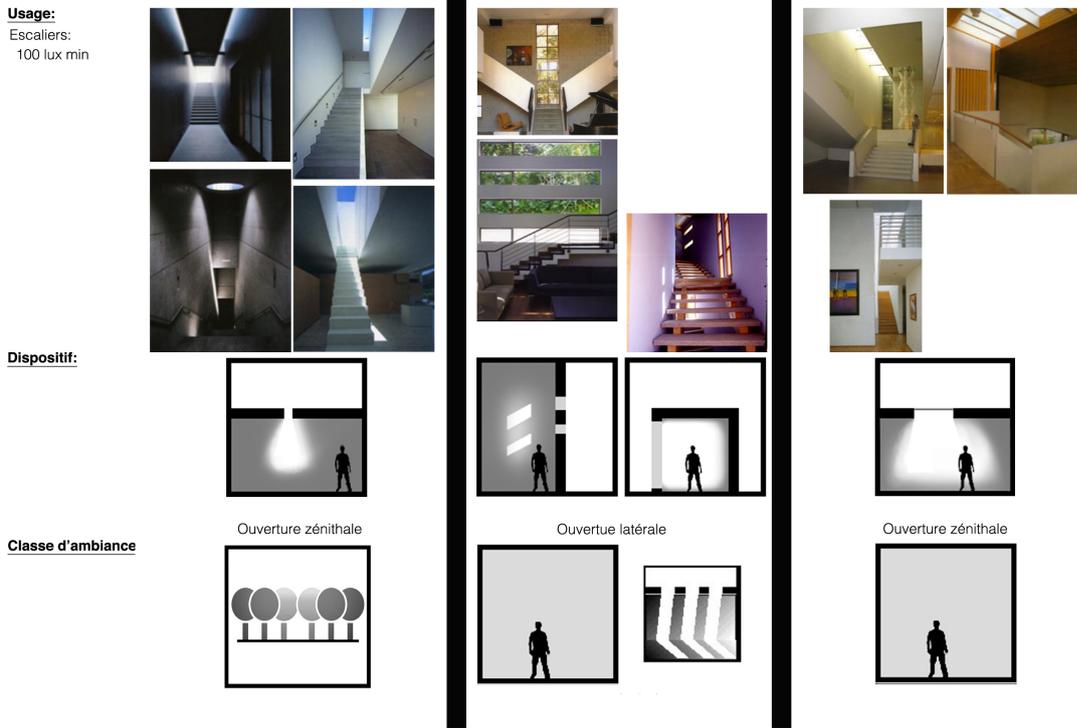


Figure 31 : type de classification pour le patron lieux de transition –escaliers.

Lumière religieuse:

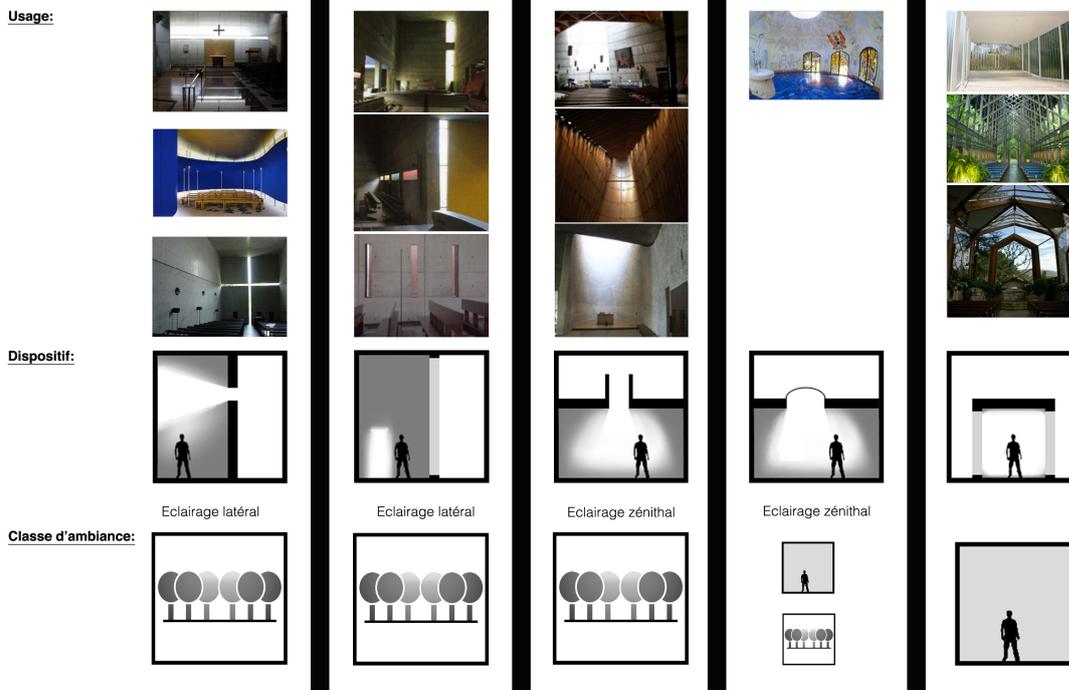


Figure 32 : type de classification pour le patron Espaces religieux.

Cette classification des images pour chaque patron permet d’aborder l’ambiance lumineuse de plusieurs manières (par l’effet, l’ambiance ou le dispositif). Pour compléter cette classification, nous allons essayer de donner des caractéristiques physiques à un patron d’ambiance.

c. Début de caractérisation des patrons.

Afin d’étudier plus en détail l’un des patrons proposé, nous avons essayé de donner des valeurs physiques d’éclairement, de facteur de lumière du jour et de luminance à chacune des images du patron « lieux de transition – couloirs, coursives » qui possédaient des dispositifs différents. Pour cela, nous avons sélectionné une photo représentant chaque type, nous avons modélisé l’espace représenté sur Rhinocéros et nous nous sommes servis du plugin DIVA pour effectuer des simulations d’éclairage (Cf. I. 3. b.). Pour se rapprocher au mieux de l’aspect des matériaux figurants sur l’image, nous en avons créé de nouveaux sous formes de primitives (Cf. : Figure 33) avec un éditeur de texte. Chaque paramètre des matériaux a été modifié de manière à se rapprocher au mieux du matériau tel qu’il apparaissait sur l’image (Cf. : Figure 34 et Figure 35).

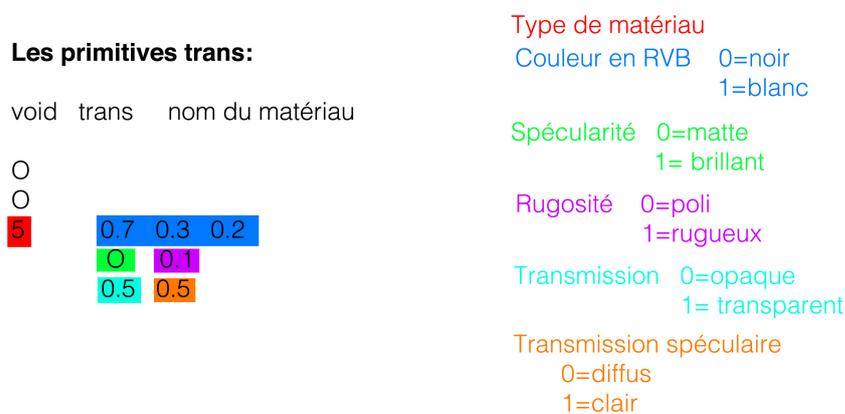


Figure 33 : Les primitives trans.

Les résultats de simulations obtenus permettent d’obtenir des valeurs assez précises à propos de l’éclairage de ces espaces et des apports solaires (Cf. Figure 37).

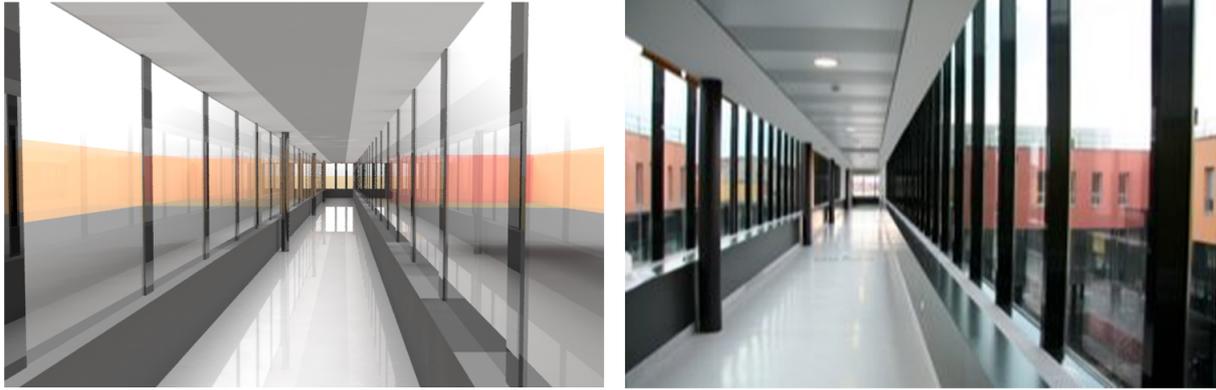


Figure 34 : A gauche, rendu de simulation DIVA for Rhino ; à droite, vue de la passerelle de l'Institut de réadaptation et de rééducation de Nancy, Brunet et Saunier, image 133655 indexée dans i.Mage.



Figure 35 : A gauche, rendu de simulation de Rhinocéros ; à droite, vue de la maison Gilardi de Luis Barragan, image Barragan5 indexée dans i.Mage.

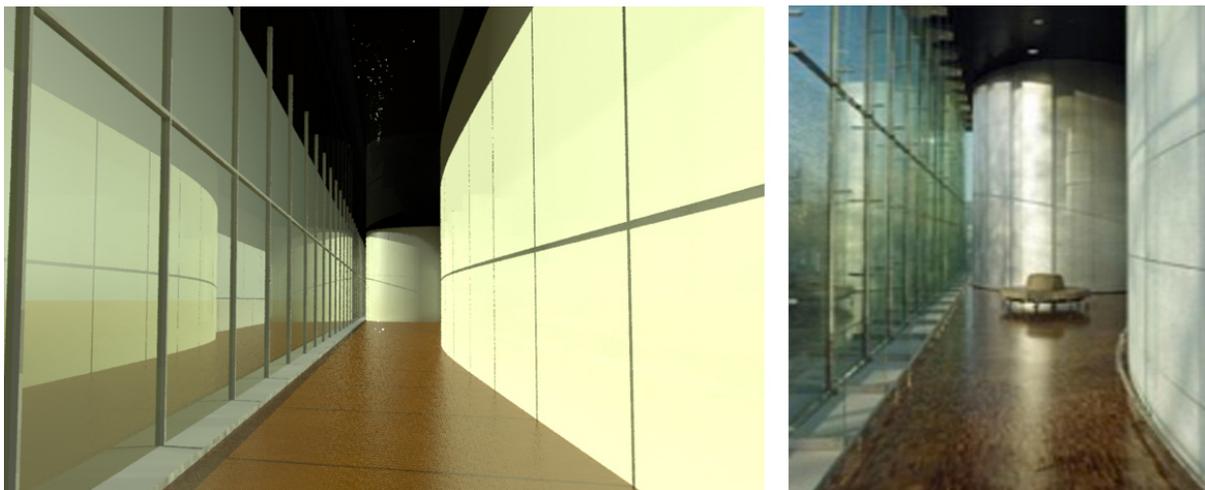


Figure 36 : A gauche, rendu de simulation de Rhinocéros ; à droite, Coursive du Siège de la Région Nord Pas de Calais de traces Architectes, image Traces architectes2 indexée dans i.Mage.

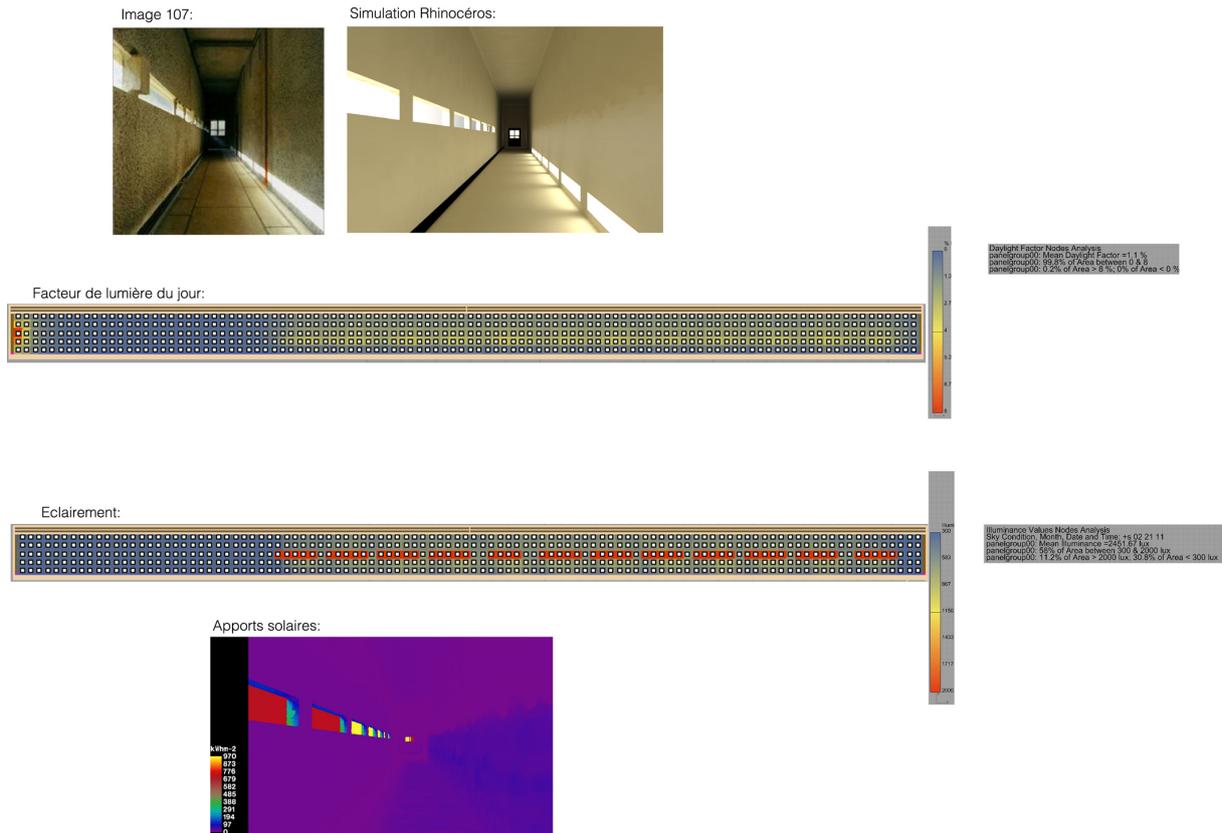


Figure 37 : Exemple de simulation obtenues avec le plugin DIVA-for-Rhino.

Avec l’outil DIVA for Rhino, les valeurs obtenues sont plus précises qu’avec Velux Visualizer. Le nombre de points de calcul peut être modifié et densifié. Plusieurs simulations ont été réalisées mais les résultats n’ont pas encore été traités.

La notion de patron semble être intéressante pour mieux cibler les attentes du concepteur d’autant plus qu’elle utilise des images de projets construits et contemporains.

3. Conclusions et perspectives :

La lumière naturelle, en architecture, est un élément majeur. Louis Kahn (Kahn, 2006) a écrit que « aucun espace, architecturalement, n’est un espace s’il n’a pas de lumière naturelle ». C’est pourquoi la lumière, les effets de celle-ci dans un espace ainsi que les dispositifs mis en œuvre pour parvenir à une certaine ambiance doivent être pris en considération au plus tôt.

Dans la première partie de notre travail, nous avons identifié différentes classes d'ambiance et sous classes à partir d'images. Les définitions données à toutes ces classes et leur représentation sous forme d'icône permettent à tous de s'entendre sur le sens que nous avons donné à chaque ambiance. La caractérisation de ces différentes classes n'a pas été probante car elles ne constituent qu'une partie d'un ensemble d'éléments qui peuvent décrire une ambiance (classe-usage et dispositif).

En effet, comme nous l'avons abordé dans la deuxième partie de ce travail, une ambiance lumineuse dans un espace est produite par un effet lumineux (une classe d'ambiance), par un dispositif d'entrée de la lumière et par l'usage de l'espace.

La notion de patron est pertinente car elle permet d'intégrer ces notions d'usages et de dispositifs. Dans notre cas, le concepteur déclare ses intentions par le biais de Day@mbiance et/ou de Patron ambiance en partant d'images de projets existants ayant été pensés dans le passé.

Passer par Patron ambiance permet de mieux cibler le choix du concepteur en éliminant certains paramètres. Si le concepteur choisit un type de dispositif, Daylightgen ne lui proposera que des solutions répondant à la classe d'ambiance choisie et possédant ce type d'ouvertures.

Dans un futur travail de recherche, les différents patrons d'ambiances pourrait être développés et caractérisés. Les différentes simulations effectuées et présentées en fin de dernière partie pourraient être exploitées et être intégrées à un moteur génératif pour proposer des solutions architecturales.

IV. Bibliographie :

- Alexander, C. (1979). *A pattern language : towns, buildings, construction*. New York: Oxford Univ. Press.
- Boudon, P., Decq, O., Deshayes, P., De Gandillac, A., & Schatz, F. (1975). *Architecture et architecturologie : (III, Analyses et éléments de théorie)* (No. DGRST - 74-70-656/1) (p. 108). Paris, FRANCE: Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.
- Chaabouni, S. (2011). *VOIR, SAVOIR, CONCEVOIR. Une méthode d'assistance à la conception d'ambiances lumineuses par l'utilisation d'images références*. Ecole doctorale IAEM Lorraine, Nancy.
- Ciriani, H. (1991). Lumière de l'espace. *Architecture d'Aujourd'hui*, (274).
- Gallas, M. A. (2009). *Lumière naturelle en phase de conception, quels outils/méthodes pour l'Architecte*. Nancy: ENSA Nancy.
- Gallas, M.-A. D. B. and G. H. (2011). Daylight and energy in the early phase of architectural design process: A design assistance method using designer's intents. Consulté mai 24, 2011, de http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?_id=caadria2011_072&sort=DEFAULT&search=gallas&hits=1
- Gholipour, V. (2011). *Eco-conception collaborative des bâtiments durables*. Ecole doctorale RP2E, ERPI et CRAI, Nancy.
- Jean Cousin. (s. d.). *L'espace Vivant*.
- Kahn, L. I. (2006). *Silence et lumière*. Linteau.
- Lassance, G. (1998). *Analyse du rôle des références dans la conception: éléments pour une dynamique des représentations du projet d'ambiance lumineuse en architecture*. Université de Nantes - ISITEM, Nantes.
- Laugel, A. (1869). *L'optique et les arts*. Baillière.
- Lurçat, A. (1953). *Formes, composition et lois d'harmonie* (Editions Vincent Fréal et Cie., Vol. 1-IV, Vol. III). 4, rue des beaux-arts PARIS.
- Mudri, L. (1995). Interaction between qualitative and quantitative approaches in the teaching of architectural design.
- Reiter, S., & De Herde, A. (2004). *L'éclairage naturel des bâtiments*. [Louvain-la-Neuve Belgique: Presses universitaires de Louvain.
- Renoue, M. (2001). *Sémiotique et perception esthétique: Pierre Soulages et Sainte-Foy de Conques*. Presses

Univ. Limoges.

Savic, S. (2011). *L'espace de la lumière* (Mémoire de Master Création et Technologies Contemporaines.). Paris, FRANCE: ENSCI Paris.

Sergent, D. L. (2009). *L'image-charnière ou le récit d'un regard*. Editions L'Harmattan.

V. Table des figures

<i>Figure 1 : Les différentes composantes lumineuse et spatiale (M. A. Gallas, 2009)</i>	9
<i>Figure 2 : Ci-dessus à gauche : Hall de la cafétéria du Conservatoire National Supérieure de la Musique et de la Danse. Au centre et à droite : photographie de la façade et centre du hall de l'Institut du Monde Arabe à Paris.</i>	11
<i>Figure 3 : Interface de i.Mage.</i>	16
<i>Figure 4 : Interface de Day@mbiance.</i>	17
<i>Figure 5: Prototype d'interface et de types de solutions que pourrait avoir et proposer le futur outil. (M. A. Gallas, 2009)</i>	19
<i>Figure 6: Prototype d'interface et de types de solutions que pourrait avoir et proposer le futur outil (suite). (M. A. Gallas, 2009)</i>	19
<i>Figure 7 : Interface de VELUX Daylight Visualizer.</i>	21
<i>Figure 8 : Interface de Rhinocéros et du plugin DIVA.</i>	23
<i>Figure 9 : Possibilité d'ajouter des matériaux ou d'en modifier avec un éditeur de texte (Cf. Figure 33).</i>	24
<i>Figure 10: Exemple d'images de rendu DIVA pour Rhinocéros.</i>	24
<i>Figure 11 : La méthode Daylightgen (Gallas, 2012).</i>	25
<i>Figure 12 : Passage de l'idée du concepteur à la génération de solutions par Daylightgen.</i>	27
<i>Figure 13 : Images illustrant la lumière colorée par réflexion ajoutées sur i.Mage.</i>	36
<i>Figure 14: Simulation de l'éclairéement pour une ambiance lumière contrastée tâches solaires sur Velux Visualizer à gauche, vue d'une coursive de l'Inspection Académique de Pierre Bolze et Simon Rodriguez Pages, image 381 indexée dans i.Mage à droite.</i>	37
<i>Figure 15 : En haut, la Maison de Blas d'Alberto Campo Baeza, image blas-img-08 indexée dans i.Mage et rendu de simulation Velux Visualizer et en dessous, simulations de l'éclairéement, de la luminance et du facteur de lumière du jour.</i>	38

<i>Figure 16 : En haut, la maison Guerrero d'Alberto Campo Baeza, image Guerrero-img-06 indexée dans i.Mage et rendu de simulation Velux Visualizer et en dessous, simulations de l'éclairage, de la luminance et du facteur de lumière du jour.</i>	39
<i>Figure 17 : En haut, Couloir de l'Unité d'Habitation de Marseille de Le Corbusier, image 097 indexée dans i.Mage et rendu de simulation Velux Visualizer et en dessous, simulations de l'éclairage, de la luminance et du facteur de lumière du jour.</i>	40
<i>Figure 18 : Tableau des valeurs obtenues à partir des simulations d'éclairage.</i>	41
<i>Figure 19 : Une ambiance lumineuse et non une classe d'ambiance.</i>	44
<i>Figure 20 : Exemple : Pattern 135 du livre « A pattern language : Towns, buildings, construction ».</i>	46
<i>Figure 21 : Interface d'Eco-mod, éco-modèle 27 : Puits de jour.</i>	48
<i>Figure 22 : Un patron d'ambiance plus qu'une ambiance.</i>	49
<i>Figure 23 : Les patrons d'ambiance dans le processus idée – déclaration d'intentions – génération de solutions.</i>	50
<i>Figure 24 : Explication de la proposition.</i>	51
<i>Figure 25 : Icônes proposées.</i>	53
<i>Figure 26 : Exemple de patron d'ambiance : Espaces de transition.</i>	56
<i>Figure 27 : Exemple de patron d'ambiance : Espaces religieux.</i>	59
<i>Figure 28 : type de classification pour le patron lieux de transition – couloir, cursive.</i>	60
<i>Figure 29 : type de classification pour le patron lieux de transition – Hall d'entrée.</i>	61
<i>Figure 30 : type de classification pour le patron lieux de transition – hall d'accueil.</i>	61
<i>Figure 31 : type de classification pour le patron lieux de transition –escaliers.</i>	62
<i>Figure 32 : type de classification pour le patron Espaces religieux.</i>	62
<i>Figure 33 : Les primitives trans.</i>	63
<i>Figure 34 : A gauche, rendu de simulation DIVA for Rhino ; à droite, vue de la passerelle de l'Institut de réadaptation et de rééducation de Nancy, Brunet et Saunier, image 133655 indexée dans i.Mage.</i>	64

Figure 35 : A gauche, rendu de simulation de Rhinocéros ; à droite, vue de la maison Gilardi de Luis Barragan, image Barragan5 indexée dans i.Mage. _____ 64

Figure 36 : A gauche, rendu de simulation de Rhinocéros ; à droite, Coursive du Siège de la Région Nord Pas de Calais de traces Architectes, image Traces architectes2 indexée dans i.Mage. _____ 64

Figure 37 : Exemple de simulation obtenues avec le plugin DIVA-for-Rhino. _____ 65