

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département : Architecture
Ref :



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم: الهندسة المعمارية
المرجع:

Mémoire présenté en vue de l'obtention
Du diplôme de
Magistère

Option : Architecture, forme, ambiances, et développement durable.

**Lumière naturelle et enseignement de
l'architecture
Cas du système LMD**

Présenté par :

KABA Imen

Soutenu publiquement le : **19/06/2012**

Devant le jury composé de :

**MAZOUZ Said
ROUAG-SAFFIDINE Djamila
ZEMOURI Noureddine
BELAKEHAL Azeddine**

**Prof. Université de Biskra
Prof. Université de Constantine
Prof. Université de Biskra
MC 'A' Université de Biskra**

**Président
Examinatrice
Examinateur
Rapporteur**

INTRODUCTION :

« Lumière » vient du latin luminaria « flambeau » (le petit robert), dont la source originelle est le soleil. Elle fut l'objet de vénération par les peuples et les civilisations anciennes. Des Egyptiens aux Mayas, en passant par les Grecs, le soleil a toujours occupé une place de choix dans toutes les grandes civilisations (Medour2008). C'est certainement, parce que nos ancêtres avaient observé et vérifié les propriétés essentielles de la lumière naturelle sur l'homme.

1. LA LUMIERE NATURELLE : UNE RIVIERE D'AVANTAGE

A l'instar de l'eau, chacun sait que la lumière est indispensable à la vie. En revanche, les bienfaits de la lumière semblent de moins en moins préoccuper nos contemporains.

Santé et psychique :

On a longtemps pensé que la lumière naturelle avait un effet uniquement au niveau de la vision. Le fait qu'elle soit au service de la Santé et du bien-être psychique a souvent été ignoré.

C'est seulement en 2002 qu'un chercheur américain, David Berson, a découvert un nouveau type de cellules rétiniennes sensibles à la lumière et responsables du réglage de l'horloge circadienne (le rythme jour/nuit) du corps. C'est la lumière qui pénètre l'organisme, via ces cellules rétiniennes de l'œil, et règle le système circadien.

Ainsi, tout au long de la durée de ce cycle (un peu plus de 24 heures), nous produisons des hormones : la mélatonine, qui contribue à la sensation de fatigue et à la baisse de la vigilance. Elle est virtuellement absente le jour, entre la fin et le début de sa sécrétion nocturne. L'exposition à la lumière, fait rapidement chuter sa concentration dans le sang. On peut donc comprendre que notre vigilance est largement stimulée par notre exposition à de grandes quantités de lumière naturelle. Mais aussi le cortisol, qui est une hormone, joue sur l'éveil et l'humeur ; son taux augmente lorsque nous sommes exposés à la lumière naturelle (Boubekri, 2008).

La lumière naturelle influe de manière importante sur notre quotidien et notre bien-être. Ainsi, on est moins soumis aux dépressions saisonnières, à la fatigue psychologique et au stress. D'autre part, elle favorise la synthèse de la vitamine D qui participe au bon fonctionnement de notre immunité. Nous sommes des êtres diurnes, actifs de jour (Boubekri, 2008).

Capacité d'apprentissage et efficacité au travail :

La lumière naturelle a également une influence positive sur les capacités d'apprentissage et sur l'efficacité au travail des individus. Cette influence se manifeste diversement. Elle limite la fatigue, stimule l'attention du fait de variation naturelle d'éclairage, favorise la représentation spatiale avec l'évolution des ombres au cours de la journée, et joue un rôle apaisant du fait du rythme circadien naturel (Le GIF-Lumière, 2011).

Sécurité au travail :

La lumière naturelle est d'abord, un facteur de sécurité au travail. Un bon éclairage, permet d'effectuer des tâches complexes et minutieuses. En améliorant les conditions de vision, on atténu

la fatigue qui est l'une des premières causes d'accident du travail et on améliore la productivité ; alors, l'efficacité dans l'exécution des tâches s'améliore (Le GIF-Lumière, 2011).

Economie et écologie :

La lumière naturelle présente un facteur de performance à la fois, écologique et économique : Ecologique, car elle présente une source renouvelable pour une énergie propre et durable Economique, de part l'économie d'électricité qu'on peut réaliser grâce à l'usage de l'éclairage naturel (Réduction de 30 à 50 % des charges liées à l'éclairage artificiel); mais aussi, l'amélioration des rendements des travailleurs et la baisse des taux d'absentéisme comparés aux conditions où l'éclairage naturel fait défaut (Namias, 2007).

Architecture :

Pour l'architecture, la lumière naturelle présente un moyen architectural riche et varié. Elle révèle un bâtiment par son action sur les espaces, les formes, les structures, les matériaux, les couleurs et les significations de l'édifice. De plus, elle est au cœur de la définition du geste créateur : exprimer, c'est à dire mettre en lumière, extraire de l'ombre (Namias, 2008).

2. LUMIERE NATURELLE AU COEUR DES INTERETS :

Actuellement, la lumière naturelle semble être au cœur des débats. Elle occupe un grand espace dans les événements scientifiques, conférences et congrès, revues et journaux spécialisés, associations et laboratoires de recherche, écoles et centre de formation. Cela, démontre l'intérêt croissant que portent chaque spécialiste : psychologues, spécialiste en éclairage, écologistes, médecins, et économistes, chacun, dans son domaine, pour promouvoir les bienfaits de la lumière naturelle.

Les architectes, quant à eux, ne pouvaient pas échapper à cette vague. Deux raisons majeures pouvaient alors reconforter ce choix. La première réside dans le fait que la lumière naturelle peut constituer un facteur déterminant dans une démarche de conception architecturale ; dans la mesure où, elle participe au processus de génération d'une certaine ambiance à l'intérieur de l'espace conçu. Ce facteur participe à l'évolution des éléments architecturaux, où le besoin de laisser pénétrer la lumière a permis la dématérialisation de la paroi : principe considéré comme l'un des plus typiques de l'architecture gothique, obtenant ainsi, des éléments de type vitrail, ou mur translucide, qui n'existaient pas auparavant. On assiste alors, à l'architecte qui fait de la lumière naturelle son matériau privilégié (Gallas, 2009).

La deuxième, rentre dans un registre écologique soucieux de l'environnement. Etant donné, que le bâtiment consomme 40% de l'énergie et dégage 24% de gaz par effet de serre (GES) CO₂, l'architecte devait tenir compte, dans ses pratiques constructives des contraintes environnementales, et valoriser les apports de lumière naturelle, en optant pour la conception de bâtiments à faible consommation énergétique (Gavand et al, 2009).

3. LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE : UNE MATIERE QUI DEMANDE A ETRE ENSEIGNEE :

En réponse aux problèmes de l'éclairage, les architectes se ruent beaucoup plus, vers l'artificiel et négligent, ou ignorent complètement, l'utilisation de l'éclairage naturel, lors de la conception architecturale. Pourtant, l'abondance, la gratuité et la facilité de récupérer cette lumière ne devront échapper à aucun individu, surtout quand ces derniers sont des architectes.

C'est à cette situation ambiguë, où la prise en considération de la lumière naturelle est écartée lors de la conception architecturale, malgré qu'elle soit, une composante très importante dans la réussite de tout projet architectural et un moyen très efficace pour réaliser des économies d'énergies considérables, que s'intéresse cette recherche. Elle porte spécifiquement son attention à la formation des futurs concepteurs, en l'occurrence les étudiants en architecture, et à la part que pourrait prendre la lumière naturelle en tant que matière d'enseignement.

Avant l'année 2005, l'enseignement classique avait comme objectif l'apprentissage d'un métier, se résumant à l'acquisition d'un savoir faire qui lui-même puisait ses outils et ses références dans tout ce qui avait été accumulé par la tradition, les sciences et les découvertes. C'est, depuis l'année universitaire 2005/2006, que le système LMD a été adopté en Algérie pour l'enseignement de l'architecture. Ce système, est en train de se substituer au système classique, en proposant plus de flexibilité en termes de perspectives. Les compétences que l'on exige d'un architecte sont axées à la fois sur l'acquisition d'une expertise pratique et d'un savoir scientifique. L'étudiant doit être formé non pas à la pratique d'un métier, mais pour qu'il soit à même, d'intégrer un processus dynamique qui prend en considération, i) les interférences disciplinaires, et ii) le développement des différents champs de connaissance convoqués pour la prise en compte des dimensions techniques scientifiques et humaines (Moussanef, 2007).

A ces débuts et durant la formation, le système LMD manquait d'approche pédagogique pour l'enseignement de l'architecture. Notre étude consiste donc à remédier à cette carence en se concentrant sur l'enseignement d'une dimension environnementale et sensorielle, en l'occurrence la lumière naturelle. L'enseignement de cette dimension semblable à l'enseignement de la conception architecturale, diffère d'une institution à une autre, et d'un atelier à un autre, au sein de la même institution. Il s'avère donc, que la carence se situe au niveau de l'absence de méthodes, dynamiques et flexibles, pour l'enseignement de la lumière naturelle. Des méthodes, qui s'adaptent au niveau de la formation des étudiants, assureraient la continuité de cet enseignement durant toute la formation. Des méthodes qui prennent en considération, les différences entre les étudiants et leurs idées suivraient les changements rencontrés lors de la conception architecturale et s'adaptent avec leurs perceptions des choses.

4. OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE :

Pour être plus pratique dans l'accomplissement et le développement de cette étude, cette recherche tente, de par sa contribution à remédier au manque d'approches pédagogique pour enseigner la lumière naturelle dans la nouvelle réforme LMD, récemment appliquée en Algérie.

Pour cela, nos objectifs sont les suivants :

- Elucider la lumière naturelle aux étudiants et approfondir leurs connaissances sur ce sujet en proposant des méthodes adaptées à chaque niveau de la formation. De cette façon, le processus d'enseignement durant tout le long de la formation sera organisé. On précisera, les savoirs à donner aux étudiants, et durant quelles périodes de la formation LMD. On sélectionnera aussi, les moyens didactiques utilisés pour chaque niveau.
- Trouver un moyen permettant d'introduire la lumière naturelle lors de la conception des projets d'architectures ; faisant ainsi d'elle une clé de la réussite du projet d'architecture, mais aussi, un moyen pratique pour aborder la conception architecturale qui demande toujours à être développée et concrétisée.
- Sensibiliser les étudiants en architecture aux problèmes environnementaux et aux rôles qu'ils peuvent jouer autant que futures architectes pour participer au développement durable de la planète à l'échelle du cadre bâti, en réalisant des économies considérables en énergie.

Au vu, des ces objectifs et des constats desquels ils émergent, cette recherche se pose les questionnements suivants:

- Quelles démarches et quels moyens seraient susceptibles de construire une pédagogie pour l'enseignement de la lumière naturelle en respect des objectifs du système LMD ?
- Est-il possible de tirer profit des connaissances des autres sciences (humaines et de l'ingénierie) en vue de les utiliser dans l'enseignement de la lumière naturelle aux étudiants en architecture ?
- Comment peut-on organiser le processus d'enseignement de la lumière naturelle ?
- Quels savoirs donner aux étudiants en utilisant quelles méthodes et durant quelles périodes de la formation LMD ?
- Sous quelle forme, l'enseignement de la lumière naturelle en architecture peut il se faire ?

5. HYPOTHESE DE RECHERCHE :

En réponse aux questionnements précédemment cités, cette recherche suppose que la construction d'un parallèle entre les étapes d'apprentissage (sensoriel, perceptif, comportemental...) et les méthodes d'enseignement de la lumière naturelle en architecture, occasionnerait une insertion appropriée de la lumière naturelle dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture selon les visées du système LMD. Il est important de rappeler que par « apprentissage », on entend le processus humain de maîtrise le monde vivant, c'est un cycle commun à tous les mortels et un processus commun à tous les êtres humains.

6. Structure du mémoire:

La validation de notre hypothèse, et la réponse à toutes les questions posées, ont nécessité l'élaboration d'une investigation. Ainsi, la présente recherche a été structurée en cinq principales étapes (Figure 1).

La première étape présente une introduction en la matière. Elle donne un apport théorique, concernant les deux concepts de notre hypothèse qui sont : l'apprentissage et l'enseignement. Elle comporte aussi l'élaboration et l'explication du modèle conceptuel avant qu'il ne soit opérationnel.

La deuxième relate théoriquement, toutes les dimensions et les indicateurs de chacune des trois phases du parallèle : étapes d'apprentissage /méthodes d'enseignement.

La troisième donne l'explication du processus méthodologique. Elle présente la méthodologie utilisée ainsi que les techniques mises en œuvre dans cette recherche et le positionnement épistémologique.

La quatrième décrit les étapes du travail expérimental réalisé dans cette étude et les analyses et les interprétations des résultats obtenues.

Enfin, la conclusion générale résume les propositions de la problématique posée, et énonce les limites et les perspectives de cette recherche.

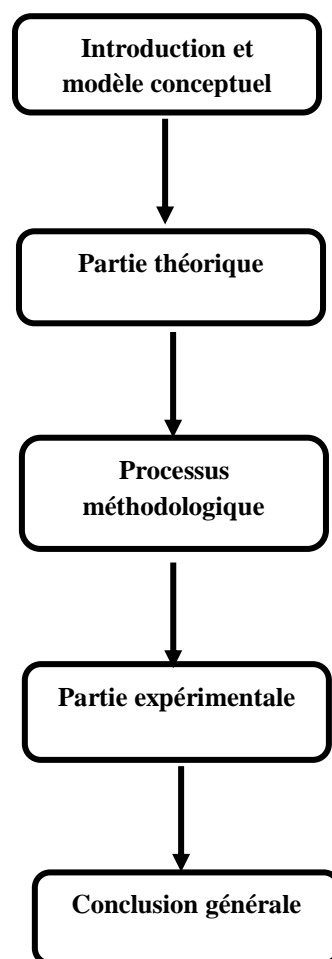


Figure. 1 : Structure de la recherche

INTRODUCTION

Ce chapitre tend à apporter des éclaircissements théoriques sur l'enseignement et l'apprentissage, afin, de mieux entamer les étapes suivantes de cette recherche. Partant d'une problématique qui vise l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, il nous a été indispensable de mieux comprendre l'enseignement de la l'architecture, en premier lieu, et préciser par la suite, l'enseignement de la lumière naturelle. Mais aussi, comprendre comment se fait cet enseignement, et les changements que le système LMD a pu lui apporté.

Le processus d'apprentissage ne pouvait pas être négligé. Nous étions dans une situation, où la mise en exergue des modes d'apprentissage, ainsi que ses étapes, devenaient très importants. Ceci afin de mieux cerner la situation, et de voir les modes opérateurs mis en œuvre pour réaliser cet apprentissage.

1. HYPOTHESE ET MODELE CONCEPTUEL :

Cette recherche suppose que la construction d'un parallèle entre, les étapes d'apprentissage (sensoriel, perceptif, comportemental...), et les méthodes d'enseignement de la lumière naturelle en architecture, occasionnerait une insertion appropriée de la lumière naturelle dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, selon les visées du système LMD.

Afin de concrétiser les concepts de l'hypothèse, un processus de concrétisation devait être entamé. Il s'agit de l'analyse conceptuelle, qui présente un processus graduel de concrétisation de ce qu'on veut observer dans la réalité. Elle débute en faisant ressortir les concepts de son hypothèse ou de son objectif de recherche, et se poursuit, en décomposant chaque concept, pour en dégager les dimensions, ou les composantes à considérer. Puis, chaque dimension est décortiquée, pour être traduite en indicateur, ou en phénomènes observables (Angers M, 1997).

Dans le but, de mettre en pratique l'hypothèse de la recherche, en partant des relations hypothétiques de notre hypothèse, un modèle conceptuel a pu être créé (Figure 1). Ce modèle nous a permis de mieux cerner les relations cherchées entre les variables issues de l'analyse conceptuelle.

Il est vrai, qu'il n'existe pas de modèle parfait, universel, et exhaustif, mais malgré ça, plusieurs recherches scientifiques, font recours au modèle conceptuel, qui peut être élaboré par le chercheur, en vue de décrire la structure de l'objet de sa recherche sans qu'il soit, toutefois, absolument complet et parfait (Broadbent, 1988).

Notre modèle conceptuel (Figure I. 1), constitue l'ossature de la partie théorique et de la partie analytique aussi. En effet, le parallèle entre étape d'apprentissage et méthode d'enseignement a été partagé en trois phases. Chaque phase présente une relation horizontale entre une étape d'apprentissage et une méthode d'enseignement. Chaque relation a été, non seulement, l'élément structurant d'un chapitre théorique, mais aussi une charnière d'un chapitre expérimental.

Avant d'entamer l'analyse conceptuelle qui sera l'objet des chapitres qui vont suivre, nous avons jugé utile de consacrer ce chapitre à l'enseignement et à l'apprentissage. En effet, ces deux

éléments structurants devaient avoir plus d'explication. De ce fait, un survol historique sur l'enseignement de l'architecture, ainsi que sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture a été réalisé. Concernant l'apprentissage, des explications sur les modèles d'apprentissages et sur les types d'apprentissage ont été donné.

Le but de cette démarche, était de mieux cerner l'enseignement et l'apprentissage, mais aussi, de réaliser deux constats. Le premier sur l'enseignement de la lumière naturelle en Algérie et en Europe, dans l'ancienne et dans la nouvelle réforme LMD. Le second concerne les méthodes d'enseignement utilisées.

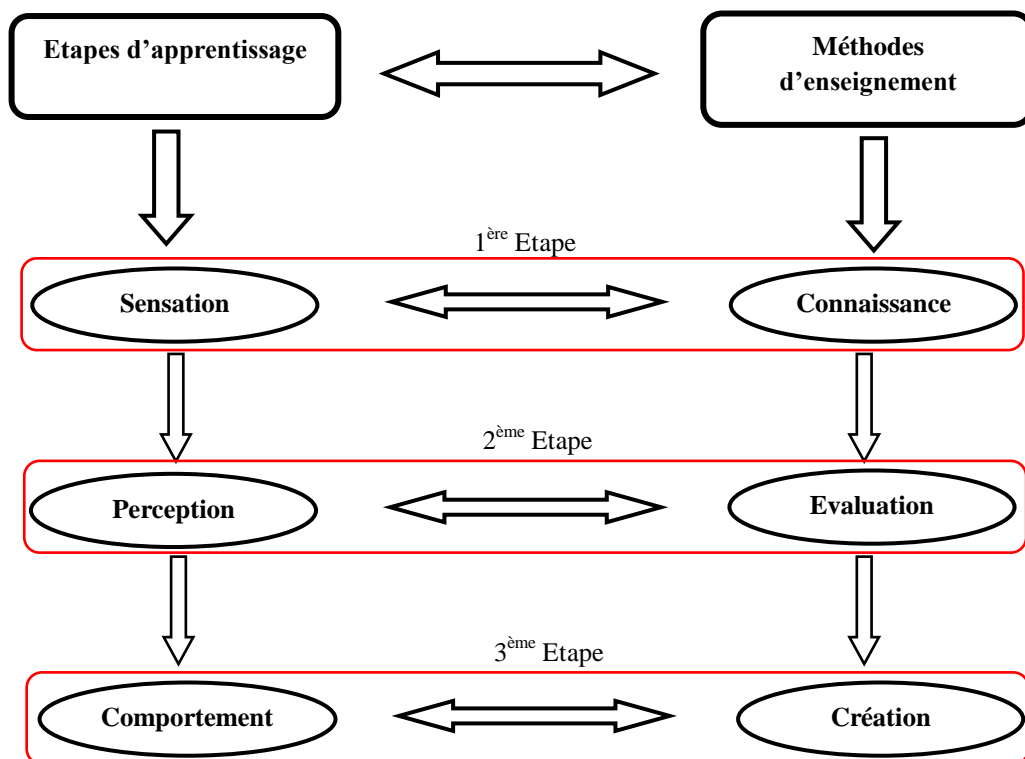


Figure I.1 : Modèle conceptuel

2. L'ENSEIGNEMENT:

D'après Gérard Barnier (2001), Enseigner véhicule au moins trois significations différentes selon le rapport privilégié :

- Si on privilégie le rapport au savoir, enseigner revient à transmettre des connaissances en les exposant le plus clairement, le plus précisément possibles. Des expressions telles que : donner une leçon, faire cours, cours magistral, vont tout à fait dans ce sens. Privilégier le rapport au savoir c'est privilégier les processus de transmission de connaissances. Nous verrons que cette manière de privilégier le rapport au savoir a toujours été la caractéristique du modèle dominant en vigueur dans l'institution scolaire : le modèle transmissif d'enseignement. Pour ce modèle, ce qui est le plus important c'est la qualité de ce qui est transmis à ceux qui apprennent, et le problème déterminant est celui de la transposition didactique. Il s'agit de savoir comment rendre le savoir savant enseignable, c'est à dire comment mettre ce savoir à la portée des élèves pour faciliter leur travail d'apprenant. La conviction de base est que - sous réserve de disposer de bonnes conditions

- de transmission – la qualité de ce qui est dit à travers la manière dont c'est dit est déterminante pour la qualité de ce qui est reçu, compris.
- Si on privilégie l'acquisition d'automatismes, enseigner revient à inculquer des comportements, des attitudes, des réactions, des gestes professionnels. Enseigner c'est entraîner les élèves à produire les réponses attendues selon les problèmes rencontrés. Dans cette perspective, l'effort d'enseignement est particulièrement centré sur les conditions de mise en activité, sur les manières de faire travailler qui peuvent entraîner des changements dans les comportements des apprenants. Inculquer des comportements, acquérir des automatismes, nous place dans la perspective théorique du behaviorisme.
 - Si on privilégie le rapport aux élèves, enseigner revient à faire apprendre, faire étudier, guider, accompagner les élèves dans les mises en activité que l'on propose. Privilégier le rapport aux élèves c'est privilégier les processus d'acquisition et de construction de connaissances par les élèves. C'est insister sur les mises en activité des élèves à travers lesquelles ils effectuent un travail d'appropriation de connaissances et de maîtrise de savoir-faire. Cette perspective a une double référence théorique complémentaire : le constructivisme et le socioconstructivisme ou socio-cognitivism.

Disons, de manière un peu schématique, qu'à travers ce qui vient d'être dit, enseigner peut signifier transmettre, inculquer ou faire construire. Ajoutons qu'il n'y a pas, dans l'absolu, de manière qui soit fondamentalement meilleure qu'une autre : tout dépend des objectifs à atteindre, des contenus travaillés, des personnes avec qui l'on travaille, des conditions institutionnelles dans lesquelles on se trouve en tant qu'enseignant, ...etc.

2.1.Enseignement de l'architecture:

L'architecte doit disposer d'un savoir faire, afin de relever le défi de répondre aux exigences d'une société en perpétuelle évolution. Dans sa création, il doit tenir compte des aspects comme les structures politiques, sociales, économiques, environnementales ...etc.

Le rôle de l'architecte ainsi défini, nous renvoie à la problématique du savoir qu'il doit détenir dans le but de répondre aux exigences de la société et de relever tous ces défis. Vitruve, à ce propos, préconise une formation longue et approfondie, englobant des connaissances encyclopédiques. (Bouhrour, 2000).

Cette partie est consacrée à la formation de l'architecte, à travers les époques qui l'ont marquée et fait avancer la réflexion sur le mode de transfert des connaissances, avant qu'il n'atteigne sa version contemporaine. Mais, on a jugé important, de réaliser un constat concernant le statut de l'architecte, durant chaque période, avant de parler de leurs formations.

Par la suite, les deux institutions de la formation des architectes qui sont : l'école des beaux arts et l'école du Bauhaus, ont eu un regard critique dans cette partie ; et ce afin de mettre en exergue l'influence qu'elles ont eue sur des générations entières. Enfin, un aperçu sur les réformes qu'a connu l'enseignement de l'architecture en Algérie, de 1971 à nos jours s'est imposé, afin de réaliser un constat sur l'évolution de l'enseignement de l'architecte en Algérie. Enfin, l'évocation des recherches réalisées sur l'enseignement de l'architecture, ainsi que les séminaires organisés autour de cette problématique étaient nécessaires.

2.2. L'architecte dans l'histoire :

2.2.1. De l'antiquité au moyen âge :

La période de l'Égypte antique a situé l'architecture aux mêmes catégories sociales que le tailleur de pierres ou les maçons. (Roland et al, 1995). Les formes extérieures, les matériaux, les décors, sont déterminés par la fonction rituelle de l'édifice ; la beauté ne vient que par surcroît pour réjouir le Dieu. La construction de l'édifice était alors une affaire de rang social. Elle se décidait par les prêtres, les dignitaires, les théologiens, les ministres de culte ou le roi lui-même qui se considère avant tout serviteur de Dieu. . (Roland et al, 1995).

Dans la civilisation grecque, le rôle de l'architecte et sa place sont en relation avec la vie de la communauté (Roland et al, 1995). Dès lors, sa création et son rôle se trouvent soumis à des contraintes assez précises. Il doit, répondre aux règles et aux formes culturelles imposées par le temple grec, trouver les bonnes proportions à partir d'un système géométrique simple faisant appel aux figures privilégiées, qui sont le triangle égyptien, le rectangle parfait, ou le pentagone étoilé.

Son rôle se résume alors, à trouver les proportions, les aménagements intérieurs, les formes décoratives les mieux adaptées au site et à la structure intérieure spécifique de l'édifice.

Il est important de signaler que la forme d'organisation du métier d'architecte et le mode d'action utilisés dans le monde contemporain reviennent en réalité à la Grèce antique. En effet, trois niveaux d'intervention ont pu être dégagés de cette époque : i) les grands patrons, qui équivalent les architectes concepteurs d'aujourd'hui, ii) les architectes d'exécution qui reçoivent la responsabilité du chantier, et enfin, iii) les architectes fonctionnaires qui veillent à l'application des règles de voirie, l'emplacement des édifices,...etc.

Les considérations techniques sont devenues primordiales pour l'architecture Romaine. En effet, l'emploi du béton, au lieu de l'appareil en gros bloc, le développement des arcs, de la voûte, de la coupole, au lieu des plates-bandes et de charpentes, a soutenu le développement d'une architecture qui était, en réalité très influencée par l'architecture grecque. Les romains ont su intégrer à des conceptions grecques des techniques propres à l'Italie.

L'écrit de Vitruve, dans son traité de « De Architectura », a permis une évolution dans la maîtrise de l'art de bâtir au moyen âge. Pour les nouvelles constructions, on fait appel à des Mathématiciens. Ceci en vue d'une manipulation des systèmes numériques qui prouvent à quel point on souhaitait atteindre les concordances chiffrées. (Roland, et, al, 1995). Les architectes de cette époque doivent leurs sciences à l'héritage pratique et théorique de l'antiquité classique (Aristote, Platon, Euclide,...etc.).

2.2.1.1. Formation de l'architecte de l'antiquité au moyen âge :

La formation de l'architecte de l'antiquité au moyen âge, relevait d'un caractère autodidacte. Ceci, revient au fait, que cette période n'a pas connu un enseignement de l'architecture dans le sens heuristique du terme.

Pour sa formation, l'architecte devait s'inspirer des rares manuscrits conservés, principalement, « De Architectura » de Vitruve, le voyage lointain, et les connaissances qu'avaient acquises par les civilisations antérieures (Bouhrour, N, 2000).

Pour sa formation, l'architecte devait mettre à l'œuvre sa capacité à assimiler un apprentissage sur le tas, à travers des méthodes empiriques, et des procédés, qui se transmettaient d'atelier en atelier, de chantier en chantier, et de génération en génération. C'est le vieux principe du maître et de l'apprenti, ou comme en disait, Pierre Von Meiss (1991) « le principe ancestrale du sage assis à l'ombre d'un arbre entouré de ses fidèles ». (Von Meiss, 1991, p3).

2.2.2. Renaissance et temps modernes:

C'est durant la période de la renaissance, que la profession d'architecte s'amplifie et se fraye une place de choix dans la société européenne. C'est à ce moment, que s'ouvrent les portes de la conception et de la direction de plusieurs travaux grâce à l'appui des souverains, dont elle a pu bénéficier. L'architecte constitue alors, le sommet d'un système qui va supplanter l'architecture religieuse ou aristocratique et consacrer à la fin de l'ancien régime, l'architecte urbaniste. (Roland et al, 1995). Cette ascension a commencé en France, elle s'est propagé dans les grandes monarchies d'Europe : Grande Bretagne, Portugal, Russie,etc.

A l'ère industrielle, la dualité architecte - ingénieur fait des ravages. Les ingénieurs civils, et les maçons prennent alors en charge la réalisation des constructions privées et la réalisation de bâtiment d'intérêt public à cause de la demande en équipements.

2.2.2.1. Formation de l'architecte de la renaissance aux temps modernes:

La renaissance oppose une liberté d'expression acquise à la faveur de la « laïcisation » des sciences et de l'invention du livre, qui ont ouvert le champ du progrès et permis l'affirmation du primat de la pensée, avec comme corollaire le dessin élevé au rang de discipline artistique. L'académie royale d'architecture fut alors créée en 1671. Elle adopte une pédagogie orientée sur les deux aspects théorique et pratique. Mais, elle reste tout de même ouverte aux nouvelles expériences et progrès techniques. On assiste alors à une rupture avec l'apprentissage sur le chantier (Bouhrour , 2000).

L'ère industrielle a découvert les bienfaits de la technologie, ce qui a provoqué des changements dans les institutions, introduisant un enseignement plus développé, et une codification de la profession qui éclate en plusieurs corps. On assiste alors, à la naissance d'écoles spécialisées, fonctionnant sur la base d'une pédagogie établie au préalable et incluant les nouvelles données technologiques en plein essor. C'est ainsi, que l'école des ponts et chaussées fut créée en 1748, et que la situation de l'académie fut dissoute en 1793, ceci va sans pour autant faire disparaître la filière traditionnelle de l'enseignement de l'architecture, en tant que, discipline autonome dans la nouvelle institution.

2.3. Les lieux du savoir:

2.3.1. L'école des beaux-arts:

L'école des beaux-arts représente un système académique, avec une pédagogie qui s'oriente sur une sensibilisation qui est celle de l'artiste et celle de l'humaniste. Pour ce faire, l'enseignant de cette école préconise une pédagogie dite de « réveil » qui vise à faire éclore le don que chaque élu porte en lui. Il s'appuie sur une pédagogie initiatique, avec transmission par osmose du maître à l'élève et de l'ancien au nouveau, non seulement d'un savoir théorique et pratique, mais d'un ensemble de valeur (Roland et al, 1995). La dominante de ce système était artistique, l'atelier

présente sa structure de base, et les autres matières en sont l'accompagnement. Mais, cette école s'est vu incapable d'intégrer, sinon, sous forme tardive et atténuée, les innovations architecturales des années vingt. (Roland et al, 1995).

La réforme de 1962 en France prévoyait la création d'école nationale d'architecture en deux cycles. Le premier formant des techniciens avant la grande « révolution » de 1968 qui mit fin à l'enseignement de l'architecture, tel que pratiqué jusque là, aux beaux-arts. Mais, c'est le système d'enseignement, de plus en plus anachronique dans ses méthodes et son contenu, qui a accéléré la fermeture des écoles des beaux arts (Bouhrour, 2000).

2.3.2. L'école de Bauhaus:

C'est en 1919, que le Bauhaus fut créé par Gropius. Ce dernier considère qu'il n'y'a pas de différence essentielle entre, artiste et artisan, et que leurs complémentarités contribuent à une meilleure maîtrise du caractère composite de l'édifice comme unité unitaire. Ainsi, il réunit l'enseignement de l'art et du métier, sous la même bannière, à partir de la fusion de deux écoles. Il fait appel à des maîtres confirmés, des artistes de différents profils, englobant architectes, peintres.....de renom comme Meyer, Feininger,etc. (Bénévolo, 1979). Le programme du Bauhaus prévoit des cours théoriques et pratiques, comprenant des objectifs spécifiques et dont le couronnement est le diplôme de maître d'œuvre.

Le cours préliminaire dure six mois. Son objectif est la familiarisation de l'étudiant avec les matériaux de construction et l'étude de quelques problèmes simples. La partie technique dure trois années. Elle comprend, des cours théoriques et des travaux en atelier, où la pierre, le bois, la terre cuite, le métal, le verre, les couleurs et les tissus sont utilisés. Enfin, le diplôme de maître d'œuvre n'est décerné qu'à l'issue, d'un cours de perfectionnement, basé sur l'élaboration d'un projet d'architecture et dont la durée reste variable.

Cette approche didactique apporte un changement fondamental dans la culture architecturale. L'élément formel n'est plus dans une sphère indépendante, abritant des expériences individuelles. Il est placé au plein centre de l'activité de production. Paradoxalement, l'œuvre artistique raffinée se dissipe. La récupération des valeurs de l'ancienne tradition s'est avérée ainsi, d'une nécessité cruciale (Bénévolo, 1979).

2.4. Les réformes de 1971, 1985 et 1994 en Algérie:

C'est depuis 1971, que le débat sur les réformes des études d'architecture a été engagé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (MESRS). Un débat concentré sur les contenus des programmes, et non pas sur les façons d'enseigner. Dans ce qui suit, nous relatons un aperçu sur le contenu des programmes de 1971, 1985 et 1994.

2.4.1. Réforme de 1971:

Dans la réforme de 1971, l'enseignement de l'architecture, à l'instar des autres disciplines, passe d'un système modulaire à un système annuel. D'une évaluation par module, à une évaluation basée sur la compensation, c'est-à-dire, sur la moyenne annuelle compensable des matières, à l'exception du module d'Architecture (l'Atelier) (Aiche, 2006).

L'atelier garde sa spécificité et ne peut être considéré comme toutes les autres matières enseignées. C'est le lieu de convergences de toutes les matières enseignées. Les objectifs assignés

à cette réforme des enseignements de l'architecture, visent à former des architectes (MESRS, 1975): i) opérationnels, ii) efficaces, iii) ayant les capacités de s'adapter, iv) prenant en compte les réalités socio-économiques et culturelles nationales, v) préparés à l'assimilation des progrès de la science par un renforcement de la formation de base et la stimulation de l'esprit de recherche, et vi) prenant conscience du rôle de l'architecte, de ses méthodes et de son action.

Le contenu des enseignements est réparti en trois cycles : formation de base, projection architecturale et approfondissement des connaissances. Ces enseignements s'étalent sur cinq années d'études et sont répartis comme suit : (MESRS, 1976).

- Architecture (50%).
- Sciences techniques et sciences exactes (30%).
- Sciences humaines (10%).
- Arabe et anglais (10%).

On constate que, la formation s'appuie essentiellement sur les enseignements du projet et les enseignements liés aux sciences techniques et sciences exactes. On accorde peu d'intérêt aux sciences humaines et aux langues. On exclut les enseignements des matières artistiques, qui sont en principe très liés à la construction, ainsi que les matières d'appuis au projet (elles alimentent le projet dans son aspect théorique). L'omission, des matières artistiques donne à l'architecte le cachet d'architecte ingénieur. Toute la pédagogie du projet (enseignement et évaluation) est orientée plus, sur les aspects de construction, et l'étudiant s'exprime principalement par le dessin technique (de bâtiment) comme outil de communication. Le discours de l'étudiant (qui donne un sens à ses dessins) n'est en aucun cas objet d'enseignement ou d'évaluation. On ajoute à cela, la question des méthodes pédagogiques, pour enseigner le projet qui n'ont pas été des sujets de débat dans les réformes (Aiche, 2006).

2.4.2. Réforme de 1985:

En 1985, en Algérie une autre réforme a été engagée en guise d'amélioration de la qualité du produit de l'enseignement de l'architecture. Les études s'organisent en deux cycles. Le premier se compose de deux paliers, couronnés par un stage pratique et sanctionné par un certificat d'aptitude. Le deuxième comporte deux paliers, le premier est couronné par un stage et sanctionné par un certificat de maîtrise, le deuxième par le diplôme d'état d'architecture. (Figure I.2).

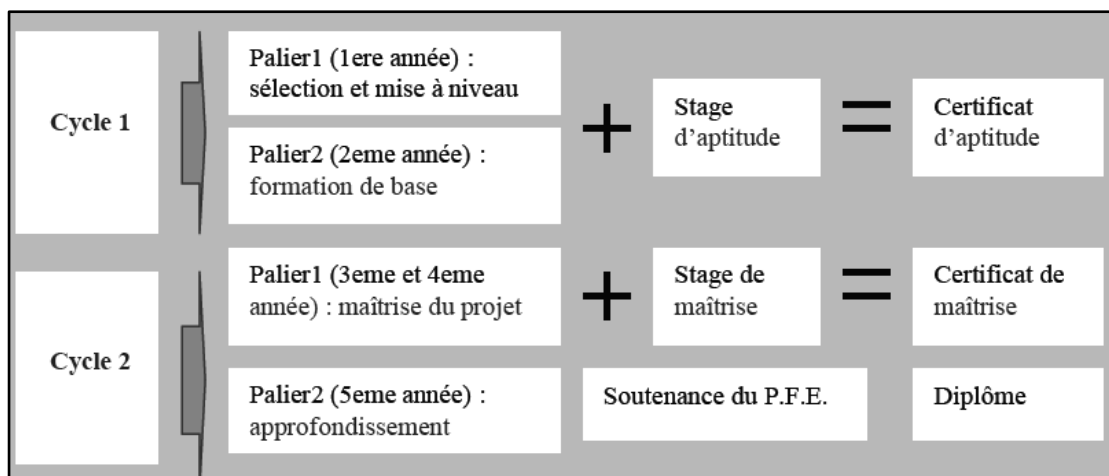


Figure I.2 : Nouvelle organisation des études d'architecture. (Source : MERS, 1994)

Les contenus sont répartis en cinq types d'enseignement, avec des appellations plus appropriées (MESRS, 1994).

- Projet et théorie du projet,
- Histoire et théorie de l'architecture,
- Construction et sciences exactes,
- Sciences de l'homme et de l'environnement,
- Arts et représentation.

L'enseignement de l'architecture demeure centré sur le projet et les théories qui le soutiennent. On veut y améliorer les aspects de communication dans le projet, par l'introduction des enseignements d'art et représentation. Malgré cet effort appréciable, la communication demeure vue, sous l'angle de la représentation graphique, c'est-à-dire, non verbale. On n'accorde donc, aucun intérêt à la communication verbale (l'écrit et le parlé) (Aiche, 2006).

2.4.3. Réforme de 1994:

En 1994, le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique engage, par le biais, des comités pédagogiques nationaux (C.P.N) des différentes disciplines, une réflexion sur la refonte des programmes guidée par quatre principes, résumant la politique nationale de l'enseignement supérieur (MESRS, 1994).

- 1- L'enseignement supérieur est un service public : les missions d'enseignement supérieur sont d'intérêt général. L'université doit donc, demeurer un service public, performante avec une démocratisation du savoir et l'égalité des chances entre tous les étudiants ;
- 2- L'Amélioration de la qualité : la réforme des programmes pédagogiques doit avoir pour finalité, l'amélioration de la qualité du produit de l'enseignement supérieur ;
- 3- L'Autonomie : renforcement de l'autonomie des établissements du supérieur, dans l'exercice de leurs activités et responsabilités pédagogiques. Ce qui sous entend, que chaque établissement, doit développer son projet comme seule garantie de son autonomie pédagogique, dans le cadre de la politique nationale de l'enseignement supérieur et du projet éducatif qui la soutient.
- 4- L'Ouverture de l'université sur son environnement en Algérie, et dans le monde est un autre principe à traduire dans les faits.

En ce qui concerne les études d'architecture, le projet de réforme a été confié à l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger (EPAU). En 1997, la proposition de l'EPAU, est discutée et enrichie par la commission nationale de technologie (CNT), dont fait partie l'architecture, et par le comité pédagogique national de l'architecture (CPN).

La refonte a tenu compte, des expériences françaises, en matière d'enseignement d'architecture telles que les orientations du rapport de Fremont. A. recteur de l'académie de Versailles, ainsi que des bilans pédagogiques 1993-1994.

Cette réforme s'assignait les objectifs suivants :

- La formation d'architecte opérationnel.
- La transmission d'une culture architecturale.
- La préparation à la recherche.

Elle a confirmé et précisé, toutes les propositions figurantes dans la réforme de 1985, dont nous venons d'élaborer les grandes lignes. Elle reprend donc, exactement la même organisation des

études de l'architecture (Voir figure I.2). Il est clair que quelques soient les réformes engagées, le projet occupe toujours une place centrale dans l'enseignement de l'architecture et un mode spécifique d'acquisition du savoir. Dans la forme, il se présente comme une constante. Depuis 1985, on commence à s'intéresser à la communication, mais on ne revalorise que l'aspect dessin (arts et représentation, D.A.O- C.A.O.). On accorde aux enseignements du projet un crédit horaire très important allant jusqu'à (50%) du volume horaire total (Aiche, 2006).

2.4.4. Les nouvelles réformes L.M.D (licence, master, doctorat) en Algérie:

Avant d'aborder la réforme des études en architecture dans le cadre du nouveau système, on va succinctement évoquer le contexte général dans lequel s'inscrivent ces réformes. En 1998, suite à la promulgation de la loi d'orientation de l'enseignement supérieur du 17 août 1998 et sa mise en application par le décret exécutif du 23 août 2003, la réforme des enseignements du supérieur est finalement adoptée, en application du plan des recommandations de la commission nationale de réforme du système éducatif (CNRSE) (MESRS, 2004). Il s'agit de réformes qui, face aux défis de la mondialisation, vont se réaliser dans une optique de réduction des dépenses publiques, de la concurrence et de l'ouverture du secteur de l'enseignement supérieur sur le marché.

L'un des principaux axes du programme d'actions, à court, moyen et long terme, arrêté dans le cadre du plan décennal (2004-2013), s'attache à l'élaboration et la mise en œuvre d'une réforme globale et profonde des enseignements supérieurs. La première étape est la mise en place d'une nouvelle architecture des enseignements, accompagnée d'une actualisation et mise à niveau des différents programmes pédagogiques, ainsi que, d'une réorganisation de la gestion pédagogique. (MESRS, 1994).

Ces réformes vont donc permettre :

- de concilier les exigences légitimes de la démocratisation de l'accès à l'enseignement supérieur avec celles nécessaires d'une formation de qualité,
- de donner aux notions de compétition et performance tout leur sens,
- d'asseoir les bases d'une réelle autonomie des établissements conformément aux règles de la bonne gouvernance,
- de permettre à l'université algérienne de redevenir le pôle de rayonnement culturel et scientifique qu'elle a été, au niveau régional et international,
- de participer au développement durable du pays.

La réforme LMD est entrée en vigueur à partir de la rentrée universitaire 2004-2005 en Algérie. Elle touchera dans un premier temps dix (10) établissements de l'enseignement supérieur sur les cinquante six (56) existants (MESRS, 2004). Le schéma général de l'architecture des enseignements dans le nouveau système est le suivant (Figure I. 3) :

- Premier cycle (bac + 3) : Il aboutit à une licence comportant deux options, une académique et l'autre professionnelle ; avec une formation de base commune, allant de deux à quatre semestres.
- Deuxième cycle (bac + 5, ou licence + 2) : Il s'achève par l'obtention d'un diplôme de master comportant une vocation de recherche et une autre professionnelle.
- Troisième cycle (bac + 8, ou licence + 5, ou master + 3) : Constituant à l'élaboration d'une recherche doctorale, et sanctionné par la soutenance d'une thèse de doctorat.

Les enseignements sont organisés en unités pédagogiques (UE), dispensées semestriellement et dont la logique de progression visent l'acquisition de compétences (MESRS, 2004). Chaque unité d'enseignement (UE) a une valeur déterminée en termes de crédits qui sont des unités capitalisables, permettant d'évaluer (mesurer) les tâches effectuées par l'étudiant (examen, travaux pratiques, mémoire, projet, stage, ...).

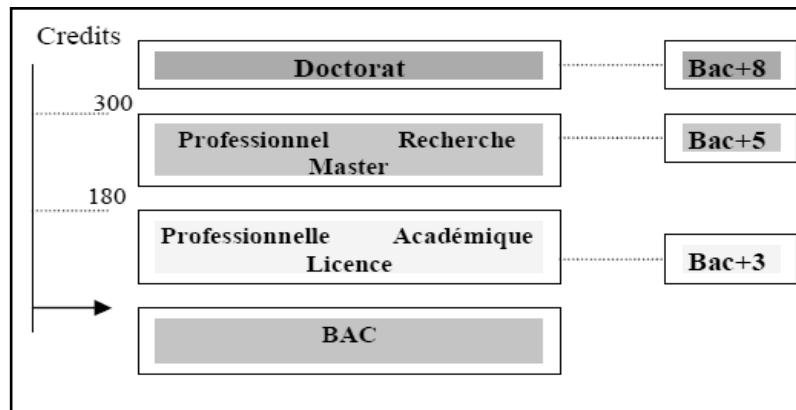


Figure I.3 : Architecture des enseignements dans le système L.M.D. (Source MERS, 1994)

En Europe, un crédit (ECTS : Européen credit transfer system) est égale à environ 20 à 25 heures de travail dont 8 à 13 heures de travail personnel (stages, exposés, voyages d'études, visites,...) et 12 à 15 heures comme volume horaire (cours, travaux dirigés, travaux pratiques,...). Ce qui démontre l'importance donnée à l'implication effective et active de l'étudiant dans son apprentissage et l'acquisition de compétences.

La progression est semestrielle, et chaque semestre est évalué à 30 crédits. Le nombre de crédits pour chaque palier est fixé comme suit : i) licence 180 crédits, et ii) master 300 crédits (180 + 120). Toute proposition d'ouverture de formation, doit se faire conformément à un «cahier des charges : offre de formation L.M.D. (MESRS, 2005-2006).

Cependant, on s'interroge sur les vraies raisons de cette réforme. En réalité, elles ont pour but d'adapter l'enseignement supérieur algérien, à la feuille de route de la mondialisation (l'harmonisation de l'architecture des enseignements) dans le cadre de l'accord d'association avec l'union européenne, et de transformer ainsi, l'université publique en une université productive (Aiche, 2006).

2.4.5. Les nouvelles réformes des études d'architecture en Algérie et en Europe:

La réforme (L.M.D) concernant les études d'architecture, est en cours, et son application a commencé en Algérie, durant l'année (2005/2006) dans certains départements d'architecture, notamment, celui de Constantine, où l'on assiste à l'ouverture d'un master professionnel (licence professionnelle + master) en urbanisme.

La généralisation du système (LMD) est effectuée dans tous les départements universitaires. Seule l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger (EPAU) exclut de fait la formation licence (bac + 3) (MESRS, 2004), et articule ses propositions, autour de la formation master en architecture (bac +5) qui est en même temps professionnel et de recherche.

Tout en s'inspirant des expériences étrangères, notamment la France, la Pologne et le Canada; l'EPAU propose un enseignement structuré, en six unités pédagogiques :

- Arts et représentation (15%, soit 546 heures).
- Théorie et pratique du projet (32%, soit 1134 heures).
- Histoire et théorie de l'architecture (10%, soit 378 heures).
- Construction et sciences exactes (24%, soit 840 heures).
- Sciences de l'homme (9,5%, soit 336 heures).
- Urbanisme et environnement (9,5%, soit 336 heures).

D'autre part, la formation comporte deux paliers :

- Premier palier :
 - 1ere année : mise à niveau et initiation à l'architecture.
 - 2eme année : apprentissage du projet et formation de base, plus un stage sous forme de voyage d'étude.
- Deuxième palier :
 - 2eme année : apprentissage
 - 3eme année : maîtrise du projet architectural.
 - 4eme année : maîtrise du projet urbain, plus un stage de mise en situation professionnelle.
 - 5eme année : approfondissement.

Quelque soient les conditions, la formation en architecture demeure centrée sur le projet, auquel, on octroie un crédit horaire important.

Malgré, l'importance des enjeux de la réforme engagée et ses conséquences, sur l'avenir de la profession d'architecte et de l'enseignement de l'Architecture, il semble que la question n'a pas été suffisamment débattue. Ceci aurait permis qu'elle soit prise en charge dans les différents projets pédagogiques d'établissements, en concertation avec les différents acteurs, y compris ceux du secteur professionnel comme le prévoient les orientations du projet de réforme.

Car, pour pouvoir proposer une réforme qui aura des chances d'aboutir, il faut d'abord se poser la question de l'état actuel de la maîtrise d'œuvre. Ceci permettra de déceler les besoins réels, sur lesquels, on peut engager une réforme et les modalités de sa prise en charge (les moyens). Cela, permet des débouchés réels en matière d'emplois pour les nouveaux formés (Aiche, 2006).

2.5.L'enseignement de l'architecture : Une revue de littérature:

Bien que les travaux de recherche sur les pédagogies de l'enseignement en architecture ne soient pas nombreux, on a pu répertorier quelque uns.

- Le Professeur. Zerouala M.S (1986), s'est intéressé aux contenus des enseignements du projet architectural, ou les connaissances à transmettre aux apprenants. L'étude avait pour but, l'amélioration de la formation de l'architecte en Algérie, à travers l'analyse comparative, de programmes de formations en architecture choisis, parmi plusieurs pays industrialisés et en développement.
- Rainier Hodde (2002), quant à lui, s'est intéressé à la manière de transmettre les connaissances, afin d'explorer la relation, entre la pédagogie du projet et la pédagogie tout court. Son objectif est de montrer, comment les travaux des sciences de l'éducation peuvent aider à construire une pratique pédagogique du projet architectural. Pour ce faire, il s'appuie sur le questionnement suivant : comment apprennent des étudiants ?

- Jean-claude LUDI (2002), plaidant pour une formation des formateurs à la pédagogie du projet architectural, s'inscrit dans la pensée constructiviste (piagétienne) de la construction de la connaissance. Il évoque l'importance de l'évaluation formative dans le processus d'apprentissage du projet architectural. Il précise que la complexité du projet architectural appelle à une évaluation « multicritère ».
- Dans son étude consacrée aux enseignements de la projection architecturale de troisième année, au département d'architecture et d'urbanisme de Constantine, [Bouherour N (2000)], s'interroge sur les raisons qui ont empêché la démarche pédagogique de réaliser les effets escomptés.
- Lebahar J.C (2001), veut observer l'acte d'enseigner. Il compare deux cas concrets d'enseignement de la conception architecturale, à travers l'analyse de l'activité de conception de deux étudiants, en train de concevoir deux exercices (la petite maison et le logis) dans deux ateliers différents.
- AICHE M (2006), dans son travail de recherche, ne s'est pas seulement intéressé qu'à la partie conception. Il a voulu donner des résultats probants, permettant une mise en forme claire, d'une méthode d'apprentissage du projet architectural dans toutes ses composantes. C'est-à-dire, permettre de développer en même temps les compétences de conception et de communication. C'est dans cette deuxième catégorie que s'inscrit le présent travail de recherche.

A partir des années 1990, on commence à s'interroger sur l'enseignement de l'architecture. Cette préoccupation est soutenue par un large débat à travers un certain nombre de séminaires dont :

- Le séminaire de Bordeaux tenu les 1 et 2 Avril 1993 sur l'enseignement du projet d'architecture.
- Les débats sur les réformes de l'enseignement de l'architecture, initiés par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique en Algérie (1994,1997).
- Les débats initiés en France par le rapport Fremont (1993/1994).
- Le séminaire international du 23/24/25/ et 26 Avril 2001, organisé par l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger, sur l'enseignement et pratique de l'architecture, quelles perspectives ? (EPAU 2001).
- Le séminaire organisé en 2002, par l'école nationale d'architecture et d'urbanisme de Tunis (ENAU 2002).
- Le séminaire du 04/11/2003 sur l'enseignement de l'architecture, panorama d'ensemble et stratégies pédagogiques en atelier, au département d'architecture et d'urbanisme de Constantine.
- Le séminaire du 28,29/11/2004 sur la pédagogie projet architectural, organisés au département d'architecture et d'urbanisme de Constantine.
- Ainsi que, le débat sur les réformes des enseignements en architecture, initié par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, dans le cadre du nouveau système (LMD) en Algérie en 2004.

3. ENSEIGNEMENT DE LA LUMIERE NATURELLE:

3.1.Cas des institutions Algériennes:

Un constat sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, doit forcément se faire sous forme d'une comparaison entre l'ancien système, et le nouveau système LMD. Pour chacun de ces

deux systèmes, le contenu a été analysé, afin de faire ressortir, ce qui a été réservé pour l'enseignement de la lumière naturelle dans ces programmes.

Les deux institutions choisies pour ce constat sont : l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger (EPAU), à cause de son ancienneté, et son passé dans l'enseignement de l'architecture (première école sur le territoire national), et le département d'architecture de Biskra, un des plus anciens départements d'architecture dans le pays, et le lieu, dans lequel cette étude a été menée.

3.1.1. Ancien système:

Dans l'ancien système, la place réservée à l'enseignement de la lumière naturelle, se situait dans le domaine de la construction et des sciences exactes. Cet enseignement se résumait, à l'explication des grandeurs photométrique, lors d'un cours magistral dans le module d'équipement, en quatrième année. Ce module traitera par la suite, l'éclairage artificiel et les installations électriques dans le bâtiment qui seront plus détaillé au cours des séances de travaux dirigés réservés pour cela.

Dans l'enseignement du projet architectural, et plus précisément dans le volet réservé au confort, en deuxième année, l'ensoleillement, le mouvement annuel de la terre autour du soleil et la géométrie solaire, seront tous abordés. Mais cette démarche, visait beaucoup plus, le confort thermique. En effet, la finalité de ces ateliers était d'apprendre aux étudiants le calcul de la tâche solaire, celui des ombres portées, la forme et le dimensionnement des masques solaires.

3.1.2. Système LMD (licence):

Le programme officiel de l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger (EPAU), a révélé que durant les trois années de licence, seule l'unité d'enseignement « construction et sciences exactes », prend en considération la lumière naturelle. En effet, la physique du bâtiment, qui est une matière dans cette unité d'enseignement, a pour objectif, la compréhension de certains phénomènes physiques liés directement ou indirectement à l'acte de bâtir. Les principaux objectifs ciblés sont :

- la préparation de l'élève aux matières techniques contenues dans le cursus de formation (RDM, chauffage, climatisation, éclairage, alimentation en eau et en électricité, isolation acoustique, etc....).
- le développement de la logique dans l'interprétation des phénomènes physiques.
- la familiarisation de l'élève architecte avec le langage de l'ingénieur.

Ces objectifs ont pu laisser glisser dans son contenu, des cours magistraux, TD, et TP, portant sur la photométrie et les grandeurs photométriques.

Au département d'architecture de Biskra, l'unité fondamentale du quatrième semestre, porte un regard particulier sur l'enseignement de la lumière naturelle. On voit cela, à travers le contenu et les objectifs de ses deux premières matières.

- Matière 1 : Théorie de projet 4

Cet enseignement se présente sous forme de cours magistral, propose des connaissances autour des éléments du projet architectural, et s'articule notamment sur les thèmes de site naturel et urbain, ambiances et confort, habitat et composition urbaine.

Le cours sur les ambiances en architecture s'intitule « Lumière et Espace Architectural ». Il porte sur : la poésie architecturale et la lumière naturelle, et ce, en abordant les architectes qui parlent de lumière en termes spatiaux, c'est-à-dire, qui associent directement la lumière naturelle à des propriétés et qualités spatiales. Ces dernières mettent à la disposition des architectes, des alternatives d'éclairage naturel fondées essentiellement, sur des caractéristiques spatiales indépendantes des courantes spécifications et recommandations chiffrées. De façon non exhaustive, on citera Pierre Von Meiss, Rafael Serra et Henri Ciriani.

Mais, il porte aussi sur la conformation architecturale et la lumière naturelle, et c'est sur le langage architectural élaboré par C. Norberg-Schulz, que ce cours s'est appuyé. Ce dernier a défini le langage architectural en se basant sur trois dimensions interdépendantes :

- la typologie,
- la topologie, et
- la morphologie.
- Matière 2 : Projet 4

L'enseignement de ce projet se fait sous forme de TP, en atelier. Des objectifs particuliers ont été envisagés pour ce projet, mais ce qui nous intéresse consiste à acquérir des notions de base, sur le confort thermique en architecture, en insistant sur la question de l'ensoleillement.

L'exercice retenu, consiste à proposer la conception d'une protection solaire. D'abord l'étudiant prendra connaissance des outils d'aide à la conception des brises solaires (diagramme solaire, abaques, Héliodon, ...). Ces connaissances lui permettront de concevoir une protection solaire, par rapport à une situation donnée (latitude et longitude du lieu, la date, l'heure et l'orientation)



Figure I.4 : Héliodon de département d'architecture de Biskra. (Source : l'auteur)

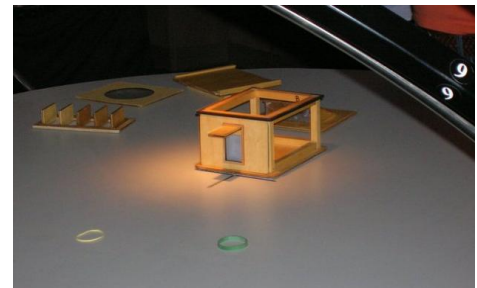


Figure I.5. Quelques travaux à l'aide de l'Héliodon (Source HPD, 2011).

Le département d'architecture de Biskra, donne un intérêt particulier pour l'intégration de la lumière naturelle dans le processus d'enseignement, à partir de la deuxième année. Ceci, peut être expliqué, par la sensibilité de certains nombres de ses enseignants à cette problématique.

3.2.Cas des écoles Européennes:

En Europe, la situation de l'enseignement de la lumière naturelle diffère par rapport à l'Algérie. Outre l'enseignement reçu dans les écoles d'architecture, certains établissements proposent deux types de formations.

3.2.1. Formations continues destinées à des professionnels:

Il existe en Europe des institutions destinées à réaliser des formations continues, pour des professionnels, comme Le Centre de formation et de Perfectionnement en Eclairage (Association Française de l'Eclairage).

Chaque année, ce centre de l'AFE propose des formations en éclairage, adaptées aux besoins de chacun, et répondant à des objectifs concrets. Celles-ci sont animées par une équipe de professionnels expérimentés. Des stages de formation « à la carte » étudiés pour répondre à un cahier des charges précis (public, objectifs, lieu et durée) établi, par une entreprise pour elle-même. (AFE, 2010).

Tous les ans, le Centre de formation élabore différents types de stages :

- L'initiation à l'éclairagisme, pour sensibiliser les personnes n'ayant jamais reçu de formation théorique préalable sur l'éclairage.
- Le stage de base en éclairagisme, pour élargir ses connaissances de base sur l'éclairage public et sur les principes du projet d'éclairage intérieur.
- Le stage de maîtrise en éclairagisme, pour une formation spécialisée sur la photométrie, les sources de lumière, l'éclairage intérieur, puis les normes et permet la comparaison de solutions.
- Le stage de perfectionnement en éclairage, plus approfondi, qui s'adapte au rythme des professionnels, pour se spécialiser dans un ou plusieurs domaines de l'éclairage.

3.2.1.1. Contenu des programmes de la formation classique:

Le contenu du programme de la formation classique englobe (AFE, 2011):

- Initiation,
- Base,
- Maîtrise,
- Perfectionnement :
 - La vision,
 - Valorisation de l'espace extérieur : l'éclairage urbain,
 - Eclairage intérieur des lieux de travail,
 - Nouvelles sources,
 - Appareillages d'alimentation,
 - Visibilité en éclairage public,
 - Lumière dans les espaces muséographiques.
- l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,
- le Centre National de la Fonction Publique Territoriale,
- l'Institut Général des Techniques du Spectacle,

3.2.2. Formations diplômantes comportant une option ou une spécialisation en éclairage:

Il existe actuellement en France plusieurs formations diplômantes comportant une option ou une spécialisation en éclairage comme celle donnée à l'école Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers (spécialisation en Eclairage, Acoustique et Climatisation).

3.2.2.1. Diplôme d'ingénieur – Energie:

Le diplôme Energie, forme des ingénieurs possédant des expertises pointues, au travers des quatre parcours proposés. Les ingénieurs sortant de l'ENSI Poitiers sont opérationnels dans les domaines de la production, de la distribution optimale, et de l'utilisation rationnelle des énergies classiques et renouvelables, dans les secteurs du bâtiment, du génie civil, des transports, des industries manufacturières et de transformation.

Les contenus de formation scientifique sont accompagnés d'une ouverture au milieu professionnel, garantie par les stages en entreprises, les interventions de professionnels des secteurs concernés et les visites de sites.

Éclairage, Acoustique et Thermique constituent un parcours qui forme des ingénieurs à la triple compétence en éclairage, acoustique et thermique, offrant ainsi un large éventail de débouchés.

Les 3 domaines du parcours sont développés de façon équilibrée et sont organisés autour de 3 grandes thématiques (ENSIP, 2010):

- acoustique et éclairage architectural, mises en lumière.
- performances énergétiques du bâtiment
- protection et qualité de l'environnement : ambiances thermiques, nuisances sonores et lumineuses, confort, qualité et sécurité dans les bâtiments.

D'autres formations comme celles offertes par l'Université Technologique de Compiègne, et l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Techniques du Théâtre, sont soit orientées vers les arts du spectacle, soit rattachées à une formation à dominante physique et technique. Cette catégorisation se retrouve en Europe, même si certains pays, témoignent d'une moins grande dichotomie entre disciplines techniques et disciplines artistiques ou de conception.

3.2.3. L'enseignement de la lumière dans les écoles d'architecture:

L'analyse critique des divers programmes de formation, dans certaines écoles d'architecture Européennes, montre que la part faite à l'enseignement de la lumière dans les écoles dépend notamment, de la présence d'équipes de recherche travaillant sur le sujet. (CRESSON à l'ENSAG de Grenoble, LASH à l'ENTPE de Lyon, CERMA à l'ENSA de Nantes, CRAI à l'ENSA Nancy, GRECAU à l'ENSA de Nancy, Architecture et climat à Université catholique de Louvain, EPFL.....)

L'enseignement de l'éclairage relève ainsi principalement du champ « sciences et techniques pour l'architecture », même si, la lumière est évidemment, souvent abordée en architecture ou dans le champ « arts plastiques ».

Chaque école d'architecture, qui possède son propre programme, y intègre de manière variable cet enseignement. Les écoles qui relient cet enseignement à celui du projet architectural et urbain sont finalement assez peu nombreuses (Fiori et al, 2008).

3.2.3.1. ENSA de Montpellier:

L'école d'architecture de Montpellier est depuis 2003 organisée en trois départements thématiques qui structurent le nouveau programme licence-master mis en place, dans le cadre de la réforme LMD : i) architecture et cultures techniques, ii) architecture et patrimoine ; iii) architecture et territoires. C'est en particulier, à ces départements que sont rattachés les projets, fortement replacés au centre de l'enseignement.

L'enseignement de l'éclairage, réintroduit en tant que tel en 2003, y est dispensé sous forme de cours magistral en deuxième année de licence.

Cet enseignement est prolongé par des interventions et suivis ponctuels dans des ateliers de projet et séminaires ainsi que par la création d'un workshop. Ce dernier est à choisir parmi six, et s'adresse à une vingtaine d'étudiants en deuxième année de licence (CRDP, 2010). Ces workshops s'intitulent (Annexe A):

- 1- Expérimentation sur la lumière et les percements « Pochoirs - lumière ».
- 2- Lumière et couleurs.

- 3- L'éclairage naturel dans l'établissement scolaire.
- 4- De 24 heures à une année de la vie d'un bâtiment.
- 5- Structure et enveloppe.
- 6- La maquette éclairée : " Je mets de la lumière "

3.2.3.2. ENSA de Grenoble:

Comme ça été évoqué auparavant, l'école d'architecture de Grenoble bénéficie d'un enseignement des ambiances relativement bien ancré, grâce à l'activité du laboratoire CRESSON, dont la particularité est d'intégrer une approche sensible des ambiances.

Un enseignement particulier est réservé à la lumière naturelle, durant la 2ème et la 3ème année. En 2ème année, cet enseignement est situé dans l'unité d'enseignement : Projet, à l'enseignement : Espace / Composition-organisation / Lumière. Il englobe expérimentation, manipulation et investigation de l'espace, de la forme et de la lumière.

En 3ème année, c'est l'unité d'enseignement : Cultures et logiques constructives dans l'enseignement : Maîtrise des ambiances, que ces éléments sont pris en considération (G.A, 2010):

- Éclairage naturel et ensoleillement : soleil, voûte céleste, outils pratiques (héliodon...).
- Systèmes de protection extérieurs, leurs efficacités.
- Physique et physiologie de la vision. Photométrie et lois photométriques.
- Sources lumineuses et luminaires : caractéristiques et usages, critères de choix.
- Éclairage intérieur : bases de projet, applications.

Depuis une dizaine d'années, l'enseignement magistral des ambiances en 3^e et 4^e années était accompagné de plusieurs TD, dont un portait sur la conception - niveau esquisse- d'un projet d'éclairage urbain. Suite à la réforme LMD, ces enseignements sont désormais, intégrés à une unité d'enseignement, sur la construction de l'espace public et à un enseignement magistral, sur la construction de la ville, donnant lieu, à un TD commun : projet d'espace public traité aux niveaux social, soutenable et technique.

3.2.3.3. ENAC de l'EPFL (Lausanne):

C'est à partir de la première et de la deuxième année Bachelor (équivalent de la licence dans le système LMD), que l'enseignement de la lumière naturelle est pris en charge dans cette école. Cet enseignement se fait dans le cours physique du bâtiment (1,2 et 3), et sous forme de (Cours ex cathedra. Démonstrations. Website). L'interaction du bâtiment avec l'environnement (le soleil), les propriétés lumineuses et chromatiques des matériaux, et les systèmes d'éclairage naturel constituent le contenu de ce cours. Ces objectifs d'apprentissage sont :

- Détermination de la course solaire à toute latitude.
- Différencier les principales grandeurs lumineuses.
- Distinguer les propriétés lumineuses de matériaux de vitrage et de revêtements.
- Caractériser les propriétés colorimétriques d'un flux lumineux.
- Evaluer l'apport de lumière naturelle en divers points d'un local et en déduire les besoins complémentaires en éclairage artificiel.

En troisième année, l'enseignement de la lumière naturelle est associé à un projet architectural. En effet, après avoir acquis des connaissances théoriques, l'étudiant est plus à l'aise avec la conception architecturale. Il peut alors intégrer cette dimension dans son projet, et c'est ce qui se fait dans l'unité d'enseignement : Espace et lumière: Le projet d'éclairage.

4. APPRENTISSAGE ET TRANSFERT D'APPRENTISSAGE:

Apprendre c'est acquérir, s'approprier des connaissances, construire de nouvelles compétences, modifier sa façon d'agir, de penser, ...etc., c'est aller de ce que l'on sait vers ce que l'on ignore, du connu vers l'inconnu. En première approximation, on peut considérer l'apprentissage comme une modification stable et durable des savoirs, des savoir-faire ou des savoir-être d'un individu, modification attribuable à l'expérience, à l'entraînement, aux exercices pratiqués par cet individu. (Barnier, 2001).

Il est utile, de préciser ce que nous avons en tête, quand nous parlons d'apprentissage. On s'imagine parfois qu'il s'agit de ce qui se passe chez l'élève, au moment où l'enseignant s'adresse à lui. Cette idée, n'est pas seulement courte, mais fautive. Elle se résume en deux points : d'abord elle réduit indument la portée du terme, ensuite, elle suppose qu'une information donnée par l'enseignant, implique nécessairement qu'elle soit assimilée par l'enseigné.

L'apprentissage s'impose comme processus actif. Quand nous apprenons à réagir sous l'effet d'un stimulus, nous apprenons par là-même, à agir de manière similaire à des stimuli similaires. C'est ce qu'on appelle le transfert d'apprentissage. Les mécanismes de l'apprentissage ne régulent pas seulement notre développement intellectuel, mais aussi, notre comportement quotidien et nos émotions (Stones, 1973).

4.1. Les types d'apprentissage:

B Bloom se borne à proposer une classification des comportements humains, sans préciser quelles variétés d'apprentissage permettent de les faire naître et de les maintenir. Ses stratégies ne renseignent pas sur la nature des processus psychologiques qui y conduisent et ne précisent pas, en particulier, dans quelle mesure les mêmes processus jouent à différents niveaux taxonomiques (Minder, 1991).

Les niveaux taxiques de B Bloom sont :

- Connaissance.
- Compréhension.
- Application et analyse.
- Synthèse et évaluation.

L'apport décisif de RM Gagné (1965), est d'avoir proposé une classification des activités d'apprentissage, non plus, d'après leur niveau taxonomique, mais bien, d'après les conditions de leur réalisation. En effet, il hiérarchise huit catégories d'activités qui requièrent chacune des spécifications méthodologiques différentes, pour que l'apprentissage se produise. Ceci, présente un pas important franchi, entre la procédure de définition des objectifs et la mise au point d'une série limitée de stratégies didactiques.

Avec D Leclercq, on peut expliquer les divers niveaux de R M Gagné comme suit (Gagné, 1965) :

4.1.1. **Apprentissage de signaux:**

On est ici, en présence d'un réflexe conditionnel, le mode le plus élémentaire de l'apprentissage. C'est un signal, qui par association, provoque les réactions que provoquerait la situation elle-même. A titre d'exemple, un signe annonciateur de danger se substitue, en quelque sorte, au danger même.

4.1.2. **Apprentissage de liens stimulus-réponse:**

Il s'agit en réalité, du conditionnement opérant, étudié par Skinner qui s'appelle : formation de comportement. La technique qui consiste à obtenir des types de comportements par la manipulation de renforcement (Gagné, 1965, p91). Cette procédure est fondamentalement différente d'un apprentissage par essais et erreurs, car on peut gagner beaucoup de temps par l'apport d'indices externes. Cet apprentissage exige la répétition de l'association et progressivement du modelage du comportement. Au début, on accepte des réponses qui approchent celle souhaitée ; on devient progressivement exigeant.

4.1.3. **Apprentissage de chaînes motrices:**

Lors de l'apprentissage, des instructions verbales facilitent l'apprentissage des chaînes. Ces indices verbaux externes aident à sélectionner les liens corrects. L'apprenant peut se réciter les instructions à lui-même, mais elles disparaissent dès que l'apprentissage a eu lieu. Chaque lien stimulus-réponse doit avoir été appris ultérieurement. Les liens doivent être tous produits dans l'ordre correct, ils doivent être exécutés en séquences rapprochées, les uns des autres, et le dernier lien de la chaîne, doit aboutir à un état de choses satisfaisantes.

4.1.4. **Apprentissage de chaînes verbales:**

Cet apprentissage exige de ne pas dépasser les capacités de la mémoire immédiate. On doit avancer petit à petit. Le champ de mémoire immédiat s'élargit quand le matériel est familier et organisé par des apprentissages antérieurs. La confirmation de l'exactitude de la séquence est importante. L'apprenant doit émettre des réponses, et non pas rester passif. Les actions engendrent des stimuli kinesthésiques, visuels ou auditifs en retour. Ces stimuli facilitent la réponse suivante, comme dans le cas des chaînes motrices.

4.1.5. **L'apprentissage d'une discrimination multiple:**

Certaines correspondances sont connues par expérience, et l'apprenant peut procéder à plusieurs recouplements à leur propos ; d'autres ne sont connues que par le fil tenu d'une simple chaîne verbale. D'autres encore sont mal connues. Pour certaines, l'apprenant est conscient de son ignorance, mais pour quelques-unes, il croit savoir et se trompe. L'apprentissage consistera, à fournir à l'apprenant des repères fiables ou à l'aider à les trouver. Les discriminations multiples sont apprises rapidement, si le professeur transmet oralement ou visuellement les caractéristiques qui les guideront. Les caractéristiques découvertes, par l'apprenant lui-même, au cours d'une recherche, seront sans doute mieux retenues. L'expérience antérieure du sujet a aussi une importance.

4.1.6. L'apprentissage d'un concept:

Pour comprendre un concept, l'apprenant doit savoir, quels éléments ou quelles situations, font partie de la collection définie. Comme, il est souvent impossible de connaître toutes les caractéristiques, on se limite alors, aux propriétés essentielles du concept.

On peut connaître ces propriétés sans être capable de les énoncer, on en a une connaissance passive. Par exemple, nous savons très bien ce que recouvre le concept « bord », mais nous pourrions difficilement en énoncer les propriétés. Il est rare, que l'on apprenne les concepts par leurs définitions. L'acquisition des caractéristiques essentielles peut se faire par contraste avec un autre concept déjà acquis. Il n'est pas interdit, comme dans les autres types d'apprentissage, de procéder par approximations successives. On peut par exemple, dire à un enfant qu'un zèbre est « un cheval d'Afrique avec des rayures noires et blanches », et ne pas signaler tout de suite les autres différences.

Les concepts peuvent être appris, par la méthode des essais et erreurs, ou par un modelage du comportement ; ce sont, les seules méthodes possibles. On peut accélérer l'apprentissage, en énonçant la liste des caractères et le terme qui les englobe, les uns aidant à retenir l'autre et vice versa.

4.1.7. L'apprentissage d'un principe:

Pour R M Gagné, les principes sont des chaînes de concepts unis par une certaine relation. Ces combinaisons de concepts constituent ce que l'on appelle généralement la connaissance. Ils vont des plus empiriques, aux plus théoriques. Dans un principe, on retrouve plusieurs concepts. Si l'un, de ces concepts n'est pas connu, le principe ne sera pas compris.

R.M Gagné considère que, l'organisation psychologique de la connaissance peut être représentée comme une hiérarchie de principe. Ce ne sont pas des principes isolés qui sont appris, mais, des principes reliés entre eux, organisés, hiérarchisés et intégrés aux connaissances, déjà acquises. L'apprenant doit connaître chacun des concepts contenus dans le principe énoncé. Selon Gagné, si la répétition est souvent nécessaire, ce n'est ni pour l'acquisition, ni pour la rétention du principe, mais, pour combattre l'interférence de principes proches de celui que l'on veut faire acquérir.

4.1.8. Solution d'un problème:

D Leclercq a proposé une intéressante révision de la solution d'un problème dans la classification de R.M Gagné. Elle se présente, comme apprentissage d'algorithmes et apprentissage de stratégies :

4.1.8.1. Apprentissage d'algorithmes:

Pour lever l'ambiguïté de l'expression « utilisation d'un algorithme », qui peut désigner des performances bien différentes, D Leclercq propose de parler d' « algorithmes de principes », qui seraient aux principes, ce que les chaînes motrices et les chaînes verbales, sont aux liens stimulus-réponse. La connaissance des principes est requise pour l'application des algorithmes. La création d'un algorithme suppose l'analyse et la hiérarchisation de la solution du problème.

4.1.8.2. Apprentissage de stratégies:

R.M Gagné appelle stratégies, ou principes heuristiques, les instructions que l'apprenant se donne à lui-même lors de la résolution d'un problème. Les stratégies déterminent le choix et l'ordonnance des chaînes de principes (algorithmes). Pour lui, les vrais avantages de cette méthode, sont qu'elle conduit à des capacités individuelles hautement efficaces, généralisables, applicables et très bien retenues. En outre, elle satisfait l'élève et lui donne le goût du savoir.

5. LES TROIS MODELES D'APPRENTISSAGE:

La notion d'apprentissage, prend plusieurs significations, chez différentes tendances pédagogiques. Trois modèles d'apprentissage peuvent alors être distingués : i) le centré sur la matière et le maître, ii) celui du conditionnement et iii) le cognitiviste. Ce sont les travaux de Louis Not en 1988, et d'André Giordan en 1998 qui nous révèlent l'existence de ces trois modes.

Le but commun, de ces trois modes, est de faciliter l'apprentissage aux élèves, mais la façon, de réaliser cela, était différente. Entre méthodes traditionnelles / méthodes nouvelles; méthodes centrées sur les contenus / méthodes centrées sur l'apprenant et, méthodes passives / méthodes actives, ces méthodes se sont opposées au fil de l'histoire. Dans ce qui suit, nous avons tenté de mettre en exergue, le caractère général propre à chaque modèle.

'Les matières sont cloisonnées les unes aux autres, et l'accent est mis sur la qualité de la gymnastique mentale, plus que sur la résolution de problèmes de l'existence' (Mucchielli, 1985, p11). 'Apprendre dans ce modèle', disait R Mucchielli 'c'est mémoriser des connaissances, ou des séquences de gestes techniques, dont le maître donne le modèle' (Mucchielli, 1985, p11).

5.1. Le modèle centré sur la matière (contenu) et le maître:

Ce modèle revendique, que pour apprendre, il suffit que l'élève soit en situation de réception du message de l'enseignant (Giordan, 1998) qui détient le savoir ; et ce qui se passe en fin de compte chez l'enseigné, n'est pas vraiment le centre d'intérêt du processus d'apprentissage.

On est dans une situation où, l'enseignant s'approprie l'initiative et l'apprenant est passif dans le processus d'apprentissage, la connaissance est comme un contenu à imprimer dans la tête. C'est une méthode passive, dans laquelle ce qui compte le plus sont les connaissances données par l'enseignant, qui serviront par la suite, à l'apprenant pour exercer une activité sociale future. C'est un schéma de type (émetteur –récepteur), dans lequel, la prestation de l'enseignant est l'élément essentiel, et où la finalité de l'acte d'apprendre est l'acquisition de connaissances. (Aiche, 2006)

« Les matières sont cloisonnées les unes aux autres, et l'accent est mis sur la qualité de la gymnastique mentale, plus que sur la résolution de problèmes de l'existence » (Mucchielli, 1985, p11). « Apprendre dans ce modèle », disait R Mucchielli « c'est mémoriser des connaissances, ou des séquences de gestes techniques, dont le maître donne le modèle » (Mucchielli, 1985, p11).

Ce modèle a reçu plusieurs critiques. Ceci est indicateur des défaillances que ce modèle soulève, il s'agit de (Aiche, 2006) :

- la négligence des besoins et des intérêts des élèves.
- l'abondance du savoir et l'impossibilité pour l'enseignant de vouloir tout maîtriser et enseigner.

- la quantité du savoir qu'un apprenant peut retenir. Les études menées par R Mucchielli, (1985), dans ce domaine montrent que l'on peut retenir à peine 20% de ce que nous entendons en faisant attention.
- du point de vue organisation spatiale, ce modèle appelle à une certaine conception architecturale d'un ordre rigide. Celle-ci comporte principalement, une ou des classes, avec des conditions optimales d'éclairage, d'acoustique et de visibilité. En plus, de quelques tables et un tableau, enfin, tout ce qui permet à l'enseignant, de tenir la classe sous son regard et facilite la communication entre lui et les apprenants qui l'écoutent. Les classes s'organisent autour d'un espace commun, appelé cour, qui sert pour les récréations après de longues heures d'écoute.

En dépit de toutes les critiques qu'il a reçues ; ce modèle continue à représenter la forme dominante de l'apprentissage dans l'esprit d'un bon nombre de formateurs et dans l'organisation architecturale des espaces pédagogiques.

5.2. Le modèle du conditionnement (béhavioriste):

Contrairement au précédent, ce modèle place l'apprenant au centre du dispositif d'apprentissage. Celui-là, doit construire et découvrir la connaissance par la répétition et le dressage, conduisant à une modification de ses comportements. Par le rabâchage progressif, l'apprenant acquiert un nouveau comportement (Aiche, 2006).

L'enseignant s'attache à définir les connaissances en termes de comportements observables, mesurables (évaluables). Le rôle de l'enseignant reste important dès lors, que pour L Not la connaissance s'inscrit dans la personnalité de l'apprenant grâce à sa propre activité, mais c'est le pédagogue, qui de l'extérieur règle l'ordre et la forme des acquisitions. (Not L, 1988, p14).

Ce modèle s'appuie sur les théories psychologiques behavioristes qui ont les comportements observables des êtres comme objet d'études. Henri PIERON décrit l'apprentissage en relation au comportement, comme suit : 'il est caractérisé par une modification du comportement [...] dans les sens d'une adaptation progressive, au cours d'activités répétées dans des conditions semblables' (Mucchielli, 1985, pp44-45).

La pédagogie par objectifs s'est dégagée de cette théorie. Elle représente la concrétisation par la mise en œuvre d'une pratique pédagogique, s'appuyant essentiellement sur la définition de plusieurs niveaux d'objectifs préalables à tout apprentissage. Cette pédagogie consiste à analyser les contenus à faire apprendre, et tirer les objectifs que l'on propose aux apprenants sous forme de comportements à exécuter (De Landsheere, 1998, p32).

Ce modèle présente des avantages et des inconvénients. Son avantage se caractérise par la rigueur obtenue par le découpage, la progression méticuleuse, et l'évaluation de chaque étape (Parisot JC, 1991, p28) ce qui pourrait augmenter l'efficacité de l'enseignement.

Son inconvénient, c'est de vouloir décomposer le problème en une multitude de petites tâches à résoudre. Elle atomise la formation en de multiples apprentissages partiels juxtaposés, comme si l'apprentissage était linéaire (Parisot, 1991, p28). Cette démultiplication des objectifs (du plus grands jusqu'à l'infiniment petit), dont l'articulation est difficilement réalisable, pourrait faire perdre le caractère complexe du problème traité (Aiche, 2006).

La mise en œuvre de cette pédagogie n'appelle pas à une autre conception de l'espace pour l'accueillir. Ce qui peut se traduire par constance de l'organisation spatiale. Tout comme pour l'ancien modèle, c'est le système de la classe qui prédomine.

5.3. Le modèle cognitiviste ou les méthodes pédagogiques actives proprement dites:

Pour mieux comprendre ce modèle d'apprentissage, il faut tout d'abord comprendre la distinction que JC Regnier (1988), fait entre : apprendre et enseigner.

Pour lui, « enseigner c'est ce que fait le maître. Pour cela, il organise son action à partir d'une méthode pédagogique, c'est-à-dire, un système complexe régulé et évolutif, articulant les moyens et les fins de l'éducation, et s'appuyant sur des principes et des connaissances didactiques» (Regnier, 1988, pp255-279). L'acteur principal du processus pédagogique est le maître, et l'acte d'apprentissage est d'abord son affaire. « Apprendre par contre est un processus complexe, qui dans un environnement, implique un sujet conscient (l'apprenant) » (Regnier1988, pp255-279). L'acteur de ce processus est l'apprenant lui-même, parce que, la formation est centrée sur lui, et non sur un programme d'enseignement.

Dans ce modèle, on est dans le répertoire de l'apprentissage. C'est un modèle cognitiviste, qui entrevoit son implication réelle et effective dans la construction de la connaissance. Il présente une révolution qui s'oppose aux méthodes traditionnelles, qui accordent un rôle passif à l'apprenant dans l'acte d'apprentissage. Ces méthodes encouragent la construction de son savoir à partir de situations proposées, et tendent à développer l'autonomie de l'apprenant, et sa capacité à apprendre (Medici, 1962).

Pédagogie active ou méthodes actives, présentent la pédagogie qui se développe de ce modèle. Ces méthodes actives, s'appuient sur la psychologie cognitive. Cette dernière, entend l'apprentissage comme étant, une modification des structures mentales en relation directe avec la mémorisation (Allaoua, 1998, p13).

On appelle pédagogies actives, les méthodes utilisées par les pionniers de l'éducation nouvelle (l'école active): Bovet, Claparède, Cousinet, Dewey, Ferrière, Freinet, Montessori, Winnetka, Dalton, Decroly, etc. Celles qui voulant rompre avec l'enseignement traditionnel et la relation de contrainte qui le caractérise, ont basé leur pédagogie sur l'activité propre de l'enfant, sa spécificité fonctionnelle, son intérêt (Medici, (1962). Ce système va plus tard s'étendre à toute l'échelle de l'enseignement. L'inventaire des approches actives, fait apparaître qu'il y a autant de méthodes que de noms de pédagogues (Méthode Montessori, Cousinet, Freinet, Winnetka, système Dalton, Decroly, etc.).

Cependant, toutes ces méthodes partagent l'idée de permettre à l'apprenant de se prendre en charge, de se construire une personnalité, et de s'affirmer (Medici A, 1962). La substitution de l'apprentissage par l'élève à l'enseignement du maître dans l'éducation nouvelle suppose, avant tout, un changement radical de l'attitude pédagogique du maître dans ses rapports avec ses élèves et au savoir (Aiche, 2006).

On peut dire que les méthodes actives redéfinissent l'apprentissage dans le cadre d'un échange actif entre l'apprenant et son environnement, et à travers duquel, la connaissance se construit par un système d'assimilation/accommodation. Par ce processus, l'enseigné devient l'apprenant, invité à produire des connaissances par soi-même, et avec l'aide de l'enseignant, et en construisant la connaissance, il se construit soi-même (Aiche, 2006).

Enfin, il est important de noter que Allaoua (1998) évoque que Maria Montessori plaidait pour une liberté de l'enfant de se déplacer dans la classe, et du choix du matériel pédagogique et va jusqu'à l'adaptation de ce matériel à la taille des enfants.

6. DISCUSSION:

L'ensemble des éléments théoriques abordés dans ce chapitre, nous ont permis de mieux comprendre deux concepts clés dans notre recherche, à savoir : l'enseignement et l'apprentissage. Sans oublier, la revue de littérature réalisée qui s'ouvre sur une lecture critique qui servira par la suite à mettre en place des modèles qui peuvent convenir à notre travail de recherche.

Arrivé à la fin de ce chapitre, le recueil de l'ensemble d'information nous éclaire sur la position de l'enseignement de la lumière naturelle en Algérie et en Europe, dans notre modèle conceptuel proposé ; et ce en vue d'une meilleure insertion de celle-ci dans son enseignement en architecture et dans les modèles d'apprentissage.

En effet, en Algérie, séminaristes et chercheurs boudent la question de la lumière naturelle et son enseignement en architecture. Dans les écoles d'architecture, la situation n'est pas meilleure ; rares sont les écoles qui s'intéressent à ce sujet. Dans ces écoles, soit sous l'ancien système, ou sous le nouveau système, l'enseignement suit une méthode qui consiste à transmettre des connaissances (grandeurs photométriques, ensoleillement,... etc). L'enseignement s'arrête à ce stade, c'est-à-dire, les deux autres méthodes proposées dans notre modèle conceptuel, à savoir évaluation et création, ne sont pas prise en compte. Le modèle d'apprentissage suivi est un modèle centré sur la matière et le maître, l'étudiant est dans une position passive : dans laquelle il reçoit les enseignements par son enseignant. En Europe, la situation diffère, notamment dans les écoles d'architecture possédant un laboratoire de recherche sur les ambiances architecturales. Dans ce cas, la question de l'enseignement de la lumière naturelle est beaucoup plus insérée lors de l'élaboration des programmes.

Comparées aux méthodes d'enseignement proposées dans notre modèle conceptuel, ces écoles suivent deux méthodes d'enseignement : il s'agit de la prise de conscience et de la création. En effet, la formation débute en première ou en deuxième année, selon l'école, par transmettre les connaissances théoriques fondamentales concernant l'éclairage naturel et se poursuit en troisième année par un projet de création, séminaire ou workshop. Notre deuxième méthode proposée (évaluation), n'est pas prise en compte dans leurs processus d'enseignement. Le modèle d'apprentissage passif reste de rigueur dans ces écoles, mais il est important de mettre l'accent sur l'introduction dans certains cas d'un apprentissage actif dans lequel l'étudiant participe et joue un rôle prépondérant (manipulation, expérimentation,...etc.).

CONCLUSION:

Arrivé à terme de ce chapitre, nous voilà prêts à entamer notre travail de recherche. En effet, ce chapitre introductif, a pu nous offrir une base de travail. Il s'agit du modèle conceptuel grâce auquel, nous pouvons entamer sereinement, et de façon organisée, la partie théorique et la partie analytique.

Sans négliger, son apport théorique, qui nous a permis, de mieux voir la situation de l'enseignement de la lumière naturelle d'une part dans les écoles Algériennes et étrangères, et d'autre part selon l'ancienne et la nouvelle réforme. Ceci, sera d'un très grand apport dans les étapes qui vont suivre.

INTRODUCTION:

L'apprentissage sensoriel débute par une sensation qui découle d'une stimulation d'un organe sensoriel. Dans la discipline de l'architecture, et de l'urbanisme, plusieurs travaux de recherche font recours à d'autres disciplines et d'autres sciences, comme la physiologie et la physique, en vue de comprendre certains phénomènes physiques liés à l'homme, et afin de mieux le cerner dans le but d'améliorer son cadre de vie. Ces recherches portent sur certains domaines sensoriels, comme la vue, l'ouïe, l'odorat, et le toucher.

La physiologie est une science qui étudie des processus physiques et chimiques qui ont lieu dans les organismes vivants lors de l'accomplissement des fonctions vitales. Elle entretient des relations étroites avec l'anatomie et la médecine. Ce n'est sans doute pas étonnant que l'organe sensoriel soit étudié par l'entremise de cette science. En effet, à l'aide de la physiologie, la possibilité de comprendre la composition et le fonctionnement de l'organe sensoriel de la vue s'offre à nous. Il s'agit en réalité du système visuel commençant par l'œil organe récepteur de ce système.

Partant d'une stimulation, la sensation n'aurait pas eu lieu sans un stimulus, élément déclencheur de cette stimulation. La physique peut être définie comme une science qui étudie par l'expérimentation et par développement de concepts et de théories les propriétés fondamentales de la matière, de l'énergie, de l'espace et du temps, et qui vise à expliquer l'ensemble des phénomènes naturels en établissant des lois qui les régissent. Cette définition nous indique que la physique peut être par excellence la science qui explique le stimulus de la vision: la lumière.

En fonction de l'apprentissage sensoriel, une prise de conscience doit se faire durant la formation du futur architecte, c'est à dire, l'étudiant en architecture. Cette prise de conscience correspond à des connaissances relatives à la lumière naturelle qui peuvent être acquises dans le domaine de l'architecture. Le contenu, l'emplacement, et les méthodes d'enseignement de ces connaissances sont fortement liés au processus sensoriel. C'est cette prise de conscience, cette acquisition de connaissances qui est abordée dans la deuxième partie de ce chapitre.

1. SENSATION:

Les sens sont au nombre de cinq : la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher ; c'est ce que chacun de nous sait, depuis sa plus tendre enfance. Les cinq sens correspondent a priori à des organes précis de notre corps: les yeux, les oreilles, le nez, la langue et la peau. Ces organes sensoriels se situent plus ou moins à la surface de notre corps, en interface entre notre corps et le monde extérieur (Corcuff, 2007).

La sensation peut être définie comme 'Phénomène par lequel une stimulation physiologique (externe ou interne) provoque, chez un être vivant et conscient, une réaction spécifique produisant une perception; état provoqué par ce phénomène. Sensation gustative, olfactive, tactile, visuelle; sensation du goût, du tact, du toucher, de la vue. Sensation de chaud, de froid; sensation de faim, de soif; sensation d'acidité, d'aigreur, d'oppression, de picotement'. (CNRTL, 2010).

C'est un phénomène psychologique concomitant de l'arrivée d'un flux nerveux au cortex cérébral. Elle est donc spécifique d'une modalité sensorielle, ou même d'une seule caractéristique de la stimulation (Bagot, 1999).

Elle peut aussi être définie comme un ‘État de conscience plus affectif qu'intellectuel; perception immédiate (d'un état physique ou moral). Sensation agréable, délicieuse, exquise, enivrante, forte, subtile, vive, sensation violente, sensation d'attente, de dégoût, d'écoeurement, de fatigue, accroître, diminuer les sensations’ (CNRTL, 2010).

C'est ‘ un psychique élémentaire résultant d'une modification de l'environnement. Cette définition implique qu'il ait eu un traitement minimum d'information par le système nerveux central à la suite d'une stimulation d'organe sensoriel’ (Bagot, 1999, p14).

Ces définitions révèlent l'existence de deux domaines disciplinaires pour l'étude de la sensation : i) la psychologie et ii) la physiologie. Dans ce chapitre nous traitons uniquement le domaine physiologique de la sensation.

1.1. Classification des sensations:

Il existe un système sensoriel responsable de sensations spécifiques pour chacune des cinq sensations, sans oublier d'y ajouter le système vestibulaire, impliqué dans l'équilibration de notre tête dans l'espace et sur les emplacements qu'elle subit (Bagot, 1999).

1.1.1. Sensations somesthésiques:

Les sensations somesthésiques englobent celles de nature :

- **Extéroceptive** : tactile et thermique : il s'agit de récepteurs externes.
- **Proprioceptive**: la tension des muscles, des tendons et des ligaments, ses sensations sont inconscientes.
- **Intéroceptive**: la sensibilité des viscères : dans ce cas il s'agit de récepteurs internes.
- **Nociceptive** : la sensibilité à la douleur.

1.1.2. Sensations spécifiques:

Elles incluent : vision, audition, olfaction, gustation et équilibration. Dans notre travail de recherche, nous nous intéressons aux sensations spécifiques et plus précisément à la **vision**.

1.2. La vision:

Pour appréhender son environnement, l'homme a besoin de modalités sensorielles comme la vision qui est parmi celles des plus utiles (Bagot, 1999). L'œil est l'organe de la vue ; mais la vision, nécessite l'intervention de zones spécialisées du cerveau (le cortex visuel). Celles-ci analysent, synthétisent et interprètent le flux lumineux qui a pénétré l'œil afin de nous permettre de prendre connaissance de notre environnement (Tabart 2006).

Dans cette partie, nous allons tenter d'expliquer ce processus visuel, en partant de l'œil lorsque la lumière frappe les récepteurs spécialisés au fond des globes oculaires jusqu'au cortex visuel.

1.3. Mécanismes de la vision:

La vision est une expérience visuelle essentielle. Comparée à d'autres modalités sensorielles, elle prend une partie importante du cerveau humain. A la base du mécanisme de la vision, un stimulus issu du monde physique qui passe par des spécifiques, qui ont une certaine configuration physiologique et possèdent des récepteurs qui réagissent à ce stimulus. Comprendre les mécanismes de la vision consiste à suivre un itinéraire pour découvrir où il mène. Cet itinéraire commence par le système visuel d'analyse, à savoir la lumière, passe ensuite par le système optique pour se terminer au niveau du cerveau (Kolb et Whishaw, 2002).

1.4. Sciences liées aux mécanismes de la vision:

Pour pouvoir expliquer les mécanismes de la vision il faut chercher des explications dans toutes les sciences qui se sont intéressées à ces mécanismes. La physique et la physiologie ont fortement contribué à l'explication de la vision. Elles ont apporté, chacune dans son domaine, beaucoup de réponses. En effet, la physique a expliqué un phénomène issu de son monde, il s'agit du stimulus visuel qui est la lumière. Quant à la physiologie, elle a apporté sa contribution en expliquant la structure et le fonctionnement organique du système visuel (Corcuff, 2007).

1.4.1. La physique:

La physique est une science exacte qui étudie l'ensemble des phénomènes naturels associés à la matière, au temps ou à l'espace, et qui élabore leurs lois constitutives. La lumière fait partie de ces phénomènes, et c'est de ses caractéristiques physiques que nous allons parler dans cette partie (Kolb et Wishaw, 2002).

1.4.1.1. La lumière : Stimuli visuel:

1.4.1.1.1. Survol historique

La lumière est un phénomène physique qui nous permet de voir autour de nous. Sa nature et ses propriétés physiques ont attiré la curiosité et l'intérêt des penseurs depuis l'antiquité. Plusieurs théories sont apparues pour expliquer ce phénomène comme la théorie d'Ibn al-Haytham (965-1039), celle de Huygens (1629-1695) élève de Descartes et celle de Newton (1643-1727). Mais, c'est au milieu du XIX^{ème} siècle que Maxwell a pu déduire que la lumière est une onde électromagnétique.

Au début du XX^{ème} siècle, Einstein crée une nouvelle théorie : la lumière est formée de grains d'énergie qui se propagent (les photons). Louis de Broglie (1892-1987) qui a fait beaucoup de recherche dans ce domaine, est considéré comme le fondateur de la mécanique ondulatoire. (Taillet, 2006). C'est à cette théorie ondulatoire que nous allons nous référer dans ce travail de recherche (ACA, 2011).

1.4.1.1.2. Définition

A la fin du XIX^{ème} siècle James Maxwell définit la lumière comme un faisceau d'ondes électromagnétiques se déplaçant à vitesse constantes dans le vide (300.000 kilomètres par seconde). C'est le domaine très restreint des ondes électromagnétiques auxquelles le système visuel est sensible. La lumière peut être représentée sous forme d'une onde en continu mouvement, avec des ondes "lumineuses" qui n'ont pas la même longueur. La lumière est une énergie électromagnétique qui provient d'une source lumineuse. Cette énergie en provenance du monde extérieur est conduite à l'intérieur de l'œil, frappe une surface sensible à la lumière localisée à l'arrière de l'œil, appelée la rétine. C'est à partir de la stimulation de récepteurs localisés à l'arrière de la rétine que commence le processus de création d'un monde visuel (Kolb et Wishaw, 2002).

1.4.1.1.3. Sources de la lumière

La lumière est une énergie électromagnétique. Dès lors nous pouvons affirmer que ce que nous voyons est constitué d'énergie électromagnétique. Cette énergie provient soit directement de la source qui la produit, comme une lampe ou le soleil, soit directement d'une source lumineuse dont

la lumière est réfléchiée par un ou plusieurs de ses objets même. Dans chacun des deux cas il s'agit d'énergie lumineuse en provenance du monde extérieur (ACA, 2011).

1.4.1.1.4. Spectre visible

On appelle spectre visible la partie du rayonnement solaire (pour la lumière du jour) qui parvient sur terre après avoir traversé les couches de l'atmosphère. Ces ondes sont comprises entre 400 et 700 nanomètres (nm) (Figure II.1).

Le spectre de la lumière visible est déterminé non pas par les propriétés physiques des ondes lumineuses, mais par celles de nos récepteurs visuels. Si nous possédions des récepteurs capables de détecter la lumière dans le registre de l'ultra-violet ou dans celui de l'infrarouge, nous verrions des couleurs supplémentaires, (Kolb et Whishaw, 2002).

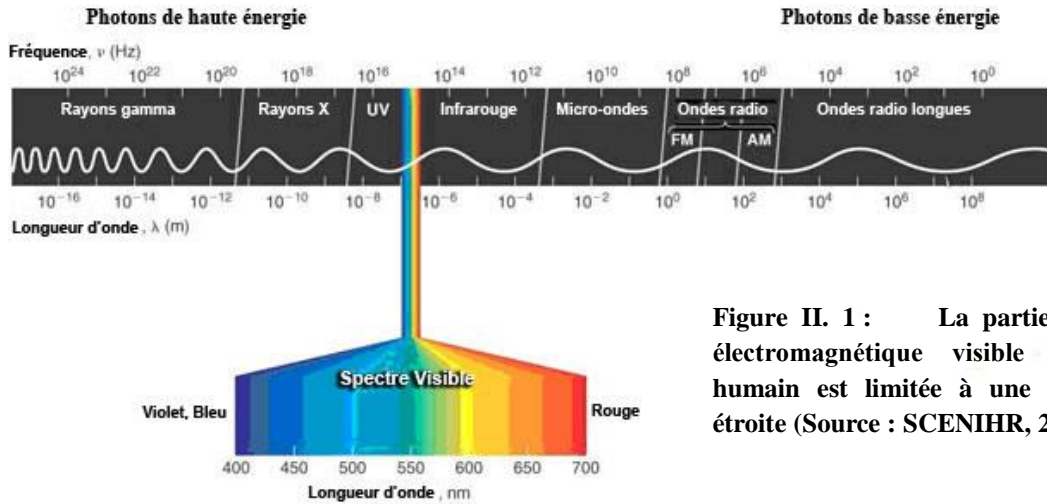


Figure II. 1 : La partie du spectre électromagnétique visible pour l'œil humain est limitée à une fenêtre très étroite (Source : SCENIHR, 2008).

1.4.1.1.5. Unité de mesure

Une onde électromagnétique (O.E.M.) est définie par la longueur d'onde (L), la période (T) et L'amplitude (A). La longueur d'onde est exprimée en nanomètre (Figure II. 2). Un nanomètre correspond à un milliardième de mètre (ACA, 2011).

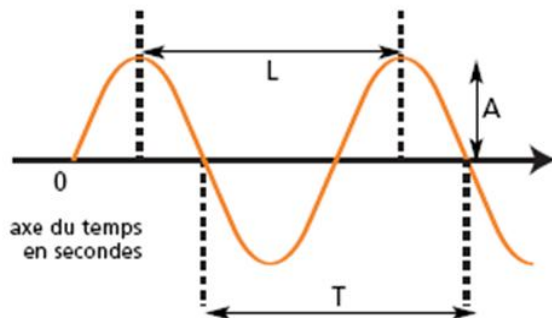


Figure II. 2 : Une onde électromagnétique. (Source : ACA, 2011).

1.4.1.1.6. Vitesse de la lumière

Le rayonnement lumineux se déplace en ligne droite dans tous les milieux y compris le vide, contrairement au son qui a besoin des petites particules d'air comme support de diffusion. Sa vitesse est de 300 000 km/s dans le vide ou dans l'air. C'est la vitesse limite de l'univers, appelée vitesse de la lumière. Aucun objet ayant une masse ne peut se déplacer aussi vite. La lumière se transmet dans plusieurs milieux (l'air, le vide, l'eau...) (Kolb et Whishaw, 2002). (Figure II. 3)

air-vide	300 000 km/s
eau	225 000 km/s
verre	200 000 km/s
diamant	124 500 km/s

Figure II. 3 : Vitesses de la lumière (Source : ACA, 2011).

1.4.1.1.7. Propagation de la lumière

Dans un milieu homogène, la lumière se déplace suivant des lignes droites, appelées rayons lumineux. La lumière du soleil met environ huit minutes pour nous parvenir selon une trajectoire rectiligne. Les faisceaux lumineux regroupent un nombre infini de rayons lumineux. (Bagot, 1999). Le contact d'un rayon lumineux avec un objet (opaque ou transparent) peut s'effectuer selon plusieurs manières.

La diffraction :

Un rayon lumineux rasant les bords d'un corps opaque est divisé, c'est la diffraction. Lorsque l'objet est macroscopique, l'effet est généralement négligeable mais il devient important quand les dimensions de l'objet sont compatibles avec la longueur d'onde de la lumière. Ce phénomène varie en fonction de la longueur d'onde des radiations lumineuses (De Herde, 2002).

- L'absorption : Elle correspond à une diminution de l'énergie du rayonnement qui est absorbée par les molécules du milieu. Elle est négligeable dans l'air, et très importante dans l'eau. Un objet éclairé par la lumière naturelle, en absorbe plus ou moins les composantes. Il apparaît respectivement noir ou blanc, s'il les absorbe ou les renvoie. L'absorption lumineuse est responsable de l'ombre portée et de la pénombre. L'ombre portée est créée lorsqu'un corps opaque placé devant une source lumineuse obscurcit une région de l'espace. La pénombre est la zone de transition qui apparaît entre l'ombre portée et la pleine lumière lorsque les dimensions de la source lumineuse augmentent, tandis que lorsque la source lumineuse est ponctuelle, le passage de la région de l'espace éclairée à la région obscure se fait sans transition (Bagot, 1999).
- La réflexion : Elle correspond à la propriété de la surface des objets de renvoyer les rayons lumineux. Une surface dont le facteur de réflexion est élevé réfléchit beaucoup la lumière et apparaît claire. Une surface dont le facteur de réflexion est faible réfléchit peu de lumière et apparaît sombre. Il existe trois modes de réflexion (Figure II.4).

La réflexion spéculaire : la lumière est renvoyée selon un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence du rayon lumineux. C'est le cas d'une surface parfaitement polie.

La réflexion diffuse : lorsque la réflexion se propage dans toutes les directions de l'espace en raison de la légère granulation de la surface. Il existe deux types de réflexion diffuse : la réflexion diffuse parfaite : la lumière est réfléchie distribuée dans toutes les directions, et la réflexion diffuse quelconque : la lumière se répartit de manière aléatoire.

La réflexion mixte : la lumière est réfléchie de manière diffuse, mais privilégie une direction précise.

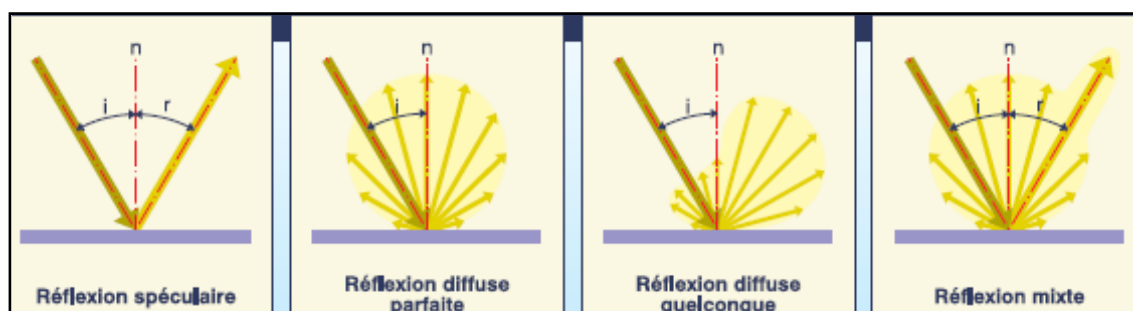


Figure II. 4 : Les modes de réflexion (Source : De Herde, 2002)

La transmission :

Concernant la transmission de la lumière, les corps peuvent être regroupés en trois catégories : transparents, translucides ou opaques. La transmission lumineuse est une propriété variable en

fonction de l'épaisseur d'un matériau (De Herde, 2002). On compte quatre modes de transmission de la lumière (Figure II. 5):

- La transmission directionnelle : la lumière est transmise selon un angle égal à l'angle d'incidence du rayon lumineux.
- La transmission diffuse parfaite : la lumière transmise est distribuée dans toutes les directions
- La transmission diffuse quelconque: la lumière se répartit de manière aléatoire
- La transmission mixte : la lumière est transmise de manière diffuse mais privilégie une direction précise.

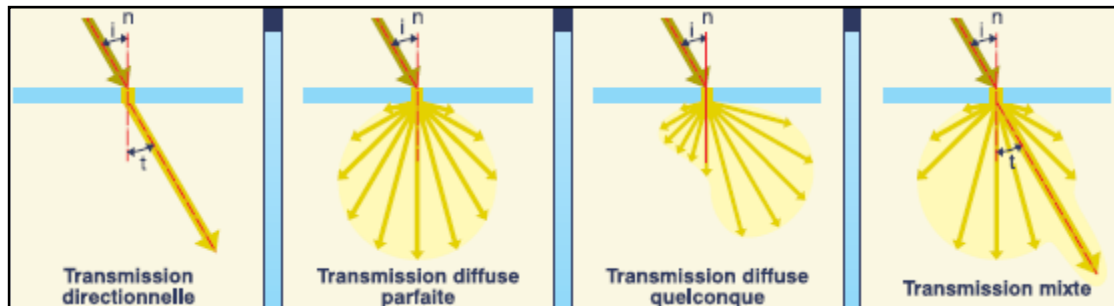


Figure II. 5 : Les modes de transmission (Source : De Herde, 2002)

La diffusion :

C'est la dispersion des rayons lumineux dans toutes les directions de l'espace par des particules microscopiques et même par les molécules de l'air. Dans ce cas, la diffusion est d'autant plus importante que la longueur d'onde est courte (Bagot, 1999).

La réfraction :

Correspond à l'inclinaison de la direction des rayons lumineux lors d'un changement de milieu de propagation. C'est grâce à la réfraction des rayons lumineux par la cornée et le cristallin, que des images optiques de l'environnement peuvent se former sur la rétine (Bagot, 1999).

La polarisation:

La lumière possède la symétrie de révolution et ses ondes lumineuses vibrent normalement dans les trois directions. Mais après réflexion, les ondes lumineuses perdent leurs symétries de révolution et ne vibrent plus que dans deux dimensions. En utilisant ce phénomène et en croisant des filtres polariseurs, nous pouvons éteindre complètement un faisceau lumineux. L'utilisation d'un filtre polariseur permet notamment de supprimer les réflexions lumineuses indésirables sur les vitrages des magasins (De Herde, 2002).

1.4.2. La radiométrie:

C'est la discipline qui étudie et mesure l'énergie transportée dans l'ensemble de la gamme des rayonnements électromagnétiques, y compris la lumière visible. C'est un système d'unités physiques bien défini qui permet de quantifier l'énergie de toutes les radiations qu'elles soient visibles ou non. La radiométrie ne tient pas compte de la nature du récepteur. Ces grandeurs ne sont pas idéales pour la lumière, car des sources de même énergie peuvent être visibles ou invisibles selon leurs longueurs d'onde. Le radiomètre est l'appareil utilisé pour effectuer ces mesures afin d'avoir la totalité de l'énergie transportée par le rayonnement (Rigaudière, 2009).

1.4.2.1. Les unités radiométriques:

Les unités principales sont au nombre de quatre, elles sont en réalité des unités physiques indépendantes de la longueur d'onde (Figure II. 6).

Deux unités sont définies pour des sources émissives ponctuelles (le flux énergétique et l'intensité énergétique), la troisième pour des sources émissives étendues (la luminance énergétique) et la quatrième pour des sources émissives ponctuelles ou étendues (Annexe B) (Rigaudière et al, 2009).

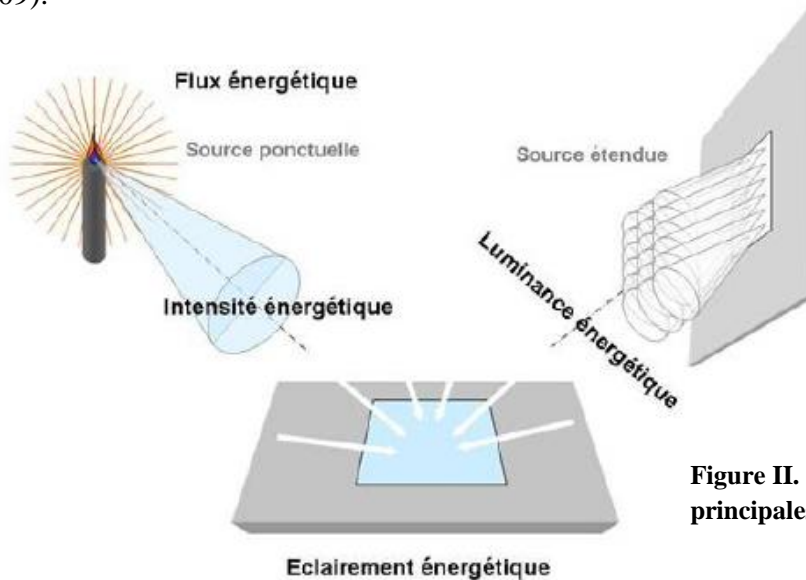


Figure II. 6 : Quatre grandeurs énergétiques principales (Source : Rigaudière et al, 2009).

1.4.3. La photométrie:

La photométrie n'est qu'une section limitée de la radiométrie. Elle définit des grandeurs adaptées à la mesure de la lumière, en pondérant les grandeurs énergétiques en fonction du système visuel (Bagot, 1999).

La photométrie a pour but, la qualification des grandeurs relatives au rayonnement en fonction de l'impression visuelle produite (Liébard, 2005).

Pour pouvoir mesurer et qualifier objectivement les phénomènes lumineux, il faut recourir aux grandeurs photométriques qui sont : le flux lumineux, l'intensité lumineuse, l'éclairage et la luminance. Il est dès lors nécessaire de définir ces grandeurs (Annexe C).

1.4.4. La physiologie:

La physiologie humaine, dans son sens actuel est la science des fonctions de l'homme vivant. Elle étudie la composition, le fonctionnement, le rôle et l'organisation des organismes vivants. La méthode utilisée en physiologie est essentiellement descriptive.

Pour définir ce qui est important dans une scène, il est nécessaire de savoir comment notre système visuel capte, traite et analyse le flux et les images qu'il reçoit de notre environnement.

Chaque sens correspond physiologiquement à des récepteurs d'un type particulier : pour la vue il s'agit des récepteurs sensibles à la lumière.

De cette façon, le stimulus de la vision à savoir la lumière, est suivie de l'organe récepteur jusqu'au lieu où les informations sont traitées, afin de mieux comprendre le processus sensoriel de la vision.

Dans ce qui suit il est question de présenter de manière non exhaustive les fonctionnalités du système visuel de la rétine jusqu'aux premières aires du cortex visuel primaire (Tabart G. 2006).

1.4.4.1. Structure et physiologie du système optique (visuel):

L'œil est l'organe de la vue, mais la vision nécessite l'intervention de zones spécialisées du cerveau (le cortex visuel) qui analysent et synthétisent les informations collectées. Il s'agit d'un

mécanisme de base de la vision; un système visuel avec sa propre structure et sa propre physiologie, allant de l'œil jusqu'au cortex visuel (Tabart G. 2006).

1.4.4.1.1. L'œil

L'œil est l'organe récepteur du système visuel, (Figure II. 7). Fonctionnellement, il possède plusieurs parties distinctes. i) la sclérotique : partie blanche qui forme le globe oculaire, de forme presque sphéroïdale de diamètre 24mm chez l'adulte dont la fonction est de former une image sur la rétine, ii) la cornée : couche translucide qui recouvre la partie externe du globe oculaire, iii) l'iris qui s'ouvre ou se ferme pour moduler la quantité de lumière entrant dans l'œil ;iiii) le cristallin qui focalise la lumière, et la rétine où l'énergie lumineuse est transformée en activité nerveuse (Kolb,Whishaw. 2002).

Dans cet organe, la lumière passe, d'abord par la cornée, traverse ensuite l'humeur aqueuse, puis l'iris et le cristallin, pour atteindre enfin la rétine. (Bear M.F, 2002). C'est cette partie de l'œil, c'est-à-dire la rétine, qui est traitée dans ce qui suit.

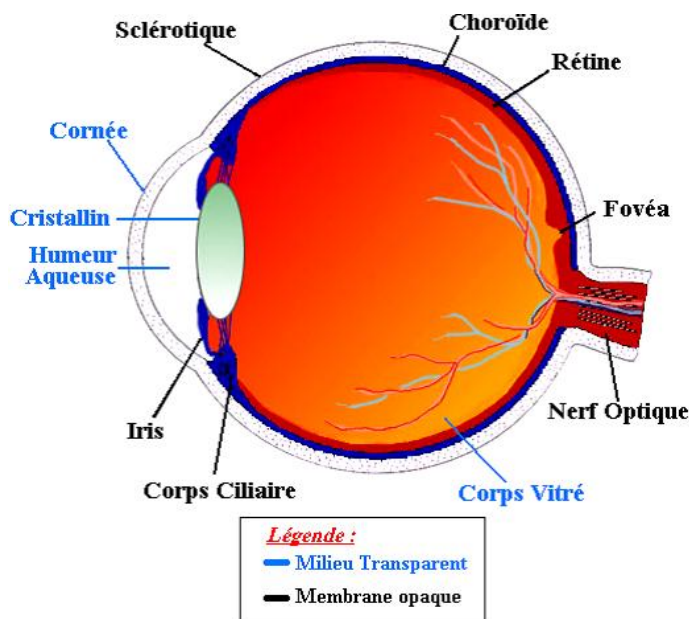


Figure II. 7 : Anatomie de l'œil.
(Source : Lekhal et Per Einar E, 2002).

1.4.4.1.2. La rétine

La rétine tapisse le fond de l'œil. La lumière, constituée d'ondes électromagnétiques, est convertie en impulsions électriques par les constituants de la rétine : les photorécepteurs. Donc, la rétine est le lieu de traduction du message lumineux, venant de l'extérieur en signaux nerveux, envoyés au cerveau. La rétine est constituée de plusieurs couches de cellules que l'on décrit en allant de l'extérieur (le côté de la choroïde) vers l'intérieur du globe oculaire (Valat, 2007) (Figure II. 8) (Tableau II. 1).

L'épithélium pigmentaire est constitué d'une couche de cellules, qui contiennent de la mélanine et absorbent la lumière. La partie neurale est composée de trois couches distinctes de neurones : i) la couche des photorécepteurs, ii) la couche des cellules horizontales et bipolaires, et iii) la couche des cellules ganglionnaires. Ces trois couches de neurones sont séparées par deux zones de contacts synaptiques, la couche plexi forme externe et la couche plexi forme interne.

La rétine contient aussi trois autres types de neurones (Buser & Imbert, 1987): i) les cellules horizontales et les cellules amacrines qui forment deux circuits horizontaux, et ii) les cellules interplexiformes.

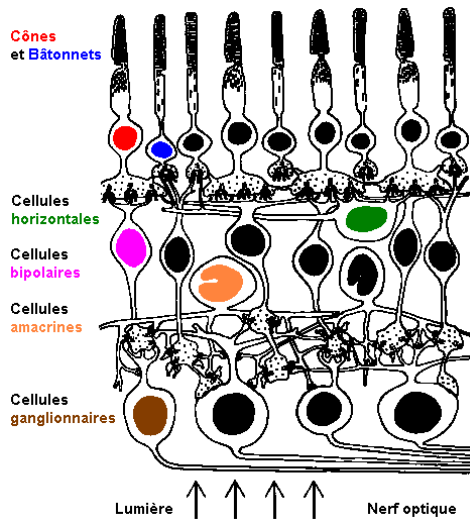


Figure II. 8 : Coupe transversale de la rétine (Source : FRC, 2010).

	Système photo pique	Système scotopique
Récepteurs	Cônes	Bâtonnets
Nombre de photorécepteurs	5 millions	120 millions
Photo pigments	3 opsines différentes	Rhodopsine
Sensibilité	Faible, vision diurne	Élevée, vision nocturne
Localisation dans la rétine	Fovéa et Para-fovéa	Hors de la fovéa
Taille du champ récepteur	Petit en fovéa et s'agrandit en périphérie	Plus grand

Tableau II. 1 : Photorécepteurs de la rétine Propriétés des deux systèmes issus des cônes (vision photo pique ou diurne) et des bâtonnets (vision scotopique ou nocturne). (Source : Chauvin, 2003).

1.4.4.1.3. Les photorécepteurs

La couche des photorécepteurs est la couche la plus profonde de la rétine. On distingue deux types de photorécepteurs différents : les cônes et les bâtonnets. Leur répartition sur la rétine n'est pas homogène, et divise celle-ci en trois zones : i) la fovéa, ii) la para fovéa également appelée « tache jaune », et iii) la périphérie. A ces trois régions vient s'ajouter la papille optique également appelée « tache aveugle », qui correspond à l'endroit où se rejoignent tous les axones des cellules ganglionnaires qui quittent la rétine à destination des centres supérieurs (aires du cortex). Ils forment ainsi le nerf optique. Cette zone est dépourvue de cellules nerveuses à l'exception de ces axones. Elle constitue donc un point aveugle de la rétine, qui correspond à un trou dans le champ visuel (Figure II. 9) (Guyard N, 2005).

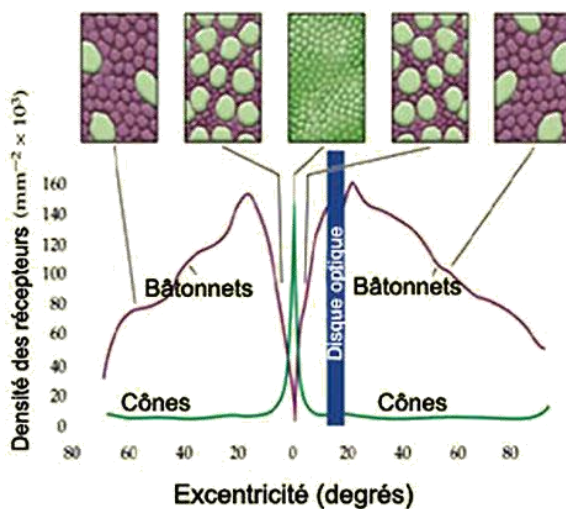


Figure II. 9 : Distribution des cônes et des bâtonnets dans la rétine. (Source : FRC, 2010)

1.4.4.1.4. Cônes et bâtonnets

La rétine comporte environ 130 millions de cellules photosensibles différentes, portant des noms reflétant leur forme : cônes et bâtonnets (Figure II. 10) Les cônes sont environ au nombre de 5 millions par rétine chez l'homme (Bullier, 1997). Ils répondent à une luminosité intense. Ils permettent la vision des couleurs et nous assurent une capacité à distinguer les détails. Les cônes sont de trois types selon leur courbe de sensibilité spectrale (Schnapf, 1988). La proportion de chacun des types de cônes varie suivant les espèces et chez l'homme suivant les personnes.

Il y a environ 120 millions de bâtonnets par rétine chez l'homme (Bullier, 1997). Ils sont visiblement plus nombreux que les cônes et sont plus sensibles en lumière faible. Ils servent principalement à la vision nocturne. Il n'existe qu'une seule sorte de bâtonnets.

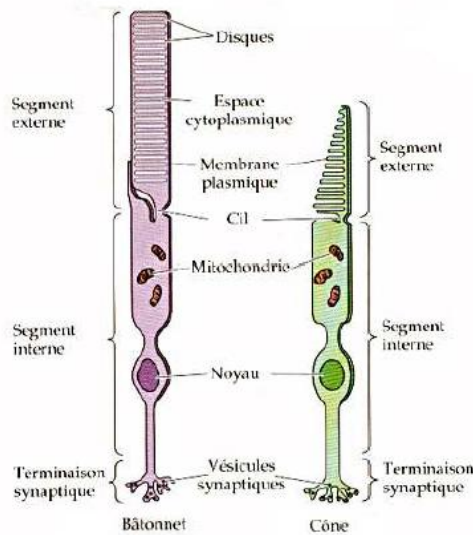


Figure II. 10 : Cône et bâtonnet
(Source : CATLN, 2011).

1.4.4.1.5. Les neurones de la rétine :

Dans la rétine, il y a quatre types de neurones (Figure II. 11) : i) les cellules horizontales, ii) bipolaires, iii) amacrines et iv) ganglionnaires. Il faut noter que la lumière doit traverser toutes ces couches de neurones pour atteindre les récepteurs.

La cellule ganglionnaire est un type de cellules de la rétine qui donne naissance au nerf optique. Il en existe deux types : les cellules magnocellulaires (type M) et les cellules parvocellulaires (type P). La cellule horizontale est en réalité un neurone de la rétine qui assure des interactions latérales entre les photorécepteurs et les cellules bipolaires (Valat.2007).

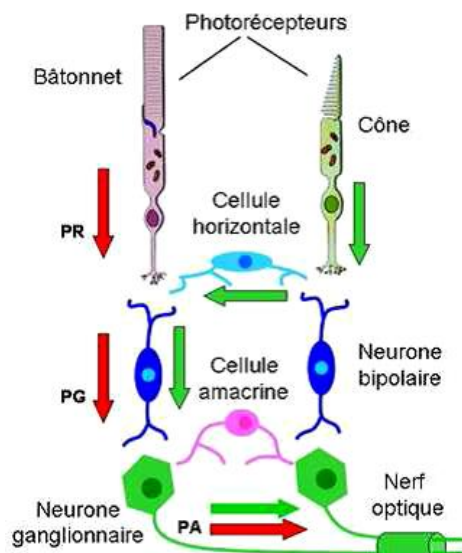


Figure II. 11 : Neurones de la rétine (Source : Valat.2007)

1.4.4.1.6. Les pigments visuels

Les pigments visuels, également appelés les pigments rétiens, sont les substances photosensibles présentes dans les photorécepteurs. Ce sont ces pigments visuels qui sont responsables de la transformation de l'énergie lumineuse en message nerveux. Cette transformation est assez simple ; l'énergie lumineuse apportée sert à décomposer des molécules des pigments visuels. Elle est en grande partie absorbée. La décomposition perturbe l'équilibre ionique du photorécepteur, ce qui entraîne l'apparition du potentiel récepteur. Les molécules de pigment décomposées sont recombinaées et se trouvent disponibles pour un nouveau cycle de réaction (Bagot, 1999).

Il y a trois types de pigments pour les cônes, respectivement sensibles aux « rouges » (grande longueur d'ondes), « verts » (moyenne longueur d'onde), et « bleus » (courte longueur d'onde).

1.4.4.1.7. Les voies visuelles

Les fibres des nerfs optiques sont les axones des cellules ganglionnaires. Les deux nerfs optiques (droit et gauche) s'entrecroisent au niveau du chiasma optique et projettent vers le thalamus au niveau des corps genouillés latéraux. À partir de ceux-ci, les informations visuelles sont relayées vers les aires visuelles du cortex où elles sont analysées et traitées. Dans ce cas, il s'agit de la voie rétino-géniculo-striée. C'est cette voie qui intéresse notre travail de recherche. Lorsqu'il s'agit de la voie rétino-colliculaire (ou rétino-tectale), les axones des autres cellules ganglionnaires se terminent dans le colliculus supérieur. Cette voie est impliquée dans le repérage des stimuli en mouvement et dans les réflexions d'orientation des yeux et de la tête vers une cible (Bagot, 1999) (Figure II. 12).

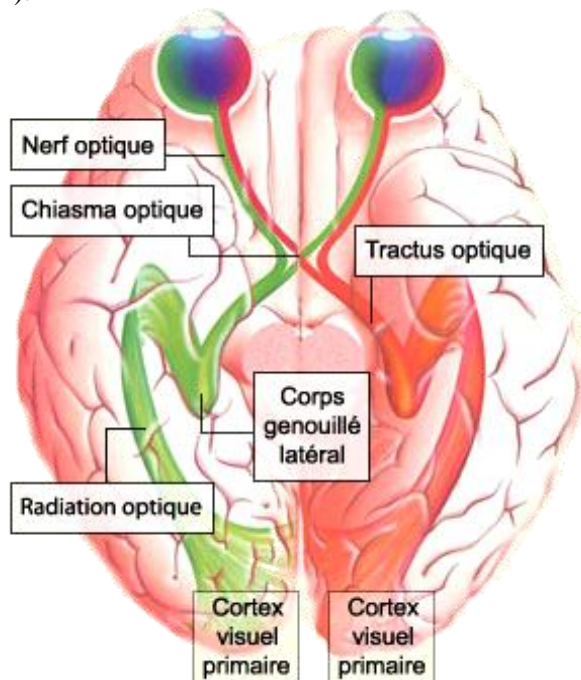


Figure II. 12 : Voies visuelles, (Source : CATLN, 2011).

1.4.4.1.8. Corps genouillé latéral

Le corps genouillé latéral (CGL) est composé de six couches de cellules visibles sur une coupe transversale. Il a la taille d'une cacahouète, et c'est vers une région précise du CGL que se dirigent les fibres du nerf optique issues d'une région donnée de la rétine. De même, les fibres d'une région donnée du CGL se projettent toutes vers une région déterminée du cortex visuel primaire. Un des premiers rôles attribués au CGL est celui de simple relais, puis de modulateur de gain. Ensuite, à la vue des observations sur la proportion des fibres provenant de la rétine et celle

provenant du cortex, d'autres fonctions ont été proposées (Bullier, 1997). Sherman et Guillery (2002) proposent une implication du CGL comme relais du cortex de l'information portant sur les commandes motrices et pourrait être la source des signaux efférents permettant l'anticipation des actions sur la perception (Figure II. 12).

1.4.4.1.9. Cortex visuel

Ce sont les travaux qui ont valu à David Hubel et T. Wiesel le prix Nobel de médecine en 1981 sur le cortex visuel, qui ont fait progresser considérablement nos connaissances concernant la structure, le fonctionnement et les cellules du cortex visuel primaire.

Anatomiquement, le cortex est formé de plusieurs couches de cellules constituées de neurones.

A ce niveau cortical, on constate la présence de nombreuses cellules dont les champs récepteurs ont des contours rectilignes, plus ou moins allongés. Ces cellules répondent préférentiellement à des stimuli dont l'orientation coïncide avec celle de leur champ récepteur. On distingue deux grands types, les cellules simples et les cellules complexes.

Fonctionnellement, le cortex est organisé en unités de traitement spécialisées pour différents attributs du stimulus visuel (Bagot, 1999) (Figure II. 12).

1.4.4.2. Le processus sensoriel:

Le processus visuel, commence lorsque la lumière traverse la cornée, l'humeur aqueuse, l'iris et le cristallin. A ce stade, la lumière constituée d'ondes électromagnétiques atteint la rétine, où elle est convertie en impulsions électriques par les constituants de la rétine : les photorécepteurs (cônes et bâtonnets) et les neurones.

A ce niveau, de l'électricité est produite dans le neurone, par la lumière qui modifie le pigment chimique contenu dans le cône ou le bâtonnet. (Stimulation par libération de neurotransmetteur). La cellule annule alors chimiquement la modification du pigment afin de lui redonner sa formule première (arrêt de la stimulation du neurone).

Un neurone peut être relié à un seul bâtonnet, ou à plusieurs bâtonnets. Dans le deuxième cas, le neurone est très sensible à la quantité de lumière, ou plus précisément à sa puissance. Mais il suffit qu'un seul bâtonnet soit illuminé pour que le neurone soit stimulé.

Un neurone est souvent connecté à des cônes qui contiennent un pigment sensible uniquement à une « couleur » (espace restreint et contiguë de longueurs d'ondes).

Chaque cône ou bâtonnet est activé par la lumière. Pendant un certain temps, il passe à un état insensible, et redevient activable. Ce sont les réactions photochimiques entre l'énergie lumineuse et les différents pigments qui nécessitent ce temps. Une durée pendant laquelle le cône (ou bâtonnet) n'est plus sensible à un changement de la lumière, une durée qu'il lui faut pour reconstituer son pigment.

Les photorécepteurs rétiniens, cônes ou bâtonnets sont reliés par l'intermédiaire de neurones bipolaires aux cellules ganglionnaires, dont les axones constituent le nerf optique. Les deux nerfs optiques (droit et gauche) s'entrecroisent au niveau du chiasma optique et projettent vers le thalamus au niveau des corps genouillés latéraux. À partir de ceux-ci, les informations sont relayées vers les aires visuelles du cortex, là où l'information est traitée (Bagot, 1999).

2. PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES):

La première étape du processus d'apprentissage est la prise de conscience, ou l'acquisition de connaissances. Pour ne pas trop s'éloigner de notre discipline, qui est l'architecture, nous allons traiter cette partie en suivant un modèle conceptuel de conception. Il s'agit du modèle de Fuller MOORE présenté dans son ouvrage *Concepts and Practice of Architectural Daylighting* (1985).

2.1. Modèle conceptuel de F.MOORE:

Il existe plusieurs modèles conceptuels pour la conception architecturale, mais c'est celui de Fuller Moore que nous allons suivre dans notre recherche. Ce modèle nous intéresse particulièrement, car il facilite la compréhension de l'éclairage naturel pour le concepteur en architecture. Il offre à ce dernier un cadre conceptuel de référence.

Cette approche consiste à considérer la lumière dans le terme séquentiel de : source, trajectoire, cible. C'est une approche simple et évidente. Elle est aussi pratique et très commode grâce à la possibilité de visualisation qu'elle offre au concepteur. En effet, la direction de la lumière peut être représentée en utilisant des flèches (Figure II. 13).

La localisation de la source de lumière et de la cible est déterminée ; une trajectoire directe ou réfléchi est planifiée entre les deux.

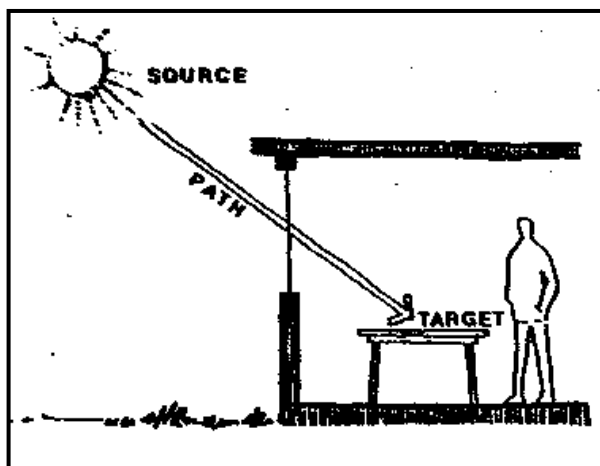


Figure II. 13 : Modèle conceptuel Source-trajectoire-cible, trajectoire directe. (Source : Moore, 1985)

Le concept de source, trajectoire, cible, fournit une base solide pour la compréhension intuitive uniquement lorsque la lumière provient d'une source ponctuelle (soleil, lampe incandescente) ou lorsque la trajectoire est spéculaire (miroir réflecteur, vitre). Une source étendue (ciel couvert, surface lumineuse), ou la présence d'élément qui peuvent diffuser la trajectoire (vitre réflecteur, réflecteur de couleur blanche), peuvent rendre le modèle complexe comme modèle conceptuel pour la conception. (Moore, 1985, p34) (Figure I. 14).

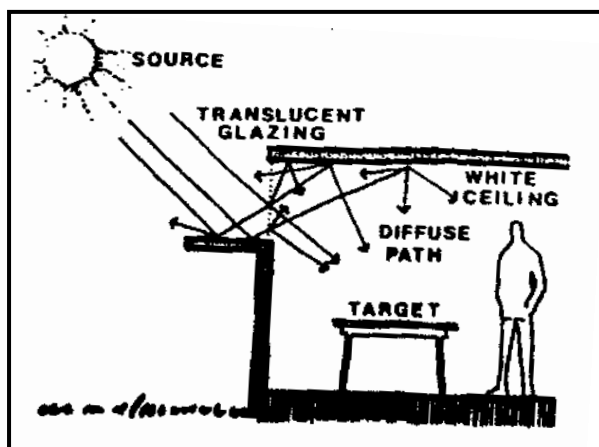


Figure II. 14 : Modèle conceptuel Source-trajectoire-cible trajectoire diffuse (Source : Moore, 1985).

2.1.1. La source de la lumière:

La réussite d'un éclairage ne se fera qu'en connaissance de sa source. Le soleil est la source de la lumière naturelle, émettrice d'ondes électromagnétiques. Ces ondes correspondant aux domaines proches du visible: l'ultraviolet, les visibles et l'infrarouge. Le rayonnement infrarouge représente 49% de l'énergie totale émise par le soleil, l'ultraviolet 5%, et le domaine visible en recouvre 46% (Ezrati, 2002).

2.1.1.1. L'atmosphère et le rayonnement solaire:

L'atmosphère a plusieurs actions sur le rayonnement solaire, à cause de son épaisseur et sa composition : L'épaisseur de l'atmosphère que le rayonnement solaire doit traverser, est un facteur très important pour l'évaluation de la quantité du rayonnement solaire qui atteint la surface de la terre. En effet, l'atmosphère a la capacité d'absorber et de diffuser les particules de lumière. On voit cela, par l'affaiblissement des rayons solaires au coucher du soleil, en traversant une épaisseur d'atmosphère importante par rapport à celle traversée à midi (Figure II. 15).

Outre l'épaisseur d'atmosphère, sa composition agit sur le rayonnement solaire. Le contact de molécules d'air, d'aérosols et particules de poussière lui fait subir une diffusion au cours de sa traversée de l'atmosphère. La vapeur d'eau, le gaz carbonique et l'ozone de l'atmosphère absorbent 10 à 15%., tandis que, pas moins de 35% de ce rayonnement est capté par l'atmosphère qui le réfléchit vers l'espace (De Herde, 2002).

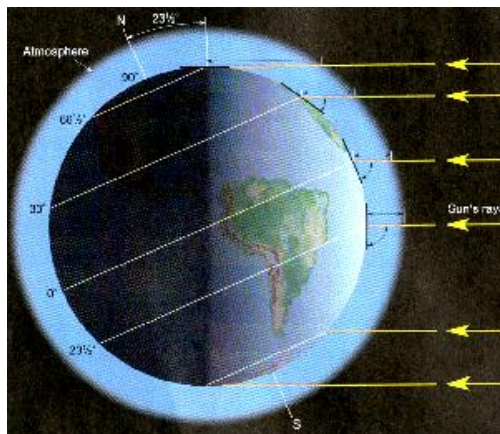


Figure II. 15 : l'épaisseur d'atmosphère (Source : ENS Lyon, 2010).

2.1.1.2. Types de rayonnement solaire:

Comme on vient d'illustrer, l'atmosphère agit sur le rayonnement solaire incident. Il est décomposé en une composante directe, et une composante diffuse. Le rayonnement solaire direct, est dû exclusivement au soleil, alors que le rayonnement solaire diffus est dû au ciel. (De Herde, 2002) (Figure II. 16).

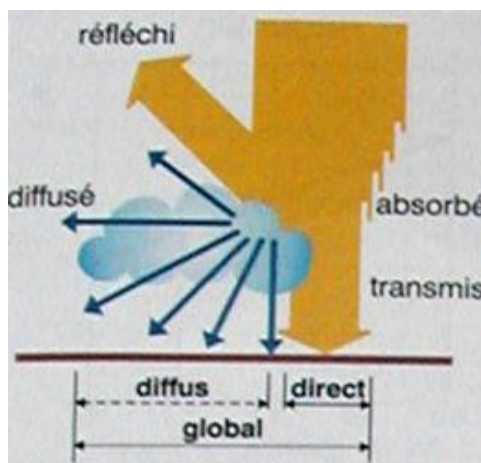


Figure II. 16 : Rayonnement solaire (Source : De Herde, 2002).

2.1.1.2.1. Le soleil :

La lumière directe provient du soleil. Sa trajectoire n'est pas modifiée lorsqu'elle traverse l'atmosphère pour atteindre la surface terrestre. L'arrivée et le contact d'un rayonnement solaire avec un point donné sur la surface terrestre est défini par l'angle d'incidence, l'azimut et la hauteur du soleil.

- Angle d'incidence : L'angle d'incidence est l'angle que forme le rayon du soleil avec la surface, il détermine ainsi la densité énergétique qu'elle reçoit, et le pourcentage de lumière directe qu'elle intercepte. Cette surface doit être perpendiculaire aux rayons du soleil pour capter la densité maximale d'énergie solaire. (Figure II. 17)

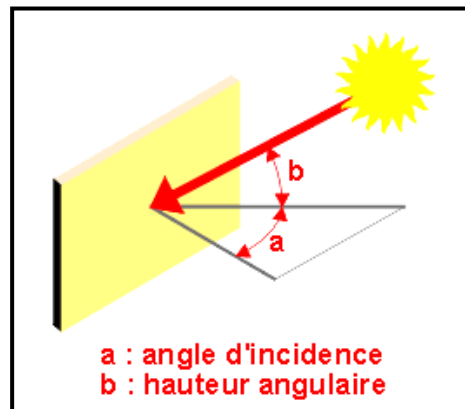


Figure II. 17 : L'angle d'incidence
(Source : Energie+, 2011).

- Azimut et hauteur du soleil : L'azimut est l'angle que fait la projection de la direction du soleil avec la direction du sud, mesuré positivement vers l'ouest. C'est un angle caractérisant la position du soleil par rapport au sud. Par convention, son origine est au sud. Il est positif vers l'ouest et négatif vers l'est. Il varie quotidiennement en fonction de l'heure (Figure II. 18). La hauteur du soleil quant à elle, représente l'angle que fait la direction du soleil avec sa projection sur le sol, variant de 0° à 90° . Elle varie quotidiennement en fonction de l'heure. Sa valeur est maximale chaque jour à midi (heure solaire). La hauteur atteinte à midi varie aussi en fonction de la saison (Figure II. 19). L'azimut et la hauteur solaire sont les deux coordonnées qui caractérisent la position précise du soleil dans le ciel.

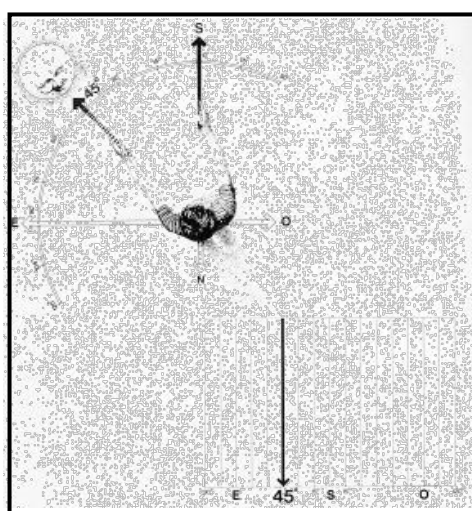


Figure II. 18: Azimut solaire
(Source : Energie+, 2011).

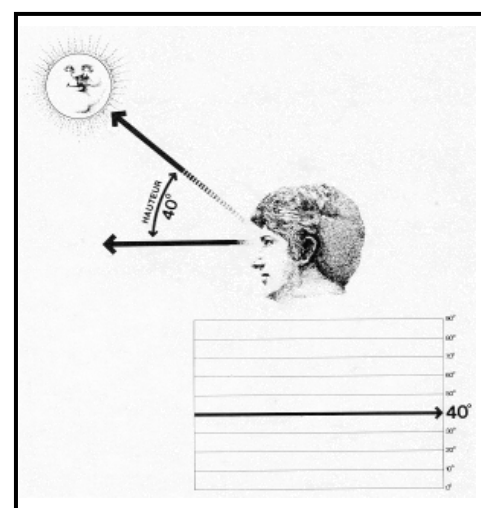


Figure II. 19 : Hauteur du soleil
(Source : Energie+, 2011).

- Course solaire : La position du soleil dans le ciel varie selon l'heure considérée (rythme horaire), et selon le jour de l'année (rythme saisonnier) (Figure I. 20).

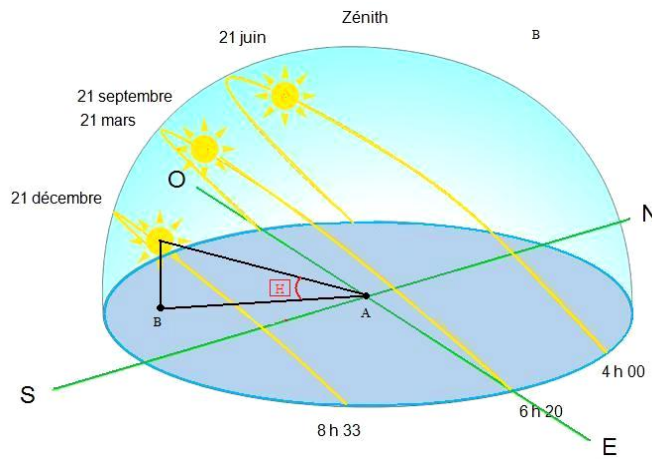


Figure II. 20 : Course solaire (Source : GUIDEnr, 2011).

- Diagramme solaire : C'est un outil graphique facile et pratique, duquel on se sert pour connaître la position du soleil dans le ciel. C'est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil, perçue depuis un point de la surface. Les angles verticaux et horizontaux des points de la voûte céleste, sont représentés par le quadrillage du diagramme solaire (Figure II. 21). C'est comme si, l'observateur repérait l'azimut et la hauteur du soleil sur un hémisphère transparent au-dessus de lui et qu'il étirait cette portion de sphère en cylindre vertical. Outre l'heure et le jour de l'année, la latitude du lieu fait varier les diagrammes solaires.

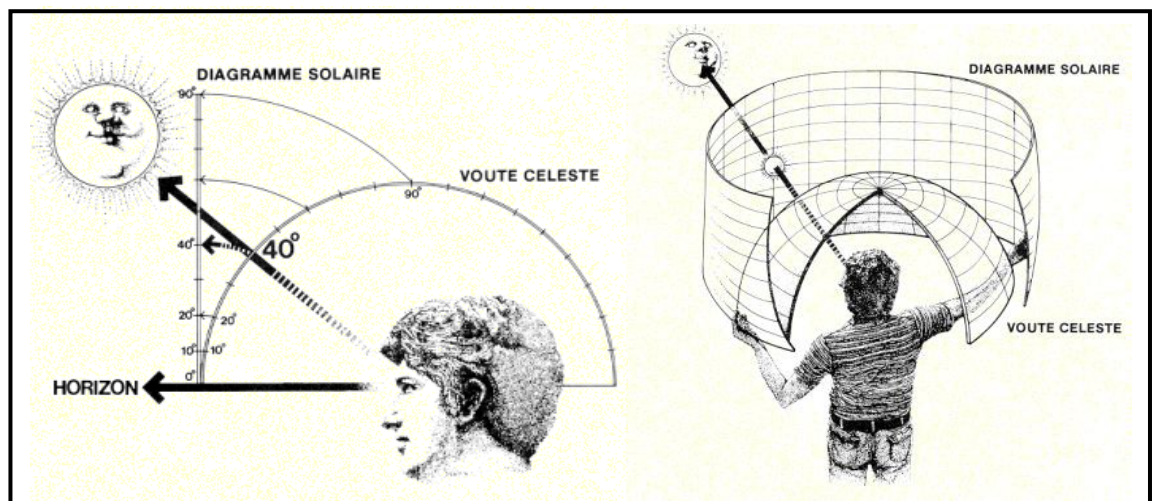


Figure II. 21 : Diagramme solaire (Source : Energie+, 2011).

2.1.1.1.2. Le ciel

Par ciel couvert, la seule source de lumière naturelle disponible provient du ciel. C'est une lumière diffuse qui est en réalité, des rayons lumineux provenant de la voûte céleste (à l'exclusion du soleil). Dans ce cas, les rayons proviennent de toutes les directions, car il s'agit d'une source hémisphérique (Energie, 2011).

- Type de ciel : Il existe quatre types de ciels standards (Annexe C). Ces types de ciel ont été établis pour les études d'éclairage. C'est la répartition de la luminance sur la voûte céleste qui caractérise chacun d'eux. On peut classer ces modèles selon deux catégories : les modèles qui font intervenir que la composante diffuse du rayonnement solaire, et ceux qui prennent en compte son rayonnement global (Liébard et De herde, 2005). Pour la première catégorie, on peut distinguer trois types de ciel : le ciel uniforme, le ciel couvert, et le ciel clair (serein). Pour la deuxième catégorie, celle qui prend en considération le rayonnement global, on relève un seul type de ciel, c'est le ciel clair avec soleil.

2.1.1.3. Sources et disponibilité de lumière:

La source de lumière, nous offre une quantité de lumière. Cette quantité est recueillie pour éclairer naturellement un bâtiment. Afin de pouvoir cerner les éléments qui influencent cette quantité de lumière, on a opté pour une approche bio régionale de l'éclairage naturel (Guzowski, 2000). Cette approche concerne la façon avec laquelle la conception architecturale peut se développer, répondre, s'engager, et bénéficier des forces de la vie de chaque région.

La course apparente du soleil, les conditions du ciel, le climat, et la nature du site, représentent ces forces bios régionales qui influencent l'éclairage naturel

2.1.1.3.1. La course apparente du soleil :

La migration saisonnière de la terre autour du soleil, ou comme il apparaît, de notre point de vue, la migration du soleil dans le ciel, représente le facteur qui influence les systèmes biologiques de la terre. Ces rythmes cycliques nous orientent, en marquant les cycles journaliers de la nuit et du jour, mais aussi en marquant les cycles saisonniers et le décalage léger, de mois en mois.

Les rythmes nous orientent géographiquement avec des altitudes changeantes, et les azimuts nous orientent géographiquement avec des altitudes et des azimuts changeants, pendant que le soleil croise des longitudes et des latitudes. Ils nous orientent dans l'espace en distinguant les directions cardinales, le mouvement du soleil, et les couleurs changeantes de la lumière (Guzowski, 2000, p 5). La conception de l'éclairage naturel qui indique le mouvement apparent du soleil peut augmenter la conscience humaine, concernant trois phénomènes bio régionaux : heure, saison, et localisation géographique et spatiale.

- L'heure de la journée : La répartition lumineuse varie d'une heure à une autre. Elle augmente durant la matinée jusqu'à la mi-journée où elle atteint son maximum, puis diminue par la suite. Ce cas de figure est valable pour le ciel clair avec soleil (De Herde, 2002).
- Moment de l'année : Par ciel clair avec soleil, le niveau d'éclairement varie suivant les mois de l'année, il est élevé durant les mois d'été, et il baisse durant les mois d'hiver. (De Herde, 2002)
- Localisation géographique et spatial : Malgré le fait, que les gens soit de plus en plus mobiles, se déplaçant d'une ville à une autre, ou même d'un pays à un autre, bon nombre d'entre eux, sont peu conscient des variations solaires dramatiques qui se produisent en se déplaçant sur un axe nord-sud en allant de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud en passant par l'équateur. Ceci, explique que la conception d'éclairage naturel dépend de notre connaissance de la façon dont la latitude et la longitude affectent le mouvement du soleil. Mais explique aussi l'importance de la prise en considération, de l'emplacement géographique et spatial (Guzowski, 2000).

2.1.1.3.2. Conditions du ciel :

Cristian Noberg-Schulz (1980) dans *Genius Loci*, décrit les conditions du ciel, comme la façon de distinguer un endroit d'un autre. Bien que le ciel soit éloigné et intangible, il a des propriétés concrètes, et une fonction de caractérisation très importante. Dans la vie quotidienne; nous notons que le ciel change avec le temps, mais identifions à peine son importance pour l'atmosphère générale. « C'est seulement, quand nous visitons d'autres endroits que nous éprouvons la différence » (Noberg-Schulz, 1980, p39)

Pour comprendre l'impact des conditions du ciel sur les expériences de l'éclairage naturel, le concepteur doit étudier le changement de la quantité, la qualité, et la couleur du ciel, et voir leurs impacts sur la lumière naturelle (Guzowski, 2000).

- La quantité : L'état du ciel a une influence sur la quantité de lumière qui peut être captée par un local. Ces variations de l'état du ciel peuvent être traduites par la composition de la lumière.

En effet, la lumière diffuse du ciel cause peu d'éblouissement, crée peu d'ombre, ne provoque pas de surchauffe, et provoque de très faibles contrastes, car elle est disponible dans toutes les directions. Mais elle peut être considérée comme insuffisante dans de nombreux cas.

Or, la lumière directe présente une dynamique intéressante par son flux considérable qui s'avère facile à capter et à diriger. Mais, cette lumière est souvent une source d'éblouissement et parfois de surchauffe du bâtiment. De plus, sa disponibilité est épisodique et dépend de l'orientation des ouvertures (De Herde, 2002)

- La qualité et la couleur: Les conditions du ciel influencent la couleur et la quantité de l'éclairage naturel, qui à leurs tours, affectent le rendu de l'architecture et les expressions des lieux.

Chaque région, possède une palette de couleur de ciel. Sous un ciel clair, les couleurs sont vives et saturées, la lumière et l'ombre soulignent la profondeur et les qualités tridimensionnelles. Les façades sont animées, c'est comme si la lumière du soleil indique des matériaux, donne et détaille une consistance rugueuse.

Sous un ciel couvert, l'éclairage naturel est modéré et doux, avec seulement des distinctions subtiles dans la lumière et l'ombre. En conséquence, la texture et le détail sont moins accentués, les formes semblent bidimensionnelles, et les couleurs semblent monochromatiques et mates.

L'humeur et la qualité de l'architecture changent avec les conditions du ciel. Un bâtiment peut être transformé d'une structure sombre, monolithique, et monochromatique dans des conditions obscurcies à une structure exubérante, articulée, et polychromatique sous les cieux clairs.

Notre perception de la couleur change selon les conditions de ciel, les niveaux d'illumination, et les heures du jour. Une surface rouge pourrait décaler de l'écarlate au vermillon au marron, pendant que les cieux varient de clair à obscur, et que les niveaux d'illumination augmentent ou diminuent (Guzowski, 2000).

2.1.1.3.3. Climat, Site et environnement:

L'approche bio-régionale de l'éclairage naturel prend en considération la force du site et du climat. Les conditions météorologiques récurrentes qui constituent le climat de la région sont altérées par les fonctionnalités d'un site pour créer un microclimat.

Le microclimat présente une préoccupation pour les concepteurs, comme Kevin Lynch pour qui le concepteur est particulièrement intéressé par les micro-climats qui représentent les modifications détaillées du climat général, provoquées par la topographie, la couverture, la surface du sol, et la forme structurelle. C'est le climat avec lequel les gens sont en contact, et c'est le seul que le concepteur peut réellement modifier (Lynch, 1984, p49).

Le climat et le site sont indissolublement liés et plus faciles à étudier en tandem. Une bonne connaissance du microclimat est nécessaire avant la conception de l'éclairage naturel. Elle exige une analyse climatique et une analyse du site.

Les facteurs climatiques à considérer peuvent inclure les températures annuelles, les précipitations, l'humidité relative, l'état du ciel, et les vents dominants. Les facteurs de site pourraient inclure la topographie, les structures, la végétation, les caractéristiques de l'eau, ...etc. (Guzowski, 2000). Dans cette recherche, on se limitera aux facteurs du site.

Travailler l'architecture d'un bâtiment en ignorant son environnement, et son microclimat paraît impensable. L'environnement existant possède un grand impact sur une nouvelle construction. Cet

environnement direct est responsable de la lumière disponible, donc on doit impérativement prendre en considération le terrain lors de la conception d'un bâtiment afin de profiter au maximum des possibilités qu'il offre pour capter la lumière (Guzowski, 2000).

Plusieurs paramètres de l'environnement doivent être pris en compte.

- La topographie : Lors de la conception d'un bâtiment, on doit tirer profit du profil du terrain, et ne pas négliger les caractéristiques naturelles du site. L'inclinaison du terrain et son orientation influencent l'éclairage d'un site en pente. L'ensoleillement ou l'ombrage d'un bâtiment dépend du relief du terrain (De Herde, 2002) (Figure II. 22).



Figure II. 22 : Le machu_picchu. Exemple d'intégration dans un site en pente
(Source : Sacredsites, 2011)

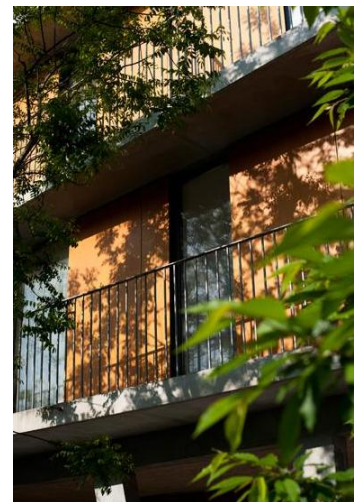
- Masque de l'environnement : L'intégration d'un nouveau bâtiment ne peut pas être la même dans deux milieux différents. En effet, une zone urbaine peut contenir des masques solaires qui peuvent rendre difficile l'arrivée des rayons solaires dans le bâtiment, ou même empêcher son passage dans certains cas. Les constructions voisines peuvent jouer le rôle d'un masque duquel dépend la quantité d'énergie solaire reçue en un endroit (Figure II. 23). La végétation, comme les grands arbres, peut aussi constituer un masque de l'environnement. Mais contrairement aux bâtiments avoisinants, ce masque naturel n'arrête pas la radiation lumineuse, mais il la filtre, car son opacité est partielle, la végétation peut être saisonnière (Figure II. 24) (De Herde, 2002).



Figure II. 23 : Constructions voisines qui jouent le rôle d'un masque. (Source : ULB, 2010)



Figure II. 24 : La végétation qui joue le rôle d'un masque.
(Source : Archiref, 2010)



- Le coefficient de réflexion des surfaces extérieures : La quantité de lumière naturelle qui entre dans le bâtiment peut augmenter en fonction de la réflexion des surfaces. Une surface réfléchissante, comme un plan d'eau (Figure II. 25) ou un dallage brillant (Figure II. 26), placée au sol, peut capter davantage de lumière. Donc, lorsque le coefficient de réflexion du sol extérieur est élevé, le local est mieux éclairé (De Herde, 2002).



Figure II. 25 : Surface réfléchissante : plan d'eau (Source : Archiref, 2010)



Figure II. 26 : Surface réfléchissante : dallage brillant (Source : Archiref, 2010)

- L'exposition effective d'un bâtiment : L'emploi de matériaux réfléchissants peut également influencer l'exposition effective d'un bâtiment. Un bâtiment orienté au nord, peut se trouver dans une situation sud, s'il a une façade vitrée pour capter la lumière naturelle, et qu'un bâtiment équipé d'un vitrage réfléchissant pour se protéger de l'ensoleillement est construit en face de lui (Figure II. 27) (De Herde, 2002).



Figure II. 27 : Bâtiment avec vitrage réfléchissant (Source : Energie +, 2011)

- Les éléments architecturaux du bâtiment : Parfois, des éléments architecturaux liés au bâtiment lui-même, peuvent influencer la quantité de lumière captée par le bâtiment (Figure II. 28). Des éléments comme des surplombs, des étagères de lumières, des murs de refends, des éléments décoratifs dans la façade, ou même des protections solaires destinées à remédier aux problèmes de surchauffe ou d'éblouissement (De Herde, 2002).



Figure II. 28 : éléments architecturaux liés au bâtiment lui-même qui influencer la quantité de lumière captée par le bâtiment (Source : Le courrier de l'architecte, 2011)

2.1.2. La trajectoire:

La trajectoire est le deuxième segment selon le modèle conceptuel de F Moore ; en réalité c'est le passage de la lumière naturelle de la source à l'intérieur du bâtiment. Autrement dit, il s'agit de la transmission de la lumière naturelle en favorisant sa pénétration à l'intérieur du bâtiment.

Dans cette partie, nous allons voir les éléments qui peuvent influencer cette trajectoire.

2.1.2.1. L'orientation de l'ouverture:

L'emplacement des fenêtres influence énormément la quantité de lumière, car, c'est la fenêtre qui est responsable du passage de la lumière à l'intérieur du local.

Leurs emplacements doivent être pensés en fonction de : i) la course du soleil, ii) moment d'occupation des locaux et de l'activité qui s'y déroule, et iii) les données climatiques de la région. Ceci, en vue de déterminer la surface des percements des différentes façades et leurs orientations, dans le but de réduire la consommation de chauffage, de climatisation et d'éclairage dans ce bâtiment.

Mais, il faut noter aussi, l'influence du type de ciel. Un ciel clair agit directement sur la quantité de lumière captée, ce qui fait, qu'une baie vitrée perpendiculaire aux rayons solaires captera plus de lumière que les autres baies orientées différemment. Par contre, lorsque le ciel est couvert, le rayonnement lumineux est diffusé dans toutes les directions. Donc indépendamment de leurs orientations, les baies vitrées verticales captent la lumière de manière similaire (Baker, 2002)

2.1.2.2. La répartition des ouvertures:

La répartition de la lumière et la répartition des ouvertures vont de paire, étant donné que l'ouverture soit le seul moyen par lequel la lumière parvient dans un espace.

Lorsqu'on parle de l'inclinaison de l'ouverture, on peut distinguer deux types d'ouverture : les ouvertures latérales et les ouvertures zénithales. Ces deux types d'ouverture réagissent différemment au rayonnement solaire qui les pénètre (De Herde, 2002).

2.1.2.2.1. *L'éclairage latéral :*

Il peut engendrer de forts contrastes dans l'espace et créer de l'éblouissement. Les zones situées en profondeur peuvent ne pas avoir accès à la lumière. Mais ce type d'éclairage peut avoir des avantages. Outre la facilité de percevoir les reliefs, l'ouverture verticale (Figure II. 29) capte au maximum les apports solaires en hiver et limite les pénétrations solaires estivales. La lumière est limitée en profondeur, mais elle est directionnelle. Donc, en plaçant les ouvertures à des niveaux hauts, on peut avoir une pénétration plus profonde de la lumière dans l'espace.

La lumière qui entre par deux cotés opposés, ne fait qu'améliorer la pénétration de la lumière dans toute la pièce. *L'éclairage bilatéral* (Figure II. 30), offre cette possibilité. Il en résulte une meilleure répartition de la lumière, et un éclairage plus uniforme.

Afin d'améliorer encore plus l'uniformité de l'éclairage, on opte pour une multitude d'ouverture. Dans ce cas, il s'agit d'un *éclairage multilatéral* (Figure II. 31), nécessaire dans les bâtiments assez profonds, et les espaces qui nécessitent un éclairage très uniforme.



Figure II. 29 : Eclairage unilatéral (Source : Flickriver, 2010)



Figure II. 30 : Eclairage unilatéral. (Source : Designdc, 2010)



Figure II. 31 : Eclairage multilatéral (Source : arts-et-métiers, 2010)

2.1.2.2.2. L'éclairage zénithal :

Il fournit une meilleure répartition de la lumière dans le local (Figure II. 32). Sa distribution de la lumière est très uniforme, et son niveau d'éclairement varie peu dans l'ensemble de l'espace. En contre partie, cet éclairage, ne permet pas d'avoir une bonne perception du relief, et ses ouvertures sont difficiles à entretenir. Signalons, que lorsqu'on associe l'éclairage zénithal et l'éclairage latéral, on obtient un très bon éclairage général, et une mise en relief tridimensionnelle des objets. Par ciel couvert, une ouverture zénithale a l'avantage de s'ouvrir sur la totalité de la voûte céleste, ce qui implique la pénétration de lumière diffuse. Par contre pour une ouverture latérale qui ne voit qu'une partie du ciel, la performance lumineuse est plus faible. Sans oublier de mentionner qu'une ouverture horizontale offre une distribution lumineuse plus homogène que celle produite par une fenêtre verticale, ce qui limite les phénomènes d'éblouissement.

Tandis que par ciel clair, la fenêtre latérale permet de transmettre un maximum de rayons solaires en hiver, tout en limitant les pénétrations estivales et les surchauffes qu'elles induisent. Contrairement à l'ouverture zénithale qui a un très mauvais comportement thermique, en laissant pénétrer largement le soleil d'été, et en captant mal les rayons solaires d'hiver. (De Herde, 2002)



Figure II. 32 : Eclairage zénithal Villa Noailles, Hyères by Xavier de Jauréguiberry (Source : Flickrriver, 2010)

2.1.2.3. Les caractéristiques de la fenêtre:

L'ouverture en façade est le composant le plus employé pour transmettre la lumière naturelle dans les édifices. Les caractéristiques de la fenêtre représentent des éléments essentiels pour la quantification et la qualification de la pénétration de la lumière dans le bâtiment. Ces caractéristiques sont: sa dimension, sa forme et sa position.

2.1.2.3.1. Dimension de l'ouverture :

La quantité de lumière extérieure qui parvient à pénétrer à l'intérieur du local est déterminée par la taille de l'ouverture. Cette dernière dicte la capacité de l'ouverture à transmettre la lumière naturelle. Le châssis employé peut également influencer la quantité de lumière admise dans un édifice, et cela de par sa taille, sa structure et les matériaux utilisés. Un châssis qui diminue la taille des surfaces vitrées va forcément diminuer la quantité de lumière qu'elle laisse passer. (Guzowski, 2000).

2.1.2.3.2. Forme de l'ouverture

La forme de l'ouverture agit sur la répartition lumineuse. Il est préférable d'avoir une ouverture horizontale avec un linteau élevé, car la hauteur de la fenêtre fait augmenter l'éclairement du fond du local, et sa longueur rend la répartition lumineuse plus uniforme (Baker 2002).

2.1.2.3.3. Position de l'ouverture

La pénétration de la lumière naturelle dans le local est influencée par la position de l'ouverture. On voit l'influence qu'exerce l'emplacement de l'ouverture dans la façade à travers la zone éclairée

naturellement, qui varie en fonction de la position de la fenêtre. Plus la fenêtre est élevée, mieux le fond du local est éclairé et plus la zone éclairée est profonde (Baker 2002).

2.1.2.4. Profondeur de l'ouverture:

Outre les trois caractéristiques de la fenêtre, la profondeur de l'ouverture a un impact sur la relation entre l'intérieur et l'extérieur. Lorsque la fenêtre est profonde, elle offre une grande opportunité d'utiliser la section de la fenêtre elle-même, pour modifier la réflexion ou la redistribution de la lumière naturelle. (Baker 2002).

À l'inverse, lorsque l'épaisseur du mur diminue, la lumière est réfléchiée plus facilement par les surfaces adjacentes de la pièce, que par la fenêtre.

La profondeur de la fenêtre joue un rôle important dans la détermination de la qualité de la lumière reçue dans la pièce où elle sera distribuée. La lumière sera concentrée, distribuée, filtrée, ou autrement modifiées grâce à la fenêtre qui peut même apporter la lumière à un endroit particulier et à un moment donné (Guzowski, 2000).

2.1.2.5. Les zones de distribution lumineuse:

Lors de la conception architecturale, parfois il est inévitable de se retrouver dans des situations ou organisations des espaces ou la forme de l'enveloppe, donnent des espaces qui n'ont pas d'accès direct à la lumière du jour. Pour ce cas de figure, les zones de distribution lumineuses comme les serres, les atria ou les puits de lumière semblent offrir une solution adéquate à ce problème (Baker 2002).

- La serre, est un capteur privilégié de la lumière naturelle par l'intermédiaire de l'espace vitré qui la constitue. La distribution lumineuse des locaux, qui lui sont adjacents, peut être améliorée. Mais elle est dans l'incapacité d'améliorer le manque de lumière au fond des pièces avoisinantes. (De Herde, 2002).
- L'atrium, est un espace intermédiaire, semi-extérieur sous forme de cour intérieure couverte d'une verrière. De ce fait, il permet à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le bâtiment. Il représente une configuration intéressante pour des bâtiments très larges, car il offre une grande prise de lumière latérale aux locaux qui le bordent. Le type de l'atrium, son orientation, ses dimensions, sa réflectivité des parois, son inclinaison, sa transmission lumineuse de la couverture transparente et la taille des fenêtres donnant sur l'atrium, sont tous des facteurs dont la qualité de lumière peut dépendre (Baker 2002).
- Le puits de lumière, a pour but de transporter de la lumière naturelle vers les espaces placés plus profondément dans le bâtiment. Pour ce faire, il transporte la lumière diffuse céleste, par réflexion sur ses parois réfléchissantes, depuis le toit ou la façade vers l'espace désiré. Pour améliorer les performances de ces puits de lumière, on peut les construire avec des collecteurs lumineux extérieurs. On peut aussi, apporter une attention particulière à leurs parois réfléchissantes qui doivent être d'autant plus réfléchissantes que la lumière naturelle doit être amenée plus profondément dans le bâtiment (De Herde, 2002).

2.1.2.6. Le matériau de transmission:

Le vitrage est l'élément que la lumière rencontre lors de son passage dans le bâtiment. Ce qui explique l'influence que peut exercer le vitrage sur la quantité et la qualité de la lumière. La lumière qui rencontre un vitrage est transmise, absorbée et réfléchiée. La composante transmise, est

la composante qui nous intéresse, car c'est elle, qui détermine la quantité de lumière qui pénètre le local (Baker 2002).

Trois paramètres peuvent caractériser un vitrage. Les deux premiers représentent les facteurs caractérisant les échanges thermiques au travers d'un vitrage. Il s'agit du coefficient de conduction thermique et du facteur solaire d'un vitrage (Carmody, 1996). On n'accorde pas beaucoup d'importance à ces deux facteurs, car ils relèvent de l'aspect thermique du vitrage.

Le troisième paramètre est le facteur de transmission lumineuse. Plus élevé est ce facteur de transmission lumineuse, plus grande est la quantité de lumière admise dans le bâtiment. Ce facteur représente en réalité le pourcentage du rayonnement solaire visible transmis à travers une paroi. La transmission lumineuse est affectée par le facteur de maintenance, mais aussi par le type de vitrage. Un vitrage simple, double, absorbant, réfléchissant ou clair, n'ont forcément pas la même capacité à laisser passer la lumière.

Il faut souligner, que la quantité de rayonnement solaire directe qui entre dans un espace est influencée par l'inclinaison du matériau de transmission. Le facteur de transmission lumineuse d'un vitrage varie en fonction de l'angle d'incidence des rayons (CSTC, 1999).

2.1.3. La cible:

La lumière naturelle en provenance d'une source, suit sa trajectoire et arrive enfin à sa cible.

Par "cible" on entend la répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment, après l'avoir dirigé et transporté. Une répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans un bâtiment est une condition sine qua non pour avoir un éclairage de qualité. Cette répartition peut être influencée par différents facteurs. Des facteurs qu'on peut manipuler dans le but de favoriser cette répartition.

2.1.3.1. Dimensions du local:

Les dimensions du local agissent sur le niveau d'éclairage. Par dimension du local on entend trois distances: la largeur, la longueur et la hauteur. La hauteur du local n'a pas une grande influence sur sa répartition lumineuse, mais on constate que le niveau d'éclairage est un peu plus élevé dans les pièces avec un plafond plus bas.

Une pièce avec une profondeur qui dépasse le double de la hauteur du linteau de la fenêtre, va voir son niveau d'éclairage chuter au fond (Figure II. 33). Donc il faut opter pour une profondeur faible.

Concernant la largeur du local, le niveau d'éclairage est d'autant plus élevé dans un local que celui-ci est large. (De Herde, 2002)



Figure II. 33 : Variation du niveau d'éclairage en fonction de la profondeur de la pièce (Source : LOAR, 2010)

2.1.3.2. L'agencement des parois intérieures:

L'agencement des cloisons et des ouvertures entre les pièces fait partie des paramètres de la distribution lumineuse. La lumière peut se répandre dans deux pièces si elles sont séparées par des cloisons transparentes ou translucides (Figure II. 34). Ceci, est aussi valable pour une pièce qui n'a

pas de contact avec l'extérieur. Elle peut recevoir la lumière d'une autre pièce adjacente, par l'entremise des ouvertures horizontales ou verticales entre les deux pièces.

Mentionnons aussi, que l'organisation des espaces intérieurs, la géométrie et la taille du local ont un fort impact sur la distribution de l'éclairage



Figure II. 34 : Parois translucide et transparente (Source : Archi expo, 2010)

2.1.3.3. Le matériau des surfaces du local:

La nature et la couleur des parois influencent la distribution lumineuse dans un local. Une couleur claire des parois peut homogénéiser la répartition de la lumière, et diminuer le contraste entre la luminance des parois intérieures et la clarté extérieure (Figure II. 35).

L'éclairage dû aux réflexions intérieures est généralement la composante principale de l'éclairage du fond d'un local. On cherche à rediriger la lumière pour la transporter où l'on a besoin, et c'est la réflexion spéculaire qui peut offrir cette possibilité. Sa lumière réfléchi offre un éclairage plus intense que celui de la lumière diffuse. Cependant, la lumière diffuse reste tout de même la meilleure façon d'avoir un éclairage plus uniforme et homogène.

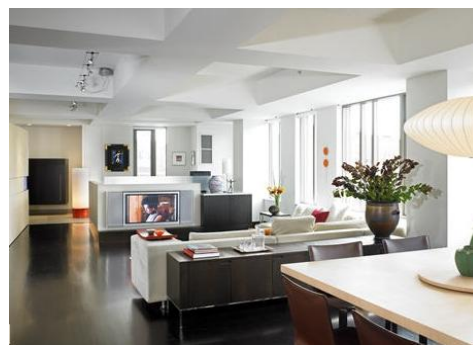


Figure II. 35 : Parois de couleur clair (Source : Archi expo, 2010)

2.1.3.4. Les systèmes de distribution lumineuse:

Des systèmes améliorant le confort visuel à l'intérieur d'un local sont des systèmes qui distribuent la lumière, favorisent sa pénétration plus profondément dans la pièce et qui sont considérés comme moyens pour transporter la lumière naturelle depuis la façade ou la toiture vers les zones les plus éloignées des ouvertures.

Ces systèmes qui améliorent la distribution lumineuse, agissent sur le rayonnement solaire diffus, ou sur le rayonnement solaire direct.

En ce qui concerne le rayonnement solaire direct, on relève un certain nombre de systèmes comme :

- *Les conduites solaires* : Elles transmettent la lumière solaire directe au cœur du bâtiment. Les vitrages directionnels : ils redirigent efficacement les rayons solaires directs vers le fond d'une pièce. Ils peuvent aussi être utilisés pour rediriger la lumière zénithale vers le bas d'un atrium.

- *Les light shelves* : ils permettent la pénétration, dans le local, du rayonnement solaire réfléchi sur leurs parties supérieures. Ils ont pour but de rediriger la lumière naturelle vers le plafond en protégeant l'occupant des pénétrations directes du soleil.
- *Les stores réfléchissantes* : utilisés dans le double but d'ombrager un espace du rayonnement direct et de rediriger la lumière naturelle vers le fond du local.
- *Les appuis de fenêtre réfléchissants* : qui réfléchissent et redirigent la lumière naturelle pour augmenter le niveau d'éclairage de l'espace intérieur
- *Le laser-cut panels* : c'est un système de redirection de la lumière produit par des coupures réalisées par un laser dans un matériau acrylique.
- *Les systèmes holographiques* : ce procédé, consiste en une couche de matériau diffractant qui est choisie pour rediriger la lumière selon un angle spécifique, en fonction de l'angle d'incidence de la lumière.

Il existe d'autres systèmes qui agissent sur le rayonnement diffus, comme *les systèmes anidoliques* qui utilisent des réflecteurs spéculaires courbes, conçus pour profiter de la lumière diffuse du ciel.

2.1.3.5. Aménagement intérieur:

La nature et la couleur des surfaces intérieures exercent une influence importante sur l'éclairage naturel. L'éclairage naturel à l'intérieur d'un local est dû aux réflexions intérieures. Ce sont les coefficients de réflexion des murs, du plancher et du mobilier situés près de la fenêtre qui donnent plus de réflexion intérieures. Le plafond et les murs éloignés des ouvertures peuvent améliorer la transmission lumineuse.

- Pour un mur, lorsque le facteur de réflexion moyen est inférieur à cinquante pour cent, la lumière pénètre difficilement en profondeur dans un espace. Seule une surface extrêmement claire, comme une peinture blanche très propre, possède un facteur de réflexion supérieur à soixante-dix pour cent.
- Le plafond, sans un dispositif de distribution lumineuse qui dévie la lumière en haut comme le light shelves, a une faible influence sur la répartition de la lumière. Le facteur de réflexion du plafond peut être élevé en utilisant un matériau comme le plâtre blanc propre.
- Le sol et le mobilier représentent les plans les mieux éclairés, car, de par leurs positions horizontales, ils arrivent à recevoir la plus grande quantité de lumière, en provenance de la voûte céleste par ciel couvert. Pour que la lumière arrive au fond d'un local, il faut opter pour un revêtement clair pour le sol et le mobilier, avec lequel on obtient un facteur de réflexion élevé. Lorsque les matériaux de revêtement d'un local sont brillants, on constate que la lumière arrive plus facilement au fond de la pièce. Donc on peut confirmer que les surfaces brillantes sont un bon moyen de transmission de la lumière naturelle.

On ne peut pas parler de l'aménagement intérieur d'un édifice sans parler des meubles. Leur type, leur emplacement, leur couleur et leur dimension doivent être pensé en amont de l'aménagement, car ils peuvent constitués de véritables obstacles qui empêchent la transmission de la lumière dans le bâtiment.

3. DISCUSSION:

Durant la première phase du parallèle étape d'apprentissage et méthode d'enseignement, l'étudiant se situe dans une position de réception. Il reçoit en réalité deux types de flux : i) le premier est d'ordre physique, il s'agit du signal lumineux reçu par l'œil, ii) le second est d'ordre pédagogique,

il s'agit de l'ensemble des connaissances et des informations concernant la lumière naturelle et ayant un rapport avec les éléments architecturaux qui constituent le bâtiment.

On est là, face à une situation où l'étudiant subit deux actions de réception. La première se fait de façon naturelle, dès que le flux lumineux entre en contact avec l'œil. La deuxième action de recevoir doit être pensée et réfléchie dans le but que la réception de la connaissance se fait de la façon la mieux adaptée. Pour cela, une méthode pédagogique active se révèle comme un bon moyen pour transmettre les connaissances. Ainsi, le savoir sera construit à partir de situation proposée.

L'étudiant sera dans une situation où la réception des connaissances est accompagnée par une action. Il s'agit d'un apprentissage actif suivant une méthode active, plus attractive et qui se fait en parallèle avec la réception du signal lumineux (Figure II. 36).

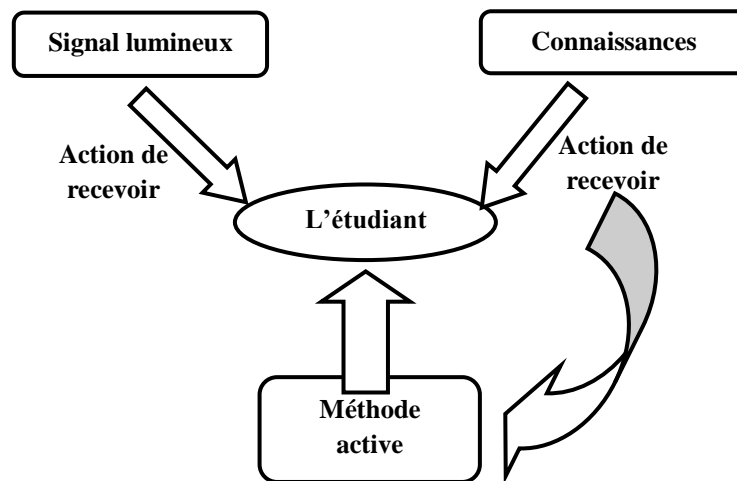


Figure II. 36 : Schéma de la deuxième étape du modèle conceptuel. (Source : l'auteur)

CONCLUSION :

Ce chapitre nous a permis d'avoir une vision plus claire sur la première phase du parallèle : étapes d'apprentissage/méthodes d'enseignement, à savoir la sensation et la prise de conscience, et ce, en recourant à d'autres disciplines. Ces dernières, souvent ignorées par les architectes, nous ont permis de faire le lien entre le domaine de la sensation et le domaine de l'architecture.

En effet, à l'aide de la physique, de la physiologie, et d'un modèle conceptuel de conception architecturale de l'éclairage naturel, nous avons pu faire un amalgame entre le monde de la sensation et le monde des connaissances qui peuvent être transmises dans la première étape d'apprentissage de la formation d'un architecte. Une meilleure compréhension de la lumière naturelle, qui représente le stimulus de la sensation visuelle ainsi que le seul et l'unique responsable de l'éclairage naturel, nous a permis de mieux cerner les connaissances concernant l'éclairage naturel qui peuvent être transmises en fonction du processus sensoriel de la vision.

Sans oublier la démarche qui a consisté à faire une liaison entre le phénomène de l'éclairage naturel et les éléments architecturaux qui constituent le bâtiment. Ceci a été réalisé de façon à ce que les éléments architecturaux qui constituent le bâtiment soient, eux mêmes, un outil d'apprentissage. Cette démarche, tentait à montrer la façon dont la conception architecturale influence la distribution de la lumière naturelle dans le bâtiment; mais aussi à acquérir un vocabulaire architectural nécessaire pour des étudiants débutant leur formation en architecture.

INTRODUCTION :

Dans une première phase, ce chapitre présente la perception, et certaines informations qui se rapportent à ce phénomène, comme les facteurs qui l'influencent et les modes perceptifs qui existent. Ensuite, il décrit les sciences liées à la perception. Enfin, la théorie des ambiances qui contribue d'un apport important dans le développement de la perception. Cette théorie pour qui l'ambiance est considérée comme une perception de l'éclairage naturel.

Dans une deuxième phase, ce chapitre présente le phénomène d'éclairage naturel et ses diverses études. Il s'appuie sur la psychologie expérimentale pour étudier l'éclairage naturel dans le cadre de la notion d'ambiance lumineuse. Les deux directions offertes par la psychologie expérimentale, sont fusionnées avec les informations que présente la lumière naturelle pour la perception des environnements lumineux.

La première direction comporte les phénomènes traditionnellement étudiés en éclairagisme comme l'éblouissement, le contraste,...etc., tandis que la seconde direction, englobe les conduites perceptives tel que l'agrément, les impressions,...etc.

1. LA PERCEPTION:

1.1. Sur la notion de perception :

Le plus souvent, la perception est ramenée à la perception visuelle pour des raisons historiques et culturelles (Boudon, 1994) ; mais aussi, parce que la perception sensorielle représente un sujet vaste et complexe, qui va bien au-delà de la seule perception visuelle, en associant d'autres sens pour une meilleure appréhension d'un espace, et une meilleure mémoire sensorielle (Narboni, 2006). La sensation, vue dans le chapitre précédent, et la perception, partie de ce chapitre, sont très liées. Dans le cadre d'un exposé, on peut dire que la sensation vient en premier, suivit directement par la perception. 'La perception commence au changement de sensation; d'où la nécessité du voyage' (Gide, 1958, p112), mais ceci est faux dès qu'il s'agit du fonctionnement réel de l'être humain.

La perception représente l'ensemble des mécanismes et des processus par lesquels l'organisme prend connaissance du monde et de son environnement sur la base des informations élaborées par ses sens. (Le Grand Dictionnaire de la psychologie Larousse, 2002, p551). La perception désigne aussi l'opération psychologique complexe par laquelle l'esprit, en organisant les données sensorielles, se forme une représentation des objets extérieurs et prend connaissance du réel. (CNRTL. 2010)

Le cerveau ne peut pas analyser continuellement les données qui lui sont transmises dans toute leur complexité pour en tirer des conclusions quant à la situation actuelle, car c'est très peu économe en temps, malgré la rapidité de la transmission entre les neurones. C'est pour cette raison qu'on peut définir la perception comme 'le processus par lequel les individus organisent et interprètent leurs impressions sensorielles afin de donner un sens à leurs environnement'. (Robbins et al, 2006, p156). Ces définitions confèrent à la perception un caractère conscient, car elles impliquent l'intentionnalité du sujet, en mettant en jeu des processus actifs d'organisation et

des constructions perceptives. Ce n'est donc pas une réponse exclusivement déterminée par la stimulation.

1.2. Classification des perceptions:

On peut relever l'existence de deux types de perception:

1.2.1. La perception du temps:

Cette perception ne semble pas résulter d'un système sensoriel spécifique. Elle n'entre pas dans notre cadre d'étude, mais toutefois il y a lieu de la citer. (Bagot, 1999).

1.2.2. La perception de l'espace:

La perception de l'espace est un objet de notre étude car elle intègre des informations en provenance de plusieurs systèmes (vision, audition,...etc.)

1.3. Facteurs qui influencent la perception :

La perception n'est pas neutre, et l'œil n'est pas innocent, derrière le regard se cache des expériences, des connaissances, et des attentes (Meiss, 1993). On peut donc dire que la perception résulte d'une interprétation des informations. Elle nécessite l'intégration de plusieurs sensations sur lesquelles l'individu effectue un choix, prend une décision (Bagot, 1999), et ce en fonction des facteurs qui influencent énormément cette interprétation et la perception. Ces facteurs sont : les attitudes, la personnalité, les motivations cognitives et affectives, les centres d'intérêt, les expériences passées, les connaissances antérieures, les attentes ou expectations, les coûts et des gains éventuels liés à sa décision perceptive (Robbins et al, 2006).

1.4. Les deux modes perceptifs:

Les travaux actuels sur la perception, ont révélé l'existence de deux modes perceptifs. Ces deux modes peuvent travailler indépendamment et simultanément.

1.4.1. Le mode structural :

Ce mode structural est un mode passif. Il s'agit de la captation physiologique des stimuli du champ visuel, et ce, en fonction du point de vue du sujet percevant. C'est une saisie élémentaire des formes liées à une connaissance désintéressée. Ces signaux sont traduits et interprétés par le cerveau, et ce sont les qualités morphologiques et matérielles du lieu qui influencent cette interprétation. Car dans l'environnement, chaque signal physique est instrumenté par un espace de propagation qui lui donne une certaine qualité spatio-temporelle (Autogoyard, 1998, p17). Les images mentales ou impressions se forment comme des empreintes s'additionnant; c'est une accumulation d'images fixes.

1.4.2. Le mode conceptuel :

Le deuxième mode conceptuel est un mode actif étant conditionné par une recherche active d'informations. Ce mode suppose un processus d'association, de mémoire, de focalisation, d'attention et de sélection de l'objet pertinent, et répond à des besoins et des attentes personnelles (Lassance, 1998, p40)

Il est tributaire des expériences antérieures qui conditionnent les nouvelles acquisitions de données en orientant leur réception et leur catégorisation ou hiérarchisation, selon la similitude ou la différence à des expériences connues (Lecas, 1992).

1.5. Sciences liées à la perception :

Pour arriver à une meilleure compréhension et à une bonne connaissance de la perception, cette dernière a connu la contribution de plusieurs disciplines.

1.5.1. La philosophie :

Les philosophes de l'antiquité ont été les meneurs dans le domaine de la sensation et de la perception. En effet, ce sont eux qui ont posé les premiers jalons d'un travail qui, malgré son avancement considérable, reste inachevé après vingt siècles. Ce travail a commencé avec le philosophe Théophraste (372-287 av J-C), suivi par Anaxagore, Platon, Epicure, Aristote, Descartes, Locke, Leibniz, Berkley, Hume, Kant et Herbart. Ces philosophes ont été les premiers à écrire sur le thème de la sensation et de la perception (Dumaurier, 2000).

1.5.2. La physique et la géométrie :

Les physiciens et les géomètres ont fortement participé à la compréhension de la perception. Cela a été fait à l'aide des travaux de géomètres comme Euclide qui a permis l'interprétation géométrique des phénomènes de la vision avec son traité d'optique nommé « Optique ». Mais aussi, celui du géomètre Girard Desargues, traité qui a été énormément commenté par les philosophes. Sans oublier d'évoquer le livre de Newton « Optique » qui concerne la lumière et la couleur, dans lequel il parle des organes des sens appelés par la suite des récepteurs sensoriels. Durant leurs études du monde extérieur, plusieurs physiciens se sont retrouvés en présence de phénomènes sensoriels que l'on croyait de nature entièrement physique, comme la lumière. De ce fait, les physiciens ont été les premiers psychologues expérimentalistes (Dumaurier, 2000)

1.5.3. La physiologie sensorielle :

Entre l'impact du stimulus sur le récepteur sensoriel et le fait d'apercevoir se déroule toute une série d'étapes dans le système nerveux. En effet, la perception est construite en partie grâce au système sensoriel responsable de capter les stimulations de l'environnement. Mais aussi, grâce aux structures cérébrales spécialisées.

La physiologie sensorielle est une branche de la physiologie. Par l'intermédiaire des éléments de la neurophysiologie, elle a apporté plusieurs réponses pour mieux comprendre la perception. Cette science s'intéressait à la façon dont sont codés les différents attributs du stimulus ainsi qu'aux incidences de ces codages sur la perception. Mais elle analyse aussi la détermination des propriétés des systèmes sensoriels comme le fonctionnement des récepteurs, qui sera traité ci-après (Bagot, 1999).

1.5.3.1. L'influx nerveux :

Dès que la stimulation atteint les récepteurs sensoriels, ces derniers génèrent un influx nerveux responsable de la traduction de cette information. Cette transformation de l'information d'une forme à une autre est appelée « transduction neurosensorielle ». L'influx nerveux est assimilé à un signal électrique. Les photorécepteurs qui sont les cellules réceptrices de la vision, émettent un message électrique, à travers leurs substances particulières qui se décomposent par la lumière.

1.5.3.2. Les neurones :

Tous les neurones ont une structure comparable à celle du neurone type (Figure III. 1). Les neurones, ou le réseau des cellules nerveuses, sont le terrain dans lequel se propage l'influx nerveux. Les neurones peuvent contribuer au traitement du message en modifiant le message nerveux par leurs propres activités.

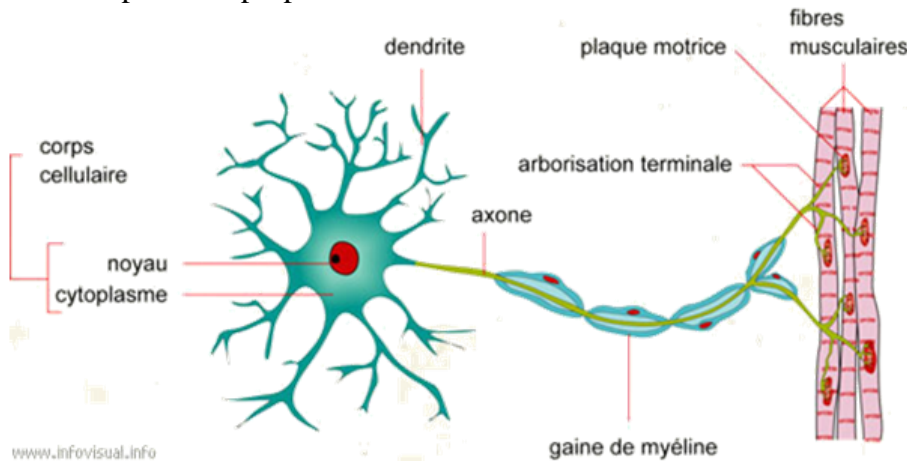


Figure III. 1: Schéma d'un neurone (Source : CATLN, 2011)

1.5.3.3. Communication entre les neurones :

Le système sensoriel est responsable d'apporter les informations au système nerveux. Pour répondre par un comportement adapté aux stimulations de l'environnement et répondre en fonction d'un but à atteindre. Ce système nerveux doit traiter en permanence toutes ces informations reçues. Chaque neurone est responsable de transmettre des informations. Un seul neurone peut recevoir des informations transmises par des centaines de neurones. A son tour, ce neurone ajustera sa propre réponse et la transmettra à une centaines d'autres neurones. Ce sont ces interconnexions entre les éléments nerveux qui impliquent la prise en compte de toutes ces informations. Ces transmissions ont eu lieu au niveau de la « synapses », qui est en réalité une zone de jonction (Figure III. 2).

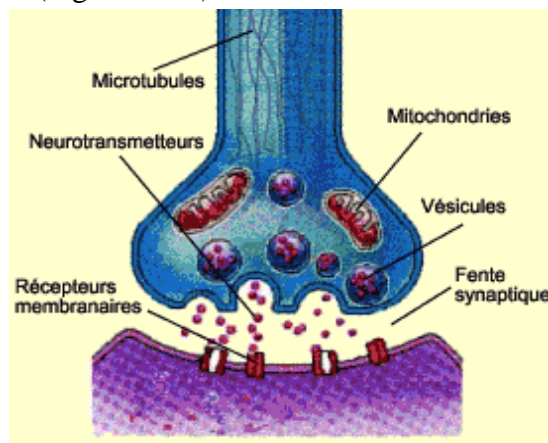


Figure III. 2: Principe de fonctionnement d'une synapse à neurotransmetteur. Les chiffres renvoient aux différentes étapes de la transmission. (Source : CATLN, 2011)

N'oubliant pas de mettre l'accent sur l'influence de l'état de psychique sur nos réponses. En effet, notre mémoire, nos attentes, nos apprentissages et nos motivations, interviennent sur le choix duquel la réponse est issue.

1.5.3.4. Circuits neuronaux et codage neurosensoriel :

Les réseaux des fibres nerveuses et leurs multiples connexions traitent les messages engendrés par les récepteurs sensoriels, durant leurs progressions vers les aires spécialisées du cerveau. Il en existe plusieurs circuits neuronaux dans le système nerveux qui interviennent communément dans

le traitement de l'information, comme les circuits inhibiteurs, divergence, et convergence. Par codage neurosensoriel, on entend les règles qui permettent de convertir l'information présente dans la stimulation physique sous une autre forme d'information contenue dans le message nerveux. L'influx lumineux peut coder les informations présentes dans l'environnement. Ce codage dépend des modalités sensorielles et des caractéristiques de la stimulation.

1.5.4. La psychologie :

La psychologie s'est fortement intéressée à la perception. Elle a aussi donné naissance à plusieurs disciplines. Ces branches de la psychologie ont énormément contribué à la compréhension et au développement de la perception.

1.5.4.1. La psychologie expérimentale:

Dans cette recherche nous donnerons un intérêt particulier à la psychologie expérimentale car elle a apporté plusieurs réponses relatives à la sensation, la perception et la lumière. La psychologie expérimentale est située à la croisée des chemins entre les sciences expérimentales et la philosophie. Elle est née entre 1856 et 1866 grâce aux trois livres d'Herman Von Helmholtz médecin, professeur à l'université, mathématicien, professeur de physique et docteur en philosophie. Ces trois livres sont : Dioptrique de l'œil (1856), Des sensations visuelles (1860), Des perceptions visuelles (1866). Helmholtz a défini l'optique physiologique comme « l'étude des perceptions fournies par le sens de la vue », il proposera d'ailleurs d'appeler « lumière subjective » le phénomène physique et de réserver l'appellation de « lumière » à la sensation. Il a donné les éléments nécessaires pour répondre aux philosophes de l'antiquité, en proposant une conception complètement différente concernant la lumière.

Il a affirmé que la vision des objets extérieurs se fait par l'intermédiaire de la lumière qu'ils émettent et qui vient pénétrer dans l'œil, mais aussi le fait que la sensation lumineuse ne soit pas proportionnelle à l'intensité de la lumière objective. On voit cela à travers les surfaces fortement éclairées qui paraissent plus grandes qu'elles ne le sont, et les surfaces obscures qui les entourent qui semblent diminuer d'une quantité correspondante et paraissent en retrait.

Tout ceci explique une série de faits réunis sous le nom d' « irradiation ». Helmholtz désigne sous le nom de « perception visuelle » l'ensemble de toutes les sensations possibles que produit la lumière dans l'appareil visuel et qui nous servent à nous représenter l'existence, la forme, et la position des objets extérieurs. Elle est nommée sensation aussi longtemps qu'elle est appuyée par des sensations actuelles, et image de souvenir, dans le cas contraire (Dumaurier, 2000).

1.5.4.2. La psychologie de la forme :

Wertheimer auteur des lois d'organisation des formes perceptives, a aussi donné naissance à l'école de pensée qu'est la psychologie de la forme. On lui doit plusieurs théories comme l'énoncé des lois d'organisation des formes perceptives. Mais nous allons juste mettre l'accent sur l'intérêt qu'il a porté pour la lumière. Il publie en 1912, un article décrivant le phénomène appelé phi ou mouvement phénoménal suivant : si un stimulus lumineux se déplace discrètement de la position A à la position B, puis revient en A et retourne en B, on le perçoit successivement à deux positions différentes. Si l'intervalle de temps entre les expositions A et B est suffisamment raccourci, on perçoit un mouvement phénoménal. Si l'on raccourcit encore l'intervalle, on perçoit deux stimuli lumineux simultanés (Dumaurier, 2000, p38).

1.5.4.3. La psychophysique :

Cette discipline est en réalité l'une des racines de la psychologie expérimentale. Son niveau d'analyse est celui des relations entre stimuli et perception. Son but est d'établir des relations entre les modifications de l'environnement et leurs correspondants psychologiques (Bagot, 1999).

1.5.4.4. La psychologie environnementale :

La psychologie environnementale est issue de la psychologie sociale et de la recherche comportementale (Bonnes et Secchiaroli, 1995). Elle est basée sur des échanges interdisciplinaires avec la sociologie, l'architecture, l'urbanisme, la géographie et les autres sciences. La psychologie environnementale considère la perception selon différents principes: en suivant les normes de l'organisation des images (théorie de la Gestalt), et suivant les propriétés des stimuli environnementaux (théorie écologique), ou en suivant la signification des stimuli environnementaux (théorie probabiliste) (Bonnes et Secchiaroli, 1995).

Ceci revient à dire que la perception influe dans le processus d'apprentissage de l'environnement et dans l'organisation de l'espace par sa contribution sensorielle, selon l'expérience de l'individu et selon sa capacité d'identifier les informations sensorielles (Holahan, 1982)

Dans ces conditions, la perception des individus est dans leurs interactions avec le milieu physique. De plus, les circonstances, les facteurs culturels, les facteurs émotionnels, le sexe, le statut social, le statut économique, la qualité physique de l'espace, entre autre facteurs, sont des variables qui influencent la perception (Morval J, 1998).

1.5.4.5. Les modélisations et les simulations des activités perceptives :

Les modélisations et les simulations des activités perceptives se sont considérablement grâce à l'essor de l'intelligence artificielle. En effet, cette sous-discipline récente de l'informatique permet de concevoir la perception comme un ensemble de procédures particulières de résolution de problèmes. Plusieurs modèles de la perception ont été développés et appliqués aux différentes modalités sensorielles (Bagot, 1999).

1.6. Théories de la perception :

Lors qu'on aborde une étude sur la perception, on est forcément confronté à la multiplicité et la diversité des questions étudiées d'une part, et d'une part, par l'existence de plusieurs théories, qui peuvent coexister ou s'affronter. Dans cette recherche, nous n'avons pas l'ambition de détailler ces théories, seules les approches théoriques du développement perceptif ont été prises en considération. Elles ont été citées, situées dans le temps, sans oublier la description des leurs principales caractéristiques.

1.6.1. La théorie de la Gestalt ou théorie de la forme :

Cette théorie prône que ce n'est plus l'environnement qui agit sur l'individu, mais ce dernier qui structure et organise l'environnement, de sorte que la perception ne peut plus se ramener à une somme de sensation élémentaires. C'est une théorie contemporaine qui s'oppose radicalement au behaviorisme, et qui est née en réaction à l'approche élémentariste et analytique des empiristes associationnistes (Bagot, 1999). Il est difficile de dater les véritables débuts de la théorie de la forme, mais on peut les situer en 1912 avec la parution en Allemagne d'un article de Max

Wertheimer sur la perception du mouvement (Dumaurier, 2000).

1.6.2. La théorie de J Piaget :

Le nom de Jean Piaget est associé à ses études sur le développement de l'intelligence. Mais les Archives de Psychologie de Genève révèlent l'abondante documentation qu'il a produite sur le développement perceptif. Il étudie ce développement perceptif, en mesurant l'évolution avec l'âge du degré d'erreurs entre l'objet physique et l'objet perçu. Il qualifie ainsi la perception de déformante et de peu évolutive.

Selon la loi de centrations relatives, les mécanismes perceptifs procèdent par échantillonnage probabiliste. Ceci produit des effets de champs (centration) qui varient quantitativement en fonction des relations physiques qu'entretiennent les éléments du stimulus, de la durée de présentation, de l'âge, ...etc, mais qui demeurent qualitativement les mêmes à tous les âges (Delorme, 1982).

1.6.3. La théorie de JJ Gibson :

De 1950, à 1977, la théorie de JJ Gibson a connu des changements et des évolutions. On est passé de la théorie psychophysique de la perception à la théorie des affordances, en passant par la perception comme fonction de la stimulation, et la théorie de la prise d'information.

Pour Gibson, l'environnement physique est riche en information structurées. Le nouveau né a les moyens de les détecter dans le flux des stimulations qui en proviennent. Car, ce flux a lui aussi une structure dans la forme et les variations correspondent à celles de l'environnement. Le développement perceptif consiste à découvrir de plus en plus d'information et à retenir celles qui sont le mieux adaptées à ses rapports avec son cadre de vie. L'évolution va dans le sens d'un affinement croissant de la différenciation perceptive grâce à des apprentissages naturel (rencontre avec l'environnement) et artificiel (conditions de laboratoire) (Delorme, 1982).

1.6.4. La théorie de J.S Bruner :

Pour J.S Bruner, l'adaptation à un environnement physique, doit forcément passer par une reconnaissance et une identification de tout ce qui nous entoure. Ceci indique que la perception est toujours catégorielle. Son évolution prend la tournure d'une construction de catégorie de plus en plus nombreuses et raffinées. -Le Grand Dictionnaire de la psychologie, 2002, p 551)

1.6.5. La théorie des ambiances :

Le domaine des ambiances physiques (ou ambiances architecturales) est un nouveau champ de recherche. Leur maîtrise est devenue une matière d'enseignement classique dans les écoles d'architecture depuis une trentaine d'année.

Ce domaine nous intéresse tout particulièrement dans ce travail de recherche, car les ambiances architecturales et urbaines expriment de manière structurée la relation de l'homme à son milieu. C'est une notion qui représente la globalité de notre perception de l'environnement (Tourre, 2007).

1.6.5.1. A propos de la notion d'ambiance architecturale :

Les ambiances architecturales, ou urbaines, sont composées de trois sciences ambiantes, qui ressortissent essentiellement aux savoir et savoir-faire de la thermique, de l'acoustique et de

l'éclairage (Augoyard, 1998, p13). Chacune de ces sciences procède son propre champ d'intérêt et ses propres méthodes d'observation et d'analyse, lors de leurs applications pratiques. Pour l'éclairage, les méthodes qui sont utilisés s'appuient sur la photométrie, qui est exclusive à ce domaine (Tourre, 2007).

D'après Augoyard (1998, p18), un ensemble de phénomènes localisés peut exister comme ambiance lorsqu'il répond à quatre conditions suivantes (Figure III. 3) :

- 1- les signaux physiques de la situation sont repérables et décomposables.
- 2- ces signaux interagissent avec la perception et l'action des sujets, et les représentations sociales et culturelles.
- 3- Ces phénomènes composent une organisation spatiale construite (construction architectonique et/ou construction perceptive).
- 4- Le complexe [signaux/percepts/représentations] est exprimable (possibilité d'accéder à la représentation experte et/ou usagère).

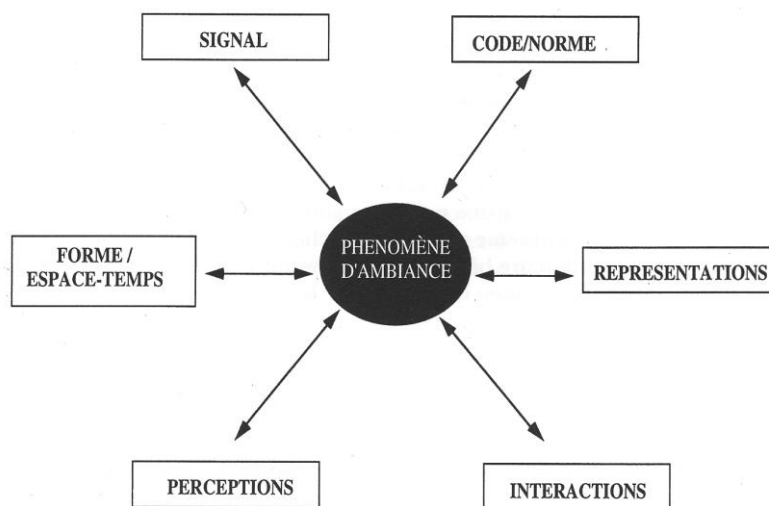


Figure III. 3 : Modalités d'un phénomène d'ambiance *in situ*. (Source : Augoyard, 1998, p19)

Il est possible de définir l'ambiance comme une interaction complexe d'influences réciproques entre (Belakehal, 2007) (Figure III. 4):

- Contexte du lieu où se situe l'espace architectural (climat, culture, société)
- Espace architectural (conformation, activités ou usage...)
- Environnement physique relatif au stimulus (thermique, lumineux, sonore, olfactif, aéraluque...)
- Usager (perception et comportement)

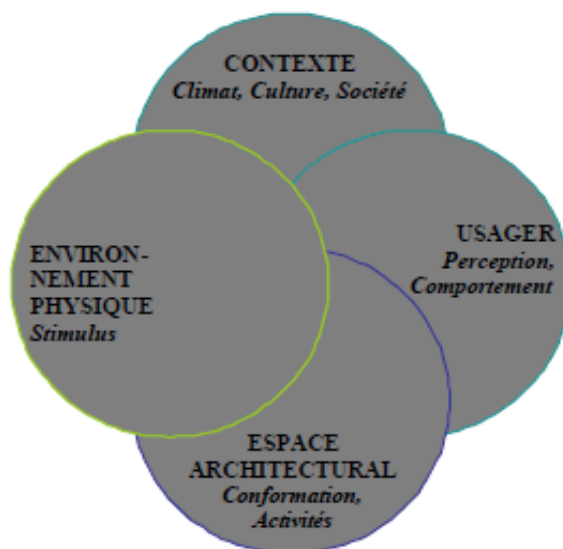


Figure III. 4 : Modèle basique de l'ambiance : Une interaction complexe d'influences entre : contexte, espace architectural, environnement physique et usager. (Source : Belakehal, 2007)

1.6.5.2. Les ambiances lumineuses :

Ambiance sonore, olfactive, et lumineuse, constituent toutes les trois les composantes des ambiances architecturales et urbaines. Le rôle de l'ambiance lumineuse est de révéler l'architecture, au sens matériel et symbolique. Il dépend du sens qu'elle donne à l'espace (Millet, 1996).

L'Association Française de l'éclairage (AFE) définit une ambiance lumineuse comme 'un éclairage considéré sous l'aspect de ses effets physiologiques et psychologiques' (AFE, 2010).

Cette définition ne traduit pas la complexité du sujet, car d'après Roger Narboni (2006), la lumière et l'obscurité dans un espace donné interagissent avec l'individu :

- *Psychologiquement* : les yeux, le corps, perçoivent la lumière. Cette perception varie selon les individus comme au cours de leur vie.
- *Psychiquement* : le cerveau analyse la lumière et l'espace et en donne une lecture mentale
- *Culturellement* : en fonction de l'observation, de son origine géographique, de son vécu, de ses connaissances, et de son état d'esprit.

La définition de l'Association Française de l'Eclairage, ne prend pas en compte le contexte de l'espace traité, qui représente un élément essentiel de perception qui doit être pris en considération pour caractériser et définir les ambiances lumineuses.

L'ambiance lumineuse résulte de notre perception de l'éclairage et de l'espace construit, lors de l'usage de cet espace construit. On peut décrire cette ambiance à travers les effets lumineux qui la composent (Tourre, 2007).

1.6.5.3. Description de l'ambiance lumineuse : effets lumineux :

La description des qualités de l'ambiance lumineuse dépend de l'aspect, fonctionnel ou esthétique, que l'on souhaite évaluer.

1.6.5.3.1. Les qualités fonctionnelles sont mesurées par l'intensité et la direction de la lumière reçue à l'aide d'instruments de mesure. Pour se faire, cette évaluation nécessite une campagne de mesure in situ avec un luminance-mètre, ou une simulation numérique qui permet d'avoir une prévision détaillée de l'éclairage, à condition de disposer d'un modèle réaliste de l'éclairage naturel (Miguet, 2000). Sans oublier le facteur de lumière de jour qui est, d'après Fontoynt, l'indicateur global de la quantité d'éclairage disponible dans un local (Fontoynt, 1998).

1.6.5.3.2. Les qualités esthétiques sont évaluées de manière subjective par rapport à l'impression ressentie à travers la perception d'une ambiance lumineuse. La perception humaine est difficilement descriptible par un appareil de mesure (Tourre, 2007).

Un outil qualificatif, l'effet, permet de décrire l'espace perçu à travers la caractérisation de la lumière. Cet outil utilise l'expérience directe du lieu afin de montrer les sensations provoquées, les observations suscitées et la compréhension des intentions des concepteurs.

1.6.5.4. Effets d'ambiance et effet lumineux :

Selon Augoyard et Torgue, l'ensemble d'effets d'ambiance est la représentation formelle de l'ambiance architecturale et urbaine, mais aussi un outil conceptuel qui permet l'analyse de ces ambiances. Toujours selon ces deux auteurs, cet effet d'ambiance permet de qualifier le lien entre la perception et le milieu, suivant les attitudes neurophysiologiques, la culture et l'état d'esprit de l'observateur (Augoyard et Torgue, 1995).

Un effet lumineux, quant à lui, est la relation entre un espace éclairé et la perception visuelle de l'observateur. Les effets lumineux peuvent être présentés selon l'élément qui représente la source. On peut donc relever trois types d'effet lumineux: i) les effets solaires, qui sont les plus évidents et les plus marqués, ii) les effets lumineux dus aux autres sources de lumière naturelle (le ciel et l'environnement urbain), et en dernier, iii) les effets lumineux dus aux sources artificielles qui restent les effets les plus spectaculaires, et les plus utilisés principalement la nuit pour perpétuer l'animation lumineuse de la scène urbaine (Chelkoff et Thibaud, 1992).

2. EVALUER

2.1. Éclairage naturel :

L'éclairage naturel est généré par l'interaction entre le bâtiment et la lumière. C'est un phénomène physique qui participe à la relation intérieur/extérieur, et qui résulte de la répartition de la lumière naturelle pénétrant l'espace construit à travers l'enveloppe, et de la réflexion de cette lumière par les matériaux constituant le bâtiment. (Voir chapitre II, éte citer les sources de l'éclairage naturel, ainsi que les unités mesurant la lumière). Des facteurs incluant la quantité, le contenu et le contraste, caractérisent la qualité de l'éclairage. Cette dernière dépend de la taille des fenêtres, de la construction et des propriétés de transmission, les finitions appliquées aux murs, les plafonds et les planchers, l'aspect de la construction, le site et l'architecture, et finalement doit être adaptée aux tâches et au confort des occupants du bâtiment (Weir, 1998).

2.1.1. Études de l'éclairage naturel:

L'éclairage peut être étudié dans la recherche scientifique selon quatre grandes tendances. Ces tendances proposées par Flynn (1980) sont:

- en fonction des besoins des individus.
- en fonction de ses propriétés esthétiques et symboliques.
- en fonction de ses propriétés techniques et fonctionnelles.
- en fonction de ses propriétés thérapeutiques (luminothérapie).

Mais dans cette présente recherche, nous allons nous intéresser à une perspective récente, et plus globale. Ce qui nous a poussé vers cette nouvelle approche, c'est la difficulté d'étudier l'éclairage selon une seule tendance, parmi celles citées ci-dessus, ainsi que la difficulté de les délimiter.

L'approche globale évoquée, n'est autre que l'étude de l'ambiance lumineuse. Cette approche reconnaît tant les aspects physiques que les aspects psychosociaux dans l'interprétation et dans la compréhension de l'environnement.

2.1.2. Éclairage et ambiance lumineuse :

La psychologie expérimentale contribue à une perspective holistique sur l'ambiance lumineuse et la problématique de l'éclairage (Boyce, 1981; Butler et Biner 1987; Gifford, 1988).

Non seulement elle considère que les phénomènes traditionnellement étudiés en éclairagisme sont déterminant dans les réponses des individus envers leurs milieux, mais elle met en lumière des dimensions plus psychologiques de ces réponses, comme la reconnaissance et l'orientation spatiale, l'intérêt et le jugement, les préférences, le comportement, le contrôle et les sentiments. (Lynes, 1971; Flynn et al, 1973; Lam, 1977).

Pour faire en sorte que la perception de l'observateur devient un moyen de mesure plus important que les moyens paramétriques plus traditionnels, ces deux directions doivent être alors combinées (Boyce, 1981).

Dans la partie qui suit, nous allons évoquer en premier lieu, les éléments qui se rapportent à la première direction, à savoir, les phénomènes traditionnellement étudiés en éclairagisme. Ces éléments révèlent une dimension objective. Ensuite, nous passerons aux éléments psychologiques, qui eux, révèlent une dimension subjective.

2.1.2.1. Objectivité :

L'objectivité évoque la première direction donnée par la psychologie expérimentale sur l'étude de l'éclairage dans les ambiances. Ce sont les observations objectives de l'environnement qui commandent cette direction. (Boyce, 1981).

Pour évoquer l'ensemble des phénomènes qui se rapportent à cette objectivité, nous allons prendre les deux informations objectives que présente la lumière naturelle pour la perception des ambiances lumineuses. Il s'agit de la performance visuelle et le confort visuel.

2.1.2.1. 1. La performance visuelle :

La performance visuelle est la précision et la rapidité d'exécution d'une tâche visuelle. Elle nous indique le niveau de convenance entre les activités qui se déroulent dans un espace architectural et les conditions d'éclairage (Floru, 1996).

Elle est relative à l'accomplissement d'une tâche où la vision est fortement impliquée de manière à ce qu'il serait possible de cerner les fins détails relevant de cette tâche dans une durée la plus courte possible et sans difficultés (Fontoynt, 1987).

L'exécution d'une tâche visuelle peut être influencée par la motivation, le degré de concentration, la qualité de l'organe visuel, la vitesse de perception et l'acuité visuelle. (Baker et Steemers, 2002).

2.1.2.1. 1.1. Vitesse de perception et acuité visuelle :

On entend par la vitesse de perception, la durée minimale de présentation d'un signal pour qu'il soit perçu. Elle a la capacité de conditionner la performance visuelle dans les tâches de lecture.

L'acuité visuelle est la capacité à distinguer les détails fins et les formes d'un objet ou à percevoir distinctement deux objets rapprochés. Plus le détail distingué est petit, plus l'acuité visuelle de l'individu est grande (Floru, 1996).

L'acuité visuelle mesurée lors d'un examen ophtalmologique ne se retrouve pas forcément en conditions réelles de travail. L'ambiance lumineuse, les exigences visuelles de la tâche et l'état fonctionnel de l'opérateur peuvent être très différents (Floru, 1996).

La vitesse de perception et l'acuité visuelle ne sont pas constantes, elles varient en subissant l'influence du niveau d'éclairage et le contraste.

- 2.1.2.1. 1.1. 1. Le niveau d'éclairage :

Le premier indicateur appartenant à l'environnement lumineux utilisé pour mesurer cette donnée relative à la performance visuelle est le niveau d'éclairage lumineux reçu sur le plan de travail (Serra, 1998).

Plus l'éclairage est élevé, plus le nombre d'erreur est réduit (Figure III. 5). L'éclairage peut améliorer l'acuité visuelle, mais cette influence cesse dès qu'il dépasse 1 000 lux.

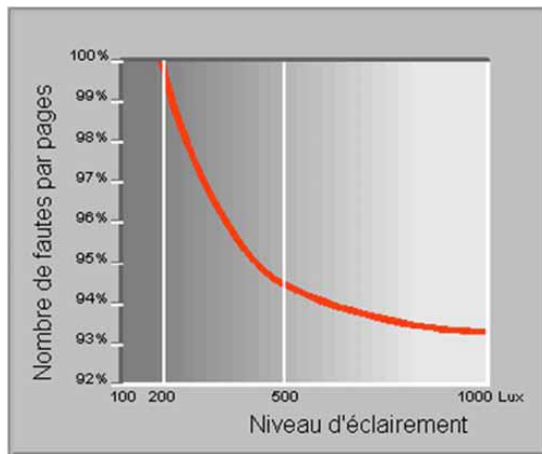


Figure III. 5 : Influence du niveau d'éclairage sur le nombre de fautes par pages (Source : Bernard, 2007)

- 2.1.2.1. 1.1.2. le contraste :

Le système sensoriel a besoin de contrastes pour pouvoir porter des informations jusqu'à la conscience d'un individu (Lam, 1986). Un éclairage naturel est donc très favorable pour réaliser cela, car le duo lumière naturelle et architecture génère de multiples contrastes, causés par la nature extrêmement variable de la lumière naturelle.

D'ailleurs, les usagers se sentent plus alerte, énergétiques et positifs des journées ensoleillées en raison de la stimulation occasionnée par les forts contrastes résultants de l'alternance des zones claires et obscures (Gordon, 2003, p11).

Lorsque le contraste de luminance est trop élevé, il peut causer un éblouissement gênant. Mais avant d'arriver à cette gêne, ce Contraste doit être le plus élevé possible (Figure III. 6).

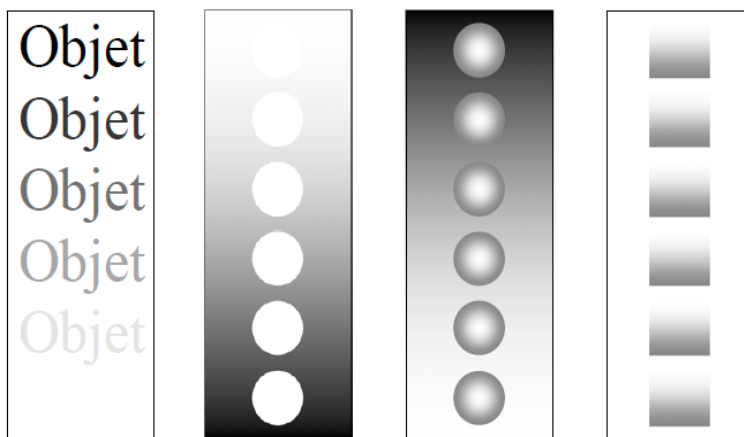


Figure III. 6 : Le contraste objet/fond (Source : Bernard, 2007)

- 2.1.2.1. 1.1.3 : La durée d'exposition :

Hormis le niveau d'éclairage et le contraste, la durée d'exposition du stimulus et l'âge du sujet peuvent aussi influencer l'acuité visuelle. En effet, plus le temps à disposition est important, meilleure est l'acuité visuelle. Cette dernière baisse d'environ 25 % entre 20 et 60 ans. Ceci s'applique pour une personne ayant une vue normale. Les personnes âgées ont besoin d'un niveau d'éclairage plus élevé, d'un contraste plus fort et d'une durée de présentation du stimulus plus longue (Bernard, 2007).

2.1.2.1. 2. Le confort visuel :

Étymologiquement, le terme *confort*, tiré du mot anglais « *comfort* », représente l'ensemble des éléments qui contribuent à la commodité matérielle et au bien-être, mais également au sentiment de bien-être et de satisfaction. C.A. Roulet spécialistes de l'éclairage, le définit comme étant une sensation subjective fondée sur un ensemble de stimuli (Roulet, 1987).

Le confort visuel a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs, comme Magalie Bodart qui définit le confort visuel comme 'une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière'. (Bodart, 2008, p44).

Ou encore Ljubica MUDRI, pour qui le confort implique 'l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension' (Mudri, 2002). Mais aussi le Syndicat de l'Eclairage de France, d'après lequel le confort visuel fait référence aux conditions d'éclairage nécessaires pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil (SE, 2010).

- 2.1.2.1. 2. 1. Les paramètres du confort visuel

Etre dans le confort visuel renvoie à la facilité avec laquelle l'œil reçoit les messages visuels de notre environnement, en particulier ceux qui nous intéressent (Baker et al, 1993 ; Serra, 1998). Pour faciliter la réception de ce message visuel, l'architecte peut jouer un rôle prépondérant sur certains paramètres du confort visuel (Bodart, 2008). Ces paramètres sont (Figure III. 7) :

- 1- Un niveau d'éclairage suffisant de la tâche visuelle.
- 2- Une distribution harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- 3- L'absence d'éblouissement.
- 4- L'absence d'ombre gênante.
- 5- Un rendu de couleur correct.
- 6- Une teinte de lumière agréable.

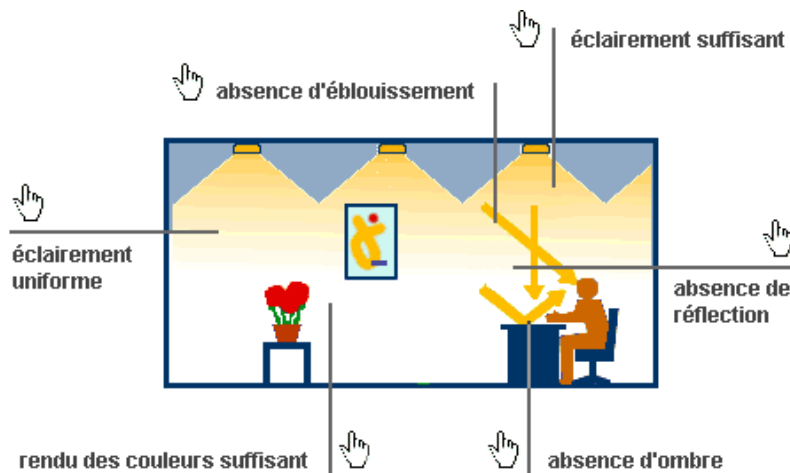


Figure III. 7 : Eléments du confort visuel.
(Source : énergie +, 2011)

a- Un niveau d'éclairage suffisant de la tâche visuelle :

C'est en termes d'éclairage (voir chapitre II) que les recommandations concernant le confort visuel sont données, plutôt que de luminance. Ceci revient à la facilité de sa mesure. L'éclairage moyen recommandé est généralement fixé selon la précision de la tâche visuelle à exercer, ainsi que de la fonctionnalité du local. Le niveau d'éclairage diffère donc en fonction de la fonction du local. A titre d'exemple, l'éclairage moyen choisi pour un bureau paysager peut s'avérer catastrophique s'il est mis en œuvre dans une pièce de fonctionnalité très différente, par exemple le foyer d'un théâtre ou le living d'une habitation (Bodart, 2008) (Figure III. 8).

Un niveau d'éclairage minimum est nécessaire pour une vision claire et sans fatigue. Toutefois, un éclairage trop abondant peut être inconfortable.

Bureaux et locaux administratifs		Éclairage (lux)	Habitations		Éclairage (lux)
Bureaux de travaux généraux	425	425	(éclairage nécessaire pour les différentes activités)		325
Dactylographie	425		Lecture	325	
Salles de dessin	850		Travail d'écolier	325	
			Couture	425 à 625	
			Préparations culinaires et coin bricolage	425	
Établissements d'enseignement			Circulation		
Salles de classe	325	425	Couloirs, escaliers		80 à 250
Tableaux	425				
Amphithéâtres	325				
Laboratoires	625				
Bibliothèques, tables de lecture	425				
Magasins			Hôtels		
Boutiques	200	300	Réception, halls	250	
Self-services	300		Salles à manger	250	
Grandes surfaces	500		Cuisines	425	
			Chambres et annexes	250	
Salles de spectacles			Bâtiments Industriels		
Foyer	125	80	Machines-outils et établis, soudure	250	
Amphithéâtres	80		Travail de pièces moyennes	425	
Salles de cinéma	40		Travail de petites pièces	625	
Salles des fêtes	250		Travail très délicat ou très petites pièces	1250 à 1750	

Figure III. 8 : Éclairage moyen à maintenir en fonction de l'activité (Source : l'AFE, 2010)

b- Facteur UGR

L'éblouissement d'inconfort provenant directement des luminaires doit être quantifié par l'auteur du projet en utilisant la méthode tabulaire d'évaluation du taux d'éblouissement unifié UGR de la CIE. Le facteur UGR donne une idée de l'éblouissement d'inconfort dans le champ visuel de l'observateur par rapport à la luminance de fond (éblouissement provoqué par l'association de plusieurs luminaires dans un environnement considéré). Ce facteur UGR varie de 10 à 30. Plus la valeur du facteur est élevée, plus la probabilité d'éblouissement d'inconfort est importante. (Energie +, 2011). Des valeurs de référence définissent des classes de qualité (Tableau III. 1) :

28	Zone de circulation
25	Salle d'archives, escaliers, ascenseur
22	Espace d'accueil
19	Activités normales de bureau
16	Dessins techniques, postes de travail CAD

Tableau III. 1 : Valeurs de référence pour le facteur UGR (source : énergie+, 2011)

c- Une distribution harmonieuse de la lumière dans l'espace :

Si le niveau d'éclairage et la luminance varient dans le champ visuel, durant ce moment, l'acuité visuelle est diminuée, entraînant des fatigues inutiles. Pour l'éviter, il faut donc respecter une certaine homogénéité dans les conditions d'éclairage.

Pour pouvoir étudier la distribution lumineuse, on doit prendre en considération que le niveau d'éclairage et la luminance varient dans le champ visuel. Cette étude se fait dans le but d'éviter les fatigues inutiles causées par la baisse de l'acuité visuelle.

c.1.La répartition de la lumière : La répartition lumineuse ou l'uniformité des niveaux d'éclairage (exprimée par l'indice d'uniformité) est définie comme étant le rapport entre l'éclairage minimum et l'éclairage moyen observé dans la zone de travail (La zone de travail correspond à la zone où la tâche visuelle est exécutée. Cette zone est représentée par la surface

d'un bureau ou d'une table à une hauteur de 0.7 mètre, la surface d'un tableau vertical.....etc) (De Herde et al, 2002).

Lorsque le niveau d'éclairage varie dans un espace, l'œil doit s'adapter quand le regard se déplace. Un éclairage uniforme garanti une qualité d'éclairage semblable, et d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux (Denoeud, 2002). Pour cela il faut :

- éviter les zones d'ombre trop importantes dans le local, sur le plan de travail et entre les locaux adjacents.
- Créer une certaine uniformité de couleur entre l'environnement et la tâche visuelle, entre support papier et plan de travail, et entre plan de travail et murs.
- éclairer le plafond d'un local dans les limites de 30 à 90% de l'éclairage du plan utile et maintenir l'éclairage des parois entre 50 et 80% de l'éclairage de ce dernier, car la luminance des parois internes doit être en équilibre avec la luminance de la tâche
- placer le mobilier de telle sorte qu'il ne fasse pas écran et de disposer les zones d'activité judicieusement. Les plans de travail seront situés préférentiellement près des ouvertures où la lumière naturelle est bien reçue.

Selon B. Denoeud (2002), l'obtention d'un éclairage uniforme nécessite que, l'éclairage maximum et l'éclairage minimum relevés dans un local ne doivent pas s'écarter de plus du 1/6 de l'éclairage moyen.

c.2.Rapport de luminances : Les différences excessives de luminance doivent être évitées, et ce, pour permettre à l'utilisateur de voir correctement. C'est pour cette raison que la distribution lumineuse d'un espace doit être bien pensée.

Du point de vue adaptation, il est très important de garder les rapports de luminance entre les différentes zones du champ visuel (Figure III. 9), dans des proportions limitées (effet statique). De même, entre les différentes zones susceptibles d'être fixées successivement (tables- tableaux) et entre le champ visuel en position de travail (le plan de travail) et au repos (les murs). C'est ce qu'on appelle « l'effet dynamique ». Des grandes différences de luminance dans le champ visuel, oblige l'œil à changer la direction du regard et à s'adapter réduisant ainsi l'acuité visuelle. Pour éviter de telles fatigues inutiles, il convient de ne pas dépasser certaines valeurs de contraste entre les différentes zones du champ visuel. Cependant, si les différences entre les niveaux de luminance sont trop faibles, on crée dans le local une impression de monotonie très désagréable. (Bodart, 2008).

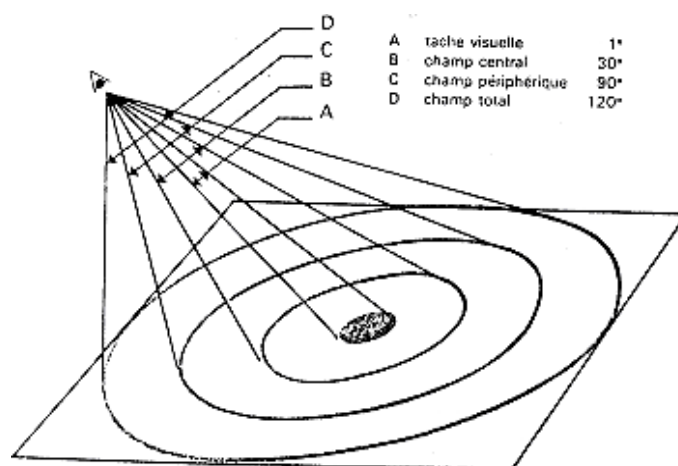


Figure III. 9 : Zones du champ visuel (Source : Benharkat, 2006)

Deux paramètres peuvent influencer l'uniformité de la luminance. Il s'agit de la répartition des sources lumineuses et de la réflexion des parois. Elle est d'autant meilleure que les réflexions de chaque paroi sont élevées et uniformément réparties.

d- L'absence d'éblouissement :

L'éblouissement est l'effet de conditions de vision dans lesquelles l'individu subit une réduction de l'aptitude à percevoir les objets, pouvant aller jusqu'à un aveuglement temporaire (Liébard, 2005). L'éblouissement est dû à la présence, dans le champ de vision, de luminances excessives (sources lumineuses intenses) ou de contrastes de luminance excessifs dans l'espace ou dans le temps (AFE, 1987, p8). Ce phénomène est directement lié à l'adaptation de l'œil qui n'est pas instantanée et qui est régie par trois mécanismes :

- Le fonctionnement mécanique de la pupille.
- La réaction chimique de la rétine.
- La commutation dans le système visuel nerveux.

d.1. Types d'éblouissement : Selon Moore (1985), l'éblouissement peut être direct ou indirect. Ces deux catégories peuvent être données en fonction des sources qui provoquent l'éblouissement.

L'éblouissement direct : Ce type d'éblouissement est causé par une source de lumière qui se situe dans la même direction ou dans une direction voisinant de l'objet regardé. On peut relever deux types d'éblouissement direct.

- L'éblouissement inconfortable : Cet éblouissement est présent lorsque l'axe du regard est relativement proche de l'horizontale. Ceci est rencontré dans certain locaux comme les bureaux ou les salles de classe (A. DE HERDE et al, www-energie.arch.ucl.ac.be). Il est provoqué par la vue en permanence de sources lumineuses qui possède des luminances relativement élevées. L'éblouissement d'inconfort, comme son nom l'indique, peut générer l'inconfort, sans empêcher la vue de certains objets ou détails. (La Toison 1982, p 101)
- Eblouissement perturbateur : Cet éblouissement également appelé invalidant, est dû à la vue d'une luminance très élevée dans le champ visuel. Il peut troubler la vision de certains objets sans pour autant créer de l'inconfort (La Toison, 1982).

L'éblouissement indirect : Les réflexions de sources lumineuses sur des surfaces brillantes provoquent cet éblouissement. C'est pour cette raison qu'il est aussi appelé éblouissement réfléchi. Cette surface brillante peut être un écran d'ordinateur, un tableau, un plan de travail, ou une surface satinée qui reflète l'image d'une source lumineuse. (Belakehal, 2007).

e- L'absence d'ombre gênante :

Des ombres marquées peuvent perturber l'exécution des tâches visuelles et conduire à une mauvaise position de travail. En effet, la lecture et l'écriture peuvent être perturbées. Ceci arrive lorsque la lumière est dirigée du côté droit pour les droitiers, du côté gauche pour les gauchers, ou dans le dos des occupants. La direction de la lumière est responsable de ces ombres gênantes.

La présence d'éclairage bilatéral, éliminera le problème des ombres portées. Ceci n'est pas toujours facile à réaliser à chaque fois. C'est pour cette raison que l'Association Française de l'Eclairage recommande que la direction principale du regard soit parallèle au vitrage et celui-ci doit être positionné du côté gauche de l'occupant car la majorité sont droitiers. Une autre solution consiste à faire fonctionner une rangée de luminaires disposée parallèlement aux ouvertures à certains moments de la journée : ceci réduira les ombres gênantes des mains pour les gauchers (AFE, 1987, p13).

f- Un rendu de couleur correct :

La lumière naturelle présente un spectre visible de forme continue. Un spectre constitué d'un mélange de diverses radiations, et qui forme la lumière dite « blanche ». Toute source lumineuse, qu'elle soit naturelle ou artificielle, présente un spectre lumineux qui lui est particulier. Mais la lumière blanche est la seule qui permet à l'œil d'apprécier avec la plus grande exactitude, la couleur des objets et les plus délicates de leurs nuances. (Énergie +, 2011).

C'est la composition spectrale de la lumière qui éclaire l'objet qui donne le rendu de couleur de cet objet. En effet, un corps coloré réfléchit sélectivement les radiations colorées qu'il reçoit. Le système visuel regroupe ces différentes radiations réfléchies et donne une sensation de couleur. La couleur ainsi perçue est donc intimement dépendante du spectre lumineux émis, c'est-à-dire de l'indice de rendu de couleur. L'indice de rendu des couleurs indique les aptitudes de la lumière émise par une source à restituer l'aspect coloré de l'objet éclairé (Perraudeau, 1981, p 18). L'indice de rendu de couleur de la lumière naturelle a une valeur de 100, qui est également une valeur maximale. (CIE, 2010).

g- Une teinte de lumière agréable :

La couleur de la lumière joue un rôle prépondérant dans le confort visuel. Elle agit sur la perception de la couleur des objets, et provoque une sensation de confort visuel. Ces couleurs, ou plutôt ses radiations colorées émises par les objets de l'environnement, peuvent produire sur le système nerveux certains effets psycho-physiologiques (Énergie +, 2011).

Les couleurs de grande longueur d'onde ont un effet stimulant.

- celles de courte longueur d'onde ont un effet calmant.
- les couleurs intermédiaires (jaune, vert) procurent, de même que le blanc, un effet tonique et favorable à la concentration.
- les couleurs foncées et le gris ont par contre une action déprimante.

La température de couleur est un facteur qui désigne les différentes teintes de lumière. Il est défini comme étant la couleur apparente de la lumière fournie par une source (C.I.E, 2010). Elle est exprimée en degré KELVIN. A titre d'exemple, la température de couleur de la lumière naturelle égale à 5000°K.

La couleur de la lumière doit s'adapter à l'espace. Pour la réussite de cette adaptation, plusieurs facteurs doivent être pris en considération comme (Bodard, 2008) :

- le type de local : pour les locaux aveugles, il est indispensable d'utiliser des teintes de couleur froide, tandis que pour une habitation, une lumière de couleur chaude est généralement confortable. Pour un bureau, la température de couleur doit être intermédiaire.
- l'aménagement du local : Les objets de couleurs chaudes (rouge, orange) sont plus agréables lorsqu'ils sont éclairés par une lumière chaude plutôt que par une lumière froide, mais, par contre, la lumière chaude tend à noircir les couleurs froides (bleu, violet).
- les couleurs des murs : les couleurs peuvent contribuer dans une large mesure à modifier la dimension apparente des surfaces et des volumes. Les couleurs chaudes seront de préférence utilisées dans des locaux de dimensions exagérées tandis que les couleurs froides seront choisies pour les locaux de dimensions réduites
- le climat : Les teintes chaudes sont préférées dans les climats froids et les teintes froides dans les climats chauds.
- le niveau d'éclairement : Quand le niveau d'éclairement augmente, la température de couleur de la lumière doit également s'élever.

Il est déconseillé d'utiliser simultanément des teintes froides et des couleurs chaudes, ce qui gêne l'adaptation de l'œil et crée des perturbations visuelles.

2.1.2.2. Subjectivité : conduites perceptives

La seconde direction est reliée aux aspects psychologiques de la perception. Elle est dirigée par les considérations subjectives de l'environnement, et souvent utilisée dans les recherches environnementales (Boyce, 1981).

Notre intérêt s'est porté sur cet aspect, à cause de l'importance de la dimension psychologique, celle de la subjectivité. Celui-ci intervient dans l'évaluation des conditions d'éclairage, en mettant en exergue l'importance du contexte et les attentes d'un individu, qui sont aussi importantes que la satisfaction des besoins physiques (Lam, 1972, p.47). Ainsi, deux individus soumis aux mêmes conditions lumineuses pourraient donc les juger à la fois confortables et inconfortables. Cette subjectivité relève d'un aspect mentale et immatériel, il relève du rapport perceptif que l'utilisateur a avec son environnement. Il s'agit de toutes les conduites perceptives qui regroupent les croyances, adaptations, opinions, acclimatement, valeurs, Attitudes, représentations sociales, impressions, agrément,....etc

2.1.2.2.1. *Les impressions visuelles subjectives*

Une série d'études menées par le passé on permit de déterminer que certaines conditions lumineuses influençaient la perception de l'ambiance d'un espace de manière suffisamment significative pour prédire correctement la réaction de plusieurs individus » (Steffy, 2002, p20). Parmi ces études, celles menées par le professeur John Flynn semblent avoir été des plus concluantes.

Le travail de Flynn et ses collaborateurs s'est basé sur les « patterns d'éclairage ». Un « pattern d'éclairage » est la conséquence de la distribution des plages de brillance sur les différentes surfaces d'un espace. On le détaille en termes de distribution (la distribution des plages de brillance peut être uniforme ou non uniforme), de localisation (la localisation réfère à l'orientation (verticale ou horizontale) du plan le plus brillant de l'espace.) et d'intensité (L'intensité réfère au niveau de brillance (élevé ou faible) sur le plan de travail horizontal) (Steffy, 2002, p.61).

Flynn et ses collègues (1979) ont prouvé que la perception de certains « patterns d'éclairage » pouvait mener dans une certaine mesure à la déduction de quatre impressions visuelles subjectives qui (Steffy, 2001 ; Flynn, 1988 ; Gordon, 2003) sont :

- la clarté qui réfère à la capacité de percevoir les détails et qualifiée de « claire » ou de « floue ».
- l'ampleur qui renvoie à la perception du volume de l'espace, pouvant paraître « grand » ou « petit ».
- relaxation qui signale le niveau d'activité suggéré par les conditions lumineuses. Un niveau élevé est perçu comme étant « tendu », un faible niveau semblant au contraire « détendu ».
- l'intimité qui signale le caractère d'utilisation d'un espace, qualifié de « public » ou de « privé »

Malgré les lacunes méthodologiques relevées, cette recherche menée par Flynn (1979) a néanmoins l'avantage d'illustrer l'importance de la subjectivité dans la perception des ambiances lumineuses (Dubois, 2006).

Une autre étude menée toujours par Flynn et al (1979) dans laquelle ils ont identifié des catégories d'impressions visuelles modifiées par les conditions d'éclairage. Ces catégories sont les suivantes : Catégorie Perceptive, catégorie comportementale et préférence globale.

Ces catégories contiennent 9 types d'impressions. D'après les auteurs, l'analyse factorielle de nombreuses échelles de cotation permet toujours de réduire les réponses des sujets à ces 9 types d'impressions. Ces impressions sont:

- Impressions de luminosité.
- Impression d'espace.
- Impression de complexité spatiale.
- Impression de couleur.
- Impression d'éblouissement.
- Impressions d'espace privé ou public.
- Impression d'espace tendu ou relaxant.
- Impression de préférence.
- Impression d'agrément.

Les résultats d'analyses factorielles menées par Veitch et Newsham (1998) sur 29 échelles de cotation confirment cette idée. Ils sont parvenus à réduire les données à 4 facteurs principaux : attraction visuelle, complexité, luminosité et éblouissement. Le facteur d'attraction visuelle comprenait des échelles de cotation comme « agréable / désagréable », « coloré / terne », « spacieux / étroit » ou « tendu / relaxant ».

Quant à Virgile Charton (2002), dans sa thèse de doctorat intitulée "étude comparative de la perception d'ambiances lumineuse en milieu réel et en milieu virtuel, a choisi ces 6 critères d'évaluation: lumineuse, uniforme, éblouissante, visuellement chaude, agréable et intime.

2.1.2.2.1.1. *Les impressions esthétiques:*

Les travaux de Flynn et al constituent une référence en matière d'impression esthétiques (c'est-à-dire l'apparence de l'espace) (Flynn et al, 1973 ; Flynn et al, 1979 ; Flynn et al, 1978).

Ces auteurs ont montré que « l'intérêt » et la « préférence » pour une scène visuelle, dans la mesure où la non-uniformité ne devient pas extrême, est nettement favorisée par la non-uniformité de la distribution de la lumière.

Cette idée que la non-uniformité ne doit pas être extrême a été reprise par Shepherd et al (1989). Ces derniers ont montré que les impressions esthétiques peuvent être largement dégradées par l'impression d'obscurité créée lorsque la tâche est entourée de murs plus sombres.

2.1.2.2.1.2. *Les jugements de satisfaction :*

La satisfaction visuelle est l'acceptabilité de l'environnement lumineux réel par l'utilisateur. Elle dépend :

- du caractère agréable de l'environnement lumineux (lorsque l'opérateur est concentré sur la tâche et qu'il regarde ailleurs pour se relaxer),
- des préférences individuelles (un environnement lumineux peut être préféré même s'il n'est pas toujours confortable, c'est le cas dans le choix d'un éclairage naturel, par exemple) (INRS, p22).

Les jugements de satisfaction représentent en réalité l'aspect affectif de la réponse du sujet à l'environnement. Veitch et Newsham (1996) rapportent des résultats du groupe de recherche Bartlett (Hawkes et al, 1979) montrant que les distributions de luminance non-uniformes sont préférées à celles uniformes qui sont jugées non intéressantes. De leur côté, Collins et al (1990) ont montré que les sujets préfèrent avoir des murs clairs plutôt que des murs sombres par rapport au plan de travail (Dubois, 2006).

2.1.2.2.1.3. *L'agrément :*

La notion d'agrément vient compléter la notion de confort. C'est une notion très subjective. Elle relève des aspects psychologiques et fait donc partie de la personnalité humaine. Cette appartenance rend la notion d'agrément très difficile à préciser, mais cela ne l'a pas empêché de donner lieu à de nombreux travaux.

Etudier l'agrément ne s'arrête pas au niveau des connaissances techniques de l'éclairagisme. Il implique des enquêtes d'ordre psychologique. Il relève des aspects psychologiques et il donne des indications nécessairement subjectives dans lesquelles règnent la nuance, le mouvement et la subtilité. Pour le cas d'une ambiance lumineuse, l'agrément traduit ce qui peut être qualitativement décrit comme une atmosphère juste (Loe et al, 2000) ou plaisante (Laurentin, 2001).

Les regroupements les plus représentatifs en matière d'études sur l'éclairage, ont rapidement reconnu la notion d'agrément. Ceci vient confirmer l'importance de l'agrément. En effet, depuis 1959, la Commission Internationale de l'Eclairage, a créé un comité présidé par L.C.Kalff pour l'étude des ambiances lumineuses agréables. Dans ses études, Kalff s'est basé sur un questionnaire conçu pour établir un jugement sur la qualité d'une ambiance lumineuse, duquel des observateurs qui examinent des installations de bureaux se sont servis.

D'autres chercheurs ont suivi Kalff en intervenant sur la notion d'agrément comme Weston et Harry Hewitt. L'agrément visuel est relatif à l'utilisateur, il dépend notamment de (Fontoynt, 1998) : i) la beauté du système conceptuel de la baie, et ii) l'attractivité générale de l'espace.

2.1.2.2.1.4. *Facteurs humains et architecturaux :*

La recherche menée par Parpairi (2004) démontre également l'importance d'inclure des aspects non mesurables, nommés « facteurs humains et architecturaux » dans l'étude des ambiances lumineuses. Ces facteurs sont (Parpairi, 2004, p 192):

- la vue sur l'extérieur,
- la diversité des ambiances lumineuses,
- le degré de contrôle perçu
- la liberté de mouvement

a- La vue sur l'extérieur

Le premier critère que la vue sur l'extérieur peut remplir, est un critère d'ordre biologique. En effet, cette vue satisfait plusieurs besoins biologiques (Lam, 1972) (Tableau III. 2).

Besoins biologiques	
Informations visuelles sur les conditions extérieures :	
	<ul style="list-style-type: none"> • Heure du jour • Saisons • Conditions météorologiques • Réglage de l'horloge biologique
Contact visuel avec l'extérieur :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Activités et événements en dehors ▪ Avec la nature et le soleil ▪ Avec les autres êtres vivants
Détente et soulagement psychologique :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dépend de la vue : paysages naturels plus réparateurs que les paysages construits.
Diversité sensorielle :	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grande variabilité de la lumière naturelle

Tableau III. 2: Besoins biologiques satisfaits par une vue sur l'extérieur (Source : Dubois, 2004 (d'après Lam (1972) et Heerwagen (1990, 1998) dans Parpairi (2004))

Des études montrent qu'une vue lointaine réduit la fatigue de l'œil après avoir réalisé une tâche visuelle proche, telle que la lecture sur un bureau (Stein et al, 2006). Heschong Mahone Group (2003) ont noté plus de plaintes reliées au manque de vues extérieures que de plaintes de distraction visuelle à travers la fenêtre. En général, les occupants préfèrent des vues vers le ciel, l'horizon et les espaces verts (Carmody et al, 2003).

Notant aussi que pour son bien être psychique, l'homme a besoin de rester en contact avec le monde extérieur. Une vue sur l'extérieur satisfait également le besoin biologique de détente et de soulagement psychologique lorsqu'elle s'ouvre sur un paysage naturel.

Un autre critère, est la capacité de la vue à situer l'occupant dans le temps et dans l'espace par rapport au monde extérieur, et de l'informer des conditions météorologiques. Ce rôle serait d'ailleurs plus important que celui de source d'éclairage (Veitch, 2001, p.135).

Sans oublier qu'une vue sur l'extérieur maintient également un contact avec la lumière du jour, essentielle au réglage de l'horloge biologique. La variabilité de la lumière naturelle, répond aussi au besoin de diversité sensorielle, et participe à la création d'une ambiance intérieure plus chaleureuse (Figure III. 10).



Figure III. 10: Vision vers l'extérieur (Source : Bernard, 2007)

b- La diversité des ambiances lumineuses :

La lumière naturelle change constamment, en intensité, en couleur (Rasmussen, 1987, p. 186) et en direction (Dérivée, 1965, p.51). Ces changements observés du matin au soir et de jour en jour, causent la variabilité de la lumière naturelle qui est considérée comme un facteur influent sur le confort relatif aux ambiances lumineuses.

Au-delà d'un seuil minimal d'éclairement, la diversité des plages de brillances est plus importante dans la provision d'espaces confortables que l'intensité lumineuse absolue (Parpaïri, 2004 p. 191). Celle-ci serait par ailleurs à l'origine de la connotation généralement positive associée aux espaces éclairés naturellement, souvent considérés comme étant lumineux et chaleureux (Gordon, 2003, p.11).

La reconnaissance des diverses ambiances lumineuses repose sur la capacité des occupants à discerner les différents niveaux de brillance et degrés de contraste présents dans l'espace. Ceux-ci dépendent à la fois de caractéristiques intrinsèques aux sources lumineuses et aux matériaux des surfaces.

Les sources lumineuses se distinguent selon leur caractère (naturel ou artificiel) et leur qualité (directe ou diffuse). Les matériaux absorbent, transmettent ou réfléchissent la lumière suivant leur couleur, leur finition et leur réflectance. Les propriétés des matériaux, contrairement à celles de la lumière, sont invariables. L'étude des ambiances lumineuses repose donc principalement sur

l'éclairage ; ce dernier étant le seul capable de faire varier substantiellement le degré de brillance et de contraste d'un point à l'autre.

Il existe une plus grande diversité d'ambiances lumineuses lorsqu'un espace est éclairé directement. En effet, Un éclairage direct produit des zones très brillantes sur les surfaces éclairées en raison de la haute intensité du faisceau lumineux. En parallèle, il crée des zones très sombres sur les surfaces non éclairées ou ombragées. Un espace éclairé directement se caractérise donc par un degré de contraste élevé et de grandes variations des niveaux de brillance. Tandis qu'un éclairage diffus ne produit pas de grandes différences de brillance en raison de la plus faible intensité et de la distribution uniforme de la lumière. Conséquemment, un espace éclairé indirectement demeure faiblement contrasté et offre un choix limité de niveaux de brillance.

c- Le degré de contrôle perçu :

Le degré de contrôle perçu (Parpauri, 2004), qui est aussi appelé l'équivalent des opportunités d'adaptation (Baker, 2000), représente la possibilité offerte à l'usager de mettre fin ou de limiter les nuisances environnementales, comme l'éblouissement, la chaleur ou le bruit.

Au niveau de l'éclairage, ceci peut se traduire par la présence de plusieurs dispositifs permettant de modifier les conditions lumineuses tels que les volets, les stores, les plafonniers et les lampes d'appoints, dans un espace caractérisé par un degré de contrôle élevé (Steane et Steemers, p8, 2004)

Le degré de contrôle est un élément déterminant du confort ressenti à l'intérieur d'un espace éclairé naturellement. Il a pour conséquence de rendre les occupants plus tolérants vis-à-vis la nuisance, même si aucune action n'est prise en ce sens (Veitch, 2001, p.127).

d- La liberté de mouvement :

La liberté de mouvement consiste à réunir les conditions permettant aux occupants de se déplacer vers un endroit moins chaud donc plus confortable, ou de changer l'orientation de leur regard, pour éviter des sources d'éblouissement (Steane & Steemers, 2004, p.8). Elle leur permet ainsi de cohabiter avec la lumière du soleil, dont la variabilité satisfait le besoin biologique de diversité sensorielle, sans qu'ils ne souffrent pour autant de fatigue visuelle (Lam,1972). Ceci vient nous confirmer que la liberté de mouvement est fortement liée à la présence de rayons de soleil

En revanche, l'impact positif de la liberté de mouvement sur le confort est limité par trois éléments : i) le temps d'exposition à la nuisance environnementale, ii) le contexte et iii) le type d'activité exercé (Steane et Steemers, 2004, p.8).

3. DISCUSSION :

Arrivé à la fin du troisième chapitre théorique, qui aborde le parallèle entre méthode d'enseignement et étape d'apprentissage, un positionnement s'impose. Il s'agit du choix de la méthode d'enseignement la plus appropriée pour cette étape. Ce choix doit se faire en premier lieu, pour la méthode qui sera suivie pour l'enseignement de l'éclairage.

Etant donné qu'il s'agit d'un travail de recherche qui vise le premier palier du système LMD, à savoir la licence, la méthode en éclairage sera subjective. Elle se basera sur les éléments psychologiques forts, liés à la perception de l'environnement, et non pas une méthode objective qui nécessite de faire recours à des appareils de mesure ou à des logiciels de simulation. Ainsi, la méthode d'enseignement doit être forcément qualitative nécessitant une évaluation subjective, il s'agit en réalité d'une évaluation subjective.

Les méthodes d'enseignement quantitatives qui utilisent des appareils de mesure comme le luxmètre, ou des logiciels de simulation comme Radiance, feront l'objet d'un enseignement spécialisé qui pourra se faire en cycle Master, ce qui sort du domaine de notre recherche. En somme, l'évaluation subjective est la méthode d'enseignement retenue pour la deuxième phase du modèle conceptuel.

CONCLUSION :

Ce chapitre nous a permis de réaliser la deuxième étape du parallèle évoqué dans notre hypothèse, en l'occurrence les étapes d'apprentissage et les méthodes d'enseignement. Perception et évaluation ont fait l'objet d'une combinaison qui a laissé apparaître à la fin, des éléments qui peuvent être l'objet de l'évaluation dans le processus d'enseignement.

INTRODUCTION :

Entamer une étude scientifique exigerait de définir au préalable le cadre dans lequel elle se situerait et d'en rappeler les notions élémentaires. C'est ainsi que ce chapitre décrit brièvement, en premier lieu, certaines connaissances acquises sur le comportement (les facteurs qui l'influencent, et le lien entre l'action et la perception).

En second lieu, on s'est penché sur la notion de création architecturale, et plus précisément, sur la lumière dans la création. Relatant diverses périodes, allant de l'antiquité jusqu'à la postmoderne, on a montré comment la lumière naturelle a pu être un outil de création architecturale.

Par la suite, l'essai de Ciriani a été développé et a servi pour la constitution d'un savoir architectural pour la création. Notre travail s'est poursuivi en expliquant comment la création peut être considérée comme une action, partant d'une intention qui se concrétise en projet à travers un ou plusieurs processus de conception.

Enfin, nous avons mis en relief les intentions que peuvent constituer les variétés de lumière, les processus qui peuvent les mettre en œuvre, et un projet représentant l'aboutissement de cette action.

1. LE COMPORTEMENT :

Le comportement, c'est ce que les autres observent chez un individu. Au sens large, ce concept renvoie aux activités d'un organisme qui peuvent être observées par un autre organisme, ou enregistrées par les instruments d'un expérimentateur. Pour l'école behavioriste, le comportement d'un individu s'inscrit dans le schéma « stimulus-réponse ». Il est le résultat des réponses que l'individu a apprises sous l'influence de stimuli variés. C'est le fruit à la fois des contraintes extérieures fortuites, des renforcements provoqués par l'éducation, et par l'expérience (avec les multiples conditionnements sociaux qui l'accompagne). (Alexandre-Bailly et al, 2006). C'est aussi un ensemble de manifestations immatérielles comme les croyances, l'opinion, les valeurs, les représentations sociales, l'adaptation et les attitudes, qui orientent et guident le comportement, qui est en réalité une manifestation concrète et observable (Belakehal, 2007).

1.1. Les facteurs qui influencent le comportement :

Le comportement humain peut être influencé par plusieurs facteurs qui peuvent être classifiés en trois groupes : i) les facteurs d'ordre psychologique, ii) les facteurs culturels, et iii) les facteurs sociaux.

1.1.1. Les facteurs psychologiques :

1.1.1.1. La personnalité :

Gordon Allport a donné il y'a 70 ans, la définition la plus utilisée aujourd'hui de la personnalité, on la décrivant, comme « *l'organisation dynamique, régnant au plus profond de l'individu, des systèmes psychologiques qui déterminent sa façon unique de s'adapter à son environnement* ». (Robbins et al, 2006). Selon les psychologues, la personnalité est un concept dynamique, qui décrit le développement et la progression de tout le système psychologique d'un individu, renvoyant ainsi, à un tout, et non pas à des parties d'une personne.

L'hérédité et l'environnement, ont longtemps été, les deux facteurs sur lesquels, on débattait lorsque les facteurs déterminant la personnalité étaient évoqués. De surcroît, on accrédite aujourd'hui un troisième facteur : la situation. L'hérédité, renvoie aux facteurs établis dès la naissance de l'enfant. Trois axes de recherche viennent appuyer l'importance de l'hérédité dans la détermination de la personnalité.

Le premier courant recherche l'impact de l'hérédité à travers de la satisfaction au travail manifestée par les individus. Le second explore les fondements génétiques du comportement humain. Le dernier s'intéresse aux jumeaux séparés à la naissance.

L'environnement qui représente le deuxième facteur, inclut la culture dans laquelle nous baignons, l'éducation que nous recevons, les normes en vigueur au sein de notre famille, les amis, les groupes sociaux, et toutes les autres influences, auxquelles nous sommes soumis. La situation, troisième facteur influant sur la personnalité, signifie les circonstances, les conditions de situation qu'on rencontre ; « je suis moi et mes circonstances », écrivait Manuel Ortega y Gasset, un philosophe espagnol (Robbins et al, 2006).

1.1.1.2. La motivation :

La motivation est définie comme le processus par lequel un individu confère à son action une intensité, une direction et une persistance, en vue d'atteindre un objet donné (Cummings, 1997) L'intensité renvoie à la vigueur avec laquelle la personne se met à la tâche. C'est l'élément qui vient en premier à l'esprit lorsque l'on évoque le terme de motivation. La motivation commence par un besoin non satisfait, où l'individu ressent une certaine tension, un certain inconfort. Ceci, le pousse à faire quelque chose, en vue d'atteindre un certain objectif qui satisfait le besoin et diminue la tension (Seksaf, 2006).

Il existe plusieurs théories sur la motivation : de la pyramide des besoins, ERD, X Y, des deux facteurs, mais aussi des théories contemporaines comme celles des besoins, de l'évaluation cognitive, des buts, de l'auto-efficacité, du renforcement, de l'équité et des attentes (Robbins S et al, 2006).

Dans l'ensemble de ces théories, les psychologues en distinguent deux groupes sur la motivation (Bergeron & al, 1982)

- Le premier, incluant ceux qui définissent les forces internes, qui entraînent l'individu à agir et se comporter (théorie de besoin)
- le second, où, on explique comment l'individu se comporte dans son environnement d'une manière correcte (théorie du processus de la motivation)

1.1.1.2.1. Les théories des besoins :

Cette théorie, encore dite théorie de la motivation par l'accomplissement, a été développée par David McClelland et ses collaborateurs. (Robbins S et al. 2006). Elle s'appuie sur trois besoins essentiels (Figure IV. 1) :

- Besoin d'accomplissement ou de réussite : la volonté de réussir au-delà d'un standard établi, d'exceller, de se battre pour arriver à ses fins.
- Besoin de pouvoir : le besoin d'amener les autres à adopter un comportement qu'ils n'auraient pas eu autrement.

- Besoin d'affiliation : le besoin de fortes relations interpersonnelles.

Abraham Maslow a publié en 1943 un ouvrage intitulé "Motivation and personality" dans lequel il a classifié hiérarchiquement cinq catégories de besoins humains. Dans cet ouvrage, Maslow considère que chaque besoin inférieur, doit être relativement satisfait, avant que le besoin, qui est au-dessus dans la hiérarchie ne devienne une force motivante. (Seksaf ME. 2006).

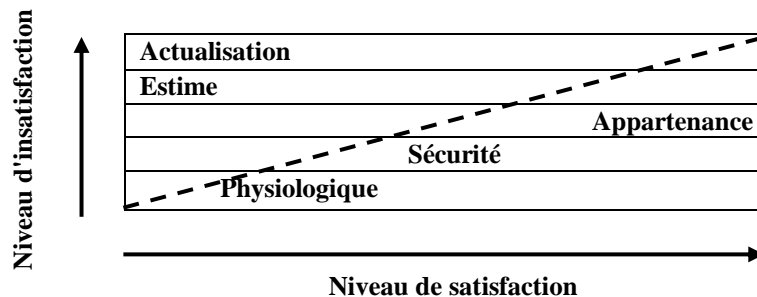


Figure IV. 1 : La hiérarchisation des besoins. (Source: Bergeron, 1982, p 108).

1.1.1.3. L'attitude :

La relation entre attitude et comportement se situe dans une relation de cause à effet directe qu'on peut prévoir. Ceci est valable seulement, si l'individu est cohérent avec une forte personnalité ; son attitude servira de stimulus et son comportement correspondra à la réponse. Dans ce cas, cet individu fera ce qu'il dit et dira ce qu'il fait, au risque de rencontrer les tensions et les contradictions de ses interlocuteurs (Alexandre-Bailly et al, 2006).

Les attitudes sont des jugements de valeur favorables ou défavorables portant sur des objets, des personnes ou des événements. Elles traduisent le ressenti de l'individu et prédispose à agir de telle ou de telle façon (Robbins et al, 2006, p82).

L'attitude se définit comme un état mental prédisposant d'une certaine manière face à un projet social particulier. Il s'agit d'une construction hypothétique, élaborée pour rendre compte d'une structure relativement stable chez l'individu, relevant de sa personnalité et de son identité. (Alexandre-Bailly et Al, 2006, p8).

L'attitude assure quatre fonctions essentielles : i) de connaissance, ii) adaptive, iii) expressive, et iv) de défense de soi. Elle repose sur trois composantes structurelles qui interfèrent : i) cognitive, ii) affective, et iii) opératoire. (Alexandre-Bailly F et Al, p8, 2006).

1.1.2. Facteur culturel :

Les valeurs représentent le facteur culturel. Elles désignent les convictions fondamentales d'un individu en vertu desquelles « un mode de conduite ou un état final d'existence spécifique serait personnellement ou socialement préférable à un mode de conduite ou à un état final d'existence contraire ou opposé » (Rokeach, 1973). Les valeurs possèdent un contenu et une intensité. Le premier affirme l'importance d'une ligne de conduite ou d'un état final d'existence, tandis que l'intensité en précise le degré.

Les valeurs représentent un facteur qui influence nos comportements, car elles ont une influence sur nos perceptions, mais aussi, parce qu'elles sous entendent la compréhension des attitudes et de la motivation des individus. Sans oublier, cette part arbitraire qu'elles portent en véhiculant les idées de la personne sur ce qui peut être bien, juste ou souhaitable. (Robbins et al, 2006).

1.1.3. Facteur social :

L'influence sociale a pour conséquence de modifier et de modeler peu à peu les attitudes et les comportements, dans la direction des patterns qui prévalent dans une culture ou une sous-culture donnée.

Elle correspond à une pression sur l'individu provoquée par un champ social. Ce champ social se manifeste à la fois, sous la forme de société (par exemple la société occidentale, la société française) ou sous la forme d'un groupe (par exemple un club, une organisation, une amicale d'ancien élèves) (Alexandre-Bailly et al, 2006).

Dans ce contexte, l'individu est sans cesse pris entre deux logiques différentes, ce qui se traduit par un conflit entre :

- le désir d'être similaire à autrui, c'est-à-dire acceptable, pour ne pas être rejeté. Dans ce cas on parle : d'identité sociale, de lien social et de socialisation. Le besoin d'appartenir à un groupe ou une société, qui peut fonctionner que si, des éléments fondamentaux créent un lien entre les individus membres. Ce qui lui fournira les points de repères, qui lui permettent de se référer à ce groupe, de se comparer et de valider à la fois ses modes de pensée, ses attitudes et ses opinions, et
- Le désir de garder sa spécificité, son individualité (son originalité) est, dans une certaine mesure de se démarquer des autres individus. Ceci, peut se traduire par une hiérarchie, une domination, un pouvoir qu'on remarque dans toutes les sociétés où il existe des différenciations entre individus (Psychoweb, 2010).

1.2. L'action :

Le comportement, est une manifestation concrète et observable. Cette manifestation peut être un geste (engage seulement une partie du corps, plus particulièrement ses extrémités), ou un mouvement (engage tout le corps, le mouvement relève plutôt de l'automatisme, une fois l'apprentissage passé, comme la marche).

Mais dans ce travail de recherche, nous utilisons le terme « action », car un geste ou un mouvement, peut devenir une action, s'il est langage et donc interprétable par un autre, comme une action signifiante (par exemple lever la main pour prendre la parole). L'action rapporte, le geste ou le mouvement à un contexte spatio-temporel et culturel dans lequel, il prend sens. On y lit l'intention, "*l'action engage l'intention*". (Livet, 1994, p 92).

1.3. Perception et action :

Dans un espace, l'usager est en perpétuel mouvement. Il lui faut non seulement trouver son chemin à travers une multitude de choses, mais aussi, comprendre ou juger les choses pour s'en servir. Ce jugement permet de prendre des décisions et d'agir juste.

Pour pouvoir agir, on doit tout d'abord, prendre immédiatement conscience du monde phénoménal, et cela se fait par l'intermédiaire de la perception. Dans la vie quotidienne, nous agissons généralement d'après nos perceptions spontanées ; nous sommes dépendants du fait de percevoir optiquement notre environnement d'une façon suffisante. Ceci, confirme la relation qu'y a entre la perception et l'action. La théorie écologique confirme cette relation en considérant que chaque perception est inséparable de l'action in situ (Noberg-Schulz, 1979)

Notre perception est active, il n'y a pas seulement réception d'un stimulus, mais il y a bien cette idée d'une activité sensori-motrice à tout moment, qui fait que percevoir c'est agir (Tixier, 2001).

2. LA CREATION :

Le travail de création est une étape importante dans la formulation d'une œuvre entière. Il procède aussi d'un principe de relation, mais se définit plutôt en termes, d'exploration, d'invention, de modèle inédit ou de commencement (Biron, 2008). Ceci, engage une action de donner l'existence, de tirer du néant l'action de faire, d'organiser une chose qui n'existait pas encore : conception, élaboration, invention, fondation, formation, commencement, début, apparition, naissance, survénance (Le Petit Robert, 2008). C'est de cette façon que la création peut être définie. Cette création peut être génératrice d'ambiances, de sensation et d'espace. Il existe plusieurs modes de créations (Biron, 2008).

2.1. Modes de créations :

2.1.1. La création par représentation :

Il s'agit, d'illustrer une idée et de matérialiser un concept par une représentation. Le bâtiment en forme de jumelles d'Oldenberg et Frank O. Gehry, en Californie, représente un bon exemple de création par représentation (Figure IV. 2). L'illustration ou la reproduction s'est faite à partir d'un objet connu.



Figure IV. 2 : Conception par représentation. Claes Oldenberg et Frank O. Gehry, Chiat/Day Main Street, Venice, Californie (Source 1 Jodidio, 2001:159).

2.1.2. La création abstraite :

Cette création, se fait à partir de concepts opératoires préalables. Eric Owen Moss, dans la conception de « l'Ince Theater » en Californie, a servi d'exemple dans la conception par mode opératoire (Figure IV. 3). En effet, dans sa conception, il a utilisé des concepts opératoires de rencontres et de circulations, et a fait l'interaction de trois sphères par CAO.

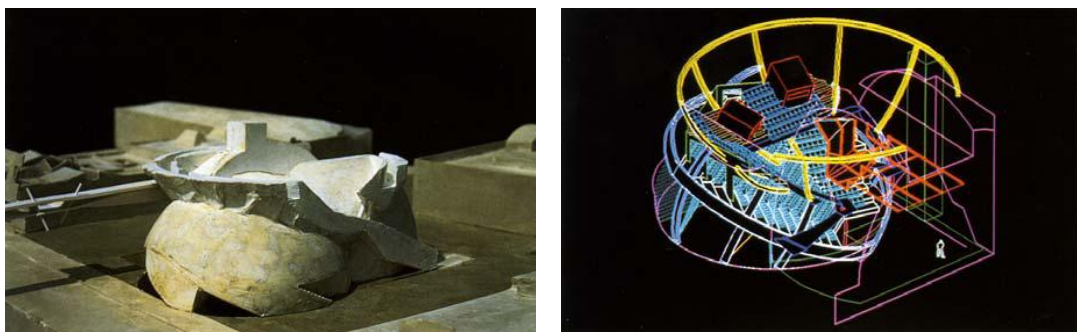


Figure IV. 3 : Conception par mode opératoire. Eric Owen Moss : Ince Theater, Culver City, Californie (projet). (Source: Jodidio, 2001 : 198)

2.1.3. La création par manipulation de matière :

Ce mode de création est de l'ordre de la manipulation d'atelier à partir de formes et de matériaux bruts. Ainsi, des espaces, des sensations et des ambiances, peuvent être générés en les faisant émerger à partir de manipulations matérielles simples. Ce mode de création est omni-présent, dans les travaux d'atelier des architectes -Herzog & De Meuron (Figure IV. 4).

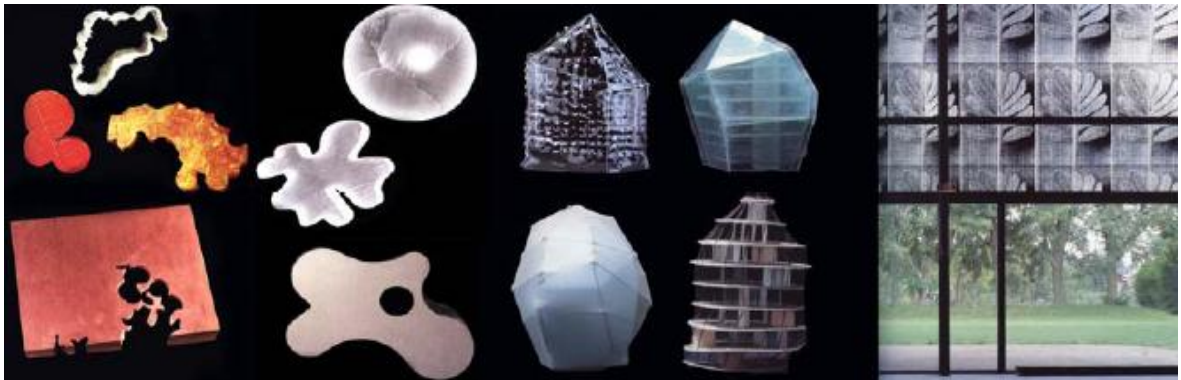


Figure IV. 4 : Conception par manipulation de matière. Herzog & De Meuron, travaux d'atelier.
(Source 3 Ursprung, 2002 : 375, 383, 395; Herzog et de Meuron, 2002 : 111, 115, 177.

2.2. Lumière naturelle : outil de création architecturale à travers l'histoire :

Durant les périodes historiques que l'architecture a connues, la lumière naturelle a été la source primaire utilisée. Cette lumière était une source d'éclairage, mais aussi, un symbole de propreté, de pureté, de savoir et du ciel. (Moore, 1985, p3). En effet, les architectes devaient répondre à un confort physique obtenu avec un éclairage suffisant, mais aussi, à un plaisir émotionnel. Ceci, en mettant en jeu des aspects de la lumière qui n'ont d'autres avantages que la satisfaction de l'esprit humain.

Cette perspective a poussé les architectes à utiliser de façon créative cet océan de lumière. Une lumière qui ne peut même pas être vue, ce rayonnement insaisissable et impossible à travailler avec les mains, à moins, qu'il soit dirigé vers l'œil humain, ou renvoyé par un objet (Plummer, 2009, p6). Pour ce faire, les architectes ont dû créer des instruments d'optique qui focalisent ou dispersent, absorbent ou réfléchissent, arrêtent ou laissent pénétrer la lumière. Ces instruments sont en réalité les toits, les murs, les ouvertures, les finitions, les écrans et les membranes : un ensemble d'éléments qui leur a permis la maîtrise de la lumière. Il s'agit de modulation qui nous offre la possibilité d'envoyer la lumière à l'endroit, au moment, et à la fréquence qu'on désire. (Moore, 1985, p3).

Cette partie, qui suit, sera consacrée aux réponses de création, que peut être la lumière naturelle pour l'architecture, et la façon avec laquelle, elle a pu être un outil et un moyen de création à travers l'histoire. Cette quête commence par l'antiquité, et continuera à balayer les ères historiques ; jusqu'à la période postmoderne.

2.2.1. L'antiquité :

Cette époque a été marquée par une maîtrise impressionnante de la lumière naturelle, une maîtrise qui a été enclenchée par le désir d'établir des liens rituels avec un ciel mythique.

2.2.1.1. L'Égypte ancienne :

L'architecture égyptienne regorge de temples qui mettent la lumière naturelle en œuvre, comme c'est le cas pour le grand temple d'Amont (Figure IV. 5). Dans ce temple, la quantité de lumière varie intentionnellement pour renforcer la séquence axiale à travers la grande salle hypostyle, et arriver à l'obscurité du sanctuaire intérieur. Il a été construit, dans l'axe du lever et du coucher du soleil, à certaines dates capitales des cycles stellaires (Moore, 1985, p3). Les rayons du soleil illuminent, mais aussi, ressuscitent, sur le plan de la perception et au niveau symbolique, les figures des divinités placées au fond transperçant l'obscurité telle une énergie cosmique capable de restaurer les pouvoirs des dieux et de sanctifier la vie (Plummer, 2009, p6).

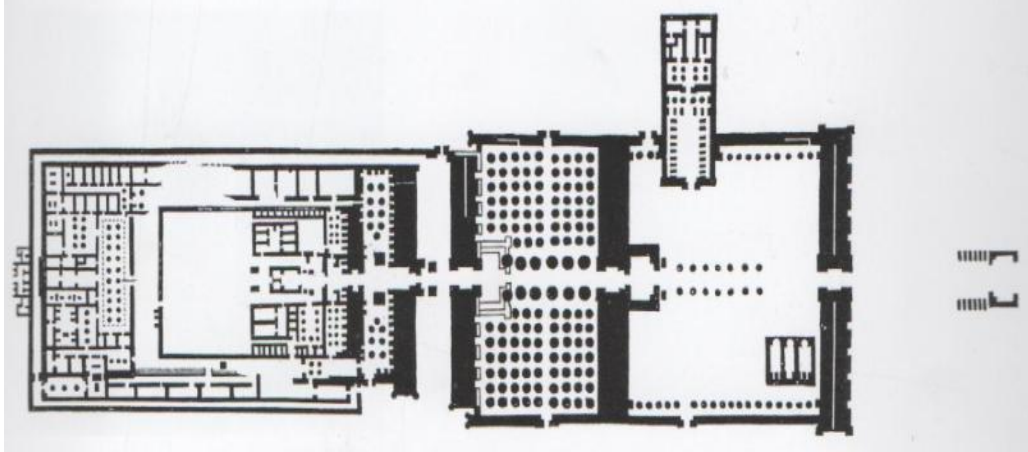


Figure IV. 5 : Temple d'Amon-Ré, Égypte, (Source : Plummer, H. p7, 2009)

2.2.1.2. La Grèce ancienne :

Les temples grecs étaient caractérisés par des ouvertures relativement petites. Ces temples étaient orientés à l'est, dans le but d'illuminer les statues le matin grâce à la lumière directe du soleil, et de profiter de la lumière diffuse du ciel, réfléchi par le sol pendant le reste de la journée (Figure IV. 6). À l'extérieur, la profondeur de la façade avec des couches de colonnes rapprochées en face de murs de pierre solide, est révélée par la forte lumière du jour. À un niveau plus élevé, les canaux fortement cannelés sur des fûts de colonnes accentuent leur courbure en plein soleil, grâce à un rythme changeant des lignes verticales de lumière et d'ombre. (Baker et Steemers, 2002, p10).

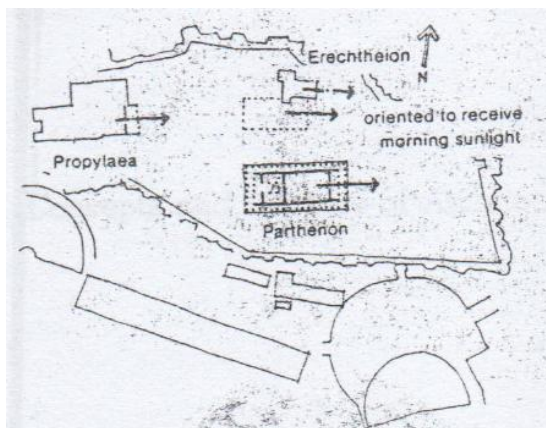


Figure IV. 6 : l'Acropole : plan qui montre l'orientation Est des temples, permettant aux rayons de soleil d'éclairer les statues. Source : Moore F, p5, 1985.

2.2.1.3. L'ancienne Rome :

Contrairement aux grecs, les Romains, ont développé une variété de stratégie pour l'illumination de la lumière du jour. Des lucarnes, des ouvertures qui varient en hauteur, en largeur et en emplacement, ont vu le jour. Ceci, revient particulièrement, au développement de leur architecture

et de leurs méthodes de construction. Les voûtes, les arches, les grandes portées et les dômes, ont fait d'ailleurs leur apparition, tout comme, les matériaux de vitrage disponible pour la première fois, principalement sous la forme de petits carreaux de verre et de feuilles minces de pierre transparente (mica) (Moore, 1985, p3).

Le Panthéon de Rome, temple dédié à tous les dieux, illustre une utilisation subtile et habile de la lumière qui révèle toute sa plasticité architecturale complète. Dissimulé dans sa masse importante, un espace circonscrit, revêt la forme d'un cercle parfait sous une coupole hémisphérique. Le pouvoir de fascination de cet édifice, réside dans le dialogue instauré avec le ciel. La lumière zénithale provient d'une source unique, un immense oculus qui envoie un rayon de soleil spectaculaire, lequel construit son propre espace, en balayant le tambour, rappelant à la vie les divinités qui ont la leur sanctuaire (Figure IV. 7). (Baker et Steemers, 2002, p10).

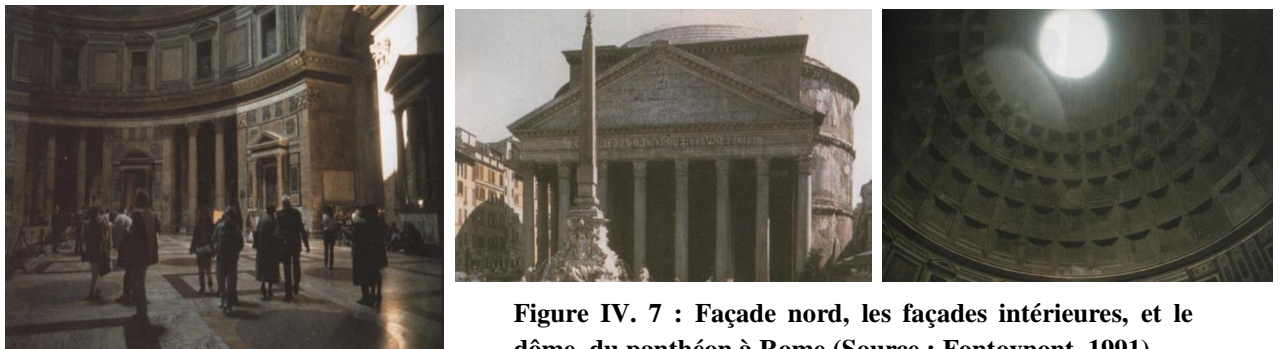


Figure IV. 7 : Façade nord, les façades intérieures, et le dôme du panthéon à Rome (Source : Fontoynton, 1991).

2.2.2. Gothique, renaissance et Baroque :

Pour le christianisme, la lumière y compris la lumière du jour sur le plan métaphorique, devient un symbole de dieu.

2.2.2.1. Gothique :

La période gothique a élevé la maçonnerie en pierre à son plus haut niveau de sophistication structurelle. Ceci a abouti à la transparence des murs (Moore, 1985). L'espace inondé de lumière naturelle est une image du paradis qui se substitue à celui caractérisé auparavant, par des variations entre clair et obscur, associant ainsi fortement dieu à la lumière naturelle (Belakehal, 2007) (Figure IV. 8).



Figure IV. 8 : La façade, L'arrière de la nef centrale, et le porche transversal de la cathédrale Santa Maria de León en Espagne. (Source : Dreamstime, 2011)

2.2.2.2. Renaissance :

L'innovation structurelle qui a caractérisé la période gothique a laissé place, (durant la période de la Renaissance), à un renouveau de l'intérêt à l'harmonie visuelle et à la proportion. Les éléments classiques ont été réintroduit, et les techniques de la lumière du jour sont devenues plus subtiles, sophistiquées, et innovantes. (Moore, 1985, p11).

Cette architecture a renoué avec le jeu entre clair et obscur, avec de nouvelles dispositions (murs et plafonds épais) (Belakehel, 2007), aboutissant ainsi à un traitement paisible de la lumière, illustré par la délicate pierre grise de l'église San Lorenzo de Florence, construite par Brunelleschi (Figure IV. 9).



Figure IV. 9 : Cloître, vue extérieure et vue intérieure de L'église San Lorenzo de Florence. (Source : greatbuildings, 2010).

2.2.2.3. Baroque :

L'architecture baroque est une architecture dans laquelle la préoccupation centrale est caractérisée par une exubérance sculpturale et une dynamique des qualités spatiales, mais, sa base reste la tradition de la Renaissance et le calme classique. L'église baroque représente le lien entre terre et ciel, entre l'architecture terrestre et la lumière céleste. Généralement, l'espace central des églises est éclairé par une lumière indirecte. C'est avec des fresques, des stucs ornementaux et des sculptures que les frontières de l'espace sont indéfinies. L'architecte qui avait donné la première expression du style baroque a été Bernin, avec le ballacchino à St-Pierre, Rome. (Figure IV. 10)(Baker et Steemers, 2002).



Figure IV. 10 : Façade extérieure, vue intérieure et coupole de la Basilique Saint-Pierre du Vatican. (Source : Rome-passion, 2010).

2.2.3. Période moderne:

La révolution industrielle qui était à l'origine du développement de cette période, dite moderne, et de l'avènement de plusieurs innovations. Elle offre ainsi, aux concepteurs les moyens de libérer leurs constructions des contraintes qu'ils avaient auparavant et qui déterminaient leurs formes. (Moore, 1985).

Industrialisation, développement des structures en charpente métallique, et production en masse d'acier et de verre, ont transformé radicalement l'éclairage naturel des bâtiments durant la période moderne. C'est de cette façon que la transparence - qui est une façon nouvelle et unique pour le traitement de la relation extérieur / intérieur, a vu le jour. C'est un des concepts que l'architecture moderne a inventé pour se démarquer des styles architecturaux qui l'ont précédé (Khan, 2001).

L'architecture moderne s'est développée grâce à de nouvelles sensibilités et façons de penser, fortement en rapport à la dualité intérieur/extérieur, mais aussi, à la perception sensorielle.

(Biron, 2008). La vue et la lumière sont au cœur de ces nouvelles interventions. H Plummer mentionne ce qu'il considère comme les principales préoccupations qui ont guidé nombre de productions de l'époque (Plummer, 2009).

La période moderne a connu l'immersion de plusieurs architectes modernistes qui ont donné à la lumière, un rôle de premier plan dans leurs expressions architecturales. Parmi ces architectes on citera : Gropius, Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright, Tadao Ando, Louis Kahn, Le Corbusier, Steven Holl, Herzog & de Meuron, James Turrell, Eero Saarinen.

L'ouverture est sans doute la caractéristique la plus importante de l'architecture moderne. Elle implique l'idée de transparence, de continuité spatiale et de fluidité. Elle se concrétise aussi par la perméabilité à la lumière et la porosité des bâtiments, grâce aux murs rideaux et à la multiplicité des percements (Biron, 2008).

L'usine Fagus, réalisée en 1911 en Allemagne, illustre un très bon exemple des projets de l'architecture moderne. Sa particularité, est le fait qu'elle soit la première construction avec un mur rideau transparent qui représentait 65% de la façade. Ceci, revient à son concepteur, Walter Gropius, qui infirmait la conception de la fenêtre comme un orifice, et pour qui l'accès à l'air frais et au soleil amoindrirait le besoin en espace habitable.

Dans ce projet, Gropius a transmis à sa manière architecturale, la volonté d'un client, pour qui le capital résidait, non pas dans les machines, mais plutôt, dans le savoir, habilité et motivation des ouvriers. La lumière naturelle pénètre en grande quantité, même au plus profond des espaces intérieurs (Figure IV. 11).



Figure IV. 11 : Le mur rideau et vue intérieure des parois transparentes d'un bureau de l'usine Fagus. (Source : WHC.UNESCO, 2010)

2.2.4. Période postmoderne:

La période postmoderne est la période qui a succédé à celle moderne (de 1960 à nos jours). Elle est marquée par l'informatisation généralisée, l'hégémonie croissante des mass-media, et surtout, l'évolution technologique (Boisvert, 1995)

En effet, c'est cette évolution technologique dans le bâtiment qui a ouvert deux chemins à suivre pour les architectes parmi ceux, qui ont fait le choix d'accorder de l'importance à la lumière naturelle dans la conception de leurs bâtiments.

Le premier chemin est ravivé par l'évolution de l'architecture en verre. Il réunit, tous les architectes, qui ne revendiquent pas une rupture radicale avec la transparence de la période moderne. Ces architectes continuent alors d'utiliser le verre, mais ils optent pour le verre flotté, qui après traitement devient clair et transparent. Il peut être pratiquement incolore ou, au contraire, teinté pendant le processus de fabrication, modifiant ainsi le degré de transmission de la lumière.

Ils remplacent les anciennes briques de verre par les carreaux en verre, constitués de deux éléments de verre moulés, soudés sous pression et à chaud. Enfin, ils exploitent les nombreuses solutions de l'assemblage des éléments de verre, comme l'assemblage au moyen de baguettes de fixation, de baguettes de serrage, collage des éléments de verre directement dans un châssis adaptateur (ou Structural Sealant Glazing), assemblage au moyen de pinces de fixation, fixation par points, suspension (CRDP, 2010).

Pour la bibliothèque de Tonsberg, en Norvège, en 1992, les architectes Ivar Lunde et Morten Lovseth, conçoivent des façades entièrement transparentes, de telle sorte que dans la rue, le savoir, soit offert à la vue du passant et depuis l'intérieur, la ville, soit offerte à la vue du lecteur (Figure IV. 12).



Figure IV. 12 : vues extérieure et intérieure de la bibliothèque de Tonsberg, Norvège. (Source : Arkifoto, banque d'images sur l'architecture norvégienne. CRDP, 2010, Visitnorway. 2010)

Le deuxième chemin quant à lui, rassemble les architectes, qui ont tiré des leçons du passé et des faiblesses d'une transparence, qui privilégient l'émotion, au dépit d'inconfort visuel et d'éblouissement. Ils tirent de l'évolution technologique, des dispositifs technologiques qui leurs permettent d'admettre la lumière naturelle de manière très consciente et volontaire.

Dans l'Institut du Monde Arabe, Jean Nouvel montre un nouveau dispositif technique avec ce diaphragme qui change de degrés d'ouverture en fonction de la lumière (Figure IV. 13). Il en est de même pour Herzog & de Meuron et leurs habillages ingénieux en une structure légère et aérée utilisés dans le domaine viticole Dominus en Californie (Figure IV. 14).



Figure IV. 13 : l'Institut du Monde Arabe
(Source : Livret IMA, 2001, p.3)



Figure IV. 14 : domaine viticole Dominus en Californie
(Source : Plummer 2009, p.134).

2.3. Lumière naturelle-architecture : essai pour constituer un savoir architectural pour la création architecturale :

La tentation de la constitution d'un savoir architectural (un ensemble de connaissances théoriques), sur le rapport lumière naturelle – architecture, est présente depuis l'antiquité. Ceci, a donné certes des connaissances scientifiques, indispensables pour la conception architecturale, mais qui demeurent à caractère technico-normatif, sans pour autant devenir réellement théorique. À présent, certains architectes proposent des alternatives d'éclairage naturel, fondées essentiellement sur des caractéristiques spatiales indépendantes des courantes spécifications et recommandations chiffrées dont Pierre Von Meiss, Rafael Serra et Henri Ciriani. (Belakehal 2007).

Dans cette recherche, nous nous intéressons particulièrement à Henri Ciriani. Ce dernier propose en effet, une classification de la lumière naturelle dans son rapport à l'espace architectural. Il situe cette classification par rapport à l'histoire de l'architecture même, de l'architecture allant de l'antiquité à celle moderne.

Quatre catégories de lumière sont proposées par H Ciriani : i) lumière émotion, ii) lumière éclairage, iii) lumière radieuse et iv) lumière picturale.

2.3.1. Lumière émotion:

La lumière-émotion, c'est celle qui agit sur les opacités, sans lesquelles elle aurait du mal à exister. Elle a son fondement dans l'espace cryptique : c'est celle du rayon de soleil qui illumine un mur, celle que l'on s'attend à trouver dans une église ou dans un musée.

Lumière - émotion, car elle désigne des objets architecturaux qu'elle met en évidence, se désigne elle-même comme objectif architectural.

Une des conditions importantes de cette lumière c'est qu'elle se manifeste d'autant plus qu'elle exclut l'extérieur, en plaçant entre le dehors et le dedans des opacités. Elle devient ainsi elle-même une représentation de l'extérieur à l'intérieur. Son objectif est de capter l'attention pour produire une concentration, c'est pourquoi la lumière de l'intérieur donne un sentiment d'extérieur plus violent que dehors. (Plummer, 2009).

Dans ce répertoire, Louis Kahn, Mario Botta et Tadao Ando, ont réalisé des projets, dont le travail sur la lumière atteint l'émotion (Figure IV. 15).



Figure IV. 15 : Maison Koshino, et Vicariate, Rome, 2000. (Source Ando, 1991, p 28, et Ando, 1998, p30).

2.3.2. Lumière-éclairage :

L'architecture moderne a fait disparaître l'enceinte opaque. De ce fait, la lumière était partout. Cette lumière est la lumière éclairage, la lumière du progrès, la lumière-hygiène, celle du bon soleil qui combat la tuberculose et donne des vitamines.

Son objectif est de faire croire que le dedans est encore le dehors, et de supprimer une différence qui avait été, jusqu'alors, irréductible. (Ciriani, 1987, p 79).

Mies Von Der Rho et Philip Jonson, ont été les leaders dans la réalisation de projet mettant en œuvre cette lumière éclairage (Figure IV. 16).

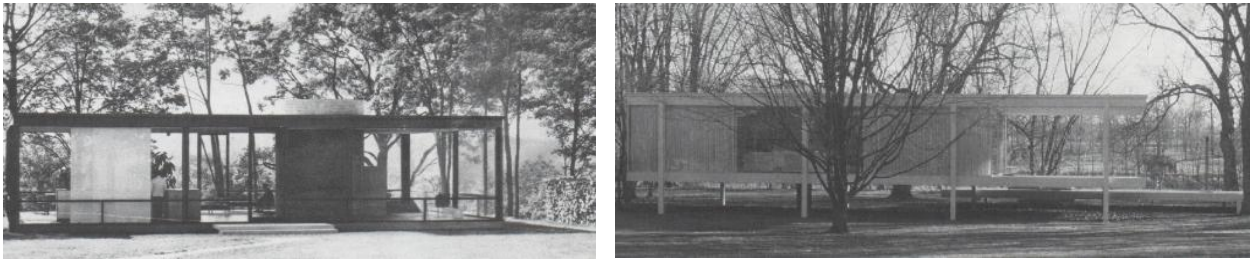


Figure IV. 16 : A gauche, Jonson, à droite, Meiss. (Source : Ciriani, 1987, p. 79).

2.3.3. Lumière radieuse :

On parle de lumière radieuse lorsqu'il y a trop de lumière ; plus de lumière que nécessaire à l'intérieur, et plus de lumière qu'il n'en faut à l'extérieur.

C'est une variable de la lumière éclairage, mais, elle a une visée émouvante, vue, la façon avec laquelle, elle fait perdre à l'extérieur de sa force, au bénéfice de l'intérieur. Son objectif est de présenter l'extérieur dans l'intérieur, mais aussi, d'avancer l'intérieur vers l'extérieur, irradier comme un soleil, d'où le choix de la couleur blanche. En cela, elle tient d'une volonté solaire. (Ciriani, 1987). Richard Mier et Jean Pierre Raynaud font parti des architectes qui ont su sublimer cette lumière radieuse (Figure IV. 17).



Figure IV. 17 : La maison de Raynaud.
(Source : Ciriani, 1987, P.79).

2.3.4. Lumière picturale :

Être pictural, c'est imaginer être dans l'espace de la peinture, ce qui nous amène à dire, que la lumière picturale résulte de la volonté de construire ce que peignaient les peintres. Elle exprime la volonté de construire la peinture.

Cette lumière essaie de se dégager de la source lumineuse, pour permettre à l'espace de se dégager de la gravité. Elle a cette capacité de transformer la matière, tel un tableau sur un mur qui transforme ce mur. (Ciriani, 1987). Edward Larrabee Barnes et James Carpenter, revendiquent cette lumière picturale dans leurs réalisations (Figure IV. 18).



Figure IV. 18 : Chapelle Sweeney. (Source : James Carpenter Design Associates, 2006, P.30)

2.4. La création comme action : Le cas de la lumière naturelle.

Lors de la conception architecturale, qui est en réalité l'acte d'élaboration d'un projet, l'interaction de l'ensemble des données thématiques, sociales, techniques, constructives et environnementales, doit être prise en compte. Sans oublier, la création proprement dite qui mérite une attention particulière, puisqu'elle est souvent, l'origine de nombreux projets (Biron, 2008).

Le travail de création se définit en termes d'exploration, d'invention ou de commencement. Il y a là, une action, qui tend à donner naissance à un, ou plusieurs, réalisations architecturales. La création architecturale est en réalité une action dont l'objectif est de générer une multitude de projet. Comme, ça a été mentionné dans la première partie de ce chapitre, "l'action engage l'intention". Etant donné que la création peut être considérée comme action, on peut donc dire que la création engage l'intention.

La réalisation de ces intentions nécessite forcément un processus pour arriver à créer un projet. Ce processus est celui de la conception architecturale. Il peut donner un, ou plusieurs, projets architecturaux. Le schéma ci-dessous (Figure IV. 19), montre les trois composantes de la création architecturale : il commence par une intention, qui sera mise en œuvre par un, ou plusieurs, processus de conception, dans le but de concrétiser un, ou plusieurs projets architecturaux.



Figure IV. 19 : schéma de la création architecturale

La lumière naturelle peut constituer un facteur déterminant dans une démarche de conception architecturale, dans la mesure, où elle participe au processus de génération d'une certaine ambiance à l'intérieur de l'espace conçu.

Chaque variété de lumière peut présenter, elle-même, une intention, qui offre la possibilité de concevoir une ambiance lumineuse, dans un processus de conception, qui proliférera à la fin un projet.

Il existe plusieurs types de lumière. De l'antiquité jusqu'à la période moderne, la classification de la lumière naturelle faite par Henri Ciriani, nous donne, quatre variétés de lumière, à savoir : la lumière émotion, éclairage, radieuse, et picturale.

La période postmoderne, quant à elle, a pu apporter des variétés de lumière, soutenues, bien évidemment, par l'essor technologique qui a caractérisé cette époque. Parmi, ses lumières on citera : la lumière atomisée, matérialisée, et dynamique.

2.5. Lumière naturelle : intentions pour la création architecturale.

En considérant toutes les intentions qui viennent d'être énumérées, nous avons expliqué le, ou les, processus de conceptions employés pour réaliser les intentions lumineuses relevant de chaque époque. A la fin, nous avons tenté d'expliquer la mise en œuvre de ce processus, pour arriver à concrétiser synthétiquement l'intention du départ, dans un projet architectural.

2.5.1. De l'antiquité à la période moderne :

Dans cette époque, quatre intentions ont été prises en considération, chacune d'elle est concrétisée par un processus à l'exception de la lumière émouvante, qui peut être réalisée par deux processus.

Ces intentions en question sont : la lumière émouvant, la lumière éclairage, la lumière radieuse, et la lumière picturale. Dans ce qui suit, le processus de conception a été expliqué, pour chaque intention.

Par la suite, et dans le but de mieux comprendre la mise en œuvre de ce processus, et la concrétisation de l'intention lumineuse, un projet qui représente l'aboutissement d'un processus de conception, qui part d'une intention, a été présenté.

2.5.1.1. La première intention est la **Lumière émouvante, le processus associé est l'**Evanescence, orchestration de la lumière pour une mutation dans le temps.****

La lumière naturelle est en perpétuel mouvement, et c'est le bâtiment, physiquement statique, qui enregistre ces mouvements. Des mouvements, qui varient en fonction du temps qu'il fait et des moments de la journée et de l'année. Ceci en vue de créer des ombres qui s'épaississent ou s'adoucissent, des lieux qui s'éclairent ou s'assombrissent, et pour faire varier la quantité de soleil reçue par le bâtiment.

Les fondements de ce processus sont posés dès la préhistoire, là où, on cherchait à lier les formes au pouvoir du cosmos. Cette quête s'est poursuivie dans les temples égyptiens, et dans les églises, afin de mettre l'accent sur cette dimension spirituelle. Cette dernière est traduite par la capacité de l'énergie à animer l'espace, et à marquer le retour des dieux (ou de dieu) (Moore, 1985).

Afin de réaliser cette évanescence, cette orchestration de la lumière pour une mutation dans le temps, certains architectes ont fait le choix de laisser passer une lumière mouvante au flux enveloppant, grâce aux trouées discrètes qui ouvrent le volume à de multiples points de la course du soleil. D'autres ont réalisés cela, en définissant, des séquences prolongées d'ombre et de lumière qui arrivent et disparaissent sous des formes toujours nouvelles. Sans oublier ceux qui n'ont pas hésité à utiliser des maquettes pour tester le passage du soleil, et à regrouper les photographies pour créer des images d'instant.

La « Light-Lattice house » au Japon, conçue par le japonais Shoji Yoh est une réussite dans la perspective de créer « un sentiment d'éphémère » et « de passage dans le temps ». Cette maison dont le nom signifie « treillis de lumière », permet au soleil de projeter tout au long de la journée un quadrillage lumineux par des interstices d'une structure à double grillage d'acier. L'inclinaison des rayons de lumière suit la progression du soleil et, à midi, la lumière tombe de manière spéculaire à la verticale quand, l'espace d'un instant, la distinction s'efface entre les interstices lumineux et l'énergie projetée (Plummer, 2009) (Figure IV. 20).



Figure IV. 20: Light-Lattice house au Japon, conçue par le japonais Shoji Yoh. (Source: Nute K, p122 2004)

2.5.1.2. La première intention est la **Lumière émouvante**, le processus associé est l'**Atmosphère de silence : bain de lumière dans un climat d'unité.**

Ce processus, consiste à reproduire une lumière génératrice d'ambiance lumineuse, qui permet à l'observateur de recevoir, en un seul regard l'unité de l'atmosphère et la totalité des effets visuels créés. Les formes sont adoucies, les surfaces réduites en un seul matériau, ou à des temps très proches, l'expression formelle et l'ornementation minimisée de manière radicale et les vides, dans lesquelles se déverse la lumière, sont épurés.

Cette pauvreté matérielle, peut présenter des inconvénients. Car, elle porte la contrainte de tomber dans un climat nuancé qui peut être vu comme un tout. Mais, elle a tout même réussi le défi de produire des atmosphères intenses habilement maîtrisées et rarement égalées (Baker, 2002).

Ce rapport étroit entre lumière et silence a attiré la convoitise de plusieurs architectes contemporains, qui ont privilégié les surfaces lisses, comme le béton, et ont évité les surfaces chargées qui interfèrent avec l'aspect subtil et merveilleux de la lumière. D'autres, ont façonné les sources de lumière, pour diffuser un éclairage et des ombres subtilement variés, sur une palette de matériaux dépouillés. Sans oublier, l'utilisation de la couleur blanche dans le bâtiment, pour inventer une ambiance blanche délicate à partir de volumes plastiques et de lumière graduée.

Le centre galicien d'art contemporain en Espagne réalisé par Alvaro Siza, présente un excellent résultat de ce processus. Toutes ses surfaces supérieures de la zone d'entrée sont couvertes de plâtre peint en blanc, avivé de temps à autre par les figures que forme la lumière provenant de quelques fenêtres profondes. Les sols sont revêtus de marbre blanc poli, dont le miroitement disparaît dans lambris et se solidifie en rebord et en bancs, en rambardes et en comptoirs, qui tous forment une continuité avec le sol. Cette opposition entre brillance en bas et matité en haut crée une image de verticalité, qui est ensuite perturbée par des reflets mouvants. Cet effet de dissolution est accentué par des plis dans le marbre, dont les angles captent les éclats lumineux venant des fenêtres et offrant le spectacle d'une masse remplie de lumière. Un effet contraire, tout aussi mystérieux, est créé dans les galeries en abaissant le plafond qui sert de déflecteur : une douce lumière se répand sur les murs et éclaire les tableaux qui y sont accrochés (Plummer, 2009, p208) (Figure IV. 21).



Figure IV. 21 : Le centre galicien d'art contemporain, Espagne par Alvaro Siza, (Source : Plummer, 2009, p.208).

2.5.1.3. La deuxième intention est la **Lumière éclairage**, le processus associé est la **Canalisation, canaliser la lumière dans une masse creuse.**

Les architectes contemporains, soucieux d'amener la lumière naturelle dans les bâtiments, ont développé des modèles de perméabilité, en créant une nouvelle génération de structures creuses. Les vides de ces structures sont éclairés par la lumière du jour et transcendent les critères d'un éclairage rationnel, fusionnant poésie et pragmatisme, et répondant à deux objectifs : une préoccupation sanitaire et l'esprit d'ouverture caractéristique de l'époque (Baker, 2002).

Les procédures pour mettre en œuvre ce processus de canalisation de la lumière se sont multipliées. Ainsi, on a vu, alors naître : des creux dans des masses creuses, un conduit de lumière dans l'épaisseur du mur, une canalisation de la lumière indirecte, des passages pour laisser passer la lumière zénithale, l'utilisation de fissures, ou l'éponge de manger.

Le musée d'art contemporain de Barcelone en Espagne de Richard Meier possède une structure stratifiée qui commence à l'extérieur par des pare-soleil et se poursuit dans tout l'intérieur du bâtiment par une série de fractures qui vont du toit jusqu'au sol. Au fur et à mesure, que la lumière du jour pénètre par les fissures parallèles, elle accompagne le parcours du visiteur lorsqu'il monte par des rampes, traverse des couloirs au sol vitré menant aux salles d'exposition, avant d'arriver devant les œuvres éclairées par des ouvertures dans le toit-une composition de seize pans de mur et faisceau de lumière (Plummer, 2009, p172) (Figure IV. 22).

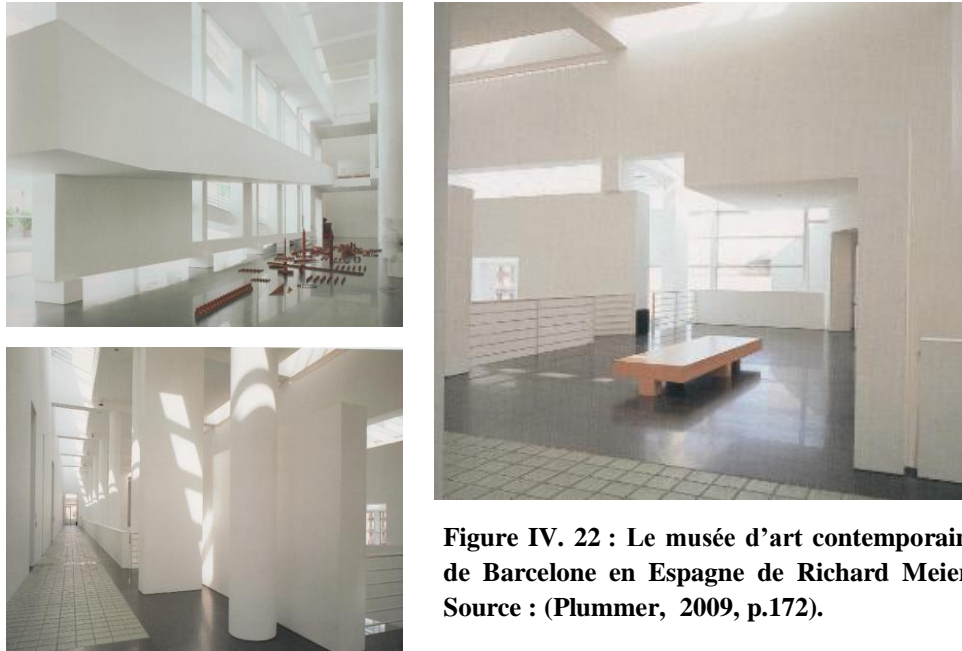


Figure IV. 22 : Le musée d'art contemporain de Barcelone en Espagne de Richard Meier
Source : (Plummer, 2009, p.172).

2.5.1.4. La troisième intention est la **Lumière radieuse**, le processus associé est les **Voiles de verre : fraction de la lumière dans un film diaphane.**

La révolution industrielle a donné naissance à un jeu de verre et de transparence qui a beaucoup inspiré les architectes. Ce jeu a pu introduire une impression de clarté, grâce au passage ininterrompu de la lumière à travers un verre uniformément plat, laminé et poli, pour réduire le risque de réfraction, et pour offrir la vision la plus complète possible de l'environnement extérieur (Ciriani, 1987).

Ce besoin de clarté a donné naissance à plusieurs bâtiments, comme la serre Palm House de Docimus Burton au Ken Gardens de Londre, qui fut érigé au XIXème siècle. Mais, c'est au début du XXème siècle que cette tendance de transparence fut exaltée à l'aide de grands architectes européen et américains, et à l'aide d'autres architectes qui ont préféré adhérer au mur en double vitrage à cause des nombreuses possibilités créatives qu'il offre en plus de ses propriétés isolante.

Le Toledo Mesium of Art, pavillon de verre construit à chio aux USA par Kazuyo Sejima, Ryue Nishizawa et SANAA, présente un projet de ce processus de conception. Seuls des effets panoptiques et des réflexions fluides dans les courbes sinueuses du verre à faible teneur en fer, d'une transparence exceptionnelle sont utilisés dans cette extension du musée.

Au sein de la peau extérieure sont nichées des cellules de verre plus petites, dont les effets d'optique, rappellent ceux des objets verriers qui y sont exposés. Ces salles miroitantes ont des angles arrondis qui se rejoignent et se combinent dans une structure cellulaire constituée de plusieurs couches. Mais l'enchantement, vient des doubles couches de verre courbe, où chaque paroi possède, un rayon différent, afin que la déformation des reflets simultanés, soit aussi différente. La lumière qui arrive horizontalement autour du bâtiment, et en diagonale à travers les cours, est courbée et dispersée dans tout l'intérieur, transportant et mélangeant les images de la nature et celles des visiteurs et des objets d'art. (Plummer, 2009, p 94) (Figure IV. 23).



Figure IV. 23 : Le pavillon de verre, Toledo Mesium of art par Kazuyo Sejima. (Source : Shifta, 2010).

2.5.1.5. La quatrième intention est la Lumière picturale, le processus associé est l'Intervention de la couleur

La lumière picturale n'est pas seulement une lumière émotion colorée, comme celle qu'on trouve dans la chapelle de la Tourette. Il est vrai, que cette chapelle est picturalement colorée, si on considère simultanément les fentes lumineuses de la nef et le volume rouge des chapelles latérales. Mais prise isolément, une fente lumineuse où le volume rouge, ne donne que des émotions colorées. Travailler la lumière picturale, exige l'intervention autonome de la couleur, afin qu'elle participe de la définition des l'espaces. Il est possible de concevoir la totalité de l'œuvre architecturale, comme une peinture, par la recollection mémorielles des images. Celle-ci donne l'unité. Cependant, deux moyens de travail d'ordre pictural peuvent être cités, le premier consiste à promener la couleur dans un espace global. Le second comprend le pouvoir de parcourir l'espace, pour recréer dans la promenade architecturale la simultanéité du cubisme (Ciriani, 1987).

Une maison située à San Angel, près de Mexico, présente un projet réussi issu de ce processus. Un exemple de lumière picturale qui crée un rapport, de dedans et du dehors là où il n'est pas. L'équerre rouge et bleue sur un plan d'eau à l'intérieur de la salle à manger, n'a pas seulement pour objet de créer une illusion spatiale. Le reflet du mur rouge sur l'eau, l'élimination de la sensation de volume que donneraient les deux plans s'ils n'étaient colorés différemment, concourent pour donner l'impression de plans autonomes. Du coup, l'espace ne paraît plus fermé, là, où il l'est le plus. Plus paradoxal encore : c'est à cet endroit qu'il semble le plus ouvert, c'est le pur génie d'un peintre qui fait de l'espace avec de la matière colorée. L'espace même ne s'en trouve pas amélioré. Il s'agit, d'un travail sur un tableau. (Ciriani, 1987, p 82) (Figure IV. 24).

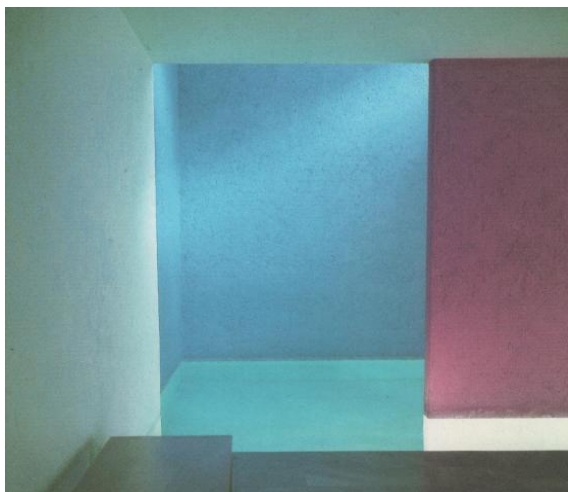


Figure IV. 24 : Maison située à San Angel, près de Mexico. (Source : Ciriani, 1987, p 82)

2.5.2. Période postmoderne :

Pour le cas de cette période, nous avons choisi trois intentions lumineuses : la lumière dynamique, la lumière matérialisée, et la lumière atomisée.

2.5.2.1. La première intention est la **Lumière dynamique**, le processus associé est la **Procession, chorégraphie de lumière pour l'œil mobile**

La lumière au bout du tunnel et une image qui peut causer une force émotionnelle, le fait de la perdre, puis la retrouver dans l'obscurité, peut rendre le désir de sa rencontre encore plus fort.

La lumière, peut jouer un rôle essentiel dans un bâtiment composé de pièces en enfilade. On peut se retrouver dans une chorégraphie unique de lumière et de mouvement. Dans ce cas, on est face à un flot continu de perception, et non pas des visions uniques, qui retiennent l'œil en mouvement. C'est comme, si le mouvement traversait la lumière, lui donnant ainsi une fluidité à travers l'espace qui organise le parcours architectural.

Plusieurs architectes se sont inscrits dans ce processus de procession, avec lequel ils ont pu réaliser des œuvres architecturales. C'est le cas pour Le Corbusier dans la maison La Roche et la villa savoye, pour Mies vander Rohe dans le pavillon de Barcelone, pour Steven Holl dans le Nelson-Alkins Mesium de Kansas city, pour le japonais Fumihiko Maki dans le musée d'art moderne à Tokyo, pour les architectes Piepel Riepl dans l'église Saint- Francis de Steys-Rethof en Autriche, et pour Tadao Ando dans le musée de la forêt des tombes ou bien la chapelle de mont Rokko.

Le musée Davis conçu à Wellesley College, Machusetts par l'architecte Rafael Moneo représente un excellent exemple de ce processus de conception. Moneo a doté ses bâtiments d'une suite cohérente de lumières. Depuis le rez-de-chaussée, l'escalier « en ciseau » plongé dans l'obscurité, s'élève lentement par des volées de marches qui partent dans des directions opposées, interrompues au niveau des paliers où elle se rejoignent. A mi-chemin de chaque volée de marches, l'escalier ouvre sur des galeries éclairées par le toit. Une autre expérience de cette oscillation constante entre obscurité et clarté, est la progression graduelle qui mène dans une galerie de sculpture inondée d'une lumière provenant des moniteurs de toit. « La montée, écrit Moneo, est comme un processus de purification où la lumière tombe de la verrière, presque comme du ciel. » (Plummer, 2009, p 58) (Figure IV. 25).

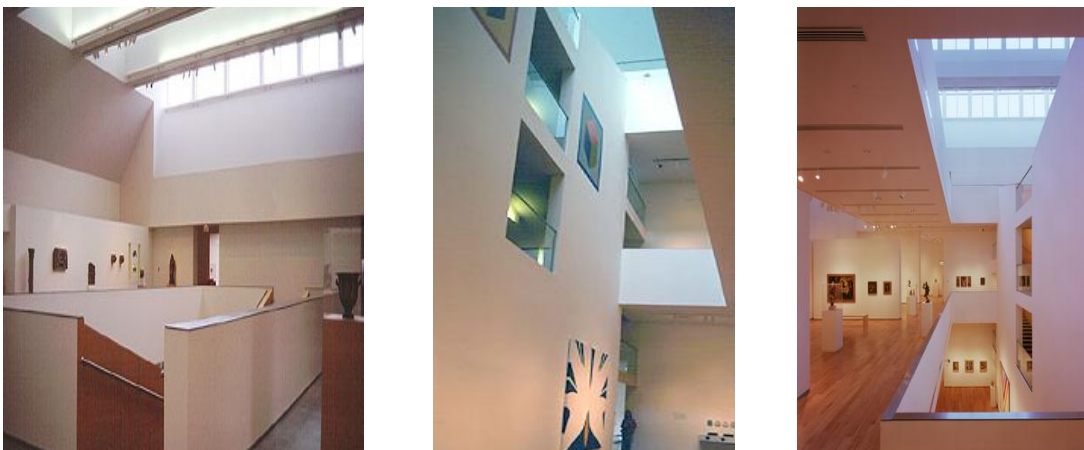


Figure IV. 25 : Le musée Davis par Rafael Moneo. (Source: Galinsky , 2010 ; Payette , 2010)

2.5.2.2. La deuxième intention est la **Lumière matérialisée**, le processus associé est la **Luminescence, Matérialisation de la lumière dans la matière physique.**

Quand la lumière pénètre la matière, elle lui donne un éclat intérieur intense. Elle exerce un pouvoir fascinant par la transformation des objets et des matériaux qui acquièrent une beauté sublime et semblent même vivants.

Certains édifices dans au passé ont pu se rendre lumineux par la manipulation des matériaux dans le but d'accroître des matériaux leurs sensibilités à la lumière. Mais les matériaux industriels, la technologie moderne, et la modification des propriétés des matériaux, ont permis à de nouvelles formes lumineuses de voir le jour.

Ils ont ainsi, pu permettre aux architectes de revisiter des matériaux anciens avec des outils modernes, pour rendre réceptif à la lumière des matériaux par nature opaques, comme le béton, le bois, la pierre, et les métaux. Ainsi, une approche plastique, a été appliquée sur le béton coulé, qui consiste à l'éclairer, pour qu'il capte la lumière comme une sculpture. La pierre et le plâtre quant à eux, ont pu connaître l'ajout des particules sensibles à la lumière. Le bois, malgré, son opacité et son manque d'éclat, a pu donner une excellente preuve de la possibilité de le travailler et de le sublimer. Le métal a été beaucoup étudié pour ses propriétés optiques.

Le Walt Disney Concert Hall de Frank Gehry présente une application réussite du métal. Gehry a fait brosser les plaques en acier inoxydable dans toutes les directions, ce qui donne au métal, un effet satiné, qui atténue les reflets aveuglants du soleil californien. Fixées sur des structures en aluminium, supportées par des montants en acier, chaque plaque possède une courbe unique ; la diversité des courbes donne l'impression de voiles gonflés par le vent. Ces voiles de métal ont été revêtus de jointures subtiles qui soulignent la continuité des graduations de couleurs, mettant l'accent sur la plasticité plutôt que sur la texture de la lumière. Malgré leurs brillances, les courbes de métal captent et déforment les images du ciel et de la ville, ainsi que, les ricochets de lumière de l'une à l'autre. Les reflets informes sont séduisants : une courbe attaque et brouille l'image renvoyée par une surface proche, souvent cachée, produisant une lumière fantasmagorique qui nous entraîne dans un espace situé à l'intérieur de la lumière physique. (Plummer, 2009, p 248) (Figure IV. 26).

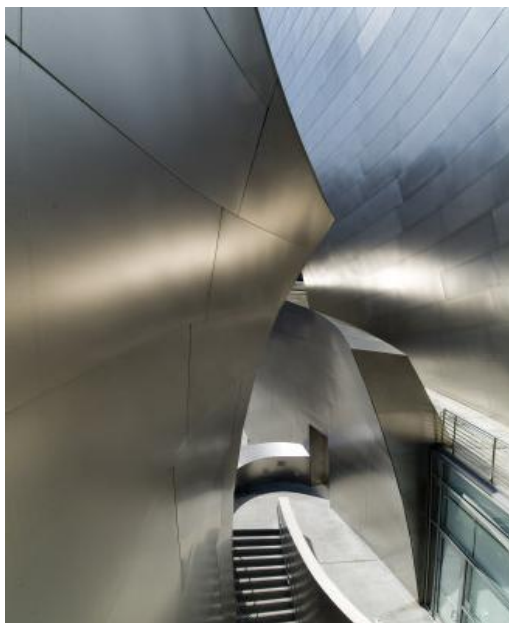


Figure IV. 26: Walt Disney Concert Hall de frank Gehry. (Source: Art, 2010)

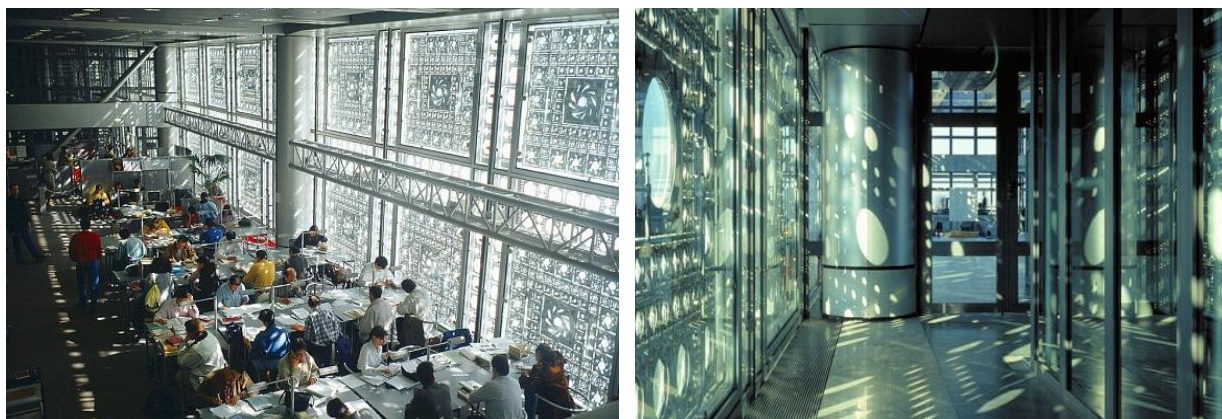
2.5.2.3. La troisième intention est la *Lumière atomisée*, le processus associé est l'*Atomisation : filtration de la lumière à travers un écran poreux.*

La notion d'atomisation en architecture est fortement liée à la légèreté. L'image de cette légèreté est un art de l'écran plutôt que de la membrane, et une possibilité d'annuler la pesanteur en allégeant la limite et en la réduisant à « un élément dépourvu du poids flottant sur les choses comme un nuage, ou mieux, comme une subtile pulvéulence, ou mieux encore, comme un champ d'impulsion magnifique ».

Fragmenter la lumière sans l'arrêter, est un principe utilisé jadis, dans l'architecture monumentale. On le retrouve dans les huttes de roseaux, dans les moucharabiehs, ou aux écrans de pierre perforés des édifices mongols en inde. D'ailleurs, plusieurs architectes skandinaves et japonais, ont eu recours à cette lumière filtrée qui a des racines culturelles profondes dans ces deux régions. Mais, c'est le développement des matériaux et la possibilité de multiplier les degrés de filtrage de la lumière qui a donné cette fascination pour l'atomisation. Le métal et le bois tendre, ont alors été employés dans le monde de la lumière atomisée.

Jean Nouvel a tenté trois expériences avec les cages aériennes. Une avec le treillis de métal rouillé qui habille l'hôtel Saint-James près de Bordeaux, l'autre avec des grillages argentés, de différentes tailles, qui entourent le centre de culture et de congrès de Lucerne, et des diaphragmes d'aluminium motorisés pour l'Institut du Monde Arabe.

Les volumes prismatiques de cet édifice, offrent tous les éléments nécessaires à une atomisation de la lumière. Les formes solides et tranchantes, constituent une base stable sur laquelle la lumière pulvérisée peut se promener et s'estomper, faisant vaciller l'équilibre architectural, selon l'heure et le temps qu'il fait. Ces effets sont obtenus, par les diaphragmes qui s'ouvrent et se ferment en fonction de la luminosité du ciel, par les structures et les escaliers en aluminium poreux, et par les fines plaques de marbre qui recouvrent les parois entourant le patio, au centre de l'édifice (Plummer, 2009, p 126) (Figure IV. 27).



**Figure IV. 27: l'Institut du Monde Arabe par Jean Nouvel
(Source : livret IMA, 2001, p27, p31).**

3. DISCUSSION :

Arrivé à la fin de ce chapitre, une discussion s'impose afin de bien récapituler tout ce qui a été vu. Le premier point concerne le lien qui existe entre catégorie d'intention et type de projet. En réalité, ce lien, n'existe pas car on est dans l'incapacité d'attribuer une catégorie d'intention à un type de

projet. A titre d'exemple, la lumière émouvante présente la lumière émotion, celle qui agit sur les opacités, celle qui désigne des objets architecturaux qu'elle met en évidence et se désigne elle-même objet architectural, c'est celle que l'on s'attend à trouver dans une église ou dans un musée. Mais, en observant les créations architecturales des grands architectes, on constate que cette lumière se trouve aussi dans d'autres édifices.

En effet, grâce à divers processus de création, cette lumière peut être retrouvée dans les maisons, les bibliothèques, les bureaux, et beaucoup d'autres projets. Ceci s'applique aussi pour les autres catégories d'intention, autrement dit, chaque catégorie d'intention peut générer n'importe quel projet, en dépit de sa fonction.

Ceci n'est pas toujours une réussite, car cela peut causer des désagréments pour l'utilisateur du lieu. C'est le cas de bibliothèque de l'Institut du Monde Arabe, avec sa lumière atomisée obtenue grâce aux diaphragmes créés par son concepteur. Cette intention lumineuse présente une source de gêne pour les usagers qui font face à une variation de luminances en permanence le long de la journée. Ce qui nous amène à dire qu'il est préférable que l'intention lumineuse soit pensée dès le départ en fonction des espaces conçus.

Le second point qui mérite discussion, est celui des moyens mis en œuvre pour caractériser les intentions lumineuses lors du processus de création. Suite à l'analyse de l'ensemble des projets, trois catégories ont pu être dégagées, i) la première concerne la baie ou plus précisément ses caractéristiques (orientation, nombre, forme, position, taille, ...etc.), ii) la seconde englobe les éléments qui ont un rapport avec la conformation architecturale (forme, hauteur, ...), et iii) la dernière concerne tout ce qui a rapport avec l'espace intérieur (aménagement, revêtement des surfaces intérieures, subdivision, ...etc.).

CONCLUSION :

Le parallèle entre processus d'apprentissage et enseignement a été démontré à travers le lien associant respectivement le comportement et la création. Cette démonstration a été accomplie en se référant au cas de la lumière naturelle dans la pratique du projet architectural. Ce dernier qui prend naissance avec une intention, prenant forme au moyen d'un processus et se concrétise finalement en forme construite et espace vécu.

Divers exemples ont été présentés à la base de la classification d'Henri Ciriani en matière de création avec la lumière. Il s'en dégage que c'est grâce à la mise en œuvre de certains moyens qui touche aux caractéristiques de la baie, la conformation architecturale, et les caractéristiques de l'espace intérieur ; que les intentions lumineuses peuvent être mises en œuvre lors du processus de conception architecturale.

INTRODUCTION :

Afin d'assurer la rigueur scientifique de ce travail de recherche, trois techniques de recherche ont été employées. En effet, le choix de ces trois techniques a été fait, suite à un positionnement épistémologique, réalisé après une synthèse de la revue de la littérature relative aux travaux réalisés sur le thème de l'expérimentation dans le domaine de la lumière naturelle en architecture.

Avant d'entamer l'explication, de la démarche adoptée pour l'aboutissement de ce travail, une présentation du modèle expérimental, ainsi que du cadre méthodologique se sont imposés au début. L'explication des différentes techniques est présentée à la fin de ce chapitre.

1. LA TRIANGULATION :

Afin, de bien mener une démarche de recherche, on doit s'assurer que sa méthodologie est adéquate. Plusieurs moyens peuvent être utilisés, pour bien marquer le caractère scientifique d'une recherche, dans ce cas, il s'agit d'une triangulation (Angers, 1997). La triangulation se propose comme une autre façon d'assurer la rigueur scientifique d'une recherche. Elle est apparue dans le courant d'un regain d'intérêt pour la recherche qualitative (Pourtois et Desmet, 1988). La triangulation fait recours à sept façons de comparaisons, pour rehausser de la valeur scientifique de son travail. Dans notre recherche, nous tiendrons compte, uniquement de la triangulation méthodologique, qui force à aborder son sujet d'études, avec plus d'une méthode ou plus d'une technique, pour prendre en considération plus d'aspect ou de types d'informations. (Angers, 1997, p 72).

Dans notre cas il s'agit, d'une triangulation qui traite son sujet d'étude en empruntant une approche unique, en l'occurrence la méthode expérimentale, mais au moyen de trois techniques différentes.

1.1. Modèle expérimental (rappel de quelques notions) :

Par modèle expérimental, on entend tout le protocole expérimental, y compris le choix de la population de cette étude, ou plus précisément, son échantillon.

1.1.1. Echantillonnage :

Dans son ouvrage sur les enquêtes en psychologie, F Bacher rappelle que les techniques d'échantillonnages ont toutes pour objet le choix, dans une population définie, que l'on veut décrire, d'un certain nombre d'éléments qui devront représenter l'ensemble, c'est-à-dire, présenter les mêmes caractères que la population (cité dans Rossi et al, 2002). L'échantillonnage est donc une image minimaliste de la population, il en a les mêmes caractéristiques.

1.1.2. L'expérimentation comme cadre méthodologique :

1.1.2.1. Mise en place d'un cadre d'investigation et choix de la démarche :

Portant sur un stimulus physique, qui est la lumière, cette recherche a pu trouver deux cadres d'investigations. Le premier, est un cadre d'investigation envisageable in situ, un cadre où le sujet

est confronté à toute la complexité de la situation. Le second, est un cadre, où le chercheur sélectionne et isole les variables du phénomène étudié dans des conditions environnementales artificielles. Son objectif est d'identifier des causes et des effets.

De ce fait, la démarche de ce travail, s'apparente à une approche expérimentale qui se concentre sur un groupe restreint d'étudiants, afin, d'investir le parallèle entre étape d'apprentissage et méthode d'enseignement.

1.1.2.2. Méthode expérimentale :

Les perspectives du travail méthodologique de la présente recherche englobent la réception du signal lumineux, sa perception, et le comportement qu'il peut engendrer chez l'utilisateur ; mais aussi, la prise de conscience du phénomène lumineux, son évaluation et la création avec. Le choix de la méthode d'investigation s'est porté donc sur la méthode expérimentale.

1.1.2.2.1. Définition et principe de la démarche :

« Expérimenter » consisterait à varier les éléments constitutifs d'une situation dans le but, de provoquer un phénomène et de mesurer son évolution. L'expérimentateur construit des situations permettant de recueillir des données susceptibles de valider des hypothèses, de confirmer des prédictions, ou de façon plus générale de répondre à des questions. Il produit des faits en construisant des situations dans lesquelles il contrôle et manipule les variables qui conditionnent l'apparition du phénomène étudié (Rossi et al, 2002).

D'une façon plus générale, l'expérience est élaborée dans le but, d'analyser les modifications de la réponse (ou des réponses) en fonction des variations des caractéristiques des stimuli, des situations, des tâches ou des sujets.

1.1.2.2.2. Variables de l'expérimentation :

La méthode expérimentale vise à établir un rapport de cause à effet entre des phénomènes ou des variables. Pour établir ce rapport, on procède à une expérience au cours de laquelle on manipule une variable (ou plus), nommée la variable indépendante, qu'on fait varier à volonté. Cette manipulation permet d'étudier les effets de la variable indépendante sur la variable qui la subit, nommée variable dépendante.

1.1.2.2.3. Variables étrangères :

D'autres facteurs, ou variables étrangères, peuvent intervenir dans l'expérience en cours et nuire à l'étude stricte, de l'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante. (Angers, 1997). Ces variables indésirables peuvent être de divers ordres : matériels et externes ou encore liées aux sujets participant à l'expérience eux-mêmes. Ces variables étrangères doivent alors, être neutralisées.

2. CONSTITUTION D'UN ECHANTILLON :

Pour notre recherche, l'échantillonnage devait se faire dans une population bien précise, étant donné qu'il s'agit d'une recherche visant l'enseignement de la lumière naturelle en architecture. Cette population ne pouvant être que des étudiants en architecture.

Pour construire un échantillon qui soit représentatif de la population, on procède par contrôle de certains critères, et non pas, par un tirage aléatoire (Rossi et al, 2002).

En effet, notre échantillon composé de quarante étudiants, a subi un contrôle strict des caractéristiques suivantes:

- L'ensemble des étudiants sélectionnés, sont en première année licence, au département d'architecture de l'université de Biskra.
- Ils ont tous un Bac Sciences.
- Ils ont tous une moyenne entre 13 et 14 au Bac.
- Ils appartiennent à différents groupes, ce qui signifie que les enseignants d'atelier de l'échantillon choisi ne sont pas les mêmes. La raison de ce choix ; c'est d'éviter l'influence qu'un enseignant, sensibilisé à la lumière naturelle en architecture, puisse avoir sur les étudiants, et par la suite, sur les résultats de la recherche. Notre objectif est d'avoir un groupe qui n'a aucune connaissance sur la lumière naturelle en architecture.

3. REVUE DE L'EXPERIMENTATION DANS LE DOMAINE DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE :

La lumière naturelle en architecture a fait l'objet de certaines expérimentations. Une revue de ces travaux est plus que nécessaire pour l'établissement d'un protocole expérimental.

3.1.Expérimentation de Karole Biron (2008):

En 2008, Karole Biron mena une expérimentation dans le cadre de sa préparation d'un mémoire de maîtrise en Science de l'architecture présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval.

La méthode d'expérimentation proposée par K. Biron utilise la maquette, comme outil de base. Celle-ci est faite d'une simple boîte ; comportant différentes ouvertures laissant pénétrer la lumière naturelle ou artificielle et de quelques objets choisis aléatoirement. L'expérimentation cible des manipulations simples et un éventail limité de configurations afin d'en faciliter l'interprétation.

L'expérimentation consiste à positionner quelques objets dans une boîte ouverte d'un côté pour la prise de vue. Une seconde ouverture est prévue pour l'entrée de lumière. La photographie capte les différentes configurations spatiales. Cette étude ne se base pas sur la collecte de données quantitatives. Elle porte plutôt un regard qualitatif sur la rencontre spatiale entre, objets et lumière, à l'aide de photographies (Biron, 2008).

3.2.Expérimentation de Dominique Laburte (2008) :

Dominique Laburte, a présenté en 2008, un rapport d'activité du Laboratoire Lumière – Architecture à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg (Laburte, 2008). Ce rapport intitulé : De lumine (du mot lumen réunit dans le dictionnaire Gaffiot dans le même mot la source lumineuse et l'ouverture dans le mur de la maison.).

Ce laboratoire propose une démarche d'exploration des connaissances liées aux ambiances lumineuses. Il étudie conjointement les phénomènes physiques et leurs implications architecturales.

Le travail de laboratoire vise à obtenir simultanément une vue sensible (qualitative) et technique (quantitative) des phénomènes physiques. Il s'appuie sur une pédagogie de l'expérimentation qui place l'étudiant dans une situation de sujet agissant dans l'acquisition des connaissances.

Deux types de travaux sont menés dans le laboratoire :

- la fabrication de maquettes numériques, représentation d'architecture existante en 3D. Le travail mené parallèlement sous la forme d'expérimentations et de modélisation informatique, permet en outre de comparer utilement la prévision de phénomènes, leur observation, et leur représentation.
- des manipulations de maquettes testées sous des conditions d'éclairage contrôlées, permettant d'agir notamment sur la taille, la position, la forme des ouvertures, ou sur la qualité de réflexion ou de coloration des parois, ... Elles s'appuient sur des hypothèses vérifiées par des mesures (intensité, FLJ...).

Deux exercices sont alors proposés pour ce deuxième type de travail: i) la Lumbox, et ii) Etudes de cas.

3.2.1. Le Lumbox :

Elle présente un outil d'observation des phénomènes lumineux dans un espace et c'est aussi un moyen de simulation spatiale. La boîte rigide et opaque est réalisée en contreplaqué, avec les dimensions suivantes: largeur 50cm, profondeur 65 cm, hauteur 32cm. Elle peut être posée horizontalement ou verticalement. Deux de ses faces sont ouvertes et possèdent des possibilités d'obturation variables afin, de simuler différents cas de prise de lumière. Les autres faces sont percées, pour permettre l'observation et l'introduction, d'un objectif photographique ou le capteur d'un luxmètre. Des éléments légers en carton fixés sur la boîte rigide permettent un travail itératif rapide, du type question-réponse. Ce questionnement est noté systématiquement au fur et à mesure dans des fiches d'observations.

Des thèmes de manipulations sur le rapport de l'espace et de la lumière sont proposés aux groupes d'étudiants, afin qu'ils émettent des hypothèses de manipulations, les réalisent et les observent. Les observations d'éclairage sont menées à partir de prises de mesures, en vue de déterminer le Facteur Lumière du Jour (FLJ).

La prise de mesures s'effectue à l'aide de deux luxmètres, à intervalles réguliers, en déplaçant le capteur dans la profondeur de la boîte. On peut ainsi, mettre en évidence la répartition de la lumière dans l'espace.

Certaines observations mettent en évidence l'influence de la nature des parois, et notamment de leur coefficient de réflexion. D'autres observations agissent sur la géométrie de l'espace, ou fabriquent des dispositifs cherchant à transmettre la lumière en profondeur.

3.2.2. Les études de cas :

Elles permettent de mener des expérimentations prolongeant celles de la Lumbox. Ils visent à constituer un thésaurus caractérisant les ambiances lumineuses de bâtiments de l'architecture contemporaine.

Les études de cas, sont menées à partir de maquettes de trois maisons, avec des espaces construits dans un volume unique. Ces maquettes sont à l'échelle du 1/20 ou 1/25, placées dans les simulateurs du CSTC de Louvain-la-Neuve.

Deux types d'expériences ont été réalisés : i) des simulations d'ensoleillement, et ii) des simulations d'éclairage

3.2.2.1. Des simulations d'ensoleillement :

Elles sont opérées au moyen d'un soleil mécanique. Une fois réglé sur la latitude du lieu d'implantation. Ce dispositif permet d'observer la modification de l'éclairement au cours des heures de la journée et au fil des saisons. C'est un moyen de contrôler précisément le parcours de la lumière, mais, qui n'autorise pas de quantification entre la lumière émise et reçue.

3.2.2.2. Des simulations d'éclairement :

Elles sont effectuées dans une mirror-box. Ce dispositif permet de mesurer et d'observer le flux lumineux reçu dans l'espace, dans des conditions contrôlées de ciel couvert (sans lumière directe dirigée).

3.3. Expérimentation de Khaled A. AL-Sallal (2004):

Lors du congrès (World Renewable Energy Congress VIII, WREC 2004), Khaled A. AL-Sallal a présenté une étude qui repose principalement sur l'approche de recherche expérimentale en utilisant des modèles réduits. L'objectif de cette intervention, est de voir : i) l'impact de l'ajout de lamelles réfléchissantes externes sur l'amélioration de la quantité d'éclairage et le confort visuel de l'espace arrière d'un atelier au premier étage, et ii) le remplacement du vitrage, transparence existante, avec un autre translucide pour améliorer le confort visuel dans le studio au troisième étage (Khaled A. AL-Sallal, 2004).

L'analyse quantitative a été réalisée à partir des mesures prises à l'aide de capteurs de lumière photométrique, qui ont été distribués à plusieurs endroits à l'intérieur du modèle. Elle a également été menée, pour évaluer le confort visuel des espaces à l'intérieur du studio, en utilisant la photographie et l'observation.

3.4. Expérimentation de Marie Claude Dubois et al (2006) :

Marie Claude Dubois, Francois Cantin et Nicolas Roy, ont eu recours à l'expérimentation dans une recherche sur la qualité de l'éclairage naturel en fonction de la configuration de la fenêtre (2004, 2006).

Cette expérimentation consiste à réaliser des simulations pour un très grand nombre de situations (au total 146), à l'aide du logiciel Radiance. Ce dernier présente un ensemble de programmes pour l'analyse et la visualisation de l'éclairage dans la conception architecturale.

Les études réalisées dans le cadre de ce projet, visent principalement, à établir une méthodologie d'évaluation détaillée de la qualité de l'éclairage naturel conçue spécialement pour la simulation numérique.

La méthode développée comptabilise un grand nombre d'indicateurs de performance issus des recherches dans le domaine de l'éclairage. Les indicateurs de performance retenus étant: le facteur de lumière du jour, la distribution des luminances absolues et les rapports de luminance, les plages de lumière directe, l'éclairement cylindrique, la directionnalité, l'indice de luminance, l'indice d'éblouissement, ...etc.

3.5. Expérimentation de Catherine Dubois (2006):

Catherine Dubois a présenté en 2006, un mémoire de maîtrise en sciences de l'architecture pour l'obtention du grade de Maître en Sciences (M.Sc.), à la Faculté des études supérieures de

l'Université Laval, intitulé : « confort et diversité des ambiances lumineuses en architecture l'influence de l'éclairage naturel sur les occupants ».

Cette recherche compte démontrer que la diversité des ambiances lumineuses créée par la lumière naturelle, contribue au confort des étudiants au sein du café de l'École d'architecture de l'Université Laval.

Pour y parvenir, une démarche expérimentale a été suivie pour incorporer une série d'outils et de méthodes. Il s'agit : de la cartographie positionnelle, du questionnaire fermé et de la photographie, qui rentrent toutes les trois dans le cadre d'une méthode de l'observation participante. La méthode de l'observation participante fut intégrée à la recherche, car elle considère justement la grande capacité d'adaptation de l'utilisateur. Grâce à cette méthode, le chercheur, plongé à l'intérieur du contexte de l'étude, est en mesure de constater les différentes réactions des usagers soumis aux mêmes conditions d'ambiances.

- 3.5.1. La « cartographie positionnelle » :** (Ittelson et al, 1976). Elle fut mise au point pour enregistrer les faits et gestes des occupants d'un espace ciblé, pour des périodes de temps précises (Bell et al, 1996, p.20). Son format graphique se prête particulièrement bien au langage architectural. Il admet aussi, la compilation des observations.
- 3.5.2. Le questionnaire fermé :** Il constitue dans le cadre de la recherche, un outil complémentaire à la cartographie positionnelle utilisée pour limiter le risque de biaiser certaines observations. Le choix du questionnaire fermé est d'abord discuté par rapport à l'entrevue semi-dirigée, une technique d'enquête analogue. Le questionnaire porte principalement sur i) la localisation du répondant, ii) l'identification des zones privilégiées, iii) du type d'activité exercée et iv) des motifs à la base du choix de localisation. Les questions sont formulées avec des termes, simples et précis, pour garantir leurs compréhensions par la majorité des répondants. Les choix de réponses sont neutres, et couvrent l'ensemble des réponses possibles pour éviter d'influencer ou de contraindre le choix des répondants.
- 3.5.3. La photographie :** Elle est incorporée à la démarche expérimentale pour conserver certaines observations sur un support visuel. Leur principal objectif est de situer les usagers du café dans leur contexte d'activité, et de suivre l'évolution des conditions lumineuses.

3.6. Expérimentation de Ljubica Mudri :

Dans son article intitulé "Objective data from Radiance and subjective intentions from architects", le but de Ljubica Mudri est de lier des données quantitatives provenant d'une étude de l'éclairage naturel et des données qualitatives exprimées par les architectes, au sujet de l'ambiance lumineuse qu'ils construisent. Elle a choisi comme cas d'étude, l'Académie Nationale Supérieure de Musique et de Danse de Paris, conçue par l'architecte Christian de Portzamparc.

Son expérimentation est basée sur deux méthodes. La première méthode, consiste à rassembler des informations quantitatives à partir des mesures. C'est une méthode basée sur un protocole de mesures, qui nous permet d'avoir les luminances et les éclairagements dans un espace existant. Ces données peuvent être très utiles, pour analyser la performance et le confort d'une ambiance lumineuse dans la conception ou la réhabilitation, ainsi que de promouvoir une utilisation contrôlée de l'éclairage naturel au lieu d'une lumière artificielle.

La deuxième méthode, quant à elle, consiste à recueillir auprès de l'architecte concepteur, les expressions qualitatives qu'il utilise pour définir l'ambiance lumineuse dans le bâtiment à l'étude.

Il est important de noter, que durant les premières phases de la conception d'un bâtiment, les architectes ont généralement une approche intuitive et qualitative de l'ambiance lumineuse à venir, (une ambiance calme et douce, ou d'avoir une tension dans l'espace, ou une ambiance dynamique, etc.).

Ensuite, elle a réalisé, une comparaison entre les données quantitatives et qualitatives, autrement dit : comparer les mesures de luminance et de chromaticités dans l'espace construit avec les intentions initiales subjectives de l'architecte. Et ce, pour montrer les liens existants, les inconvénients et les moyens d'amélioration.

3.7. Expérimentation de Fernando O. et al (2007) :

Fernando O. et al (2007), ont proposé une autre façon, d'intégrer la théorie et la pratique. Cette proposition consiste à ajouter des éléments expérimentaux dans les disciplines de soutien. Au lieu de dicter des paradigmes, ou de créer des recettes de conception simple, le conférencier devrait stimuler l'étudiant à enquêter, à la recherche et l'expérimentation, l'inciter à suivre des chemins différents menant à de nouvelles réflexions, dans un processus d'apprentissage continu, l'expérience de conception et, surtout, acquérir un savoir-faire.

Pour cela, un atelier a été créé. Il a été nommé: workshop "boite à chaussure". Comme son nom l'indique, ce workshop consiste à construire un prototype physique d'un environnement interne, avec des boîtes à chaussures et des cameras spéciales (avec angle de vision de 200 °), pour une visualisation directe.

Ce workshop vise à fournir aux étudiants les compétences de base et les outils requis pour manipuler la lumière du jour, les techniques de modélisation, texture et couleurs des matériaux,etc.

L'idée est, qu'au lieu d'entamer une esquisse avec un programme fonctionnel, les étudiants devraient commencer, par un caractère de l'éclairage naturel déjà en tête. L'observation directe des variations de l'éclairage naturel, à l'aide de la camera ou des photos numériques, donne à la lumière du jour, le pouvoir de travailler, modeler et représenter une esquisse.

Le workshop a été appliqué dans les cours de l'éclairage naturel, avec des étudiants de premier cycle à l'Université fédérale de Santa Catarina, au Brésil et deux universités de la Colombie. Il a été développé, pendant deux jours en cinq étapes, afin de mener les élèves à travers la conception, la matérialisation, et la représentation, d'une idée d'architecture, ayant la manipulation de la lumière du jour, comme stratégie de conception principale. Les étapes sont les suivantes:

- 1^{ère} journée
 - 1- formulation de l'exercice (durée entre 30 et 45mn)
 - 2-esquisses de l'idée (durée de 45mn)
 - 3-travail expérimental avec la boite à chaussure (durée de 60mn)
- 2^{ème} journée
 - 4-représentation finale (60mn)
 - 5-évaluation et séminaire (entre 60 et 90mn)

Les avantages de cet atelier, outre l'intégration à la pratique de la conception de la lumière du jour, sont le faible coût et le temps passé, lors du développement de l'exercice.

Les résultats obtenus ont montré que la pratique est facilement assimilée par les élèves, de manière efficace, en les aidant à comprendre les phénomènes d'éclairage naturel dans l'architecture d'une manière très amusé et détendu

3.8. Synthèse de la revue de la littérature :

Suite à la lecture réalisée des différents travaux, nous avons pu relever quelques observations, et de dégager certains constats, concernant les études de la lumière naturelle dans l'espace architectural.

En premier lieu, on mettra l'accent sur le fait que l'ensemble de ces travaux, s'insèrent dans une approche expérimentale. En effet, chacun d'eux, expose une méthode expérimentale, et ce, en provoquant un phénomène, et en mesurant son évolution et ses retombées. Qu'ils s'agissent de : luminance, d'éclairement, du facteur de lumière du jour, la distribution des luminances absolues et les rapports de luminance, les plages de lumière directe, l'éclairement cylindrique, la directionnalité, l'indice de luminance, l'indice d'éblouissement, l'ajout de lamelles réfléchissantes ou le changement des propriétés du vitrage. Ces phénomènes ont tous un lien avec la lumière naturelle. Ainsi, dans chaque cas, on peut distinguer l'effet de la variation des variables indépendantes sur les variables dépendantes.

En changeant de point de vue, en observant minutieusement, et en une comparant, on peut s'apercevoir que ces exemples, s'inscrivent tous dans une méthode expérimentale. Mais, selon cinq façons de faire, qui varient d'un exemple à l'autre : i) la manipulation de maquette qui elle-même peut se faire qualitativement ou quantitativement, ii) la simulation numérique, iii) la prise de mesure in situ, iv) l'observation participante, et v) le workshop. Deux groupes peuvent alors être dégagés : i) le premier, réunit les exemples optant pour une approche qualitative : workshop, observation, et manipulation par maquette, et ii) le second qui rassemble : la prise de mesure, la simulation numérique et la manipulation par maquette en prenant des mesures à l'intérieur de la maquette. Dans ce dernier cas, il s'agit d'une approche plus précise, une approche quantitative (Figure V. 1).

Il est important de rappeler, que seules les expérimentations effectuées par : Fernando O, Catherine Dubois, et Dominique Laburte, ont été réalisées auprès d'un groupe d'étudiant.

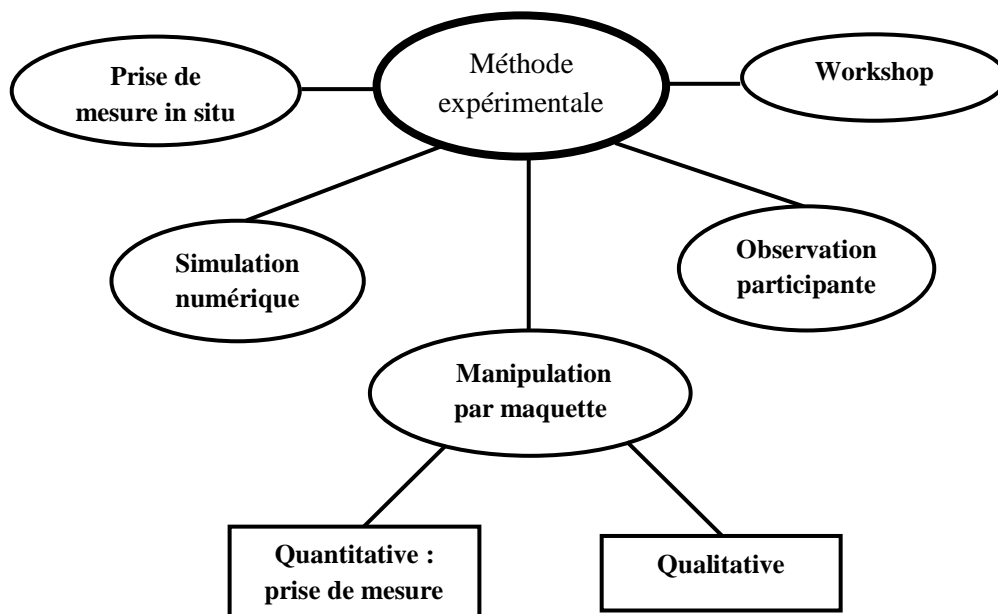


Figure V. 1. Les cinq techniques utilisées dans notre revue de littérature. (Source : l'auteur)

Les techniques employées dans les expérimentations présentées, demeurent toujours valables. Dans le cadre de l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, il est toutefois, nécessaire de combiner plusieurs techniques, afin, de les mettre en œuvre en respectant le processus d'apprentissage précédant (Voir chapitres I, II, III, IV).

4. UNE METHODE EXPERIMENTALE POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA LUMIERE NATURELLE :

L'état de l'art que nous venons d'achever, de même que les connaissances présentées au niveau des chapitres II, III, et IV, nous ont permis de nous positionner épistémologiquement. Ainsi, les techniques de recherche auxquelles on fera recours dans cette étude, ont pu être dégagées.

Il s'agit en réalité de trois techniques distinctes, qui vont se succéder dans le but de vérifier l'hypothèse de la recherche. Ces trois techniques sont (Figure V. 2):

- La technique de l'expérimentation : manipulation des maquettes, sera pratiquée, dans la première phase de la partie expérimentale. Elle nous permettra de transmettre des connaissances sur la lumière naturelle, et d'obtenir des données avec lesquels on pourra mesurer le degré de réussite de cette technique.
- La technique de l'observation participante, nous permettra dans la deuxième phase de la partie expérimentale, de rapporter les impressions des étudiants dans un espace architectural caractérisé par une ambiance lumineuse particulière, et de la superposer avec les caractéristiques de cette espace par la suite.
- La technique du workshop sera employée, dans la troisième phase de la partie expérimentale, elle nous permettra d'obtenir des résultats qui constitueront le moyen de vérifier et de valider, ce que qui a été supposé dans l'hypothèse.

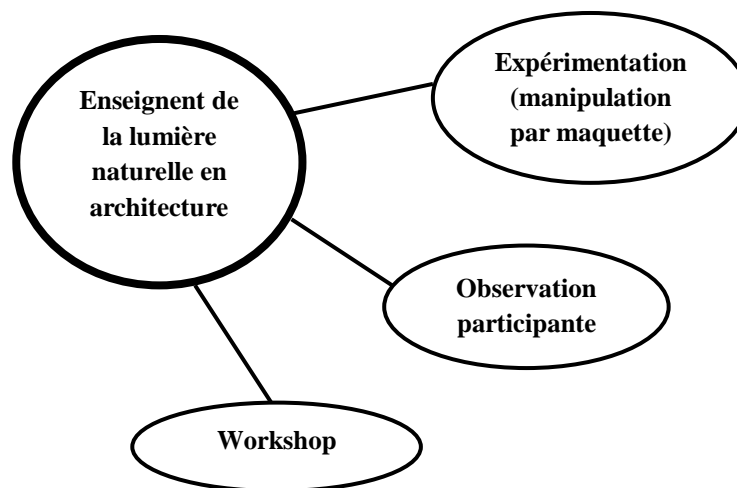


Figure V. 2 : Techniques proposées pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture. (Source : l'auteur)

4.1. L'expérimentation :

4.1.1. Lumière naturelle et expérimentation :

L'enseignement de l'architecture est constitué de matières théoriques, ainsi que de matières pratiques (atelier) (Zerouala, 1986).

Plusieurs recherches tentent de développer la pratique de la conception en atelier. D'autres, orientées vers la théorie, cherchent à apporter leurs soutiens. Mais ces matières de soutien sont généralement offertes dans un format plus conventionnel. L'atelier de conception est considéré, comme un lieu, où l'étudiant peut libérer ses pulsions créatives ; tandis que les cours de soutien sont souvent perçus comme une méthode avec laquelle on donne des informations, mais qui limitent la créativité. (Fontein, 1997).

Malgré les aspects contraignants que les cours théoriques imposent, ils restent indispensables dans l'enseignement de l'architecture. Car c'est avec leur aide que se fait l'acquisition des connaissances. La meilleure possibilité qui s'offre à nous est, de chercher un moyen d'associer la théorie à la pratique. Elle consiste à inclure certains éléments d'expérimentation dans l'atelier, pour motiver l'étudiant (Szokolay, 1994)

L'activité expérimentale plonge l'étudiant dans l'action, et l'invite à cultiver l'interrogation. C'est un enseignement de curiosité et d'ingéniosité. Ce n'est donc surtout pas un joyeux bricolage. Elle est avant tout une entrée vers une attitude de recherche (Laburte, 2008).

Avec l'aide de l'expérimentation, l'apprentissage se fait en conduisant l'étudiant à s'interroger sur la matière et le réel, en examinant les solutions, en les testant, en comprenant pourquoi, certaines marchent et d'autres pas. Cette activité expérimentale, entre dans une pédagogie par action. Elle se situe dans un questionnement pédagogique, sur ses modes d'enseignement, laissant d'avantage de place à l'initiative des étudiants, en les émergeant dans le réel. Donc l'expérimentation est une pédagogie, pour approcher le réel surement nécessaire pour l'architecte qui pense la matière et le concret (Laburte, 2008).

4.1.2. Expérimentation avec manipulation de maquette :

Afin d'arriver à une meilleure insertion de la lumière naturelle dans l'enseignement de l'architecture, il faut trouver l'approche la plus adéquate. Notre première phase, traite la prise de conscience de la lumière naturelle durant la première étape du processus d'apprentissage : la sensation. Sachant que l'expérimentation touche les facteurs physiques qui déterminent les ambiances et le confort, on peut en déduire que l'expérimentation peut trouver naturellement sa place dans le duo : Architecture et lumière naturelle. Ce qui vient confirmer cela, c'est le fait, que ces méthodes expérimentales permettent aux étudiants de visualiser les effets de l'éclairage naturel (Laburte, 2008). Cette visualisation nous projette directement dans le domaine de la sensation.

La manipulation par maquettes s'offre alors comme moyen pour cette visualisation. Elle apporte une compréhension directe de l'interaction matière/phénomènes physiques, dont elle condense en un seul temps, une large part de sa complexité.

L'utilisation de la maquette revêt donc, une grande importance pour les architectes puisqu'elle permet une action/réaction rapide pour développer de nouvelles configurations formelles, structurales, spatiales et esthétiques. Le phénomène lumineux n'étant pas physiquement influencé par la différence d'échelle, les maquettes sont d'autant plus pertinentes à ce niveau, malgré la variation du point de vue perceptuel qu'apporte le changement d'échelle (Biron, 2008).

Sans être une « pauvre parodie de l'original » (Zevi, 1959, p 33), elles peuvent devenir un moyen d'extrapoler, de projeter le monde réel et de stimuler l'imagination pour le mettre au monde (à l'aide, entre autres, de mécanismes tels que la mémoire, l'adaptation et l'apprentissage par l'expérience).

Par la spontanéité de leurs actions, la facilité d'intervention et l'emploi familier chez les architectes et artistes, maquettes et photographies servent d'outils de recherche, qui permettent aussi de saisir les relations spatiales dans leur ensemble.

4.1.3. Maquette et vision :

La vision a constitué une partie du chapitre 2 « sensation et prise de conscience », donc ce n'est sans doute pas étonnant qu'elle constitue une base sur laquelle on s'appuie pour acquérir des connaissances, concernant la lumière naturelle, dans son enseignement en architecture. Ce qui confirme encore plus le rôle de la vision dans cette étape, c'est le fait, qu'elle soit l'outil principal de l'observation visuelle.

En effet, dans une première phase, nous allons tenter, à l'aide de l'observation visuelle, d'insérer de manière appropriée la lumière naturelle dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, et ce, à l'aide de deux types d'observation: directe et par image.

4.1.3.1. Observations directes:

Ce sont des observations qui se font à l'œil nu, où l'observateur est dans une situation réelle. Ce type d'observation peut être utilisé aussi, lorsqu'il s'agit de modèle réduit. Il suffit juste, de placer l'œil (ou la camera) à une hauteur qui correspond à la hauteur réelle de l'œil dans le local.

4.1.3.2. Observations photographiques ou par caméra digitale:

Les observations visuelles peuvent être complétées par des documents auxquels on pourra se référer plus tard.

- Les photographies: Les photographies fournissent un enregistrement des conditions d'éclairage à l'intérieur d'un espace qu'il soit, à l'échelle réelle, ou à l'échelle d'une maquette. Ceci, nous offre une méthode d'évaluation, pour observer la quantité de lumière et ses changements, en fonction de la conception de l'espace à des moments où l'observation à l'œil n'est pas possible ou inadéquate. Dans le but de trouver l'éclairage le plus rapproché de l'observation visuelle par l'œil humain, il est recommandé de prendre plusieurs photographies (avec différents temps de poses), et de sélectionner, celle qui ressemble le plus à l'observation visuelle. L'utilisation d'une camera avec un objectif qui a un angle large, est aussi recommandée ; comme la camera 35mm qui donne un angle très proche de l'angle de l'œil humain qui est de 90°. Cela dit, des cameras de 21mm, 24mm, et de 24mm, peuvent aussi donner un bon résultat qui se rapproche des résultats obtenus par l'œil (Schiler et al, 1987)
- Les caméras digitales: Ces caméras donnent un aperçu direct de la vue, mais aussi, un stockage automatique des images de manière informatique. (Bodart, 2008).

4.2. L'observation participante :

L'observation participante, est à l'origine des autres formes d'observation en situation. C'est une technique directe d'investigation qui sert à observer habituellement un groupe de façon non directive, en vue, de faire un prélèvement qualitatif, pour comprendre des attitudes et des comportements. Elle laisse entendre, qu'on s'insère dans la vie des gens qu'on étudie, tout en cherchant à ne modifier d'aucune façon la situation. (Angers, 1997, p 130).

La méthode de l'observation participante a été intégrée à la recherche, car c'est grâce à elle, qu'on pourra plonger à l'intérieur du contexte de l'étude, et constater les perceptions et les différentes réactions des usagers, soumis aux mêmes conditions d'ambiances.

L'observation doit être menée au sein d'un bâtiment, caractérisé par plusieurs ambiances lumineuses particulières. Notre choix s'est porté sur la bibliothèque centrale de l'université, Mohamed Khaider, de Biskra.

La découverte de ce bâtiment se fera en compagnie de l'architecte concepteur, à qui, on a demandé de décrire, les solutions en matière d'éclairage naturel, à commencer par l'idée conceptuelle, et en employant des notions, déjà acquises par les étudiants, lors de la première expérimentation. Suite à cette visite, les étudiants, devaient alors, choisir l'espace qu'ils trouvent le plus intéressant. Ils devaient exprimer leurs impressions dans ce lieu, dire comment ils le ressentent.

Mais, il est très important de signaler le risque de faire une mauvaise interprétation du comportement des usagers (Bell et al, 1996, p18). Pour réduire ce risque, l'observation doit être accompagnée d'une entrevue, d'un questionnaire, ou comme dans notre cas, d'une grille d'observation.

Les étudiants qui se sentent observés, pourraient aussi, modifier leur comportement habituel, ayant pour conséquence de fausser les observations de la chercheuse. (Dubois, 2006).

Dans le but d'atténuer cette réaction, connue sous le nom d'effet Hawthorne (Zeisel, J. p, 117, 1984), on a préféré observer les étudiants de loin, et ne pas s'immiscer dans leurs choix. En effet, après avoir effectué la visite guidée en compagnie de l'architecte concepteur, les deux tâches que les étudiants avaient à accomplir (remplir la grille d'observation et réaliser des croquis d'ambiance du lieu choisi), ont été expliquées à l'ensemble du groupe, par la suite, on s'est retiré, laissant à chaque étudiant, le libre choix de sélectionner l'espace qu'il trouve le plus intéressant.

4.2.1. Repérage des espaces choisis, et prise de photos :

La première étape consiste à indiquer précisément sur les plans de la bibliothèque, les portions des espaces choisis. Par la suite, des photos ont été prises dans chaque espace, pour représenter la qualité de son environnement lumineux.

Ces deux démarches constituent un outil pour caractériser la typologie lumineuse des espaces.

4.2.2. Grille d'observation :

Dans le cadre de cette recherche, la grille d'observation mise en place, peut être similaire à un questionnaire fermé. Elle constitue un outil complémentaire aux repérages des espaces et les prises de photos (Section 4.2.1). Cette grille « facile à administrer, peu chère à produire et pouvant être distribuée à plusieurs personnes» (Bell et al, 1996, p16), sera utilisée, pour collecter les impressions des étudiants dans les espaces sélectionnés.

La grille d'observation, permettra, de choisir et de contrôler, les thèmes abordés avec les répondants. Ces derniers seront toutefois, contraints de sélectionner un mot pour toute réponse.

Ceci, nous a facilité la collecte des données, ainsi que, la compilation des réponses, qui peuvent se prêter aisément, à une analyse statistique susceptible de valider les observations effectuées selon la typologie lumineuse des espaces.

4.2.3. Description de la grille d'observation :

La grille d'observation, exposée à l'Annexe E, porte principalement sur deux catégories de facteurs. La première se réfère aux émotions qu'un environnement lumineux peut créer chez l'utilisateur du lieu. Quant à la seconde, elle fait référence aux attributs physiques de la lumière. Ainsi, on peut nommer les facteurs de la première catégorie « facteurs affectifs », et ceux de la seconde catégorie, « facteurs de description physique ».

4.2.3.1. Facteurs affectifs :

Le choix des facteurs affectifs s'est fait à l'aide des travaux de recherche menés par Osgood et al (1957). Ceux-ci englobent:

- Plaisant / déplaisant.
- Relaxant / tendu.
- Satisfaisant/ frustrant.
- Joyeux/ triste.

4.2.3.2. Description physique :

Les facteurs adaptés pour la description physique se réfèrent aux travaux de recherche de Flynn et al (1973, 1979). Ces facteurs sont :

- Sombre/ lumineux.
- Terne/ radieux.
- Brumeux/ clair.
- Visuellement chaud/ visuellement froid.
- Faible/ fort.
- Bon éclairage/ mauvais éclairage.
- Éblouissant/ non éblouissant.

Les grilles d'observations sont formulées, en termes simples et précis, pour garantir leurs compréhensions par la majorité des répondants. Les choix de réponses sont neutres et couvrent l'ensemble des réponses possibles, pour éviter d'influencer ou de contraindre le choix des répondants. L'échelle proposée dans cette grille d'observation est bipolaire de cinq degrés. L'étudiant doit alors choisir une seule réponse pour chaque impression, il lui suffit, de cocher la case qui correspond le mieux à ses impressions pour chaque cas.

Pour faciliter la compréhension, cette grille sera rédigée dans les deux langues (arabe et français).

4.3. Le workshop :

Cette technique permet l'enseignement de la lumière naturelle par le projet, sous forme de workshop. Elle est pratiquée dans un atelier. Son approche principale est la conception partant d'une intention lumineuse.

4.3.1. C'est quoi un workshop ?

Un workshop, est une période de discussion ou de travaux pratiques sur un sujet particulier, durant laquelle, un groupe de personnes partagent leurs connaissances ou leurs expériences (Reverso, 2010).

C'est un atelier, un séminaire de formation ou une série de réunions traitant l'interaction et l'échange d'informations, entre un nombre généralement restreint de participants. C'est un ensemble de sessions de travail consacrées à un thème dans un congrès (Reverso, 2011 et référence 2010).

4.3.2. Workshop en architecture:

Le workshop est un nom, que plusieurs théâtrales d'avant-garde ont pris aux États-Unis et en Angleterre. Le plus ancien workshop fut celui de G. P. Baker à l'université Harvard (1905-1924) ; celui d'E. Piscator, le Dramatic Workshop, fut fondé en 1940 ; celui de Littlewood, le Theatre Workshop, fut créé en 1945.

Le workshop a été aussi, utilisé dans le domaine de l'architecture. Pour comprendre le workshop en architecture, il faut revenir sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture.

4.3.2.1. L'enseignement de la lumière naturelle en architecture :

La question de l'enseignement de la lumière naturelle en architecture a été abordé dans le premier chapitre. Mais il est important de rappeler que la quote-part réservée à l'enseignement de la lumière dans les écoles, dépend notamment, de la présence d'équipes de recherche travaillant sur le sujet. C'est le cas pour : le CRESSON à l'ENSA Grenoble, le LASH de l'ENTPE à l'EA Lyon, le CERMA à l'ENSA Nantes, le CRAI à Nancy, et Architecture et climat à Louvain-la-Neuve.

Le nombre de publications récemment consacrées à la lumière, montrent qu'un certain savoir cumulatif est en train de se constituer, à partir des réalisations et projets de ces quinze dernières années. Il reste toutefois, une matière peu exploitée, celle offerte par la production liée à un cadre pédagogique.

Plusieurs questionnements s'imposent alors : Que nous enseignent les pratiques pédagogiques existantes sur la manière, dont la lumière est intégrée au projet ? Au retour, comment cette production pédagogique, peut-elle alimenter les connaissances et l'enseignement du projet ? Dans quelle mesure la lumière s'inscrit-elle dans le processus de projet et peut-elle le modifier ? De quel poids et de quelle manière, chaque culture disciplinaire pèse-t-elle sur lui ? Comment les disciplines traditionnelles du projet, architectural et urbain, contribuent-elles à influencer les "cultures" de la lumière ? A l'inverse, en quoi le travail interdisciplinaire nourrit-il les différentes disciplines impliquées ? Ce travail en commun, peut-il conduire à mettre en évidence des thématiques, des méthodes, des types d'espaces, de dispositifs matériels et d'ambiances particuliers ? (Fioriet al 2008).

4.3.2.2. Le projet :

Le projet d'architecture est une recherche et, à ce titre, un moyen d'accéder à la connaissance. Il représente un lieu privilégié, au travers duquel, se constituent et se diffusent les savoirs et les savoir-faire liés à l'espace et à sa conception. Il est aussi, un lieu privilégié, où se négocie l'interdisciplinarité. Plusieurs éléments alimentent cette double hypothèse. (Fiori S et al 2008).

Le premier argument est d'ordre général : alors que le projet est aujourd'hui présenté comme un modèle d'action traversant l'ensemble de la société, il constitue, pour les métiers de la conception, une activité privilégiée qui est aussi au fondement de la constitution d'une culture commune propre à ces métiers (Chiapello, 1999, p19). C'est d'ailleurs à ce titre, que l'enseignement par le projet, est depuis quelques années réaffiché comme modalité pédagogique centrale dans la formation des architectes et des paysagistes. Pour autant, la légitimité de constituer le projet en

objet de connaissances réflexives, voire en champ de recherche, ne cesse de faire débat au sein du milieu architectural.

Si, de nombreux travaux consacrés au processus de conception, ou au jeu des acteurs à l'intérieur du projet, témoignent du caractère caduque de cette question, il est facile, de forcer jusqu'à la caricature, la distance qui sépare la production pratique et la recherche théorique.

De ce point de vue, les débats auxquels, on assiste dans les écoles et ailleurs, tirent sans doute leur principal intérêt, en ce qu'ils révèlent la prégnance des représentations et des conventions propres à chaque milieu : perceptions, manières de faire, règles de pensée, techniques... En ce sens, c'est bien, sur le mode de la négociation plutôt que de la simple mise en œuvre que se joue l'interdisciplinarité.

Deux situations contrastées peuvent être mise en évidence. Alors que, les collaborations entre concepteurs lumière et paysagistes, semblent jouer un rôle important dans le renouvellement des problématiques et des pratiques d'éclairage urbain, la compétition pour la quête ou le maintien d'une légitimité professionnelle reste prégnante dans d'autres domaines ; en particulier entre métiers techniques et métiers de la conception. Ainsi, les architectes tendent à minimiser la place des savoir-faire éclairagistes pour leur pratique, tandis que, les concepteurs lumière, cherchent eux-mêmes à distinguer leur activité de celle des bureaux d'études techniques (Fiori et al 2008).

4.3.2.3. Développement de workshop :

En dehors du cadre des écoles ou en lien avec elles, d'autres initiatives se sont développées en France et en Europe, dans le sens d'un enseignement de la lumière par le projet. Certaines de ces initiatives ont pour originalité de proposer des enseignements orientés vers la réalisation d'éclairages, offrant la possibilité d'une manipulation concrète du matériau lumière et de son application in-situ (Fiori et al 2008).

De ces actions pédagogiques émergent ainsi, plusieurs éléments de convergence qui nous semblaient favorables, à la mise en place de réflexions et d'expériences interdisciplinaires : le développement d'un enseignement de la lumière associé au projet, notamment sous la forme de workshops dépassant le cadre des seules écoles ; un engagement plus grand des professionnels dans l'enseignement ; la constitution d'échanges informels, liés à des implications interindividuelles croisées dans différentes structures ou expériences d'enseignement.

5. TESTS A UTILISER POUR L'ANALYSE DES DONNEES :

L'analyse des données collectées (variables) au moyen des diverses techniques de l'expérimentation, est effectuée par des traitements statistiques. Ces derniers, sont réalisés au moyen du logiciel Statistica Version 5 (Statsoft, 1997).

Le type de données indique, quels traitements statistiques faudrait-il employer pour l'analyse, trois types d'analyse ont été utilisés dans cette recherche.

5.1. Tests statistiques pour l'analyse descriptive (uni variée) :

La première analyse à laquelle on a eu recours, est l'analyse uni variée. Chaque donnée est prise séparément des autres variables, dans le but de décrire comment elle a été traitée. Cette analyse a été utilisée, pour l'examen des données issues, suite à la mise en œuvre des trois techniques de recherche, à savoir, manipulation par maquette, observation participante, et workshop.

5.2. Tests statistiques pour l'analyse comparative (bi variée) :

L'analyse bi variée, examine les relations entre deux variables, dans le but de réaliser une comparaison entre eux. Cette analyse, a fait l'objet d'une comparaison entre les deux groupes, ou plus précisément, entre chaque variable des deux groupes, durant la troisième étape de la partie expérimentale, qui est le workshop.

5.3. Tests statistiques pour l'analyse de l'interaction entre plusieurs variables (multiple):

La variabilité des données obtenues, la complexité des relations, et l'objectif de cette recherche qui vise la définition de liens entre plusieurs variables, exigent le recours à une méthode, permettant d'étudier le lien entre plusieurs variables à la fois. L'analyse des correspondances multiples répond bien à ces exigences. Cette analyse a fait l'objet des données des trois étapes de l'expérimentation.

6. DEUX GROUPES ET DEUX APPROCHES EN VUE D'UNE COMPARAISON :

Afin de bien vérifier la pertinence et l'efficacité de la méthode proposée, deux (02) groupes d'étudiants seront sollicités pour cette expérience qui se déroulera en trois étapes pour chacun des groupes (Figure V. 3).

Le premier groupe sera soumis à la méthode d'enseignement proposée. Elle débutera par des manipulations sur modèles réduits, se poursuivra par une observation participante, et se terminera par un workshop.

Le deuxième groupe, quant à lui, sera soumis à un enseignement classique, semblable à celui donné traditionnellement dans les départements d'architecture en Algérie. Cet enseignement commencera par un cours théorique durant la première étape, par la suite, un cours théorique et des travaux pratiques suivront dans la deuxième étape, et en dernier un workshop identique à celui du premier groupe viendra pour servir de base de données pour une comparaison entre les travaux des deux groupes.

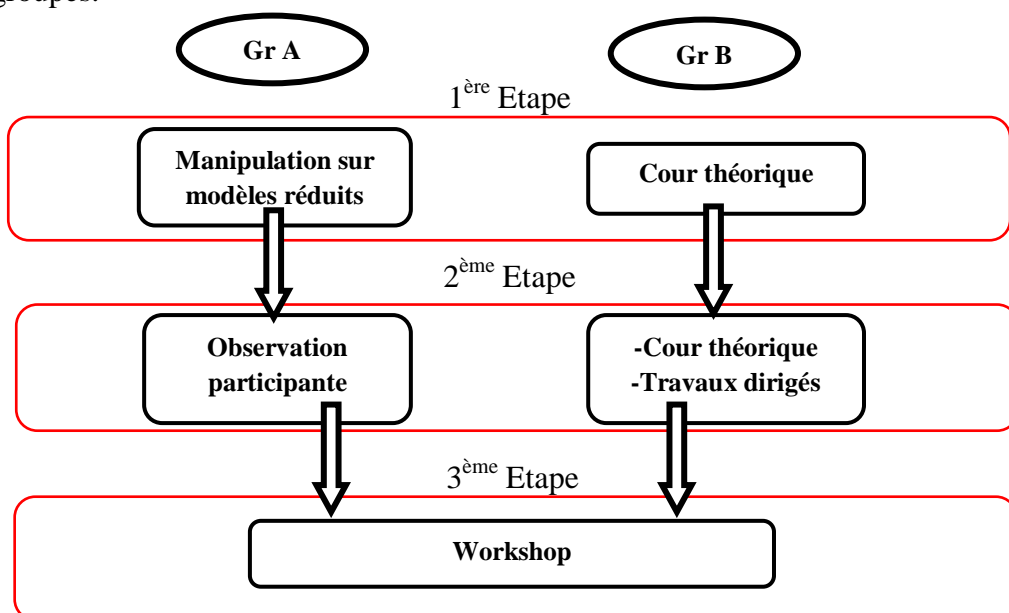


Figure V. 3 : les trois étapes d'enseignement pour les deux groupes de l'expérimentation. (Source : l'auteur)

CONCLUSION :

L'enseignement de la lumière naturelle en architecture a nécessité un cadre méthodologique bien spécifique, qui s'adapte aux objectifs de cette recherche. La triangulation méthodologique a été recherchée au sein d'une approche expérimentale. Une lecture des fondements théoriques de cette méthode expérimentale utilisée, et une revue des expérimentations dans le domaine de la lumière naturelle, ont été menées.

Suite à cette lecture, les techniques différentes, mais complémentaires, ont été élaborées pour préparer la mise en œuvre de la partie expérimentale de ce travail de recherche. Ces techniques, au nombre de trois, sont : la manipulation par maquette, l'observation participante, et le workshop. Ce même workshop constituera aussi une dernière étape pour le deuxième groupe de cette expérimentation. Ce groupe qui recevra un enseignement classique, et qui constituera un pôle de comparaison avec le groupe recevant l'enseignement proposée dans notre recherche.

Afin d'assurer la pertinence de ces techniques, il est nécessaire, de passer à la pratique, à travers une étude de cas. L'ensemble des données collectées sera soumis à une analyse statistique en vue de garantir plus d'objectivité.

INTRODUCTION :

L'objet de ce chapitre est la mise en œuvre de la première technique de recherche utilisée dans notre travail. En effet, tous les détails concernant la première expérimentation menée auprès des étudiants sont expliqués. Ces explications ont englobé les expérimentations menées auprès des deux groupes. Le groupe B représente celui qui a reçu un contenu classique de connaissance, suivant la méthode classique d'enseignement en vigueur au sein du département d'architecture de Biskra. Le groupe A, quant à lui, représente le groupe concerné par la méthode d'enseignement proposée par cette recherche, et qui consiste à réaliser un ensemble de manipulation sur deux modèles réduits.

La première démarche, entamée dans ce chapitre, consiste à définir le cadre expérimental de cette expérimentation, et ce en décrivant le protocole expérimental. Ceci, nous a permis de comprendre le déroulement de l'expérience, de connaître ses étapes, de détailler le matériel expérimental qui a été utilisé, et de bien cerner l'expérimentation.

L'interprétation des résultats présente la finalité de cette expérimentation. C'est la raison pour laquelle, les résultats ont été présentés de la façon la plus exhaustive possible, afin de faciliter leurs analyses, et surtout leurs interprétations. Ces étapes présentent en réalité, la seconde démarche réalisée dans ce chapitre.

GROUPE B :

Le groupe B représente les étudiants qui ont suivi l'ancienne méthode d'enseignement. C'est avec ce groupe, que se fera la comparaison, entre notre système proposé, et l'ancien système.

Un enseignant d'équipement du département d'architecture de l'université de Biskra a eu la bienveillance de prendre part à cette expérimentation, et a dispensé un cours théorique, ayant pour thème « lumière et vision » au groupe B. le contenu de l'exposé rentre dans le cadre du programme officiel du département d'architecture, réservé à l'enseignement de la lumière naturelle en architecture dans le système conventionnel en vigueur.

Structure du cours :

Le contenu du cours théorique, qui se trouve sous forme détaillé au niveau de l'Annexe F.1 ; traite des principaux points:

- L'anatomie de l'œil
- La lumière et l'œil
- Les théories relatives à la lumière : Trois théories ont été abordées
 - Théorie de l'émission de Newton
 - Théorie des ondulations
 - Théorie corpusculaire
- Le photorécepteur
- La réponse du photorécepteur
 - Luminosité
 - Couleur
- Grandeurs photométriques
 - Angle solide
 - Intensité lumineuse

- Flux lumineux
- Eclairage
- Luminance

GROUPE A :

L'ensemble des méthodes d'enseignement proposées ont été expérimentées avec le groupe A.

1. LE CADRE EXPERIMENTAL :

1.1. Protocole expérimental :

L'expérimentation s'est déroulée en deux phases. Chaque phase comporte plusieurs étapes. Afin d'atteindre les objectifs fixés, une ou plusieurs manipulations ont été effectuées durant chaque étape. Ces applications doivent se faire d'une manière successive en respectant leurs ordres.

1.1.1. Le déroulement de l'expérience :

C'est par un exposé théorique de courte durée que cette expérience a débuté (Annexe F.2). En effet, tout le groupe, soit 20 d'étudiants, a assisté à une projection de 20mn. Au cours de cette dernière certaines notions sur la lumière naturelle en architecture ont été relatées succinctement. Il s'agit : des mouvements de rotation de la terre, l'énergie solaire, le rayonnement solaire, les sources de la lumière naturelle, la course solaire, les effets du changement de l'heure, les types de ciel, les réflexions du sol extérieur, la propagation de la lumière, l'absorption, la réflexion, la transmission, les grandeurs photométriques, et les éléments qui peuvent faire varier la quantité de lumière rayonnée, la quantité de lumière reçue et la brillance, comme l'orientation de l'ouverture, les masques de l'environnements, les caractéristiques de la fenêtre, les zones de distribution lumineuse et les systèmes de distribution lumineuse.

L'objectif de cet exposé théorique est de préparer les étudiants pour l'étape suivante, de les initier, et de les aider à acquérir certaines notions de base sur la lumière naturelle, et sur le vocabulaire architectural.

L'étape suivante, consiste à faire des manipulations sur des modèles réduits et exige un travail avec des sous-groupes de cinq étudiants. Cela, nous a contraint de donner les mêmes explications et directives à suivre pour chaque sous-groupe. Et ce, afin, d'offrir les mêmes conditions d'apprentissage, établir un équilibre et éviter au maximum l'influence étrangère.

1.1.2. La tâche à accomplir:

La tâche consiste à faire des manipulations sur des modèles réduits, et des observations, directes et sur séquence vidéo et photographies (Figure VI. 1).

Ces images facilement manipulables, offrent plusieurs avantages. Elles servent d'empreintes de la relation spatiale. C'est un excellent support pour l'observation et une bonne source d'imagination, sans oublier le fait qu'elles soient un bon moyen d'interprétation, et de représentation de la réalité car elles se rapprochent au maximum de l'observation directe.



Figure VI. 1 : Manipulations sur des modèles réduits. (Source : l'auteur).

A la suite de chaque expérience, les observations doivent être notées par les étudiants sur une fiche d'observation donnée au préalable à chaque étudiant (Annexe G). Cette fiche d'observation sert de support pour noter les observations, mais aussi de fil conducteur pour les différentes étapes de l'expérience (Figure VI. 2).

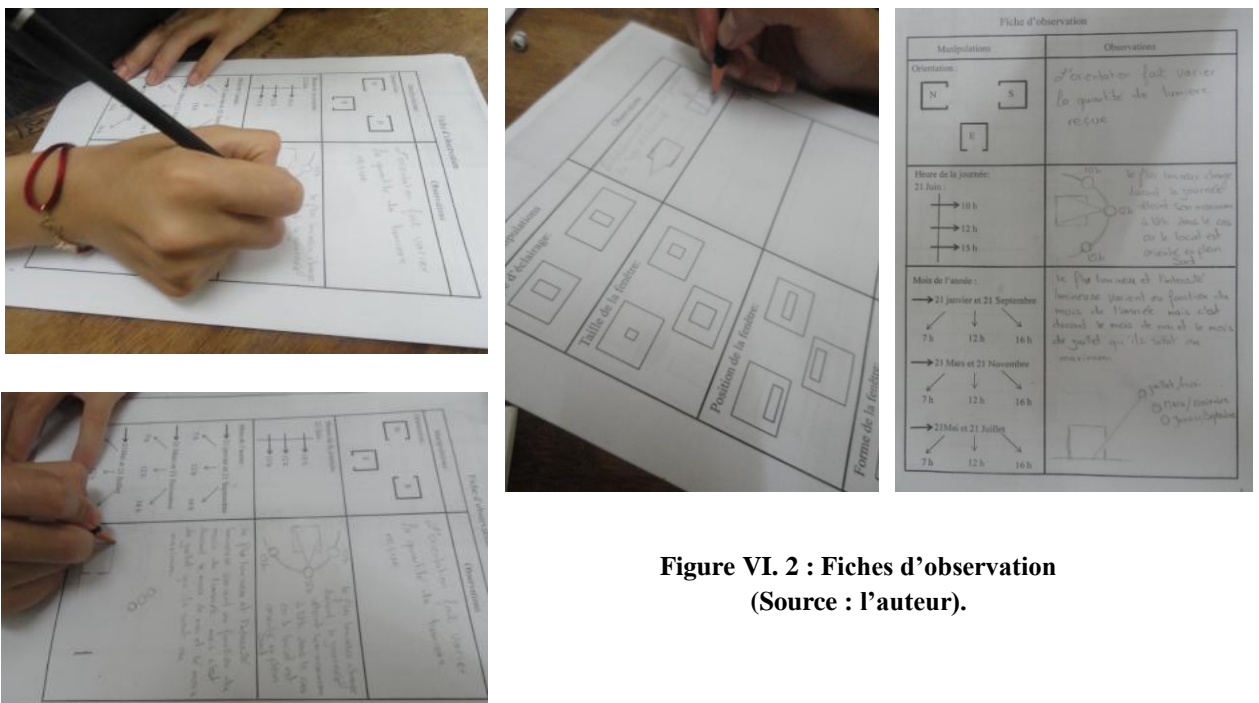


Figure VI. 2 : Fiches d'observation (Source : l'auteur).

1.2. Etapes de l'expérience :

L'expérience s'est déroulée en deux étapes. Ce sont les éléments qui régissent la quantité de lumière rayonnée qui sont visés dans la première étape. Pour la deuxième étape, on se tourne plutôt vers le bâtiment qui représente une cible pour la lumière naturelle, autrement dit, à la quantité de lumière reçue, et à la brillance.

1.2.1. La première étape : Source et disponibilité de la lumière naturelle.

Le but recherché dans cette étape est de toucher à la disponibilité de la lumière naturelle, et de cerner les éléments qui peuvent l'influencer et la faire varier. Pour ce faire, on s'est servi de la partie théorique, et plus précisément, de la deuxième partie du second chapitre, qui traite la source et la disponibilité de la lumière (Voir chapitre II, section 2).

En effet, des facteurs propres à la source et à la disponibilité de la lumière naturelle ont pu être relevés dans cette partie, pour constituer des variables indépendantes pour cette expérimentation.

Ces variables sont :

- L'orientation
- L'heure de la journée
- Le mois de l'année
- La topographie
- Masque naturel
- Masque urbain
- Réflexion des surfaces extérieures

1.2.1.1. Le matériel expérimental :

La notion de matériel expérimental évoque généralement les stimuli utilisés : mots, textes, signaux lumineux... mais recouvre aussi le matériel de représentation et le matériel de recueil de données.

- **Le stimulus :** Le stimulus utilisé pour cette expérience est un signal lumineux, qui est à l'état brut dans le cas d'une observation in situ, ou représenté sur des photographies, ou des vidéos.
- **La maquette :** Une maquette à l'échelle 1/50 est utilisée pour plusieurs expériences, on l'appelle maquette A (Figure VI. 3).

Elle représente un local d'une surface de 35m², avec une largeur de 5m, une profondeur de 7m, et une hauteur de 4m. L'ouverture de ce local est relativement large. Elle a une surface absolue de 3m². Ceci nous donne un rapport moyen de 8% entre la surface de la fenêtre et celle du sol. Ainsi, qu'un rapport de la surface de la fenêtre sur la surface des murs en façade égale à 15% ceci correspond aux valeurs recommandées par la table de Mohoney pour le dimensionnement des fenêtres dans la ville de Biskra.

Avec une hauteur de 2m et une largeur de 1,5m, cette fenêtre possède une forme intermédiaire. Sa localisation est intermédiaire par rapport à la hauteur, et centrale par rapport à la largeur du mur de la façade.

La maquette est fabriquée de papier maquette d'une épaisseur de 0,6cm, couvert d'un papier blanc, uni et lisse. Le choix s'est porté sur ce matériau, car il est facilement manipulable, résistant, et ne

réfléchit aucunement la lumière. La maquette est ouverte d'un coté pour permettre la prise de vue, à l'aide d'une webcam qui est placée à cet endroit.



Figure VI. 3 : Maquette A (échelle 1 /50) (Source : l'auteur).

- **La prise de vue :**

La prise de vue de cette expérimentation est effectuée avec une webcam (4Mpix) branchée directement à un ordinateur portable pour nous permettre de voir directement ce qui se passe à l'intérieur du modèle réduit. Cette webcam est placée à une hauteur de 1,6m, c'est à dire entre 1,5m et 1,7m, ce qui représente l'emplacement recommandé pour une camera (Bodart, 2008) (Figure VI. 4). La figure VI. 5 présente deux vues de l'intérieur prises par cette webcam.



Figure VI. 4 : Webcam
(Source : l'auteur).



Figure VI. 5 : Vues intérieures prises par la webcam (Source : l'auteur).

1.2.1.2. Durée de l'expérience :

L'expérience a duré environ une heure à une heure et demie, en une seule séance. C'est la décontraction et le temps alloué à ces expériences qui font que les sujets de l'expérience restent attentifs.

1.2.1.3. Sensibilité et difficulté des épreuves :

Certaines variables étrangères peuvent affecter la validité de l'expérience. Il s'agit de contraintes associées aux variables indépendantes.

Pour cette première phase, certains éléments peuvent être considérés comme variables étrangères, on citera :

- La qualité des photographies et des séquences vidéo.
- L'absence de camera munie d'objectif avec un angle large.

1.2.1.4. Les expériences de la première étape :

C'est au moyen du tableau VI.1, que nous allons tenter d'expliquer le protocole qui est appliqué. Nous expliquons en premier lieu l'expérience qui est menée, ensuite on donne les objectifs de cette expérience. Pour que cette partie expérimentale, soit en conformité et en parfaite continuation avec la partie théorique, nous mettrons l'accent sur ce qu'évoque cette expérience dans la première étape du processus d'apprentissage : la sensation, ainsi que la méthode d'enseignement qui lui correspond, à savoir la prise de conscience.

Le tableau VI.1 explique les 6 expériences menées dans cette 1^{ère} phase. Pour chaque expérience on distribue le matériel expérimental et une photo. On définit les objectifs à atteindre, les manipulations à faire et enfin les grandeurs photométriques visées par ces expériences.

Pour cette première phase, les paramètres variables sont : l'orientation, l'heure de la journée, le mois de l'année, la topographie du terrain, l'environnement urbain, et enfin, le coefficient de réflexion du sol.

1.2.2. La deuxième étape : trajectoire et cible de la lumière.

Pour structurer l'expérimentation, on a eu recours à la partie théorique de la deuxième partie du second chapitre et plus exactement celle qui touche les éléments qui peuvent influencer la trajectoire et la cible de la lumière (Voir chapitre II, section 2). On a pu faire ressortir les variables indépendantes sur lesquelles on peut agir, afin de voir leurs impacts sur les variables dépendantes.

Ces variables sont :

- type d'éclairage
- taille, position et forme de la baie
- zone de distribution lumineuse
- système de distribution lumineuse
- profondeur du local
- aménagement intérieur
- revêtement des surfaces intérieures

1.2.2.1. Le matériel expérimental :

- **Le stimulus :** Le stimulus utilisé pour cette expérience est un signal lumineux, qui est à l'état brut dans le cas d'une observation in situ, ou représenté sur des photographies, ou des vidéos.
- **La maquette :** Une maquette à l'échelle 1/10 est utilisée pour plusieurs expériences, on l'appellera Maquette B. Elle représente un local d'une surface de 35m², avec une largeur de 5m, une profondeur de 7m, et une hauteur de 4m. (Figure VI. 6)

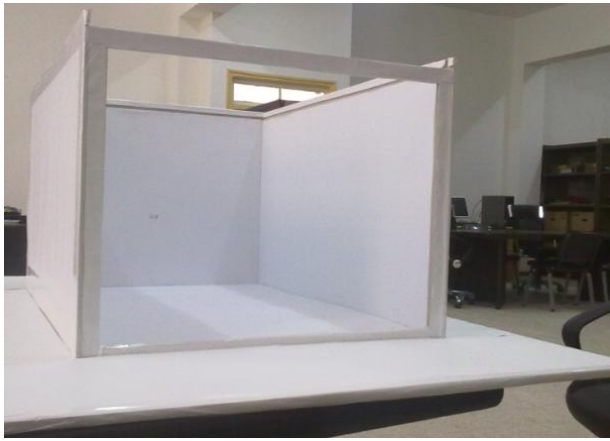


Figure VI. 6 : Maquette B (échelle 1 /50) (Source : l'auteur).

La particularité de cette maquette, c'est d'offrir une maniabilité du toit et du mur qui contient la baie, et ce, grâce à ces deux parois amovibles comme représenté par les deux images de la figure VI. 7.



Figure VI. 7 : Paroi et toit amovible (Source : l'auteur).

La maquette est fabriquée de papier maquette d'une épaisseur de 0,6cm, couvert d'un papier blanc, uni et matte. Les raisons du choix de ce matériau sont : la facilité de manipulation, la bonne résistance et la non-réflexion de la lumière. Pour permettre la prise de vue, une webcam a été placée à son emplacement dans ce modèle réduit. (Figure VI. 8)



Figure VI. 8 : Emplacement de la webcam (Source : l'auteur).

L'ouverture de ce local est relativement large, elle a une surface absolue de 3m². Ceci nous donne un rapport moyen de 8% entre la surface de la fenêtre et celle du sol. Ainsi, qu'un rapport de la surface de la fenêtre sur la surface des murs en façade égale à 15%, ce qui correspond aux valeurs recommandées par la table de Mohoney pour la ville de Biskra.

Avec une hauteur de 2m et une largeur de 1,5m, cette fenêtre possède une forme intermédiaire. Sa localisation est intermédiaire par rapport à la hauteur, et centrale par rapport à la largeur du mur de la façade (Figure VI. 9).



Figure VI. 9 : L'ouverture du local (Source : l'auteur).

- **La prise de vue :** Pour nous permettre de voir directement ce qui se passe à l'intérieur du modèle réduit la prise de vue de cette expérimentation est réalisée avec une webcam (4Mpix) branchée directement à un ordinateur portable. Cette webcam est placée à une hauteur de 1,6m, c'est à dire entre 1,5m et 1,7m, ce qui représente l'emplacement recommandé pour une camera (Figure VI. 4).

1.2.2.2. Durée de l'expérience :

L'expérience s'est déroulée en une seule séance de 1h30. C'est la décontraction et le temps alloué à ces expériences qui font que les sujets de l'expérience restent attentifs.

1.2.2.3. Sensibilité et difficulté des épreuves :

Certaines variables étrangères peuvent affecter la validité de l'expérience, il s'agit de contraintes associées aux variables dépendantes.

Pour cette première phase, certains éléments peuvent être considérés comme variables étrangères, on citera :

- La qualité des photographies et des séquences vidéo.
- Le manque de camera munie d'objectif avec un angle large

1.2.2.4. Les expériences de la deuxième étape :

Comme pour la première phase, c'est au moyen du tableau VI. 2, qui contient les mêmes détails donnés dans le tableau précédent, que le Protocole expérimental qui sera appliqué est expliqué.

Ce deuxième tableau explique les six expériences faites pour cette 2^{ème} phase. Les paramètres variables de cette étape sont : les caractéristiques de la baie, le type d'éclairage, la zone de distribution, le système de distribution, la profondeur du local, les meubles, la couleur, la texture et la brillance des surfaces intérieures.

2. PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS:

Les fiches d'observations renseignées au cours de l'expérimentation ont été recueillies à la fin de cette expérience. Ces fiches, représentent la base de nos résultats, et le moyen avec lequel on a tenté de concrétiser les représentations faites par les étudiants lors des manipulations sur les modèles réduits.

2.1.Représentation des observations :

La première étape de présentation des résultats, consiste à mettre en exergue la façon avec laquelle les étudiants représentent leurs observations. Après, la lecture de l'ensemble des fiches, trois modes de représentation ont pu être relevés : i) Le premier en utilisant les moyens verbaux (l'écrit) (Figure VI. 10), le second à l'aide des moyens non verbaux (dessins, schéma), (Figure VI. 11), et le troisième à l'aide des deux moyens combinés (verbaux et non verbaux), (Figure VI. 12)

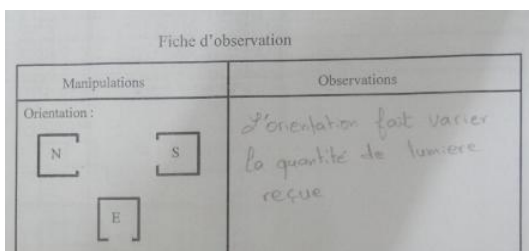


Figure VI. 10 : Présentation des résultats au moyen de texte

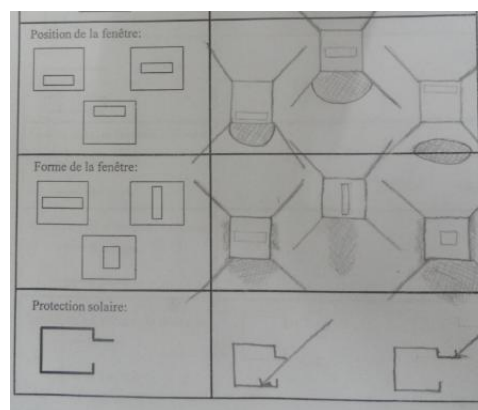


Figure VI. 11 : Présentation des résultats au moyen de schéma et croquis

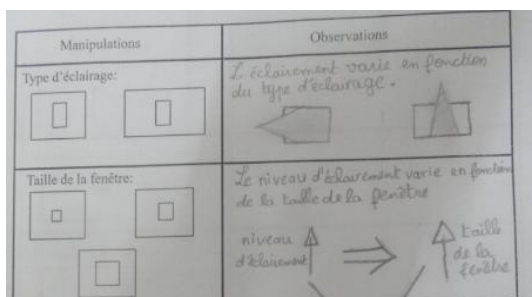


Figure VI. 12 : Présentation des résultats au moyen de texte et dessin

Afin de connaître, parmi, les trois modes de représentation, quel est le plus récurrent dans les observations des étudiants, nous allons sommer les taux de ces trois représentations de la totalité des fiches d'observations (Figure VI. 13).

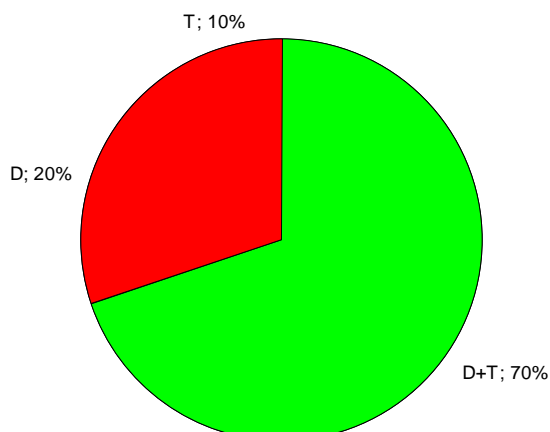


Figure VI. 13 : représentation des observations

Ces résultats montrent que plus des deux tiers des étudiants (70%) se sont prononcés pour la représentation des observations, en combinant texte et dessin. Moins d'un tiers d'entre eux (20%), on choisi l'outil graphique seulement sur leurs fiches d'observations, et enfin une minorité, (10 %) se sont exprimés avec les mots.

Interprétation :

Les résultats obtenus révèlent le penchant qu'ont les étudiants pour les moyens non verbaux, pour exprimer leurs observations. En effet, la majorité des étudiants préfèrent les dessins et les schémas pour s'exprimer. Les moyens verbaux viennent seulement appuyer les représentations graphiques, rare sont les étudiants qui s'expriment avec les mots et les textes seulement.

Deux raisons auraient expliqué ce choix : i) l'envie de s'exprimer avec l'outil graphique étant donné qu'ils se considèrent, d'ores et déjà, comme des futurs architectes, et ii) la difficulté qu'ils trouvent à s'exprimer verbalement et à trouver les mots pour décrire ce qu'ils pensent.

2.2. Taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation :

Nous avons tenté de décortiquer les différentes fiches d'observations, afin de montrer les manipulations qui ont suscité le plus, l'intérêt des étudiants durant l'expérience. Pour ce faire, nous avons relevé dans ces fiches, le nombre d'observations (graphique ou textuel), propre à chaque variable, et le transcrire en pourcentage. Cette démarche s'applique pour les deux étapes de cette expérimentation.

2.2.1. Etape 1 : Source et disponibilité de la lumière.

Cette première étape, englobe les facteurs qui peuvent influencer la quantité de lumière rayonnée. Elle prend en considération les variables suivantes : orientation, heure de la journée, mois de l'année, topographie du terrain, masque de l'environnement, qu'il soit naturel ou urbain, et couleur du sol.

En premier lieu, nous avons réalisé des histogrammes représentant le pourcentage des observations relevées pour chacune des variables citées ci-dessus (Figure VI. 14). Ensuite, et dans le but de faciliter la lecture et la compréhension des résultats, nous avons dressé un tableau récapitulatif, pour indiquer le taux de fréquence de la signalisation des différentes variables de l'expérience. Ce taux est exprimé en pourcentage (Tableau VI. 3).

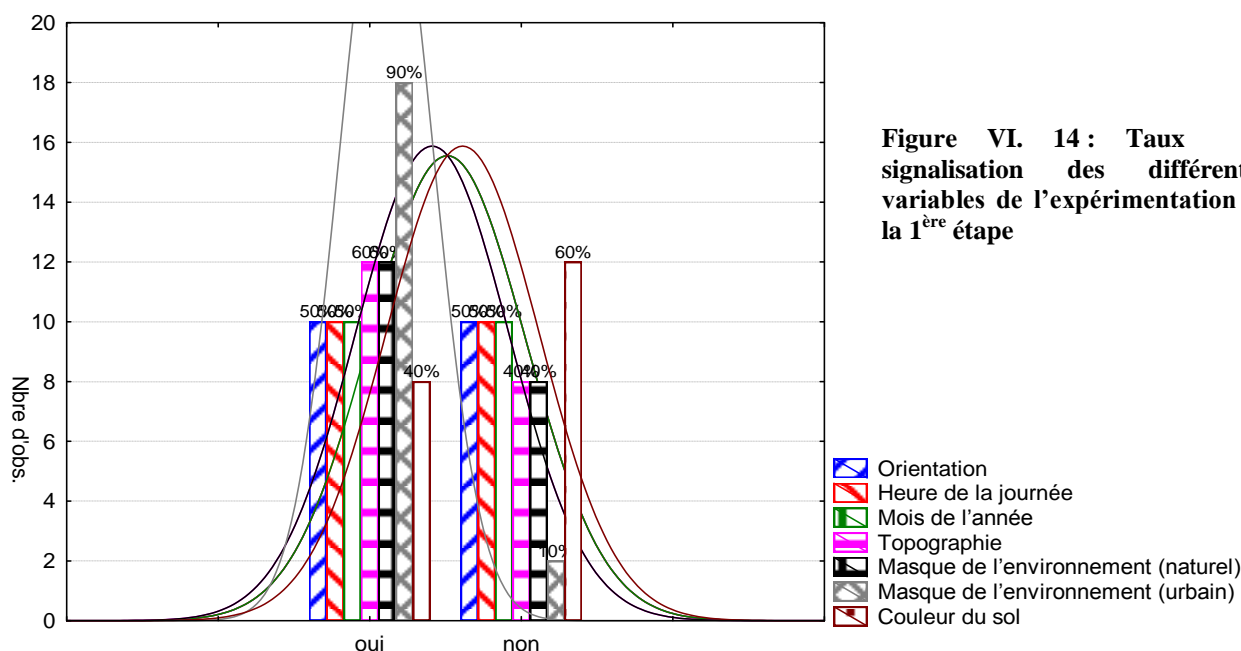


Figure VI. 14 : Taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 1^{ère} étape

Variable	Pourcentage (%)
Orientation	50%
Heure de la journée	50%
Mois de l'année	50%
Topographie	60%
Masque de l'environnement (naturel)	60%
Masque de l'environnement (urbain)	90%
Couleur du sol	40%

Tableau VI. 3 : Tableau récapitulatif des taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 1^{ère} étape

Ce tableau, montre que les manipulations relatives aux masques de l'environnement urbain, ont eu le plus grand taux d'intérêt chez les étudiants. En effet, presque la totalité du groupe (90%), a noté des observations concernant cette variable sur les fiches. Suivi, par les manipulations faites sur le masque de l'environnement naturel, relief du terrain, par un taux de 60%, soit plus de la moitié du groupe. L'heure de la journée, l'orientation, et le mois de l'année, n'ont intéressé que la moitié des étudiants durant leurs observations. La couleur du sol, représente la variable qui a suscité le minimum d'intérêt chez les étudiants, deux cinquième du groupe, seulement, a signalé des observations concernant cette variable.

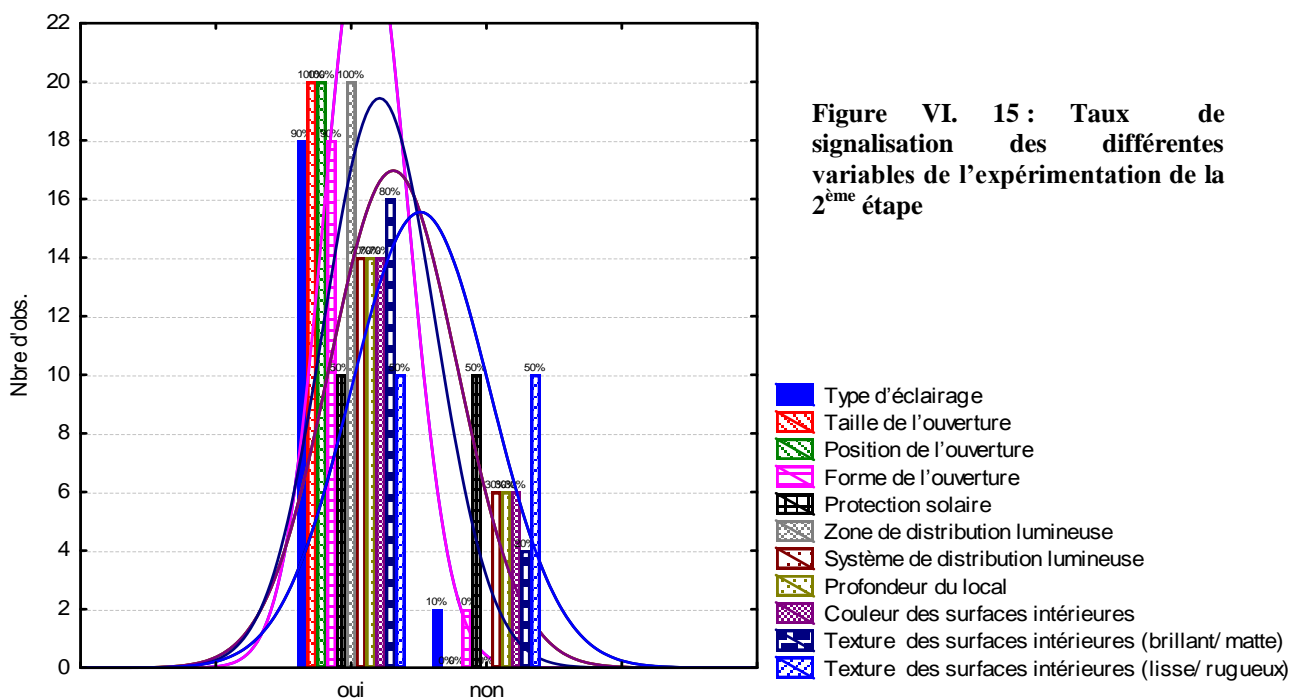
Interprétation :

Ces résultats montrent que les étudiants donnent un intérêt particulier pour les éléments urbains qui peuvent constituer un masque de l'environnement. Cet intérêt décroît dès qu'il s'agit d'un masque naturel, et continue sa décroissance, lorsqu'on s'intéresse à l'heure de la journée, au mois de l'année, à l'orientation du bâtiment, et à la couleur du sol.

On remarque à travers ces résultats, que les expériences sur le bâti sont celles qui intéressent le plus les étudiants. Ceci, peut être expliqué par la capacité des étudiants en architecture à manipuler ces éléments. En effet, ils seraient probablement conscients que seuls les architectes peuvent intervenir sur l'environnement urbain, et que la tâche de concevoir les bâtiments est la leur. L'influence dans ce cas est palpable et concrète. Elle l'est moins, lorsqu'il s'agit d'éléments naturels, comme la topographie du terrain ou la végétation et encore moins dès qu'il est question de l'heure de la journée, du mois de l'année et de l'orientation.

2.2.2. Etape 2 : Trajectoire et cible de la lumière.

La deuxième étape, nous guide beaucoup plus vers les caractéristiques architecturales du bâtiment. Dans cette étape, les éléments architecturaux qui peuvent influencer la quantité de lumière reçue sont pris en compte sans oublier, bien évidemment, les caractéristiques de l'espace intérieur. Les variables des histogrammes (Figure VI. 15), représentent le pourcentage des observations relevées pour chacune d'elles à savoir : le type d'éclairage, la taille, la position et la forme de l'ouverture, la protection solaire, la zone de distribution lumineuse, le système de distribution lumineuse, la profondeur du local, la couleur et la texture des surfaces intérieures.



Variable	Pourcentage (%)
Type d'éclairage	70%
Taille de l'ouverture	90%
Position de l'ouverture	90%
Forme de l'ouverture	80%
Protection solaire	40%
Zone de distribution lumineuse	95%
Système de distribution lumineuse	60%
Profondeur du local	70%
Couleur des surfaces intérieures	70%
Texture des surfaces intérieures (brillant/ matte)	60%
Texture des surfaces intérieures (lisse/ rugueux)	40%

Tableau VI. 4 : Tableau récapitulatif des taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 2^{ème} étape

A travers, l'analyse des fiches d'observations, nous relevons que lors de l'expérience, les variables relatives à la baie ont attiré, le plus l'attention des étudiants. En effet, presque la totalité des expérimentalistes (80 % à 95 %), ont inscrit sur leurs fiches d'observations des remarques concernant, les caractéristiques de l'ouverture : taille, forme, position et de la zone de distribution lumineuse. Deux tiers du groupe ont pris en considération la profondeur du local, la couleur des surfaces intérieures et le type d'éclairage. Plus de la moitié du groupe soit 60%, donnent plus d'importance aux expériences réalisées sur le système de distribution lumineuse, et sur la texture (brillante/ matte) des surfaces intérieures. La texture des surfaces intérieures (lisse/ rugueuse), et la protection solaire, ont été les deux variables qui ont suscitées le moins d'intérêt chez les étudiants (40%).

Interprétation :

Grâce au rôle important qu'elle joue, en matière d'éclairage naturel, thermique, et vue vers l'extérieur, la baie présente une composante primordiale dans le bâtiment. Cela trouve son

explication dans les résultats relatifs aux caractéristiques de l'ouverture, le type d'éclairage et la zone de distribution, affichés par les étudiants lors de l'expérience qui traitait la baie. Les expérimentalistes ont accordé plus de temps et d'intérêt, lors de l'expérience du traitement de la baie qu'à ceux des composantes des bâtiments : protections solaires, couleur et texture des surfaces intérieures, et profondeur du local.

2.2.3. Comparaison entre les deux étapes (source et disponibilité/trajectoire et cible) :

Dans le but, de connaître, qu'elle étape a suscité, plus d'intérêt chez les étudiants, lors de l'expérimentation, une comparaison des taux de signalisation s'avère nécessaire (Figure VI. 16).

Elle consiste, à calculer pour chaque étape, la moyenne de l'ensemble des taux de signalisation de toutes les variables. Pour la première étape, on tient compte, uniquement, des variables qui peuvent influencer la disponibilité de la lumière naturelle. Quant à la deuxième étape, seules les variables, qui peuvent faire varier les propriétés de la lumière reçue dans le bâtiment sont prises en considération. Enfin, on compare, les deux moyennes trouvées, pour mettre en évidence l'étape qui a récolté le plus d'observations.

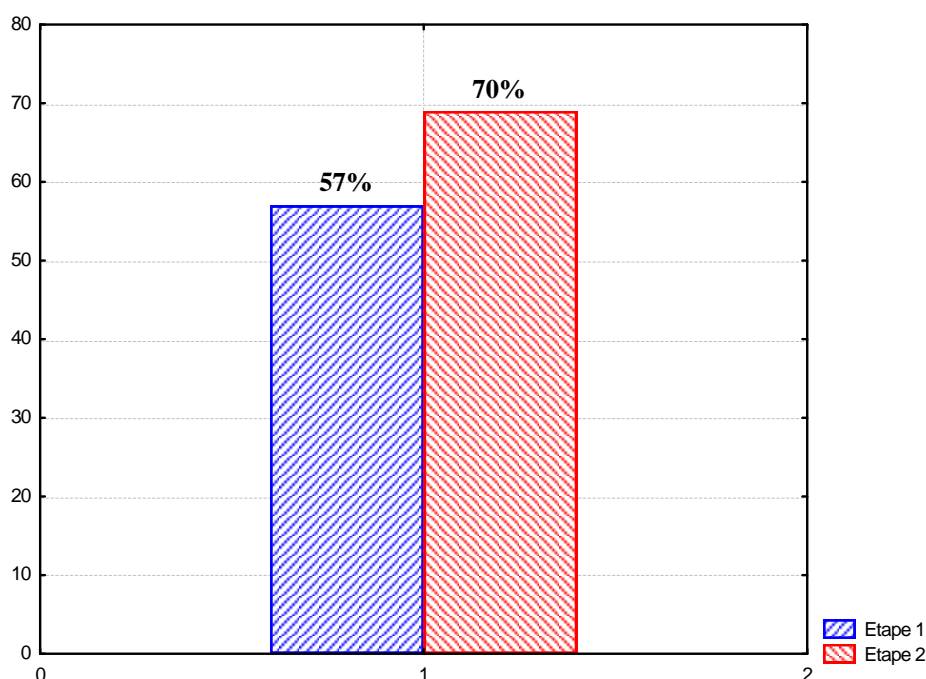


Figure VI. 16 : Comparaison entre les deux étapes

L'histogramme, révèle que la deuxième étape a reçu le plus d'observations de la part des étudiants. En effet, plus des deux tiers du groupe (70 %) ont commenté les résultats des manipulations de la deuxième étape, contre un peu plus de la moitié du groupe (57%), pour la première étape.

Interprétation :

Ces résultats pourraient expliquer la sensibilité de ces étudiants aux éléments architecturaux, comparés aux éléments climatiques, topographiques et urbains. Ceci revient au fait qu'ils réalisent moins l'impact de l'environnement extérieur sur la lumière naturelle. En effet, les manipulations qui touchent les éléments architecturaux (fenêtres, parois, couleurs des murs.....) intéressent plus les étudiants comparés à celles faites sur des éléments extérieurs, comme la topographie, les

masques de l'environnement, la période de l'année, l'heure de la journée,etc. Ceci explique la capacité des étudiants à contrôler ces éléments architecturaux, à l'inverse des éléments naturels sur lesquels ils ne peuvent pas intervenir en tant qu'architecte. C'est cette notion de contrôle perçu qui a fait la différence dès qu'il s'agit d'éléments architecturaux.

2.3. Les expressions les plus évoquées dans les observations :

Après avoir relevé les taux de la signalisation des différentes variables de l'expérience, dans cette étape, les éléments répétitifs dans les observations des étudiants, ont été recensés à leurs tours. Il s'agit des mots et des expressions directement cités, mais aussi des mots qu'on peut inscrire en interprétant, au mieux, les schémas et les croquis réalisés par les étudiants. Le mot « expression » est attribué à toutes les expressions écrites ou graphiques.

Ce travail débute par relever les expressions les plus répétées dans toutes les fiches d'observation, et de tracer des histogrammes qui représentent les taux de la répétition de chaque expression chez l'ensemble des étudiants. Ensuite, et dans le but de faciliter la lecture de ces histogrammes, nous avons dressé un tableau récapitulatif. Cette démarche a été appliquée aux deux étapes de cette expérimentation, prisent séparément.

2.3.1. Etape 1 : Source et disponibilité de la lumière.

Sur les fiches d'observations retenues de cette étape, qui rappelant le, traite des éléments externes qui peuvent influencer la lumière naturelle, nous avons relevé les quatre expressions qui se répètent le plus (Figure VI. 17) les histogrammes qui représentent les taux des expressions les plus répétées dans cette étape, tableau 5 support pour mieux interpréter par la suite les histogrammes) :

- 1- Quantité de lumière rayonnée.
- 2- Obstacles pour la lumière naturelle.
- 3- Réflexion et absorption des surfaces
- 4- Flux lumineux

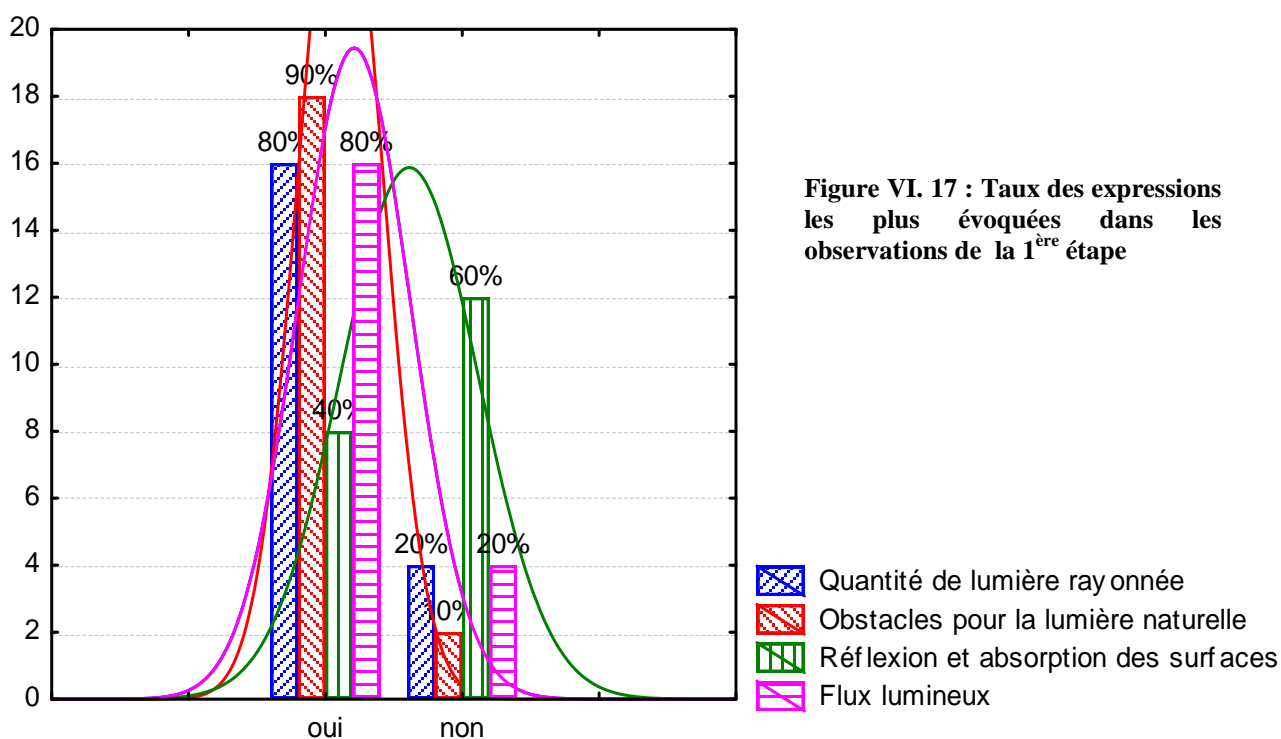


Figure VI. 17 : Taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 1^{ère} étape

Expression	Pourcentage (%)
Quantité de lumière rayonnée.	80%
Obstacles pour la lumière naturelle.	90%
Réflexion et absorption des surfaces	40%
Flux lumineux	80%

Tableau VI. 5 : tableau récapitulatif des taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 1^{ère} étape

2.3.2. Etape 2 : Trajectoire et cible de la lumière.

La deuxième partie de l'expérimentation qui relate l'aspect architectural du bâtiment, était la plus riche en remarques et en observations. Les mots et les dessins inscrits dans les fiches d'observations le confirment. Mais, on a relevé, seulement, les expressions les plus répétées, qui sont transcrites, pratiquement dans la totalité des fiches d'observations (Figure VI. 18) les histogrammes qui représentent les taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 2^{ème} étape, tableau 6 support pour mieux interpréter par la suite les histogrammes) :

- 1- Distribution de la lumière reçue.
- 2- Quantité de lumière reçue.
- 3- Tache de lumière.
- 4- Variation de la quantité de lumière reçue.
- 5- Réflexion et absorption de la lumière.
- 6- Brillance.
- 7- Eclaircissement.
- 8- Luminance.

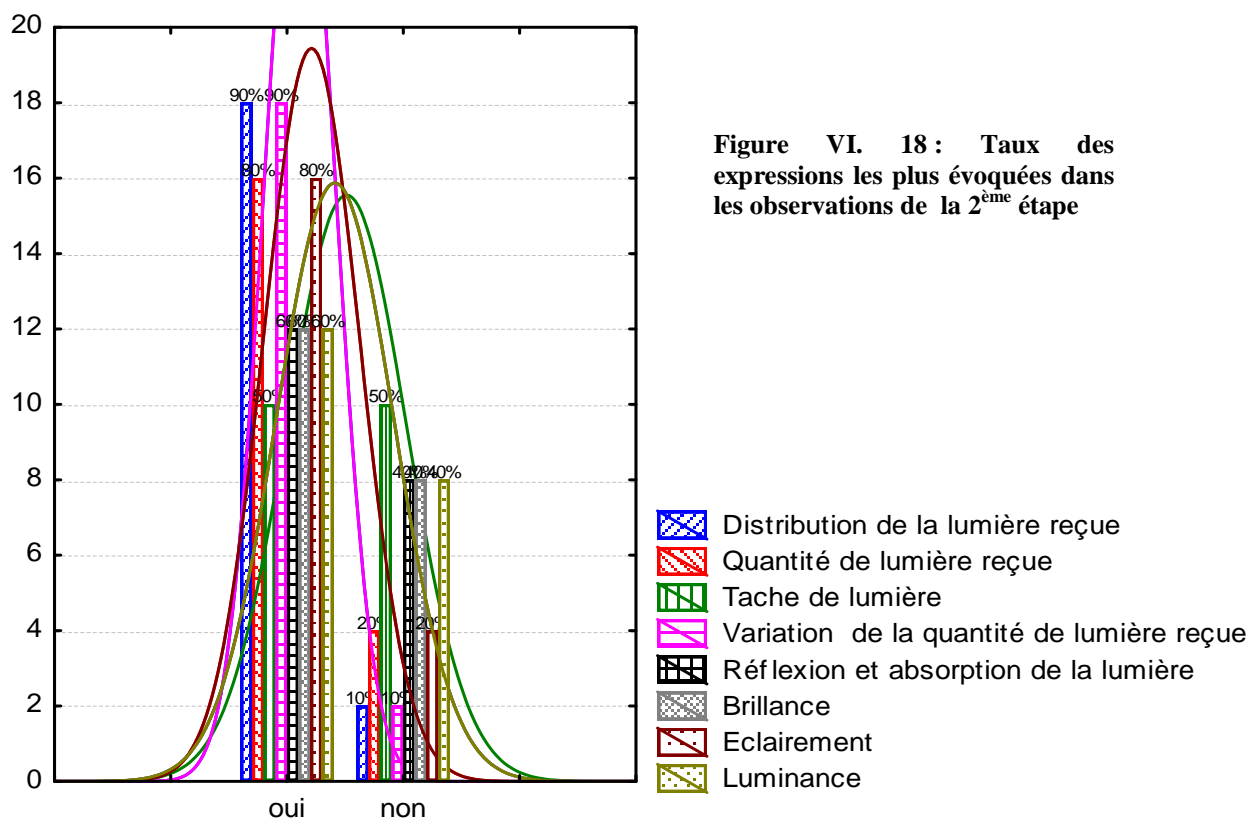


Figure VI. 18 : Taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 2^{ème} étape

Impression	Pourcentage (%)
Distribution de la lumière reçue.	90%
Quantité de lumière reçue.	80%
Tache de lumière.	50%
Variation de la quantité de lumière reçue.	90%
Réflexion et absorption de la lumière.	60%
Brillance.	60%
Eclairement.	80%
Luminance.	60%

Tableau VI. 6 : Tableau récapitulatif des taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 2^{ème} étape

2.4. Entre les variables de l'expérimentation et les expressions les plus évoquées :

L'objectif recherché dans cette partie est de trouver une relation, entre les variables de l'expérimentation et les expressions les plus évoquées. Le recours aux analyses des correspondances multiples (ACM) était nécessaire afin de déceler les associations existantes entre : i) les variables de chacune des deux étapes de cette expérimentation, et ii) les expressions les plus évoquées durant chacune d'elle.

2.4.1. Les variables de la 1^{ère} étape et ses expressions :

La première analyse, des correspondances réalisées a pour but de déceler les associations existantes entre : i) les variables de la première expérimentation (orientation, heure de la journée, mois de l'année, topographie, masque de l'environnement (naturel et urbain), couleur du sol), et ii) les expressions les plus évoquées durant cette étape (quantité de lumière rayonnée, obstacles pour la lumière naturelle, réflexion et absorption des surfaces, flux lumineux)

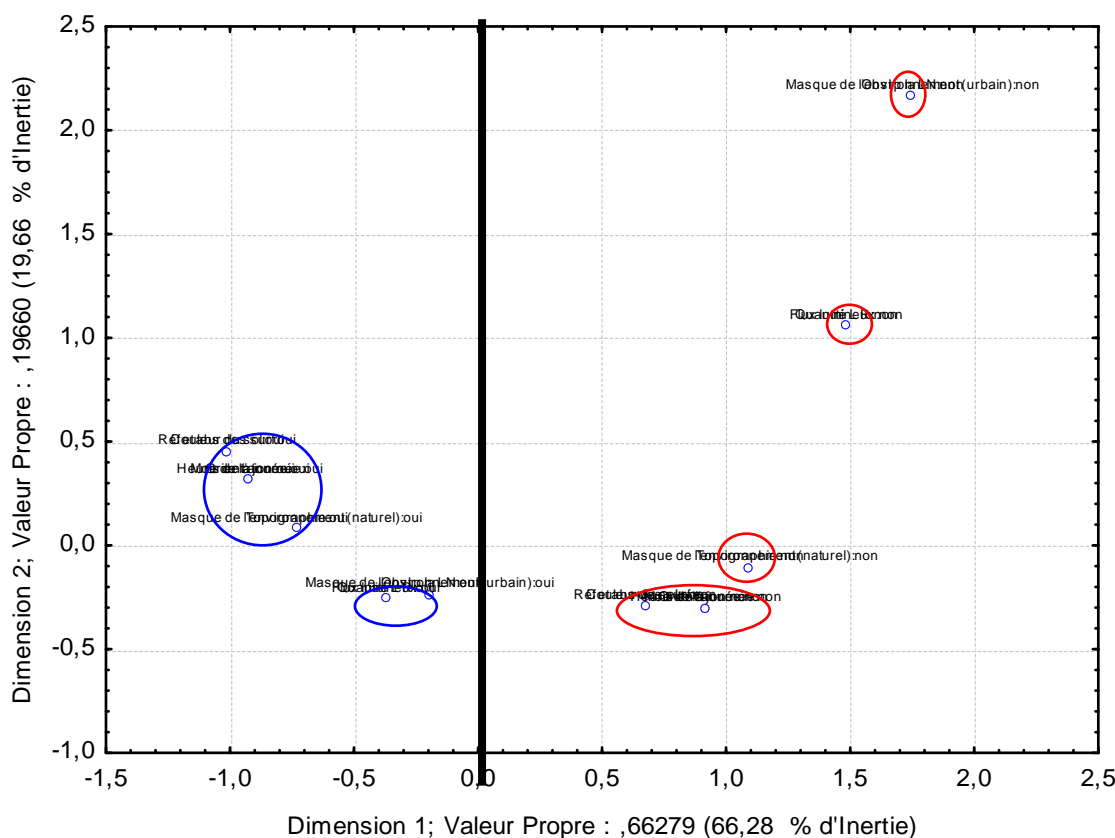


Figure VI. 19 : ACM entre Les variables de la 1^{ère} étape et ses expressions

Le graphe résultant de cette analyse (Figure VI. 19), montre que l'axe 1 discrimine les modalités positives à gauche, et les modalités négatives à droite. On peut donc l'interpréter essentiellement comme l'axe d'opposition entre la confirmation des variables et des expressions, et l'infirmité de ces variables et de ces expressions. Deux classes peuvent être distinguées du côté gauche de cette axe, celui des réponses positives. Du côté droit de l'axe, les modalités qui comportent les réponses négatives, composent trois classes.

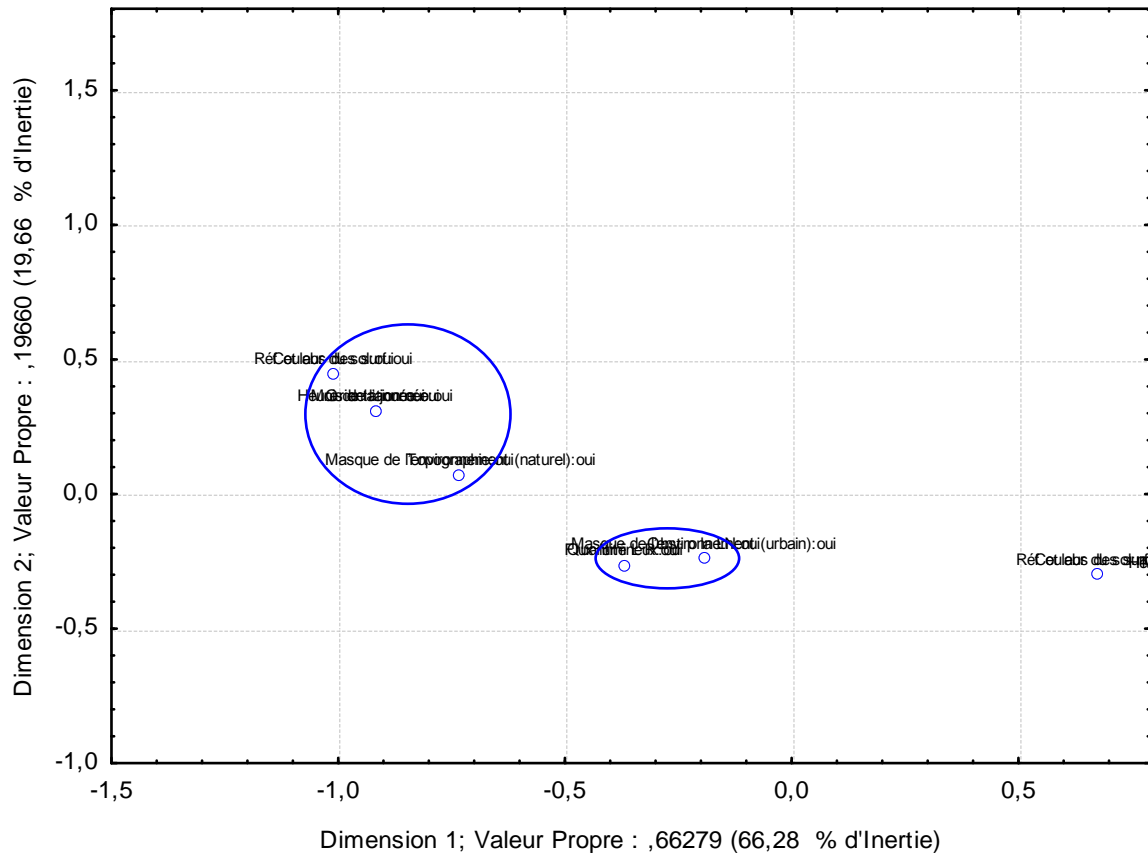


Figure VI. 20 : Correspondances situées du côté gauche de l'axe

Deux classes peuvent être distinguées du côté gauche de cet axe (Figure VI. 20), celles des réponses positives. Dans la première classe, on relève trois associations qui sont : i) l'orientation avec l'heure de la journée, ii) la couleur du sol avec la réflexion et l'absorption des surfaces, et iii) la topographie avec les masques de l'environnement naturels. La deuxième classe quant à elle, est caractérisée par deux associations : i) la quantité de lumière rayonnée avec le flux lumineux, et ii) le masque de l'environnement naturel avec l'obstacle pour la lumière naturelle

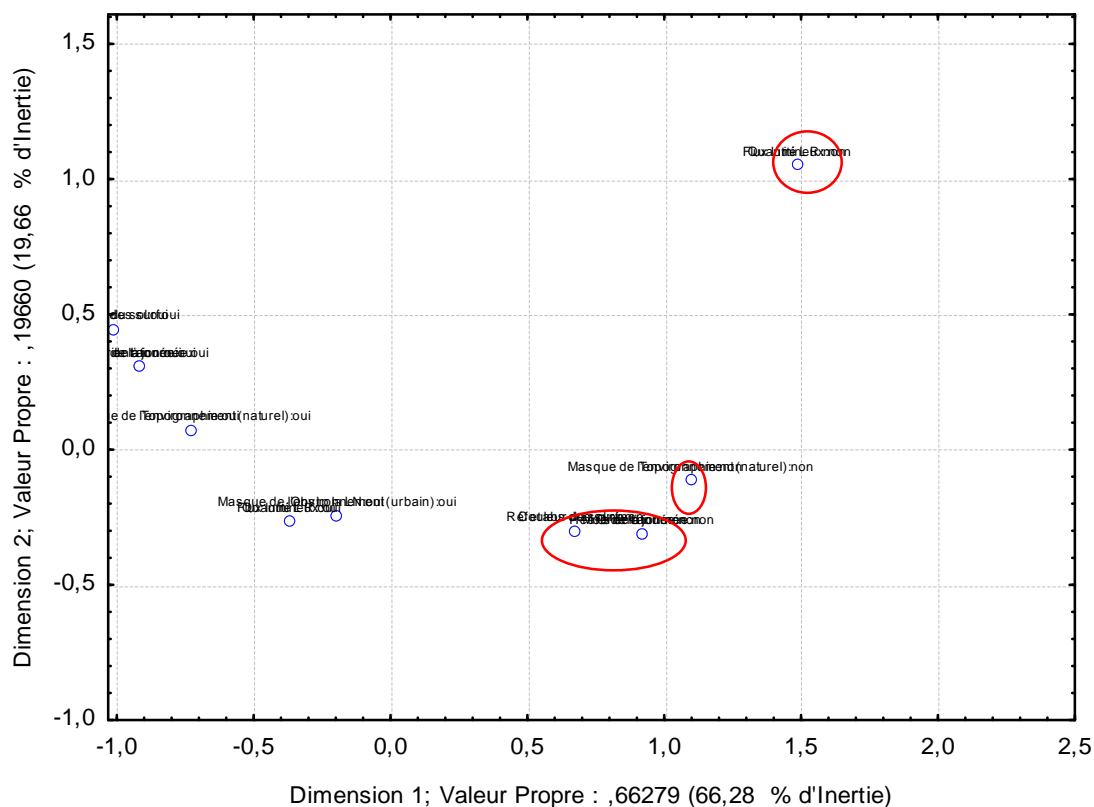


Figure VI. 21 : Correspondances situées du côté droit de l'axe

Du côté droit de l'axe (Figure VI. 21), les modalités qui comportent les réponses négatives, composent trois classes. La première classe associe : couleur du sol, réflexion, absorption des surfaces et aussi, topographie, et masque de l'environnement naturel. La deuxième, associe l'orientation, l'heure de la journée et le mois de l'année. Quant à la dernière, elle associe quantité de lumière rayonnée et flux lumineux. Dans l'ensemble de ces classes, qu'elles soient du côté droit ou gauche de l'axe, on a pu relever des associations entre trois variables et trois expressions.

Variables de la première étape	Expressions les plus évoquées
couleur du sol: oui	réflexion et absorption de la LN par les surfaces: oui
masque naturel de l'environnement : oui	obstacle pour la lumière naturelle ; oui
couleur du sol : non	réflexion et absorption des surfaces: non

Tableau VI. 7 : Tableau explicitant les correspondances existantes entre les variables de la première étape, et les expressions les plus évoquées dans cette étape.

Ces résultats montrent que lorsque les étudiants agissent sur la couleur du sol, ils pensent à la réflexion et à l'absorption de la lumière naturelle par les surfaces, et lorsqu'ils agissent sur les masques naturels de l'environnement, ils pensent aux obstacles pour la lumière naturelle. Cela, révèle une certaine logique. Car, d'une part les masques de l'environnement peuvent réellement constituer un obstacle pour la lumière naturelle, d'autre part la couleur du sol agit sur la réflexion et à l'absorption de la lumière naturelle par les surfaces.

2.4.2. Les variables de la 2^{ème} étape et ses expressions :

La seconde analyse des correspondances réalisées a pour objectif de déceler les associations existantes entre les variables de la deuxième expérimentation (le type d'éclairage, taille, position et forme de l'ouverture, protection solaire, zone de distribution lumineuse, système de distribution

lumineuse, profondeur du local, couleur et texture des surfaces intérieures), et des expressions les plus évoquées durant cette étape (distribution de la lumière reçue, quantité de lumière reçue, tache de lumière, variation de la quantité de lumière reçue, réflexion et absorption de la lumière, brillance, éclairage, luminance)

Comme pour la première analyse, le graphe de cette ACM, montre que l'axe 1 représente l'axe d'opposition entre les réponses positives (qu'il s'agit de variables ou d'impression évoquée), et les réponses négatives. Il révèle aussi, l'existence de six classes, disposées par trois, de chaque côté de l'axe.

Les trois classes situées sur la partie gauche du graphe, représentent, l'association entre : système de distribution lumineuse, protection solaire, texture des surfaces intérieures (lisse, rugueuse), texture des surfaces intérieures, avec : tâche de lumière, réflexion et absorption de la lumière, brillance et luminance, constituant ainsi la première classe. La deuxième classe est constituée de l'association de forme de l'ouverture avec quantité de lumière reçue et éclairage. La dernière classe, compte la position de l'ouverture, zone de distribution lumineuse, type d'éclairage, profondeur du local et couleur des surfaces, mais aussi : distribution de la lumière reçue et variation de la quantité de lumière reçue (Figure VI. 22).

Les trois classes situées sur le côté droit de l'axe 1, montrent l'association de la taille de l'ouverture et la position avec la distribution de la lumière reçue et la variation de la quantité de lumière reçue ; ce qui constitue la première classe. La deuxième classe, associe forme de l'ouverture avec quantité de lumière reçue et éclairage. La troisième classe révèle l'association entre: texture des surfaces intérieures (brillante/matte) et brillance et luminance. Elle révèle aussi l'association entre texture des surfaces intérieures (lisse/ rugueuse) et protection solaire avec tâche de lumière.

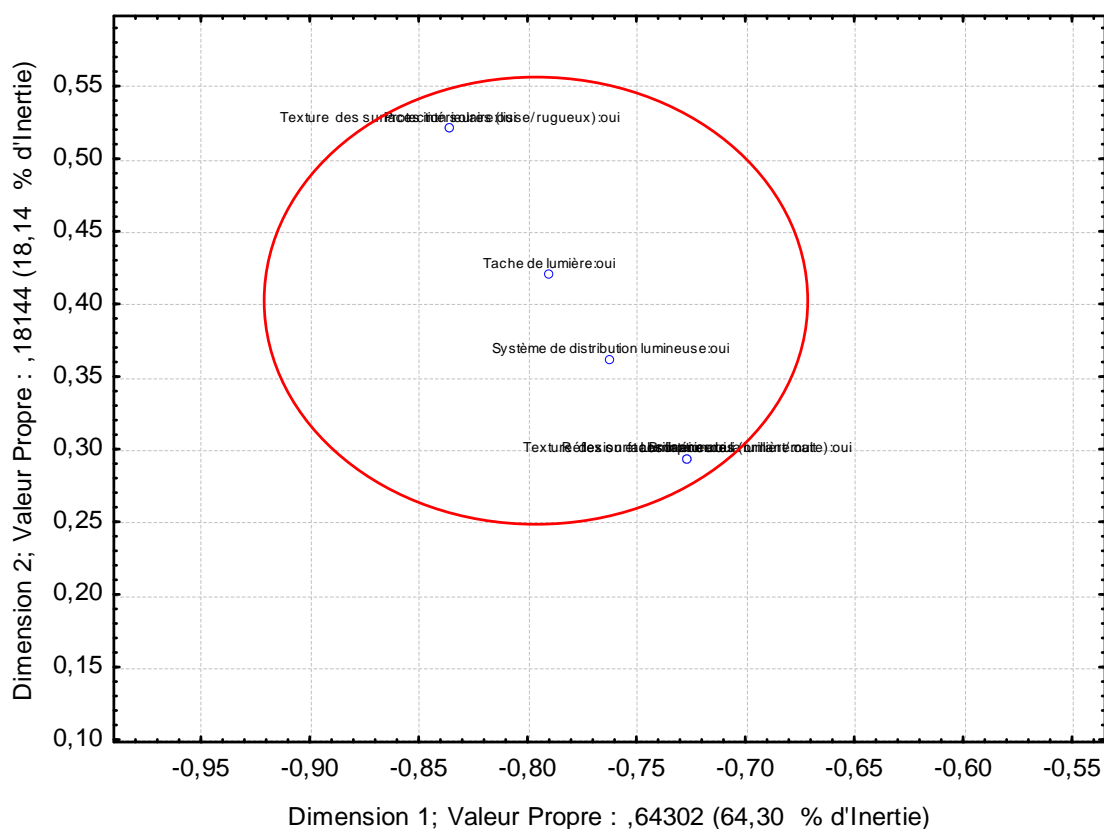


Figure VI. 22 : Classe révélée par l'ACM

Cette ACM, nous permet de relever à partir des nuages de son graphique plusieurs associations (Tableau VI. 8):

Variables de la deuxième étape	Expressions les plus évoquées
système de distribution lumineuse: oui	tâche de lumière: oui
texture des surfaces intérieures (brillant/matte): oui	-réflexion et absorption de la lumière: oui -brillance: oui -luminance: oui
forme de l'ouverture: oui	-quantité de lumière reçue: oui -éclairage: oui
position de l'ouverture: oui	-distribution de la lumière reçue: oui -variation de la quantité de lumière reçue: oui
-taille de l'ouverture: non -position de l'ouverture: non	-distribution de la lumière reçue: non -variation de la quantité de lumière reçue: non
forme de l'ouverture: non	-quantité de lumière reçue: non -éclairage: non
texture des surfaces intérieures (lisse/rugueuse): non protection solaire: non	-tâche de lumière: non

Tableau VI. 8 : Tableau explicitant les correspondances existantes entre les variables de la deuxième étape, et les expressions les plus évoquées.

Lorsque les caractéristiques de la baie (taille, forme, position) sont évoquées, les notions de : quantité de lumière reçue, éclairage, distribution lumineuse et variation de la quantité de lumière reçue, sont elles aussi évoquées.

Une autre association peut aussi être énoncée. Elle réunit les caractéristiques des surfaces intérieures (brillante/ matte) et les notions de : réflexion et absorption de la lumière, brillance et luminance.

CONCLUSION :

Le recours au modèle réduit pour acquérir des connaissances dans le domaine de sciences physiques, relatives à la lumière naturelle, révèle que les étudiants se sont imprégnés de certaines notions.

Les résultats obtenus montrent que l'association de la couleur avec la réflexion et l'absorption de la lumière, ou l'association des caractéristiques de la baie à la distribution de la lumière et sa variation, le bon emploi des grandeurs photométriques, ne font que confirmer que le recours à la maquette présente un intérêt non négligeable sur le plan de l'interception du signal lumineux. Ceci revient au fait que la maquette permet de placer l'œil de l'observateur au cœur même du dispositif étudié. Elle lui offre aussi plus de possibilité pour prendre conscience du phénomène lumineux et de connaître les éléments architecturaux qui peuvent agir sur lui.

INTRODUCTION :

L'objectif principal de ce chapitre est de vérifier si le parallèle entre perception et évaluation, est de vigueur, de voir si ce qui est perçu et évalué correspond à la réalité, de distinguer la correspondance entre les impressions des usagers dans un espace et ses caractéristiques lumineuses. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons d'abord commencé par expliquer les enseignements donnés lors de cette étape au groupe B qui a suivi une formation classique.

Par la suite, le cadre expérimental dans lequel se situe cette deuxième étape de la partie expérimentale a été donné pour le groupe A, concerné par la méthode d'enseignement proposée. Cela consiste à expliquer le protocole expérimental et le déroulement de l'observation in situ, menée par le groupe d'étudiants dans un espace architectural caractérisé par une ambiance lumineuse particulière.

Enfin, les résultats obtenus de cette observation ont été présentés de façon à ce que les impressions ressenties dans l'espace, et sa typologie lumineuse soient mises en évidence, et ce dans le but de les confronter et de voir la correspondance entre elles.

GROUPE B :

Le groupe B, représente les étudiants qui ont suivi l'ancienne méthode d'enseignement. La comparaison, entre notre système proposé, et l'ancien système, se fera avec ce groupe.

Une enseignante d'atelier du département d'architecture de l'université de Biskra, eu la bienveillance de participer à cette recherche. Elle a dispensé un cours théorique, ayant pour thème « l'ensoleillement en architecture » à ce groupe. Le contenu de l'exposé rentre dans le cadre du programme officiel du département d'architecture, réservé à l'enseignement de la lumière naturelle en architecture dans le système conventionnel en vigueur, dit « classique ».

Structure du cours :

Le contenu du cours théorique les principaux points suivants (le contenu complet du cour est inséré dans l'Annexe H) :

1- L'ensoleillement

Le mouvement annuel de la terre autour du soleil.

2- La géométrie solaire :

La latitude et les conditions saisonnières d'ensoleillement.

Les trajectoires apparentes du soleil.

3- Le diagramme solaire :

Présentation d'un diagramme solaire.

4- Le tracé de la tache solaire dans une pièce.

5- Le tracé de l'ombre portée par le bâtiment.

6- Forme et dimensionnement des brises soleil :

L'abaque des masques.

Matrice des températures.

Zone de surchauffe.

Type de brise soleil.

7- Le Girasol et l'héliodon.

TP et applications :

A la fin de ce cours, chaque étudiant avait trois exercices à résoudre (Annexe I) :

- Le premier, consiste à tracer la tache solaire dans une pièce dont les dimensions sont données au préalable.
- Dans le second, il est demandé de tracer l'ombre portée d'un volume.
- Le troisième consiste à trouver la zone de surchauffe, de définir les avancés verticales et horizontales, et à proposer une protection solaire.

Des sous-groupes de cinq étudiants ont été constitués, pour assurer un suivi rigoureux. Les groupes doivent se présenter, séparément, pour réaliser en atelier, les trois applications demandées, en suivant, les directives de l'enseignante.

GROUPE A :

1. LE CADRE EXPERIMENTAL:

1.1. Protocole expérimental :

Cette expérience consiste à faire visiter aux étudiants, par l'Architecte Concepteur du lieu architectural, caractérisé par une ambiance lumineuse particulière. L'expérimentation a été programmée en deux parties. Contrairement à La première visite qui a été guidée par l'architecte concepteur, la deuxième s'est faite sans guide.

1.1.1. La tâche à accomplir:

Pour le cas de cette expérimentation, on devrait dire, « les tâches », car deux tâches sont à accomplir.

La première est confiée à l'architecte, à qui on demande de faire visiter le lieu architectural, et d'exposer les solutions, d'éclairage naturel en commençant par l'idée conceptuelle. Ces explications doivent se baser sur des notions données au préalable dans la première étape (flux lumineux, luminance, éclairement,.....etc.).

La seconde est destinée aux étudiants. Ils doivent faire cette visite, et exprimer, par la suite, leurs impressions dans ce lieu : comment ressentent-ils l'environnement lumineux ? Ils possèdent deux moyens pour s'exprimer : dessins et croquis ainsi que le texte.



Figure VII. 1 : Etudiants et architecte en train de visiter la bibliothèque.
(Source : l'auteur)



1.1.2. Le lieu visité :

Le lieu visité est la bibliothèque centrale de l'université Mouhamed Khaider de Biskra. En effet, cette bibliothèque a été conçue par l'architecte Lebbal Nourddine, enseignant-chercheur au département d'architecture de cette université. Elle est caractérisée par une ambiance lumineuse remarquable. Le concepteur, nous confirme avoir accordé beaucoup d'importance à l'éclairage naturel, lors de la conception de cette bibliothèque.



Figure VII. 2 : Vue extérieure de la bibliothèque centrale Université de Biskra
(Source : l'architecte Lebbal Nouredine)



Figure VII. 3 : Vues intérieures de la bibliothèque centrale Université de Biskra (Source : l'auteur)

1.1.3. Le matériel expérimental (grille d'observation) :

L'expérience réalisée ne nécessite pas un matériel expérimental particulier, le matériel de dessin suffit largement pour accomplir le travail demandé.

Connaissant les difficultés qu'éprouvent certains étudiants à exprimer leurs impressions par écrit ; nous avons mis en place une grille d'observation composée de onze facteurs. On distingue deux catégories de facteurs. La première se réfère aux émotions qu'un environnement lumineux peut créer chez l'utilisateur du lieu (facteurs affectifs), quant à la seconde, elle fait référence aux attributs physiques de la lumière (facteurs descriptifs) (voir chapitre III, section 2).

Rappelant que le choix des facteurs affectifs s'est fait à l'aide des travaux de recherche menés par Osgood et al (1957) :

- Plaisant / déplaisant
- Relaxant / tendu
- Satisfaisant/ frustrant
- Joyeux/ triste

Ainsi pour les facteurs qui relèvent de la description physique, notre choix s'est porté sur les travaux de recherche de Flynn et al (1973, 1979) :

- Sombre/ lumineux
- Terne/ radieux
- Brumeux/ clair
- Visuellement chaud/ visuellement froid
- Faible/ fort

- Bon éclairage/ mauvais éclairage
- Eblouissant/ non éblouissant

L'échelle proposée dans cette grille d'observation, est bipolaire. Elle offre pour chaque facteur, cinq modalités de réponse qui vont de la plus forte des impressions proposées dans la grille, à la plus faible, en passant par les impressions intermédiaires.

A titre d'exemple, pour l'impression de luminosité, nous avons une graduation qui englobe : très lumineux, lumineux, ni sombre ni lumineux, sombre, très sombre

L'étudiant doit alors choisir une seule réponse pour chaque impression. Il lui suffit, de cocher la case qui correspond le mieux à ses impressions pour chaque cas.

Grille d'observation		شبكة الملاحظات		
Après avoir effectué une visite guidée dans ce bâtiment, choisissez l'espace qui vous attire le plus, celui que vous trouvez le plus intéressant, exprimez vos impressions dans ce lieu en cochant la case qui correspond le plus à votre point de vue.		بعد إجراء جولة في هذا المبنى قم باختيار الفضاء الذي يجذبك أكثر و الذي تجده أكثر إثارة للاهتمام قم بإصغاء انطبائك في هذا المكان و هذا يشطب الخلة التي تجر أكثر عن وجهة نظرك		
Très sombre	sombre	Neutre	lumineux	Très lumineux
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد مظلم	مظلم	حيادي	مضيء	جد المضيء
Très terne				Très radieux
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد باهت				جد زاه
Très brumeux				Très clair
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد ضبابي				جد صافي
visuellement très chaud				Visuellement très froid
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد حار بصريا				جد بارد بصريا
Très faible				Très fort
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد ضعيف				جد قوي
Très bon éclairage				Très mauvais éclairage
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
إضاءة جد جيدة				إضاءة جد سيئة
Très éblouissant				Pas du tout éblouissant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
انبهار قوي				لا يوجد انبهار إطلاقاً
Très déplaisant				Très plaisant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد ممل				جد ممتع
Très tendu				Très relaxant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد متوتر				جد مريح
Très frustrant				Très satisfaisant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
جد محبط				جد مرضي
Très déplaisant				Très plaisant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
غير سار				جد سار
Exprimez vos impressions à l'aide de croquis et de dessins qui représentent les ambiances qui vous attirent le plus dans ce lieu.		غير عن انطبائك بواسطة مخططات و رسوم تعبيرية عن الاجواء التي تجذبك أكثر في هذا المكان		

Figure VII. 4 : grille d'observation (Source : l'auteur)

1.1.4. Le déroulement de l'expérience :

Afin de familiariser et inculquer certaines notions d'éclairage naturel et faciliter leurs compréhensions aux étudiants de première année d'architecture qui sont au début de leurs apprentissages ; le début de cette expérience a été entamée dans la salle de projection où un exposé

du projet a été présenté par l'architecte concepteur, en partant de l'idée conceptuelle jusqu'à la réalisation.

Par la suite, la bibliothèque a été visitée. Au cours de cette visite l'architecte a donné toutes les explications nécessaires de son projet aux étudiants, en mettant en relief ses stratégies d'éclairage naturel.

A travers son allocution, nous avons relevé les parties qui traitent l'éclairage naturel : « un calcul plus rugueux, plus poussé et plus précis des surfaces vitrées de cette bibliothèque aurait été souhaité. Mais à cause du temps très restreint qui m'a été attribué pour concevoir ce projet, j'étais contraint d'utiliser la norme algérienne en vigueur dans les espaces pédagogiques, c'est à dire une surface vitrée allant de 12 à 20% de la surface du local pour arriver à avoir un éclairage naturel suffisant dans la pièce ». Il a aussi évoqué les trois types d'ouverture, qu'il a utilisées dans son projet : i) ouvertures latérales, ii) patio central, et iii) voûtes tronquées (Figure VII. 5).

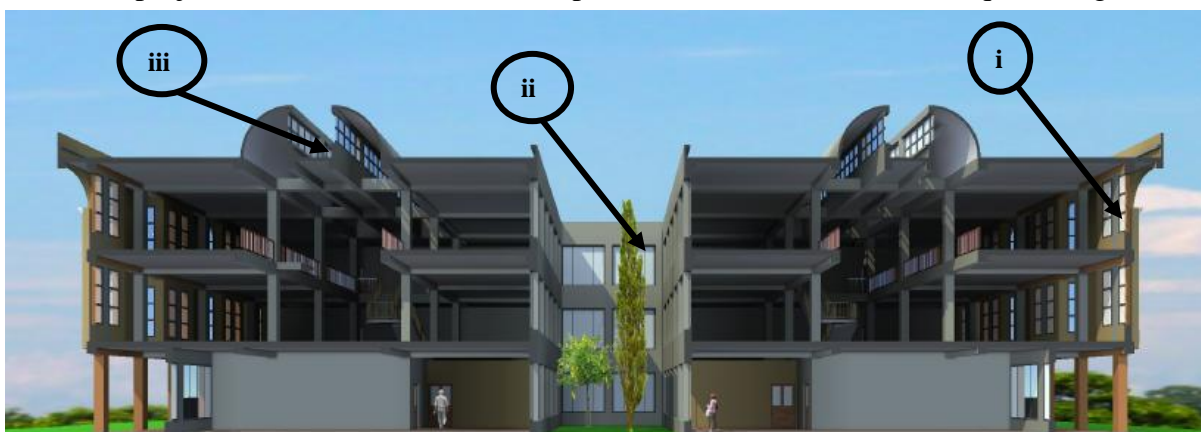


Figure VII. 5 : Coupe perspective montrant les trois types d'éclairage
(Source : l'architecte Lebbal Nordine)

L'architecte a également évoqué l'utilisation de la couleur blanche pour réfléchir la lumière et créer une ambiance équilibrée dans tous les espaces.



Figure VII. 6 : La couleur blanche qui reflète la lumière
(Source : l'auteur)

Une fois la visite terminée, les grilles d'observations ont été distribuées à tous les étudiants. On leur a demandé de choisir l'espace qui les attire le plus, celui qu'ils trouvent le plus intéressant, et de donner leurs impressions vis-à-vis de ce lieu, en cochant la case qui correspond le plus à leurs point de vue.

Cette grille d'observation devait être accompagnée par des croquis d'ambiance, des dessins et des schémas qui viendront confirmer leurs impressions dans ce lieu.

1.1.5. Duré de l'expérience :

Les trois heures de cette expérience paraissent très courts à cause de l'activisme et le dynamisme qui ont été constatés chez les étudiants au cours de la visite.

2. PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS:

2.1. Localisation et identification des espaces :

Après avoir effectué la visite guidée avec l'architecte, et après explication du travail demandé, chaque étudiant était livré à lui-même. Il devait choisir l'espace qu'il trouve le plus intéressant dans la bibliothèque.

Cette bibliothèque est composée d'un RDC, et de deux étages (Figure VII. 7). C'est sur les trois plans de cette bibliothèque que les espaces sélectionnés par les vingt étudiants ont été localisés



Figure VII. 7 : Coupe perspective (Source : l'architecte Lebbal Nordine)

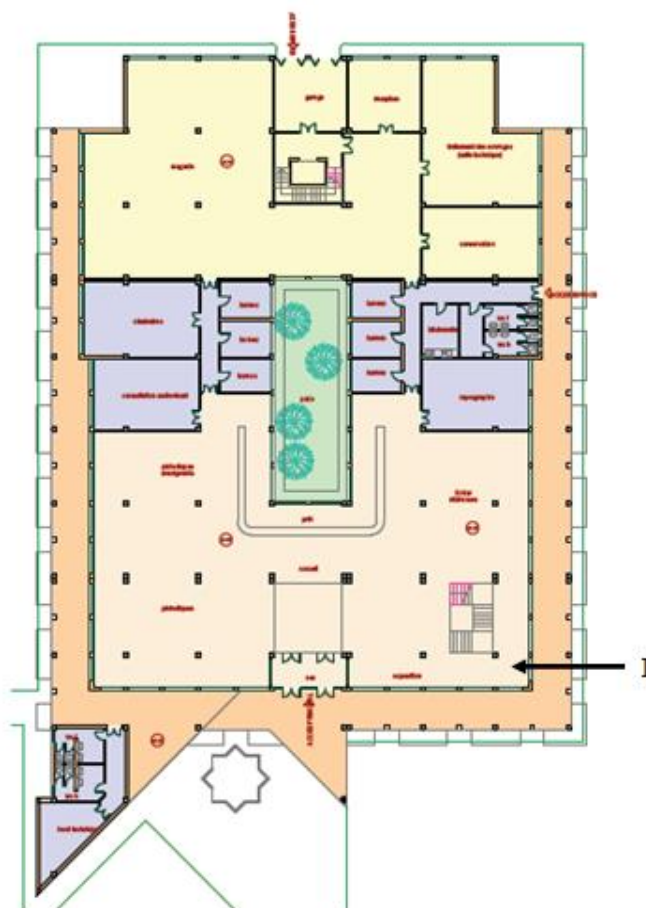


Figure VII. 8 : Plan RDC

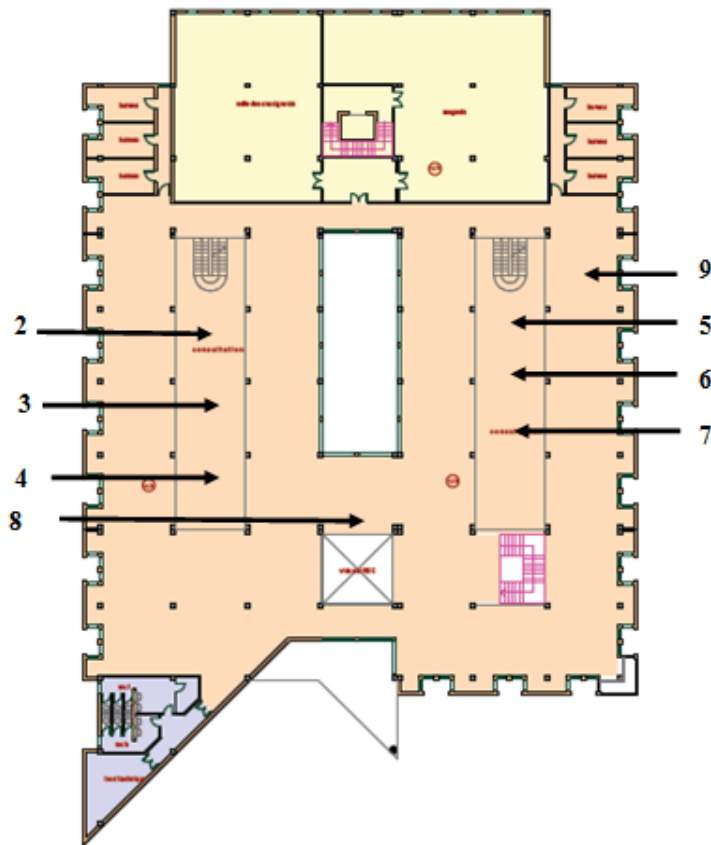


Figure VII. 9 : Plan 1^{er} étage

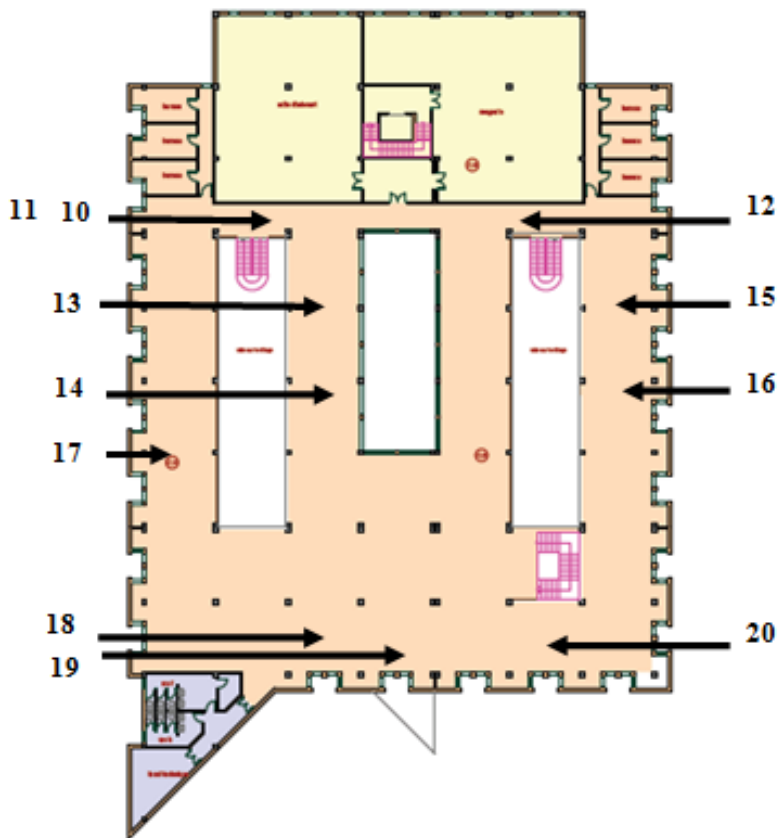


Figure VII. 10 : Plan 2^{ème} étage

2.2. Recouplement entre les lieux :

Afin de faciliter la compréhension et la lecture de la localisation de ces différents espaces choisis par les étudiants, nous avons tenté de faire un recouplement entre ces différents lieux. Ce recouplement consiste à créer des groupes, dans lesquels les espaces qui réunissent le plus de points communs, donc ceux qui possèdent les mêmes caractéristiques, seront réunis. Quatre critères sont sélectionnés pour réaliser ce recouplement, il s'agit de :

- Espace intérieur.
- Réflexion des surfaces intérieures.
- Conformation.
- Baie.

2.2.1. Critères de convergence :

La totalité des lieux choisis se réunissent dans les caractéristiques des deux premiers critères de recouplement, à savoir, l'espace intérieur et la réflexion des surfaces intérieures. Nous allons commencer par énumérer ces propriétés communes dans tous les espaces. Cette démarche est mise en relief à l'aide d'un tableau qui exposera les deux critères, leurs caractéristiques, ainsi que quelques photos (Tableau VII. 1).





Critères	Caractéristiques		Photos
Espace intérieur.	Subdivision	aucune	
	Aménagement intérieur	Tables et chaises	
Réflexion des surfaces intérieures.	Couleur et texture des murs	Deux couleurs sont utilisées : l'orange et le blanc, avec une texture rugueuse et matte.	
	Couleur et texture du sol	Mélange de 3couleurs : blanc, orange et marron. Texture lisse et brillante.	
	Couleur et texture du plafond	Blanc avec une texture rugueuse et matte.	

Tableau VII. 1 : Critères de divergence (source : l'auteur)

2.2.2. Critères de divergence :

Les deux autres critères qui sont : la conformation, et les baies, présentent les deux paramètres de divergence entre les différents espaces. C'est grâce à eux que se fera la classification et l'identification des vingt espaces.

2.2.3. Classification :

En prenant en considération les caractéristiques de la baie, et celles de la conformation, nous avons pu faire une classification de l'ensemble des espaces sélectionnés. Les facteurs qui nous ont permis de faire cette classification ont, soit un rapport avec la baie, ou avec la conformation architecturale, il s'agit de:

- Nombre de source d'éclairage,
- Type d'éclairage,
- Emplacement par rapport aux baies,
- Orientation,
- Hauteur de l'espace,
- Inclinaison de la toiture,
- Complexité du volume,
- Forme géométrique en plan.

2.2.4. La naissance des sept catégories d'espaces :

La classification des espaces choisis par les étudiants lors de la visite, nous a permis d'avoir sept groupes. Il s'agit en réalité des catégories d'espace, où chacune, réunit des espaces qui se situent dans la même zone, et qui possèdent la même typologie lumineuse. A la fin de cette classification, on a constaté l'émergence de sept catégories d'espaces. Afin, de distinguer laquelle des sept catégories d'espace qui a été le plus visée par les étudiants, durant la visite, nous avons réalisé un histogramme. Ce dernier, a mis en exergue les taux de sélection de chaque espace, nous permettant ainsi de faire une comparaison entre leurs proportions (Figure VII. 11).

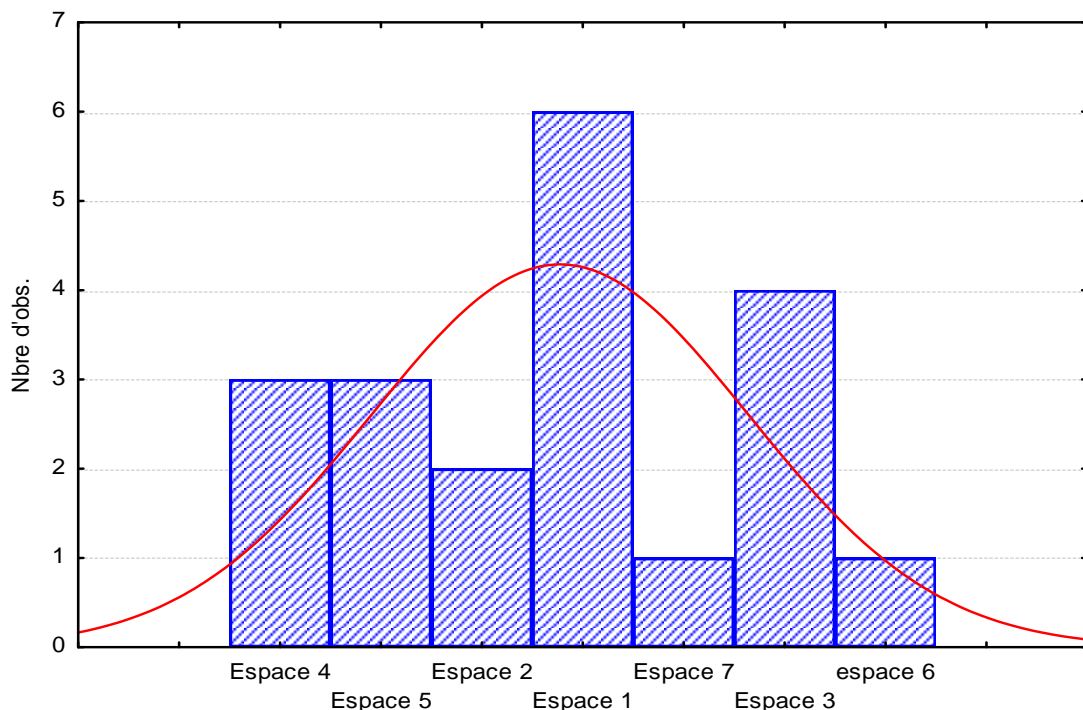


Figure VII. 11 : Les taux de sélection de chaque espace

L'histogramme, montre que la première catégorie d'espace, est la catégorie la plus choisi par les étudiants, suivi successivement, par les catégories n°3, n°4, n°5, n°2, n°6 et enfin n°7.

2.3.Caractère sémantique :

Comme il a été énoncé au début de ce chapitre, une grille d'observation préparée au préalable, a été remise à chaque étudiant, afin que chacun d'eux, puisse noter ces impressions dans le lieu qu'il a choisi. Il a été question, ensuite, de rechercher les associations entre ces impressions et les caractéristiques des espaces choisis par les étudiants.

Il a été jugé utile de recourir à l'analyse des correspondances multiples, afin de pouvoir déceler ces associations.

2.3.1. Sombre/Lumineux :

L'analyse des correspondances multiples, entre l'impression sombre/lumineux, et la catégorie d'espace, a révélé une correspondance entre (Figure VII. 12) : i) la catégorie d'espace n°7 et l'impression que l'espace est sombre, ii) les deux catégories d'espace 3 et 4 et l'impression que l'espace est lumineux, iii) la catégorie d'espace n°1 et l'impression que l'espace est très lumineux, et iv) la catégorie d'espace n°5 et l'impression que l'espace est entre sombre et lumineux.

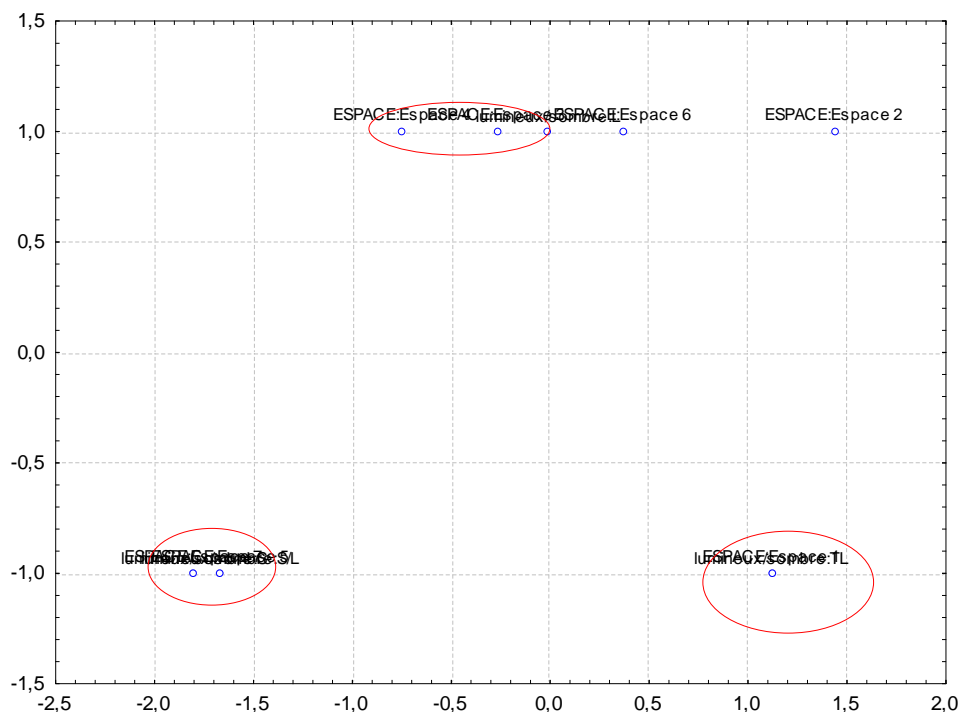


Figure VII. 12 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression sombre/lumineux, et la catégorie d'espace.

2.3.2. Terne/Radieux

Le nuage issu de cette analyse révèle bien des associations entre (Figure VII. 13): i) l'impression que l'espace est très radieux et la catégorie d'espace n°1 et n°6, ii) l'impression que l'espace est radieux et la catégorie d'espace n°2 et n°3, mais aussi iii) une association entre la catégorie d'espace 5 et l'impression que l'espace est entre radieux et terne.

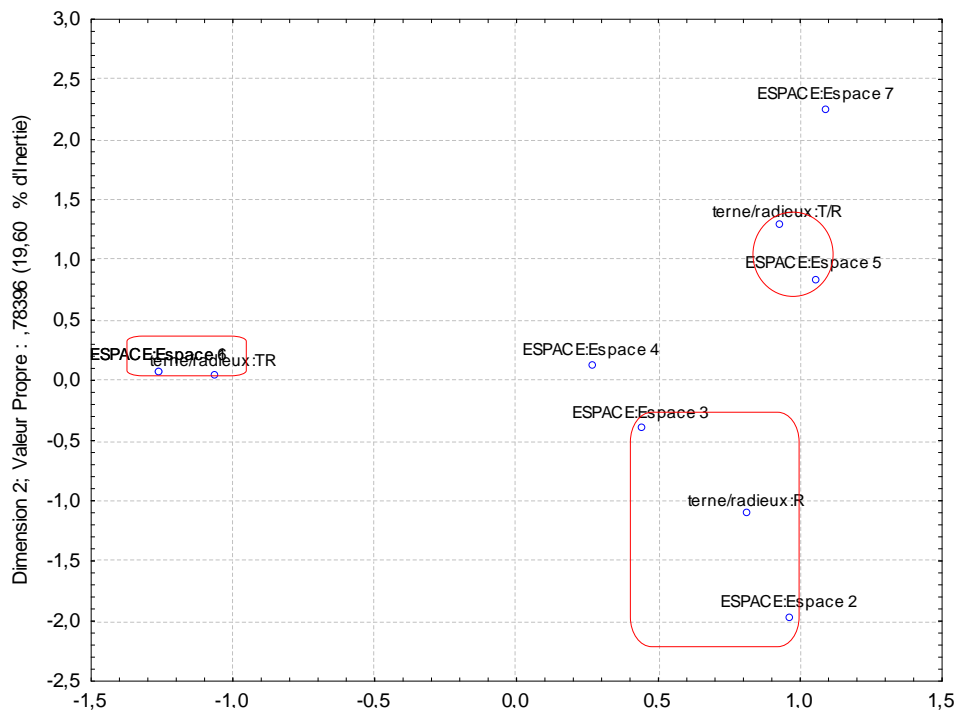


Figure VII. 13 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression terne/radieux, et la catégorie d'espace.

2.3.3. Brumeux/Clair

L'analyse des correspondances (Figure VII. 14) montre que : i) la catégorie d'espace 7 est associée à l'impression que cette espace est brumeux, ii) la deuxième catégorie d'espace est associée à l'impression que l'espace est entre brumeux et claire et iii) la catégorie d'espace n°5 est associée à l'impression de clarté de l'espace. Quant aux trois catégories d'espace 1, 4, et 6, elles se révèlent associées avec l'impression que l'espace est très clair.

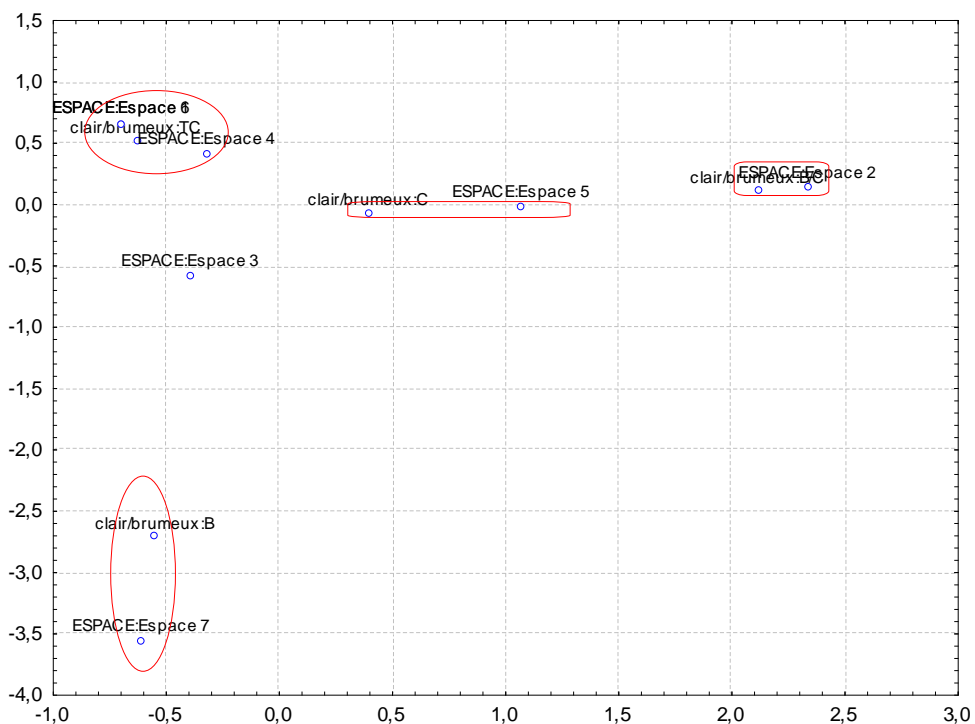


Figure VII. 14 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression brumeux/clair, et la catégorie d'espace.

2.3.4. Chaud/Froid

Ce nuage montre la forte correspondance entre l'impression que l'espace est visuellement chaud et les deux catégories d'espace 1 et 7. Il montre aussi, la correspondance entre les catégories d'espace 5 et 6, et l'impression que l'espace n'est ni chaud ni froid visuellement. Ce nuage révèle aussi que la catégorie d'espace n°3 est associée l'impression d'avoir tendance à trouver l'espace visuellement froid (Figure VII. 15).

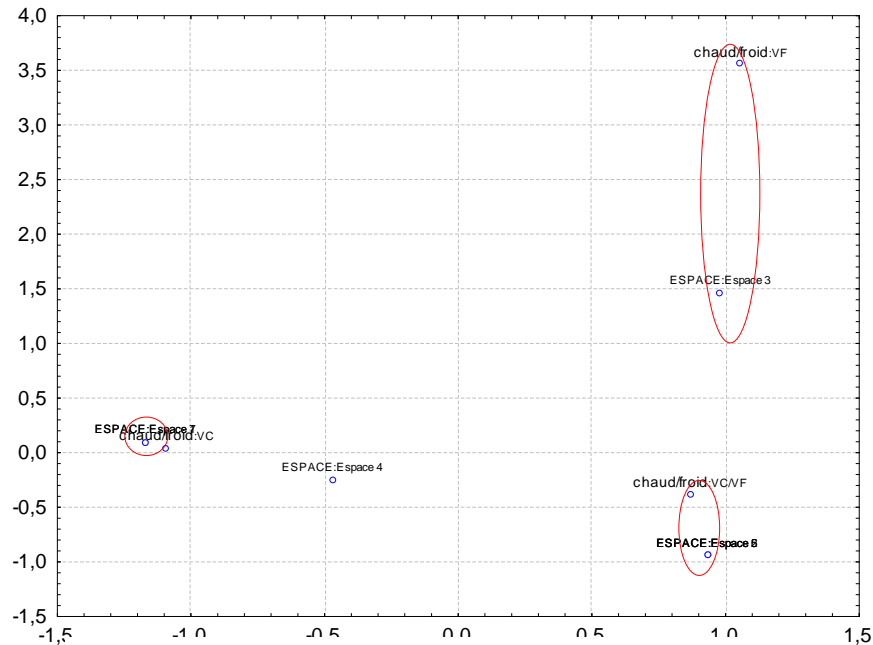


Figure VII. 15 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression chaud/froid, et la catégorie d'espace.

2.3.5. Faible/Fort

L'analyse des correspondances a permis de dégager des dépendances significatives (Figure VII. 16). Ainsi on voit que la catégorie d'espace n°2 correspond bien à l'impression que cet espace est entre faible et fort. Mais aussi, que la qualification de l'espace de très faible correspond à la septième catégorie d'espace. Sans oublier cette forte association entre les impressions que l'espace est fort ou très fort, et les catégories d'espace n° 1, 4, 5, 6.

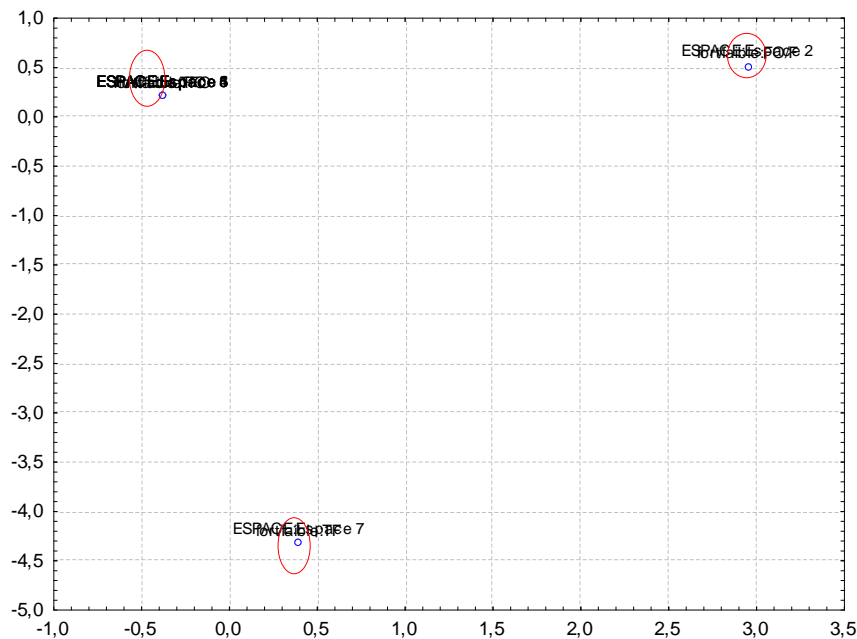


Figure VII. 16 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression faible/fort, et la catégorie d'espace.

2.3.6. Bon éclairage /Mauvais éclairage

L'analyse des correspondances a permis de faire ressortir certaines associations entre quelques impressions et certaines catégories d'espace (Figure VII. 17). La première association concerne la catégorie d'espace 7 et l'impression que l'éclairage est mauvais. La seconde est propre à l'impression que l'éclairage est bon et la catégorie d'espace n°5. La troisième est celle des catégories d'espace 1, 2, 3, et l'impression que l'éclairage est très bon. Et la dernière, concerne la catégorie d'espace n°6, et l'impression que l'éclairage de l'espace est entre bon et mauvais.

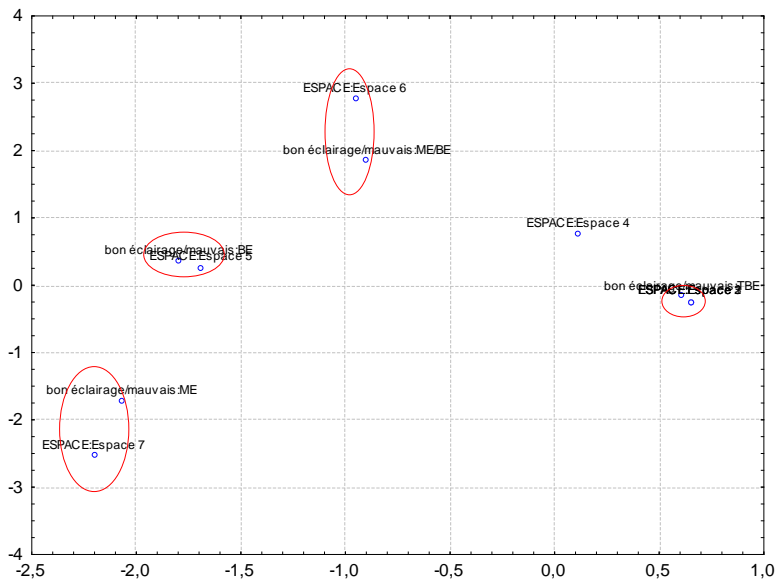


Figure VII. 17 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression bon éclairage/mauvais éclairage, et la catégorie d'espace.

2.3.7. Eblouissant/Non éblouissant

Cette analyse montre plusieurs associations (Figure VII. 18). Une de ces associations est celle de la catégorie d'espace n°1 et l'impression que l'espace est pas éblouissant. Une autre concerne la catégorie d'espace n°4 est l'impression que l'espace est éblouissant. Les catégories d'espace 3, 6, et 7 et l'impression, que l'espace n'est pas du tout éblouissant, s'associent parfaitement dans cette analyse, sans oublier l'association de la catégorie d'espace n°2 et l'impression que l'espace est entre éblouissant et pas éblouissant.

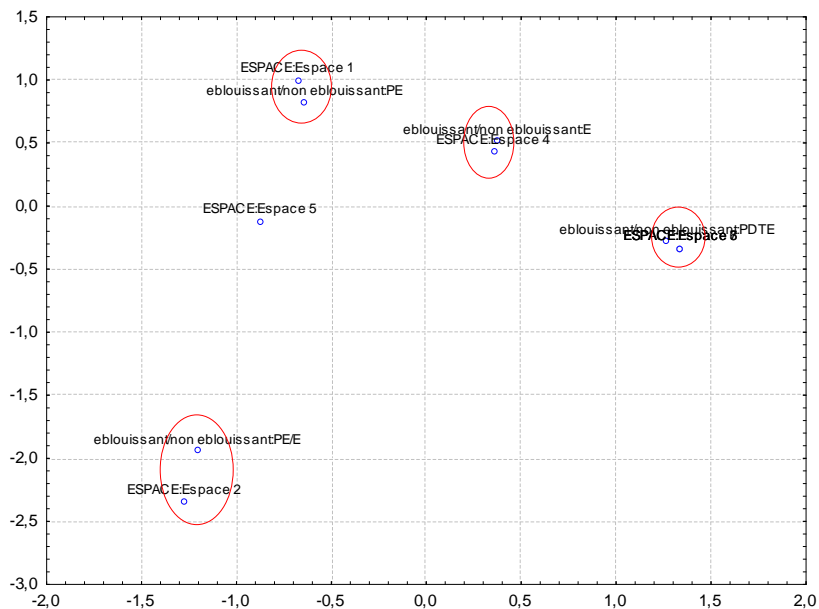


Figure VII. 18 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression éblouissant/non éblouissant, et la catégorie d'espace.

2.3.8. Plaisant/Déplaisant

L'analyse des correspondances révèle dans ce cas, que les deux catégories d'espace, 4 et 5, sont liées à l'impression que l'espace en question est entre plaisant et déplaisant. Elle révèle aussi l'association entre les catégories 2 et 3, et la qualification de l'espace de plaisant. Sans oublier l'association entre les catégories d'ambiance n° 1, 6 et 7, et l'impression que l'espace est très plaisant (Figure VII. 19).

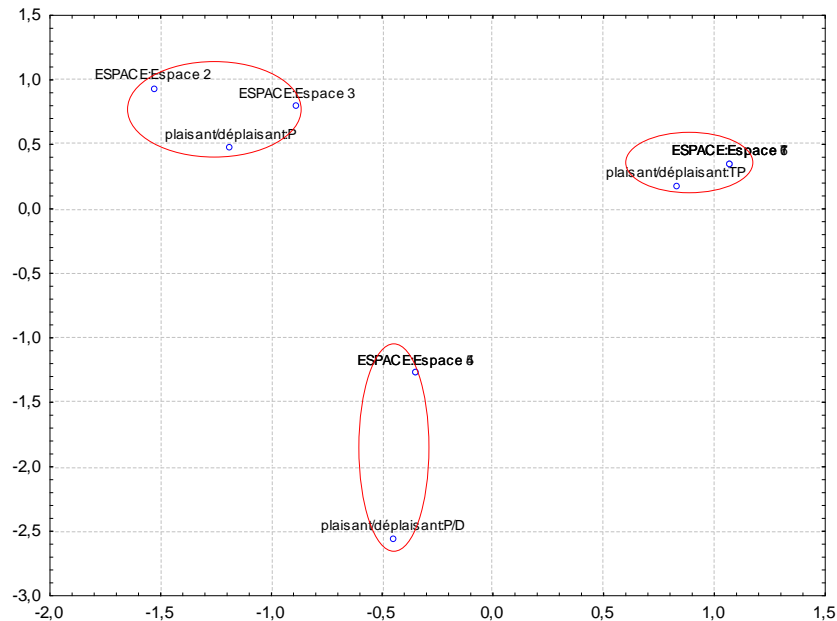


Figure VII. 19 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression plaisant/déplaisant, et la catégorie d'espace.

2.3.9. Tendu/Relaxant

L'analyse des correspondances concernant cette impression, nous a permis de confirmer l'absence d'association (Figure VII. 20). En effet, les catégories d'espace 2 et 3, ont beaucoup plus tendance à être en relation avec la qualification de l'espace par « relaxant », tandis que la catégorie d'espace n°4, a tendance à le lier avec « relaxant » et « tendu ».

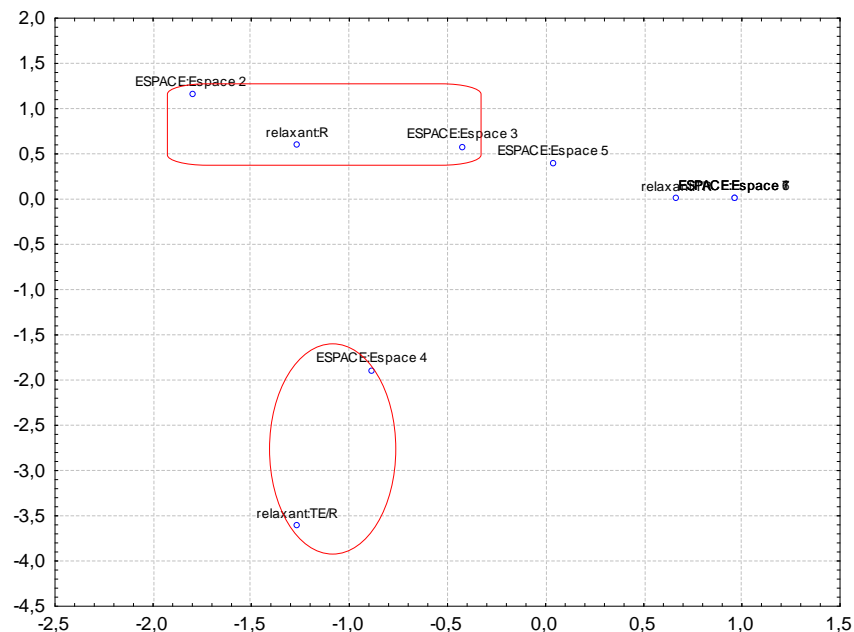


Figure VII. 20 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression tendu/relaxant, et la catégorie d'espace.

2.3.10. Frustrant/Satisfaisant

L'analyse des correspondances montre une correspondance entre la deuxième catégorie d'espace et l'impression que cet espace est satisfaisant. Elle montre aussi une association entre l'impression que l'espace est très satisfaisant, et les catégories d'espace n°4, 6 et 7. Cette analyse montre aussi que la catégorie 5 a tendance à être situé entre frustrant et satisfaisant (Figure VII. 21).

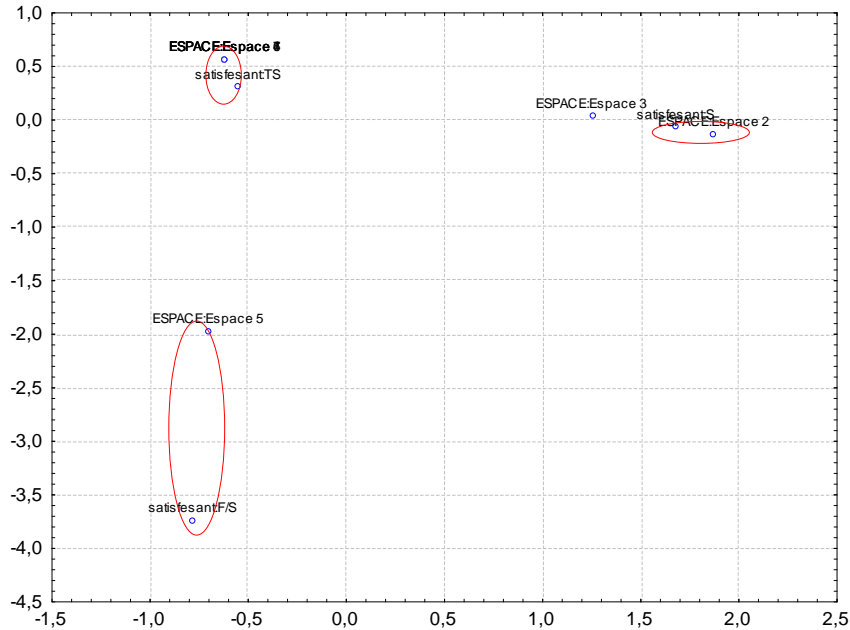


Figure VII. 21 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression frustrant/satisfaisant, et la catégorie d'espace.

2.3.11. Triste/joyeux

La première correspondance qui peut être mentionnée à l'issue de cette analyse, est la correspondance entre la catégorie d'espace 1, et l'impression que l'espace est joyeux (Figure VII. 22). La seconde correspondance réunit les catégories d'espace 6, et 7, et l'impression que l'espace est très joyeux. La troisième montre la correspondance entre la catégorie d'espace 5, et l'impression que l'espace est triste. On peut aussi relever la tendance des catégories 2 et 3 à située entre triste et joyeux.

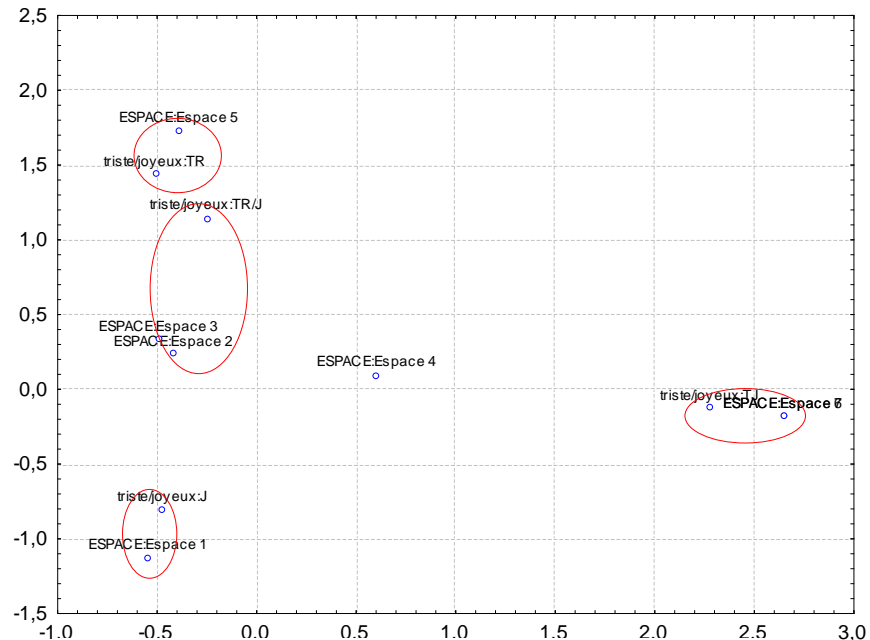


Figure VII. 22 : Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression triste/joyeux, et la catégorie d'espace.

2.4.Espace : entre typologie lumineuse et caractère sémantique :

Dans cette étape, nous avons tenté de clarifier, les différentes catégories d'espaces générées par l'opération qui a consisté à recouper les lieux, comme nous l'avons expliqué précédemment dans ce chapitre. Elles sont au nombre de sept, et chacune d'elle possède une typologie lumineuse et un caractère sémantique.

2.4.1. Caractère sémantique :

Par caractère sémantique, on entend toutes les impressions qui ont été évoquées dans cet espace, en se référant, bien évidemment, aux grilles d'observation, qui représentent le support des signes linguistiques, qui se présentent sous forme de mots ou d'expression.

Une analyse des correspondances multiples (ACM) a été réalisée. Elle a pour but de réaliser les correspondances entre les différentes impressions, et les catégories d'espace. Après, cette analyse, les caractères sémantiques de chaque catégorie de ces sept catégories, ont pu être relevé.

Cette image montre l'emplacement de chaque catégorie d'espace dans ces nuages de points, (Figure 23). Pour faciliter leurs repérages, nous avons dressé, un schéma qui indique la position de chaque catégorie dans les quatre cadrans de la feuille d'analyse (Figure VII. 24).

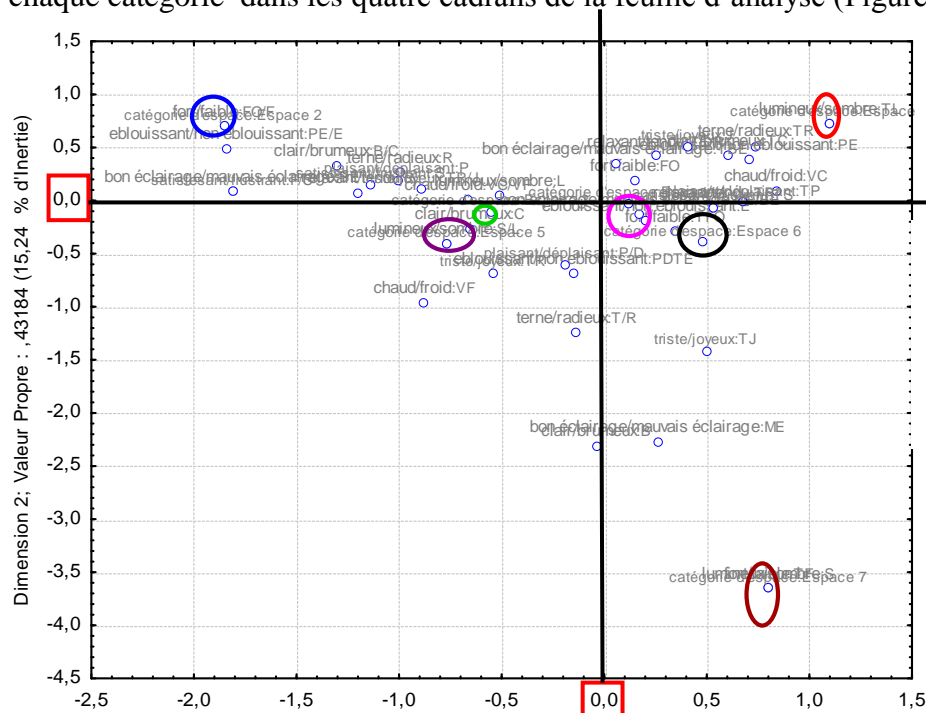


Figure VII. 23 : Nuage montrant les correspondances existantes des différentes impressions et les catégories d'espace.

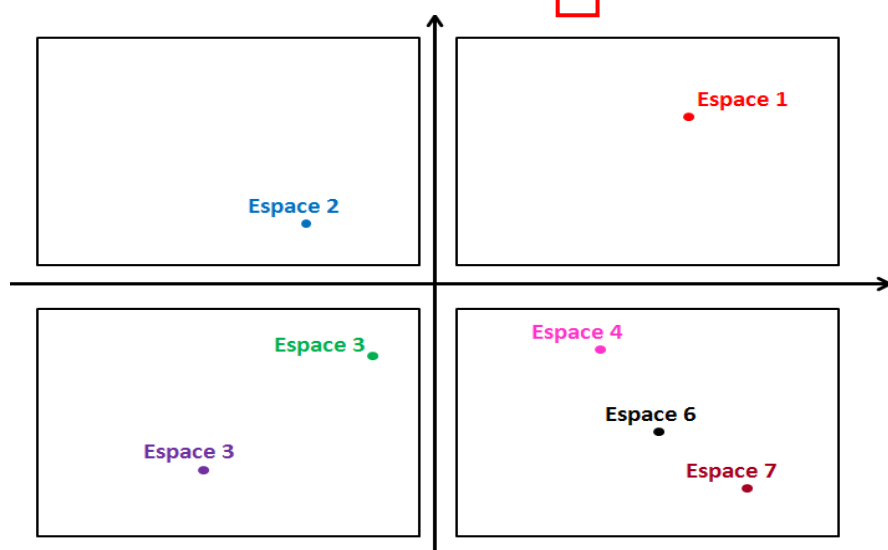


Figure VII. 24: Schéma qui indique la position de chaque catégorie d'espace. (Source : l'auteur)

2.4.2. Typologie lumineuse :

La typologie lumineuse a été réalisée grâce aux mêmes critères qui nous ont permis de définir la classification des espaces en l'occurrence la conformation, et les baies. Chaque caractéristique de ces critères, présente un facteur qui participe à établir cette typologie lumineuse pour chaque espace. Ces facteurs sont : i) le nombre de source d'éclairage, ii) type d'éclairage, iii) emplacement par rapport aux baies, iv) orientation, v) hauteur de l'espace, vi) inclinaison de la toiture, vii) complexité du volume, et viii) forme géométrique en plan.

2.5. Fiches des espaces :

Pour faciliter la lecture de ce parallèle entre la typologie lumineuse et caractère sémantique, une fiche a été établie pour chaque espace (Figure VII. 25). Chaque fiche se compose de trois parties.

- Une partie graphique, qui contient un plan sur lequel l'emplacement de l'espace est mentionné, une photo, prise du lieu, un croquis, réalisé par un, des étudiants qui ont choisi cette catégorie d'espace.
- La deuxième partie, met en exergue les caractéristiques physiques de l'espace (conformation architecturale), ainsi, que ses caractéristiques lumineuses (baie), dans le but de mettre en œuvre une typologie lumineuse.
- La dernière partie traite le caractère sémantique de l'espace. Pour cela, un nuage issue de l'analyse des correspondances multiples qui indique les correspondances entre toutes les impressions dans cet espace, et la catégorie de l'espace y est inséré. De cette analyse résulte une qualification de l'environnement lumineux.

Ces deux dernières étapes, nous ont permis d'établir une comparaison entre la façon avec laquelle l'espace est perçu, la façon avec laquelle l'ambiance lumineuse de ce lieu est évaluée, et ce qu'il est en réalité. Ceci représente la finalité de cette démarche.

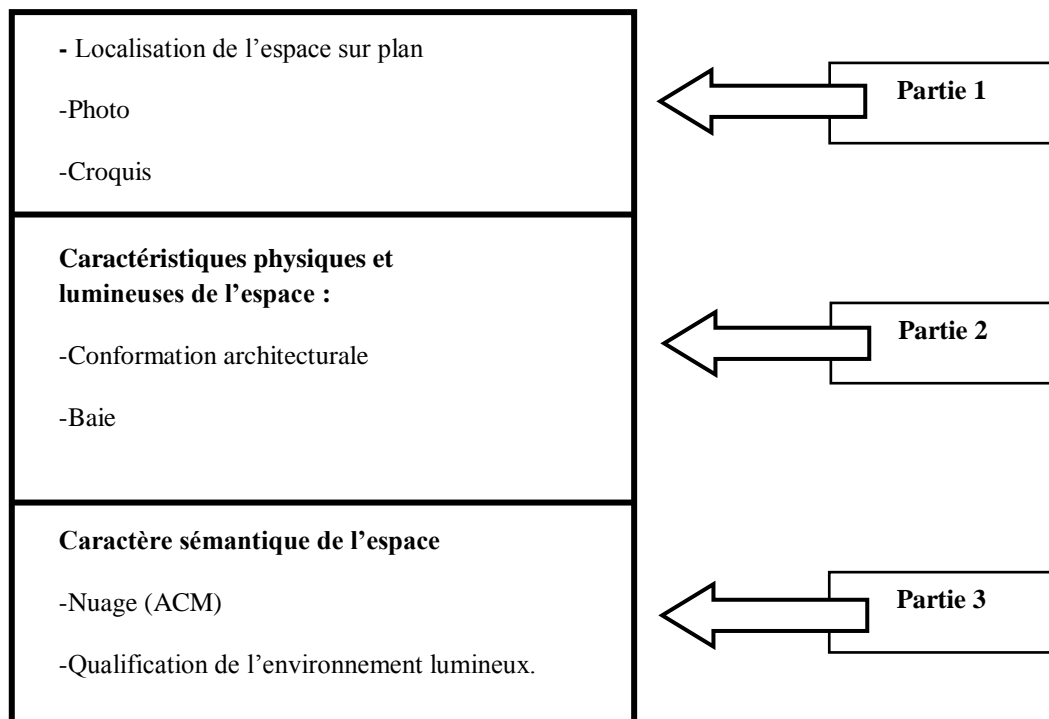
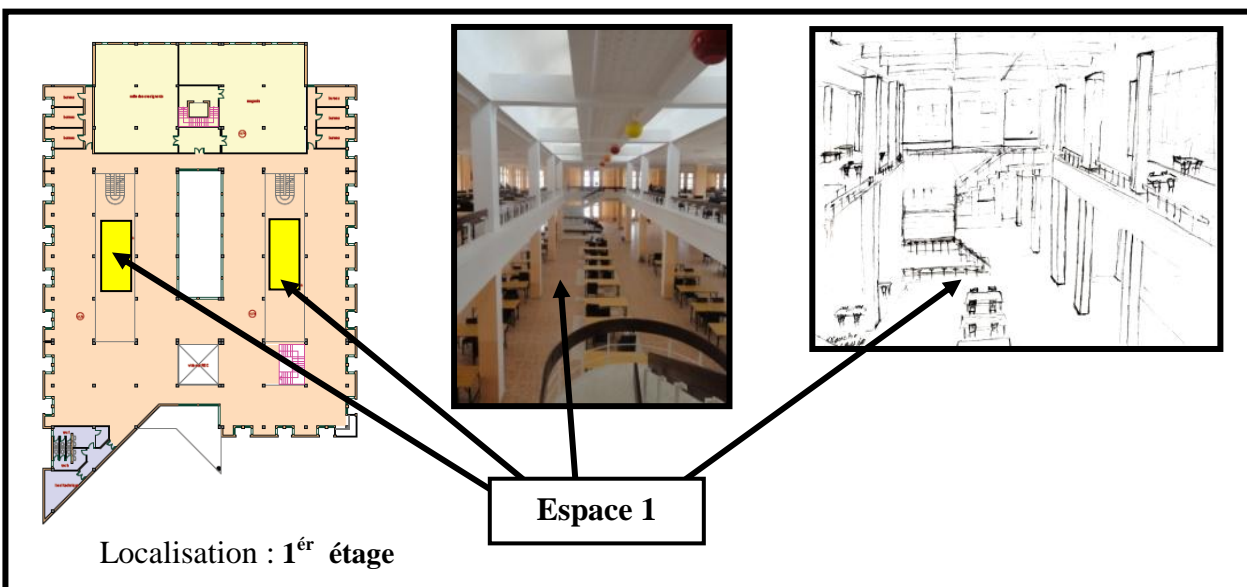


Figure VII. 25: Schéma qui explique la constitution des fiches des espaces.

(Source : l'auteur)



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage 3
	Type d'éclairage : -Bilatérale -Zénithale
	Emplacement par rapport aux baies - Par rapport aux ouvertures latérales : proche - Par rapport au patio : proche - Par rapport à la voute tronquée : très proche
	Orientation : - Nord - Sud -Zénithale
Conformation	Hauteur de l'espace : Grande
	Inclinaison de la toiture : Voute
	Complexité du volume : Simple
	Forme géométrique en plan : Rectangle

Tableau VII. 2 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 1 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 1 :

- très lumineux
- très radieux
- très claire
- pas éblouissant
- visuellement chaud
- joyeux
- entre tendu et relaxant
- très bon éclairage
- fort

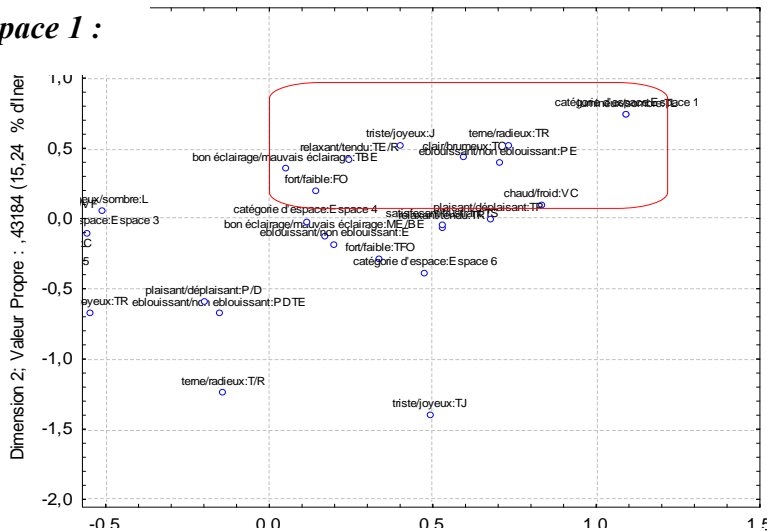
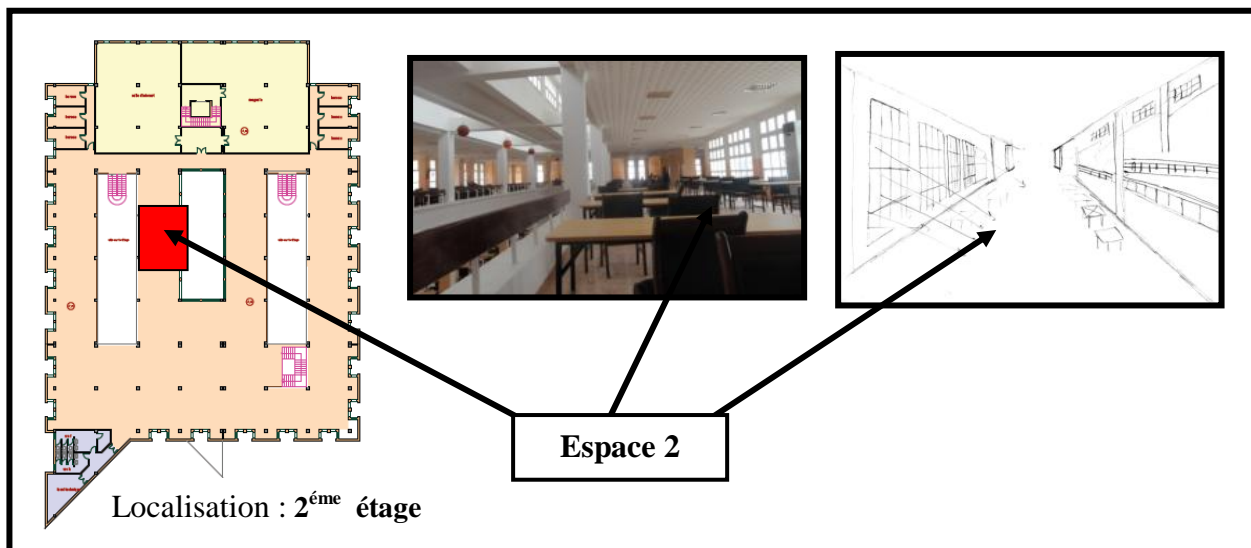


Figure VII. 26 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 1.

Catégorie d'espace 1



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage 3
	Type d'éclairage : -Bilatérale -Zénithale
	Emplacement par rapport aux baies - Par rapport aux ouvertures latérales : loin - Par rapport au patio : très proche - Par rapport à la voute tronquée : très proche
	Orientation :-Nord -Sud -Zénithale
Conformation	Hauteur de l'espace : moyenne
	Inclinaison de la toiture : Plate
	Complexité du volume : Simple
	Forme géométrique en plan : Rectangle

Tableau VII. 3 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 2 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 2 :

- entre fort et faible
- entre éblouissant et pas éblouissant
- bon éclairage
- entre satisfaisant et frustrant
- entre claire et brumeux
- radieux
- plaisant
- satisfaisant
- relaxant
- entre triste joyeux
- lumineux
- entre visuellement chaud et visuellement froid

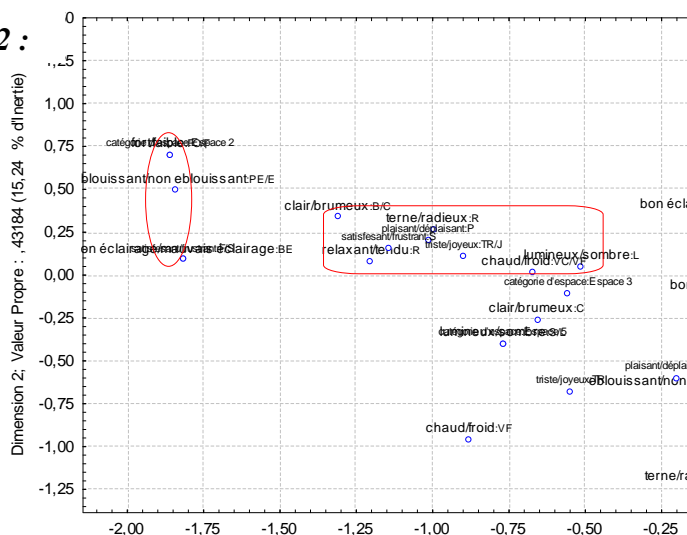
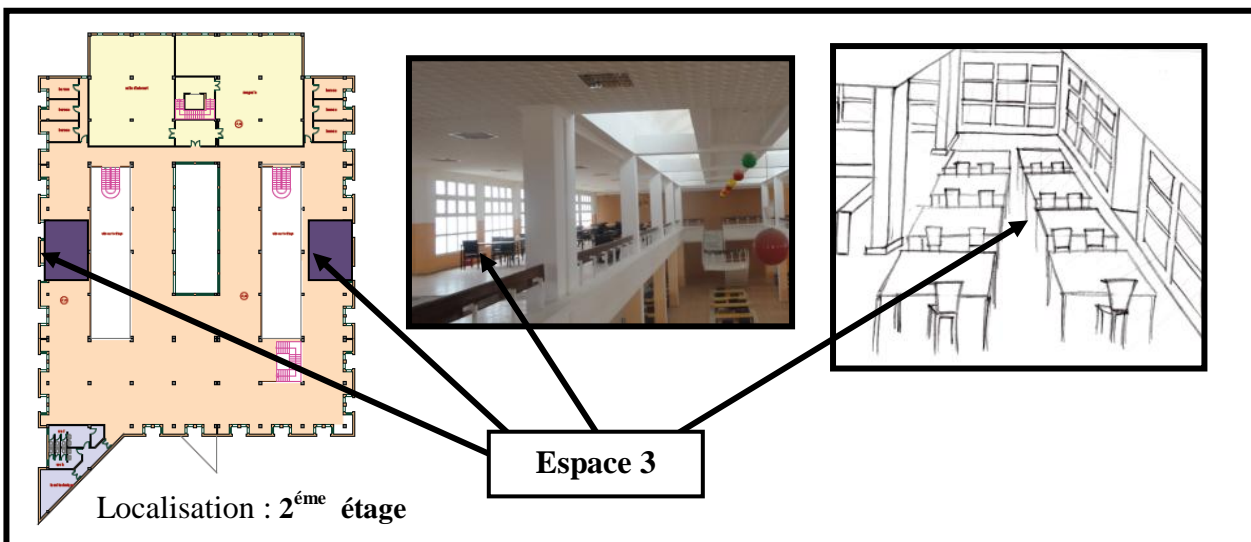


Figure VII. 27 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 2.

Catégorie d'espace 2



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage : 3
	Type d'éclairage : -Bilatérale -Zénithale
	Emplacement par rapport aux baies : - Par rapport aux ouvertures latérales : très proche - Par rapport au patio : loin - Par rapport à la voute tronquée : proche
	Orientation : -Nord -Sud -Zénithale
Conformation	Hauteur de l'espace : Moyenne
	Inclinaison de la toiture : Plate
	Complexité du volume : Simple
	Forme géométrique en plan : Rectangle

Tableau VII. 4 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 3 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 3 :

- claire
- entre sombre et lumineux
- entre plaisant et déplaisant
- très radieux
- pas du tout éblouissant
- visuellement froid
- entre terne et radieux
- très joyeux

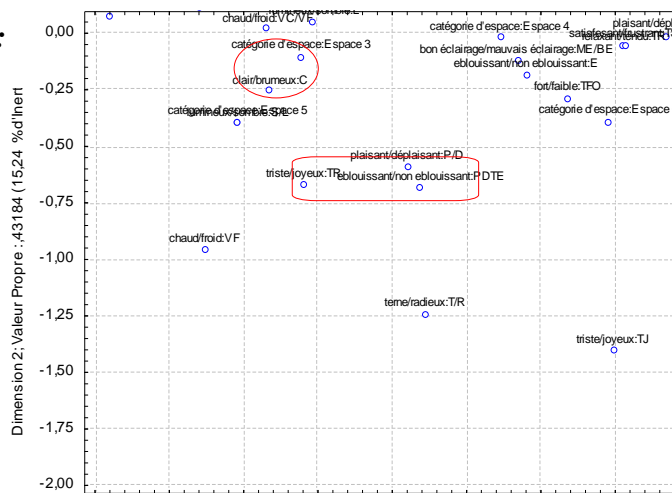
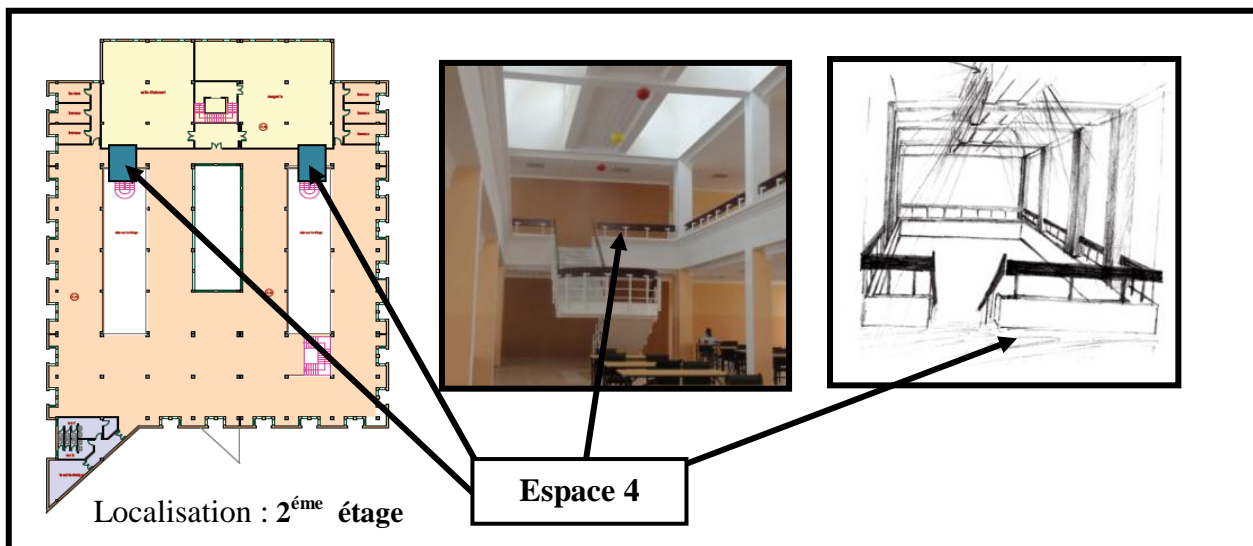


Figure VII. 28 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 3.

Catégorie d'espace 3



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage : 3
	Type d'éclairage :-Bilatérale -Zénithale
	Emplacement par rapport aux baies : - Par rapport aux ouvertures latérales: proche - Par rapport au patio : proche - Par rapport à la voute tronquée : proche
	Orientation : -Nord -Sud -Zénithale
Conformation	Hauteur de l'espace : Moyenne
	Inclinaison de la toiture : Plate
	Complexité du volume : Simple
	Forme géométrique en plan : Rectangle

Tableau VII. 5 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 4 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 4 :

- entre bon et mauvais éclairage
- éblouissant
- très fort
- très plaisant
- très relaxant
- très radieux
- très satisfaisant

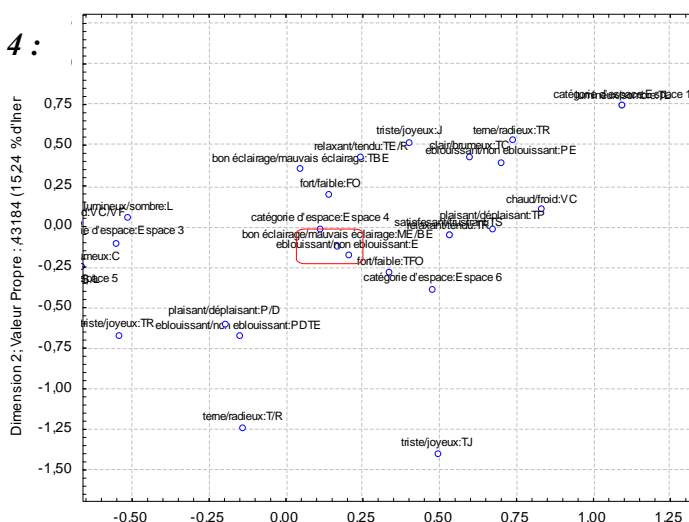
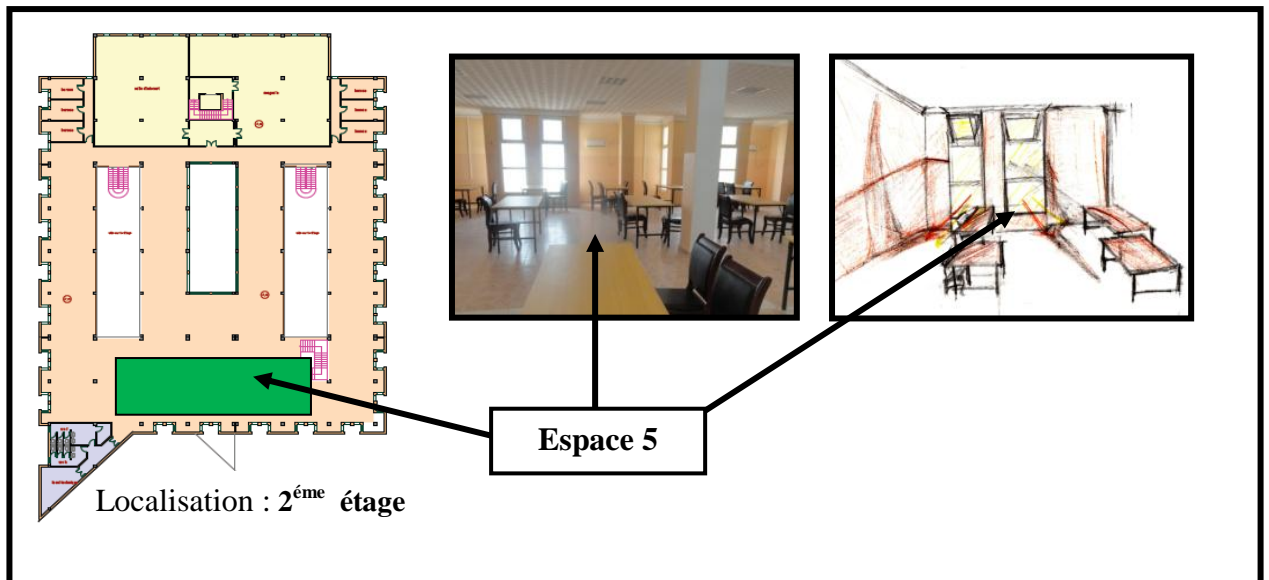


Figure VII. 29 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 4.

Catégorie d'espace 4



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage : 3
	Type d'éclairage : -Unilatérale
	Emplacement par rapport aux baies :
	-Par rapport aux ouvertures latérales: proche
	-Par rapport au patio : très loin
Conformation	-Par rapport à la voute tronquée : loin
	Orientation : -Est
	Hauteur de l'espace : -Moyenne
	Inclinaison de la toiture : -Plate
	Complexité du volume : -Simple
	Forme géométrique en plan : -Rectangle

Tableau VII. 6 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 5 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 5 :

- entre sombre et lumineux
- claire
- entre plaisant et déplaisant
- très radieux
- pas du tout éblouissant
- visuellement froid
- entre terne et radieux
- très joyeux

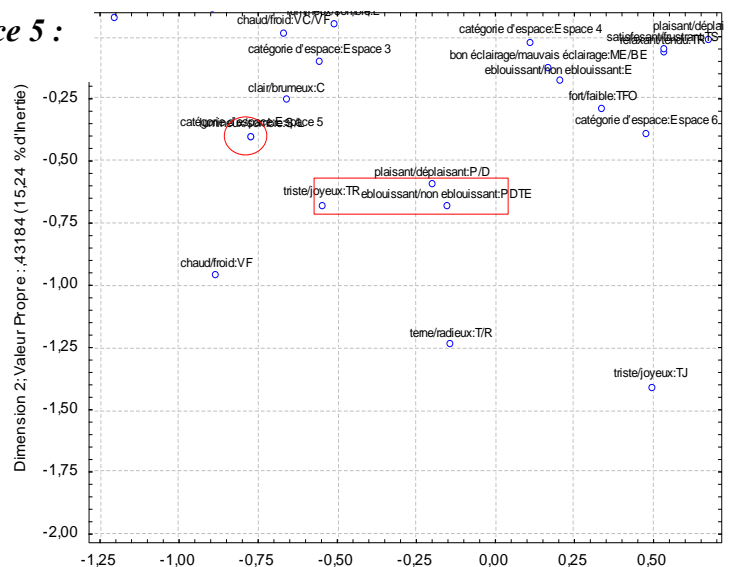
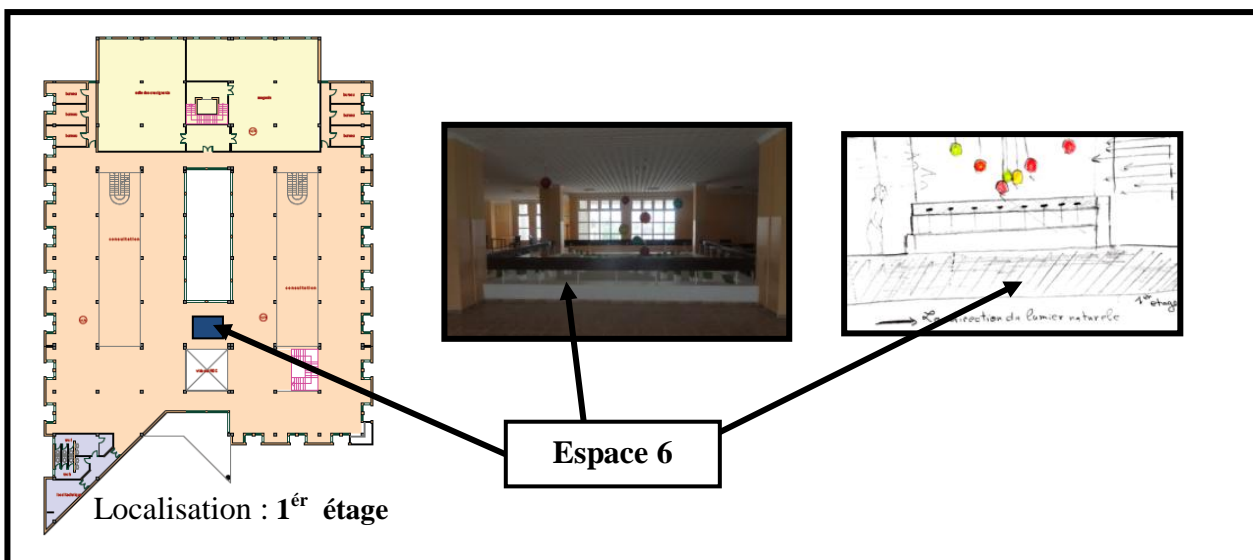


Figure VII. 30 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 5.

Catégorie d'espace 5



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage : 3
	Type d'éclairage : -Bilatérale -Zénithale
	Emplacement par rapport aux baies : - Par rapport aux ouvertures latérales : très proche - Par rapport au patio : proche - Par rapport à la voute tronquée : proche
	Orientation : -Nord -Sud -Est -Zénithale
Conformation	Hauteur de l'espace : Moyenne
	Inclinaison de la toiture : Plate
	Complexité du volume : Simple
	Forme géométrique en plan : Rectangle

Tableau VII. 7 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 6 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 6 :

- très joyeux
- Ni bon ni mauvais éclairage
- éblouissant
- très fort
- très plaisant
- très relaxant
- très radieux
- très satisfaisant

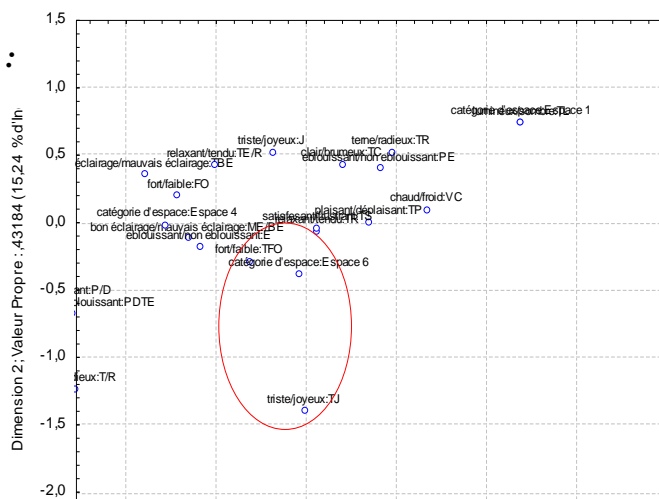
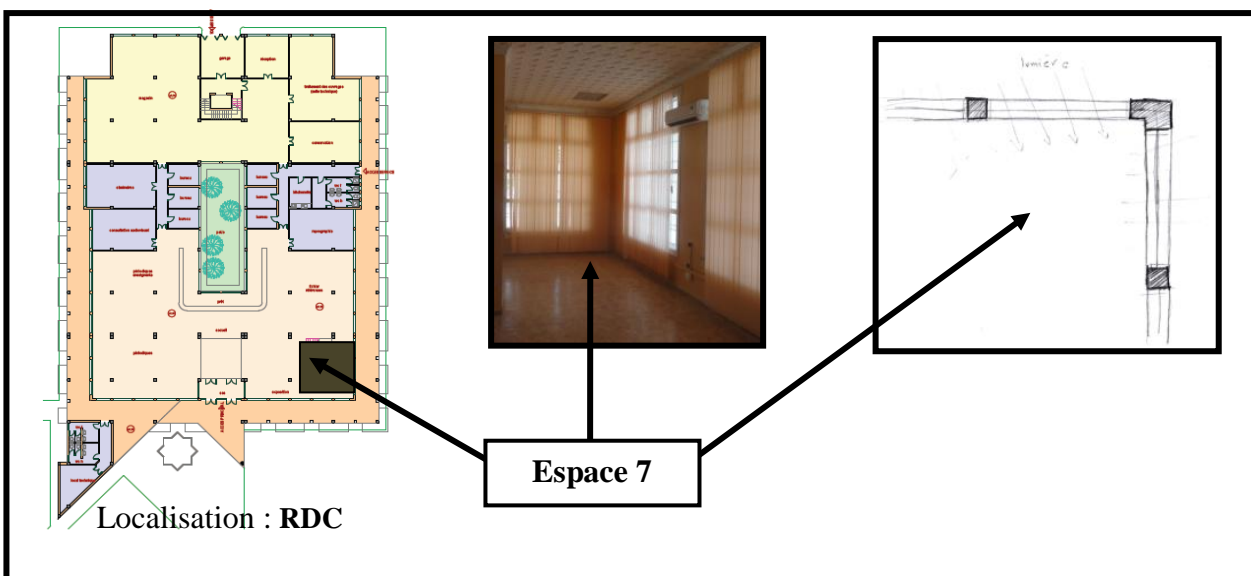


Figure VII. 31 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 6.

Catégorie d'espace 6



Typologie lumineuse :

Critère	Caractéristiques
Baies	Nombre de source d'éclairage : 2
	Type d'éclairage : -Bilatérale
	Emplacement par rapport aux baies : -Par rapport aux ouvertures latérales : très proche
	Orientation : -Nord -Est
	Protection solaire : Store de couleur orange
Conformation	Hauteur de l'espace : Moyenne
	Inclinaison de la toiture : Plate
	Complexité du volume : Simple
	Forme géométrique en plan : Rectangle

Tableau VII. 8 : Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 7 (source : l'auteur)

Qualification sémantique de l'espace 7 :

-sombre
-mauvais éclairage

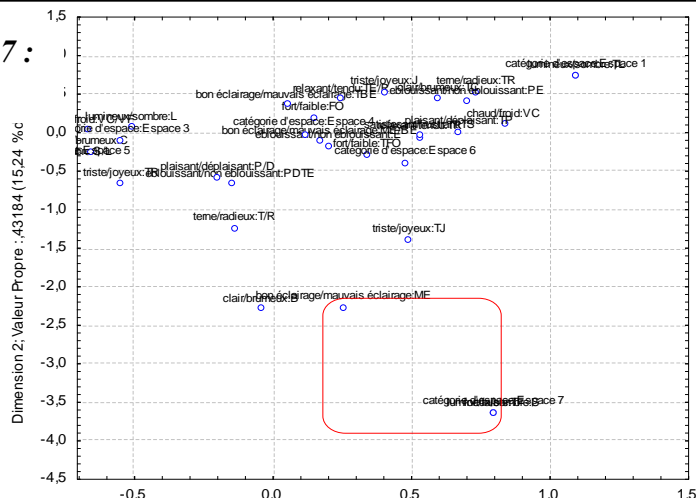


Figure VII. 32 : Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 7.

Catégorie d'espace 7

CONCLUSION :

De ce qui précède, nous pouvons déduire qu'une cohérence dans l'évaluation des ambiances lumineuses a été révélée. Cela s'est traduit par la comparaison faite entre les caractéristiques qui ont concrétisé la typologie lumineuse de chaque espace, d'une part et les impressions ressenties au sein de cet espace d'une autre.

L'observation in situ s'illustre comme une bonne approche pour la maîtrise de l'évaluation de la lumière naturelle. Le signal lumineux auquel l'étudiant a été sensibilisé, pris conscience et acquis les connaissances dans l'étape précédente, peut être perçu lors de cette observation. C'est cette préperception qui a pu mettre l'étudiant dans une situation d'évaluation.

INTRODUCTION :

Partant, de l'intention de vérifier notre hypothèse de départ. Ce chapitre se veut être un moyen de comparaison entre les deux groupes avec qui l'expérience s'est déroulée, mais aussi, une concrétisation et une mise en œuvre de ce qui a été évoqué au préalable.

C'est par une description du protocole expérimental que nous allons commencer, expliquant ainsi, le déroulement du workshop et les résultats des travaux des étudiants recueillis. En effet, l'étape qui suit, consiste à mettre en exergue, la construction de la base de données, en analysant le contenu des croquis et des textes des étudiants.

Deux analyses, respectivement descriptive et comparative, ont été effectuées dans le but de déceler l'écart existant entre les deux groupes, dans leurs façons d'aborder les variables de l'expérimentation. Enfin, une analyse des correspondances a été réalisée dans l'objectif de vérifier lequel des deux groupes révèle plus de cohérence dans les résultats.

1. LE CADRE EXPERIMENTAL :

C'est un exercice de conception dans lequel la création des étudiants est mise à l'épreuve (Annexe J). Il s'agit de concevoir une chambre pour un étudiant en architecture, d'une surface de 16m², avec une surface vitrée de 2 à 3,2 m². Le choix s'est porté sur cet espace car il représente un espace vécu au quotidien par les étudiants ; ce qui implique la facilité de se projeter dedans, sans avoir besoin de réaliser une analyse au préalable pour mieux le connaître et mieux le cerner avant de le concevoir. La conception de cet espace doit se fonder sur la lumière naturelle. Elle doit se faire en tenant compte des concepts relatifs à l'ambiance lumineuse recherchés dans cette pièce. La définition du fonctionnement de cet espace doit se faire en utilisant la lumière naturelle comme première donnée et non pas par un programme fonctionnel.

Sept variables doivent être prises en considération, dans ce travail de conception :

- L'orientation de la chambre.
- la forme de la chambre.
- la hauteur de la chambre.
- le type d'éclairage.
- les ouvertures
 - Position de l'ouverture.
 - Taille de l'ouverture.
 - Forme de l'ouverture.
 - Emplacement de l'ouverture.
 - Nombre des ouvertures.
 - Protections solaires.
- Matière, texture et couleur des murs, du sol et du plafond.
- Aménagement de la pièce (fonctionnement).

1.1. La tâche à accomplir:

Dans cet exercice de conception, la tâche des étudiants consiste à remettre des plans, schémas, croquis et croquis lumineux. Mais aussi un texte explicatif. L'ensemble de ces données constituera par la suite une base de données pour une analyse statistique.

1.2. Le déroulement de l'expérience :

Quatorze (14) étudiants sur les vingt (20) sélectionnés du groupe A, ont pris part, un jour férié, à la dernière étape du travail expérimental de cette recherche, qui s'est déroulée au sein du département d'architecture de Biskra. La même expérimentation a été réalisée en trois journées, avec les six (06) étudiants absents, en tenant compte, de leurs emplois du temps. Pour le groupe B la tâche était plus difficile, car la réalisation de l'expérimentation a nécessité quatre journées. Durant chacune de ces journées, un groupe composé de cinq (05) étudiants été pris à part. Le workshop a débuté par l'explication de l'énoncé de l'exercice de conception, en mettant l'accent sur ses étapes, ainsi que le travail qui doit être remis en fin de journée.



Figure VIII. 1 : Groupe d'étudiants durant le workshop. (Source : l'auteur)

L'expérience s'est déroulée en trois étapes allant des intentions et aboutissant à des esquisses exprimées au moyen du dessin et des mots.

La première étape est intitulée : « intentions et esquisses ». Dans cette étape (Figure VIII. 2), ce qui est demandé est la présentation des croquis qui représentent la répartition lumineuse à l'intérieur de l'espace.

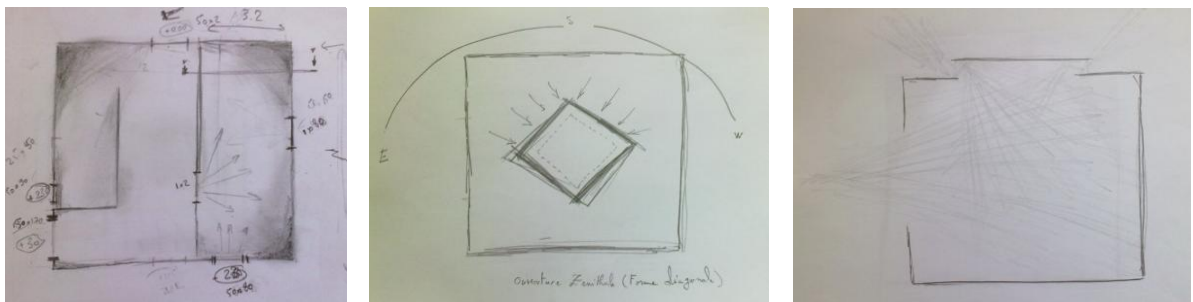


Figure VIII. 2 : Croquis (Exemple de la première étape).

La seconde étape quant à elle, consiste à développer l'esquisse essentiellement au moyen de croquis en 3D. Des croquis d'ambiance sont exigés (Figure VIII. 3). Il y'a recors à plusieurs techniques de représentation, comme la technique « clair/obscur », où la lumière est utilisée comme une palette (Positif : papier blanc et crayons noir, négatif : papier noir et crayons blanc). Ou tout simplement en utilisant les couleurs afin de montrer les couleurs et les textures utilisées.

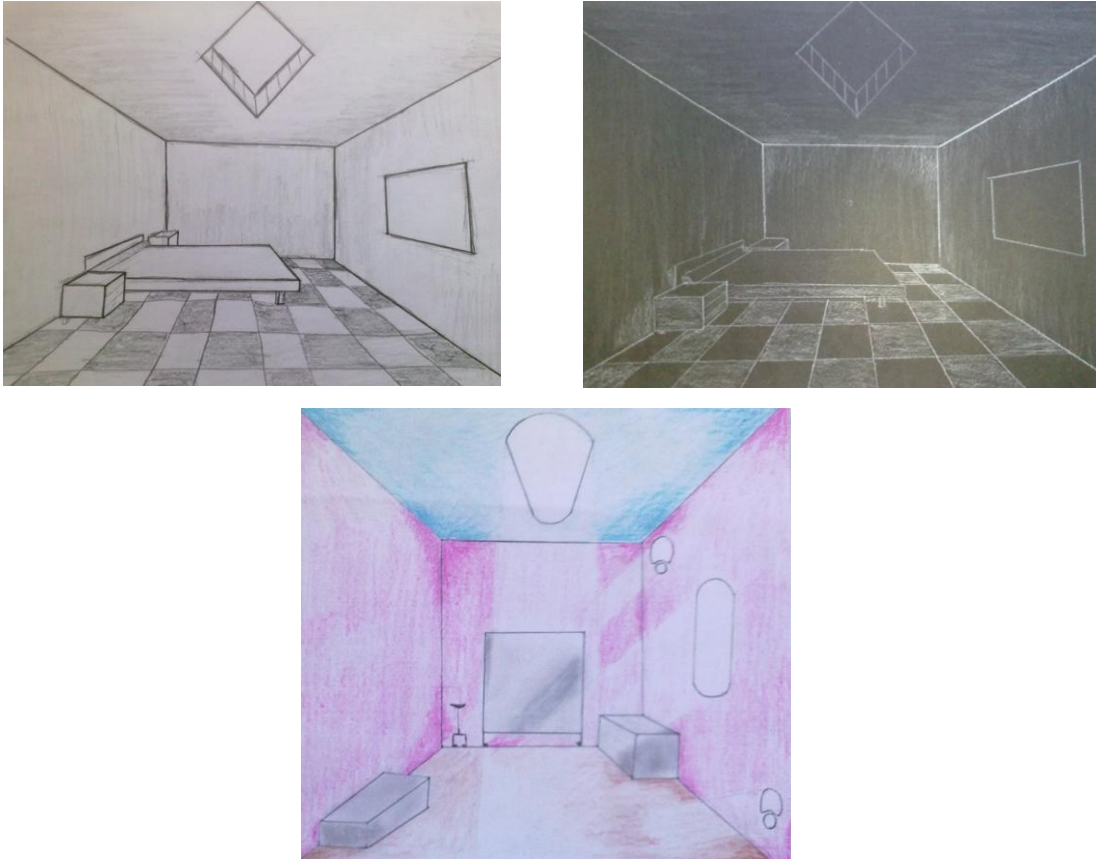


Figure VIII. 3 : Croquis d'ambiance (exemple de la deuxième étape)

Enfin, la dernière étape se résume par la présentation d'un texte expliquant les intentions relatives et l'explication de l'utilisation de la lumière naturelle dans cet espace et les objectifs à atteindre (Figure VIII. 4). Ce texte doit expliquer les stratégies de traitement de la lumière, en justifiant les choix qui ont été faits, pour chaque variable fixée dans la liste au début de l'exercice.

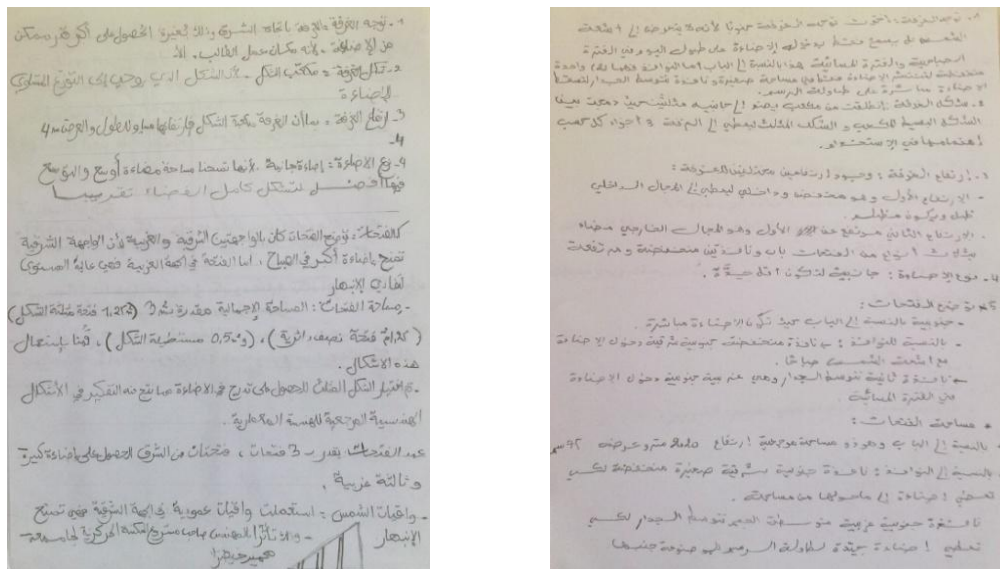


Figure VIII. 4 : Exemple de texte explicatif présenté lors de la 3^{ème} étape.

1.3. Le matériel expérimental :

Comme l'expérience précédente, seul le matériel de dessin a été nécessaire pour la réalisation des représentations (feuilles blanches, feuilles noires, crayon noir et blanc, crayons de couleurs).

1.4. Limites de l'épreuve:

Ce workshop aurait du contenir une dernière épreuve durant laquelle les étudiants devaient réaliser un modèle réduit de leurs projets, en veillant à ce que la maquette soit assez représentative des dispositifs imaginés, afin de reproduire les mêmes conditions architecturales, et les mêmes conditions d'éclairage. Ensuite, une camera aurait du être placée dans chaque modèle réduit, pour que les étudiants réussissent à voir le résultat de leurs conceptions à l'aide d'images qui reproduisent les conditions réelles à l'intérieur. Mais, cela n'as pas pu être réalisé, à cause de la non disponibilité, d'une camera munie d'objectif avec un angle large. Ceci constituera une limite infranchissable dans les conditions actuelles pour cette recherche.

1.5. Duré de l'expérience :

Une journée entière était initialement prévue pour ce workshop, mais l'élimination de la dernière épreuve (modèle réduit) a réduit le temps imparti à six heures.

2. PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS:

2.1. L'objectif du workshop :

Il consiste à faire une comparaison des travaux qui ont été réalisées par le groupe A, et ceux par le groupe B. Aussi, de connaître lequel des deux groupes a été plus performant dans sa conception en partant d'une intention lumineuse.

2.2. Les échelles d'analyse :

Trois échelles servent pour l'interprétation et l'analyse des résultats de cette étape : i) la première est descriptive, ii) la seconde est comparative, tandis que, iii) la troisième est une échelle d'analyse des correspondances.

2.3. Base de données :

Trois bases de données ont été constituées pour réaliser les différentes analyses menées dans ce chapitre. La première représente, ceux du premier groupe, lequel nous avons suivi, et avec qui les deux premières expérimentations ont été réalisées (groupe A). La seconde est propre au second groupe, qui a eu d'autres enseignements (système classique) durant les deux étapes précédentes (groupe B). La troisième, quant à elle, est la base de données pour les deux groupes confondus.

2.4. Sources des bases de données :

2.4.1. Texte explicatif : première source de la base des données.

Le texte explicatif représente la première source pour relever les données avec lesquelles les analyses ont été accomplies. C'est dans ce texte explicatif rédigé par les étudiants lors du workshop, que les intentions lumineuses sont relevées.

Ça a été fait, dans le but de trouver l'intensité de l'intention lumineuse dans le projet de chaque étudiant. Pour ce faire, une échelle indiquant l'intensité de l'intention a été réalisée. Elle est bipolaire et contient, cinq intensités d'intention : très faible, faible, moyenne, forte, et très forte.

Cette classification des intentions, a été conçue, en relevant dans le texte les mots, et les expressions, qui évoquent la lumière naturelle, ses grandeurs photométriques, les impressions qu'ils lui sont propres, et tout ce qui touche à cette dimension. Ensuite, le nombre de mots et d'expressions a été compté pour chaque texte pour pouvoir faire, par la suite, une classification qui nous permettra de désigner l'échelle de l'intensité.

2.4.2. Outil graphique: deuxième source de la base des données.

Outre l'intention de l'étudiant, d'autres variables ont été prises en considération dans les analyses faites. Ces variables sont tirées des travaux de chaque étudiant, c'est la lecture des croquis, des dessins, des schémas, et toute autre représentation graphique.

Ces variables sont classées en cinq groupes (Tableau VIII. 1) : i) le premier rassemble les indicateurs de la conformation architecturale, ii) le second, les caractéristiques de la baie, iii) le troisième, ceux de l'espace intérieur, iv) la quatrième, tous ceux, qui peuvent caractériser la réflexion des espaces intérieurs, et v) le dernier, réunit toutes les variables qui se rapportent à l'intention dont l'intensité de l'intention, et la diversité des ambiances lumineuses (nombre de zone lumineuse et qualification de l'environnement lumineux).

Conformation	Ouverture	Espace intérieur	Réflexion des surfaces	Intention
- Complexité du Volume -Forme géométrique en plan - Forme de la toiture - Inclinaison de la toiture - Inclinaison des Murs -Hauteur	-Orientation -Type d'éclairage - Nombre d'ouvertures -Taille des ouvertures - Forme des ouvertures - Proportion des ouvertures -Position des ouvertures -Position des ouvertures -Protection solaire Z1	-Subdivision -Aménagement intérieur	- Couleur et texture du mur. - Couleur et texture du sol. -Couleur et texture du plafond.	-Intensité de l'intention -Nombre de zone lumineuse. -Qualification de l'environnement lumineux de la zone.

Tableau VIII. 1 : Classes des variables de l'analyse. (Source : l'auteur)

2.5. Analyse et interprétation

2.5.1. Les variables entre le groupe A et le groupe B :

Durant le workshop, l'ensemble des variables citées précédemment (Section 2.4.2) ont été abordées de manières différentes. Cette différence peut être perçue à deux niveaux différents : la première, entre les étudiants des deux groupes. La seconde, entre les étudiants au sein du même groupe. Déceler ces différences a nécessité le recours à deux types d'analyse ; une descriptive, et une comparative. Mettre en œuvre l'analyse descriptive, nécessite une analyse univariée, tandis que celle de l'analyse comparative, nécessite une analyse bivariée.

Dans ce qui suit, des histogrammes comparatifs ont été représentés pour l'ensemble des variables. Chaque histogramme a bénéficié de deux lectures à des échelles différentes : une lecture descriptive dans le but de voir comment chaque variable a été abordée par les étudiants du même groupe, et une lecture comparative qui tend à faire une comparaison entre les deux groupes.

2.5.1.1. Intention :

La moitié du groupe A a eu, une intention forte; un cinquième une intention moyenne et un autre cinquième une intention faible. Enfin, un dixième du groupe révèle une intention très forte (Figure VIII. 5). Les intentions du groupe B sont majoritairement faibles. En effet, la moitié du groupe a eu, une intention faible, et un cinquième a révélé une intention très faible. Seul un tiers du groupe, montre une intention forte, et un quinzième, une intention moyenne.

Le plus frappant dans ces histogrammes comparatifs, c'est l'écart entre les intentions des deux groupes. Les deux histogrammes montrent que le groupe A, a plus tendance à avoir des intentions fortes, et des intentions très fortes, contrairement au groupe B, pour qui l'intention faible et l'intention très faible dépassent de loin celles du groupe A.

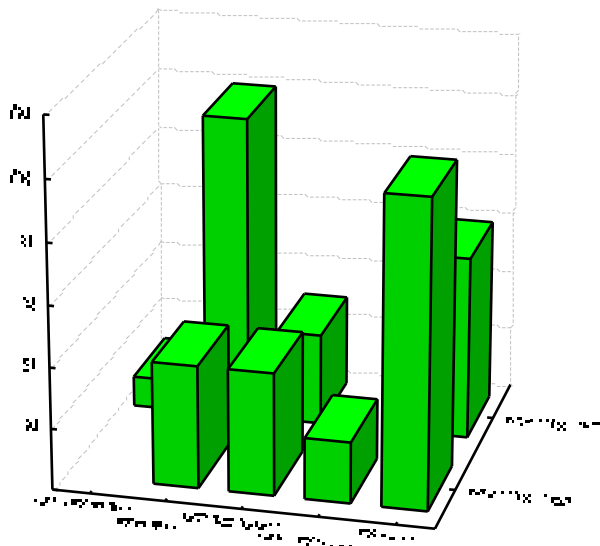


Figure VIII. 5 : Histogrammes comparatifs entre Gr A et Gr B pour la variable : Intention

2.5.1.2. Subdivision :

Deux tiers du groupe A ne prévoient pas une subdivision dans leurs espaces contre un tiers qui imagine des séparations au sein de leurs espaces. Pour le groupe B, presque la totalité du groupe (95%) ne subdivise pas leurs espaces; seule, une petite minorité (5%) prévoit des cloisons intérieures.

Dans le groupe A, les étudiants ont prévu plus de subdivision dans leurs projets, contrairement au groupe B, où seule une infime minorité a opté pour des cloisons de séparation (Figure VIII. 6).

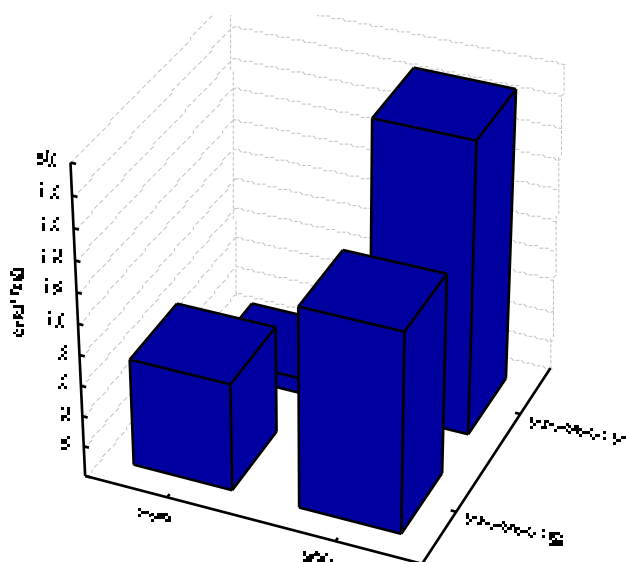


Figure VIII. 6 : Histogrammes comparatifs entre Gr A et Gr B pour la variable : Subdivision

2.5.1.3. Nombre de zone lumineuse :

La moitié du groupe A prévoit deux zones lumineuses, un quart ; trois zones lumineuses, et enfin, un cinquième, une seule zone lumineuse. Presque deux tiers du groupe B (soit 65%) opte pour une seule zone lumineuse, contre un peu plus que le tiers du groupe (35%) qui opte pour deux zones lumineuses.

Les étudiants du groupe A, sont ceux qui pensent plus à faire varier les ambiances lumineuses dans leurs projets. Ils proposent ainsi trois (03) zones lumineuses contrairement au groupe B qui propose seulement deux (02) zones lumineuses. Une deuxième différence a été constatée : la majorité du groupe A, choisit beaucoup plus les deux zones lumineuses, tandis que la majorité du groupe B, opte pour une seule zone lumineuse (Figure VIII. 7).

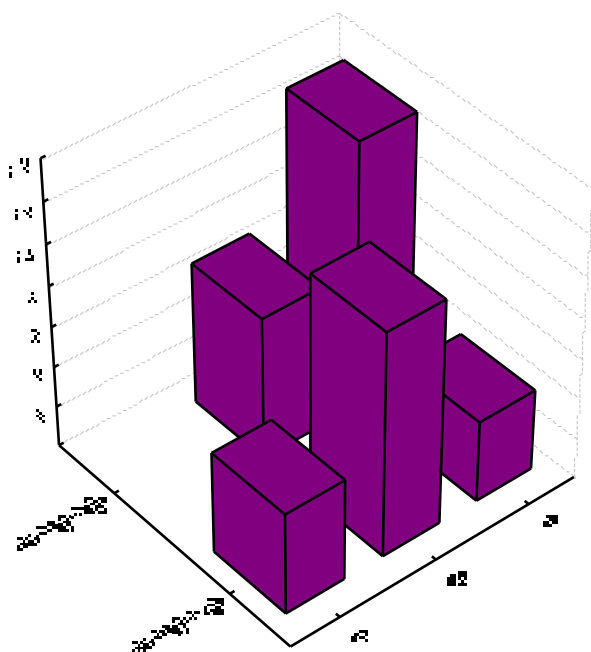


Figure VIII. 7 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Nombre de zone lumineuse.

2.5.1.4. Complexité du volume et forme géométrique en plan :

La forme rectangulaire est la plus présentée par les étudiants du groupe A. La composition, d'un rectangle, de deux rectangles, de trois rectangles ont été représentées respectivement par un quart du groupe, un cinquième du groupe et un quinzième du groupe. D'autres formes sont choisies par les étudiants de ce groupe. Il s'agit de la forme carrée (15%), rectangle + 2triangles (10%), et circulaire, pentagonale, et rectangulaire+ demi cercle (chacune à 5%). Un quart du groupe B, opte pour une forme carrée; un cinquième pour la forme rectangulaire ; un dixième pour chacune des formes suivantes: 2 rectangles, trois rectangles, rectangle + triangle; et un cinquième pour chacune des formes suivantes: hexagonale, octogonale, 2 rectangles+ 2 triangles, et rectangle + quart de cercle (Figure VIII.8).

Le groupe A préfère les formes complexes aux simples, tandis que le groupe B, présente une égalité dans le choix entre formes simples et composées.

La tendance du groupe B a varié. La forme géométrique en plan est plus élevée que chez le groupe A. En effet, on relève dix (10) formes géométrique dans les conceptions du groupe B contre huit (08) pour le groupe A. Le groupe A, a plus tendance à préférer la forme rectangulaire, ainsi que la composition de deux ou trois rectangles. Alors, que la majorité du

groupe B, préfère la forme carrée en première position, suivie par la composition de plusieurs autres formes (Figure VIII. 9).

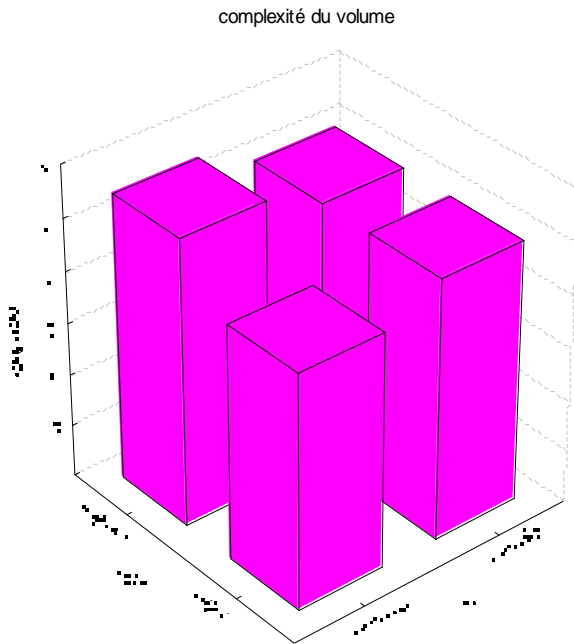
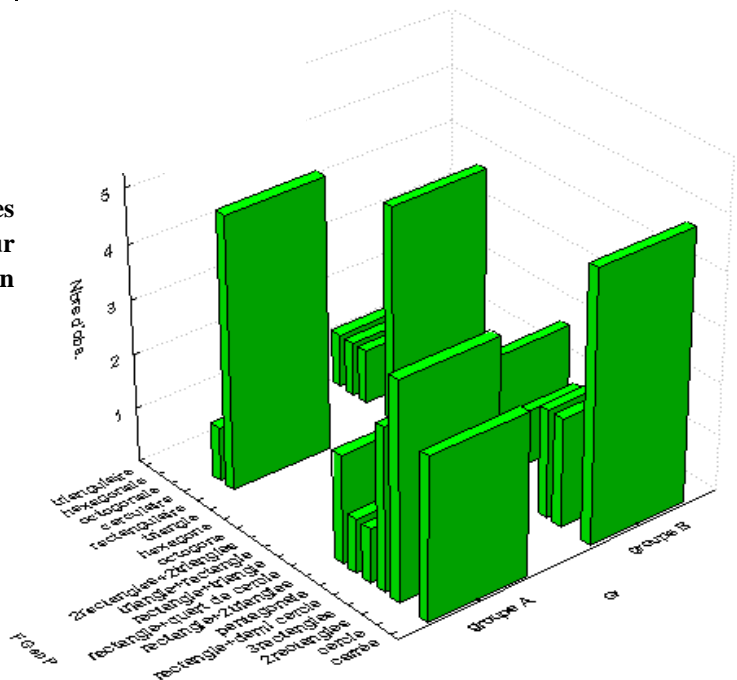


Figure VIII. 9 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour les variables : Forme géométrique en plan.

Figure VIII. 8 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Complexité du volume.



2.5.1.5. Propriétés de la zone lumineuse 1 :

2.5.1.5.1. Qualification de l'environnement lumineux :

Les quatre cinquièmes du groupe A qualifie la zone lumineuse 1 de « lumineuse » ; un dixième la qualifie de « contrastée », et un cinquième de « peu lumineuse ». La grande majorité du groupe B (95%) trouve que la zone lumineuse 1 est « lumineuse » ; une petite minorité (5%) la qualifie de « sombre ».

La comparaison des résultats des deux groupes, montre que le groupe A propose plus de qualification pour l'environnement lumineux de cette première zone. Elle révèle aussi que ceux qui qualifient l'environnement lumineux de la zone 1 de lumineux dans le groupe B sont plus nombreux que ceux du groupe A (Figure VIII.10).

Figure VIII. 10 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Qualification de l'environnement lumineux.

2.5.1.5.2. Hauteur de la zone 1 :

Un peu plus que les deux tiers du groupe A (70%), optent pour une hauteur moyenne, et un peu moins du tiers (30%), choisissent une grande hauteur. Le groupe B, quant à lui, présente trois variétés de hauteurs. Plus que la moitié du groupe (65%), présente une hauteur moyenne; un quart, une grande hauteur, et un dixième, une hauteur basse (Figure VIII.11).

Comparé au groupe A, le groupe B offre plus de variété en hauteur. Leur point commun est que la majorité des deux groupes optent pour une hauteur moyenne.

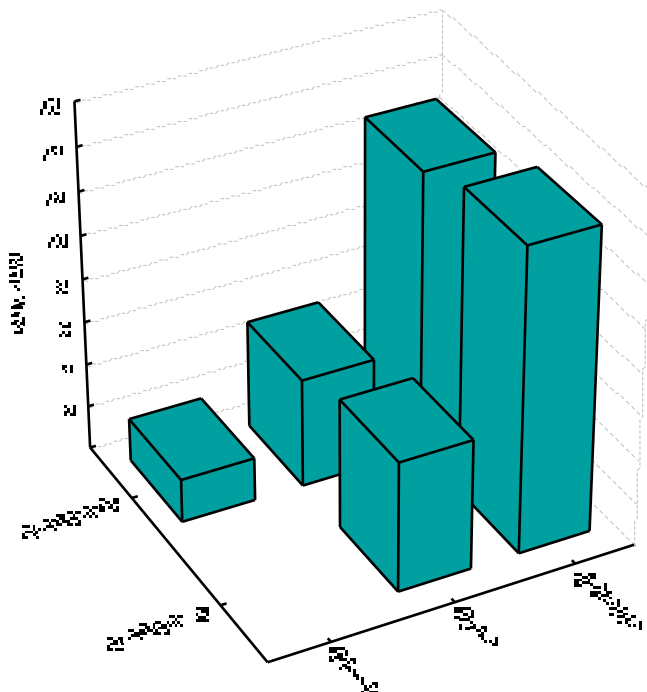


Figure VIII. 11 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Hauteur de la zone 1

2.5.1.5.3. Orientation de la zone 1 :

Les trois orientations les plus retrouvées dans les travaux des étudiants du groupe A, sont « l'orientation Sud » en premier (un cinquième du groupe), suivie par l'orientation « Sud+ciel » (15%), et l'orientation « Est+ciel » (10%). Le reste des orientations se répartissent à part égale sur le reste des projets (5% pour chacune).

Concernant le groupe B, « l'orientation Est » est l'orientation la plus présentée (un tiers du groupe) « Le ciel » et « l'Ouest » la suivent (respectivement, un cinquième et un quinzième du groupe) ; viennent, alors, le reste des autres orientations (5% pour chacune).

La variation en orientation caractérise plus le groupe A, qui révèle quatorze (14) types d'orientations contre dix (10) pour le groupe B. « L'orientation sud » est la plus choisie par le groupe A, tandis que le groupe B, à plus tendance à choisir « l'orientation Est » (Figure VIII.12).

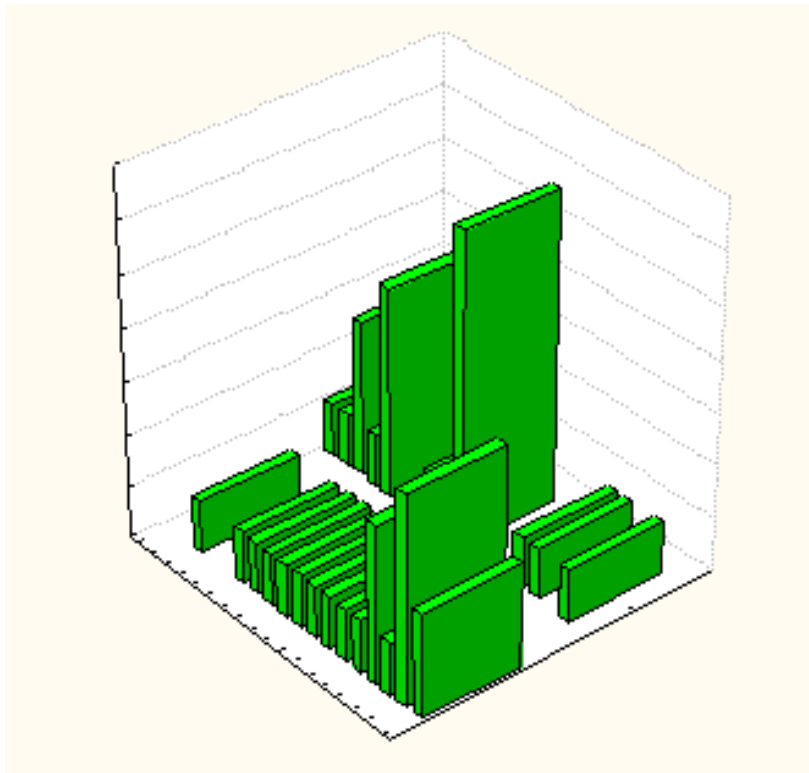


Figure VIII. 12 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Orientation de la zone 1

2.5.1.5.4. Type d'éclairage de la zone 1 :

Deux types d'éclairage ont été choisis par les étudiants du groupe A. Il s'agit de « l'éclairage latéral » et « l'éclairage combiné » (zénithal+latéral).

L'éclairage latéral a séduit deux tiers du groupe, contre un tiers du groupe qui a préféré un éclairage combiné. Le type d'éclairage varie plus chez les étudiants du groupe B. On remarque cela à travers l'apparition d'un troisième type d'éclairage, celui zénithal, utilisé par un cinquième du groupe. L'éclairage latéral se place en tête du classement grâce à sa sélection par deux tiers du groupe. L'éclairage combiné occupe la dernière position (5%).

En comparant les deux groupes, on peut déduire que : l'éclairage zénithal est exclusivement utilisé par le groupe B et l'éclairage latéral est le plus utilisé par les deux groupes (Figure VIII.13).

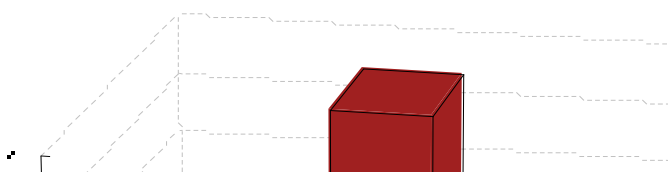


Figure VIII. 13 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : type d'éclairage de la zone 1.

2.5.1.5.5. Nombre et taille des ouvertures de la zone 1 :

Pour le groupe A, trois cinquième des étudiants prévoient deux baies et un quart opte pour une seule. Il est important de signaler que trois, six, huit et même neuf ouvertures, ont été prévues par les étudiants de ce groupe, chacune à 5%. Deux cinquièmes du groupe B, optent pour deux ouvertures. Ce taux atteint un quart, lorsqu'il s'agit d'une seule ouverture, et continue à baisser jusqu'à 15% pour trois ouvertures, 10% pour quatre ouvertures, et 5% pour cinq ouvertures (Figure VIII.14).

Concernant la taille de l'ouverture, le groupe A préfère huit tailles d'ouvertures. Du fait, qu'elle est choisie par la moitié du groupe, la taille moyenne se place en tête du classement. Elle est suivie par la grande taille avec un cinquième du groupe, et par le reste des tailles présentant chacune un pourcentage de 5%. Pour le groupe B, trois cinquième du groupe optent pour des ouvertures uniformément moyennes, un quinzième pour les grandes ouvertures, un dixième pour les petites ouvertures, et un cinquième pour le reste des tailles choisies (Figure VIII.15).

C'est pas le cas, pour la taille des baies, où le groupe A, a représenté huit variations de la taille d'ouvertures, tandis que le groupe B n'a représenté que six. Mais, on peut déduire que la majorité des étudiants des deux groupes confondus ont choisis des ouvertures uniformément moyennes.

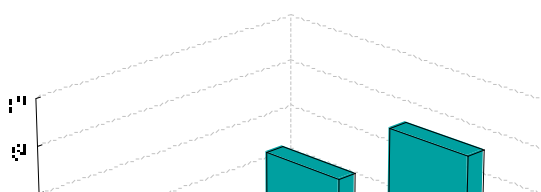


Figure VIII. 14 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Nombre des ouvertures de la zone 1.

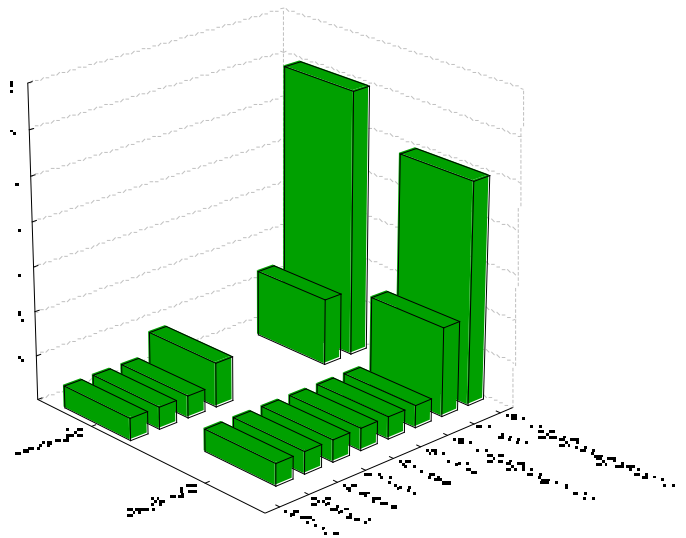


Figure VIII. 15 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Taille des ouvertures de la zone 1.

2.5.1.5.6. Forme et proportions des ouvertures de la zone 1 :

Les ouvertures de forme, « rectangulaire » et « rectangle+ demi cercle, rectangle+ carrée, et carrée » ont été respectivement choisies par la moitié et un dixième du groupe A. Tandis qu'un cinquième du groupe a opté pour les formes : ovale, triangle, rectangle+ 2demi cercles et carrée+ rectangle.

Deux cinquièmes du groupe B optent pour une fenêtre de forme rectangulaire, et un tiers pour la forme carrée. Le reste des formes, à savoir: ovale, triangle, rectangle+ 2demi cercles et carrée+ rectangle, sont choisies chacune par un cinquième du groupe.

Les deux groupes ont montré une variété de formes pour les ouvertures. La forme, carrée et rectangulaire, sont les représentées dans les projets des étudiants du groupe B. Dans ceux du groupe A, les formes rectangulaires viennent en tête du classement (Figure VIII.16).

Concernant les proportions des ouvertures de cette zone, un tiers des étudiants du groupe A, a choisi des ouvertures avec de proportion intermédiaire ; un cinquième du groupe opte pour des horizontales, un quinzième pour des verticales ; un quinzième pour la combinaison verticale + horizontale et un dixième pour la combinaison verticale et intermédiaire. Les combinaisons

d'ouvertures «verticales-horizontales» et «verticales+intermédiaires+horizontales» ont obtenu chacune une représentation de un cinquième du groupe.

Les ouvertures de proportions intermédiaires, verticales et horizontales ont été représentées respectivement par deux cinquièmes, un tiers et un cinquième des étudiants du groupe A. Une minorité d'entre eux (5%), a préféré la combinaison de deux ouvertures, de deux proportions différentes (intermédiaire+ verticale).

Le groupe A, classe en première position l'ouverture intermédiaire, en seconde la verticale et l'horizontale et en dernier les baies aux proportions variées. Le groupe B préfère beaucoup plus des ouvertures verticales et intermédiaires ; sans oublier les autres proportions qui ont été rencontrées dans ces travaux et qu'on qualifie de variées (Figure VIII.17).

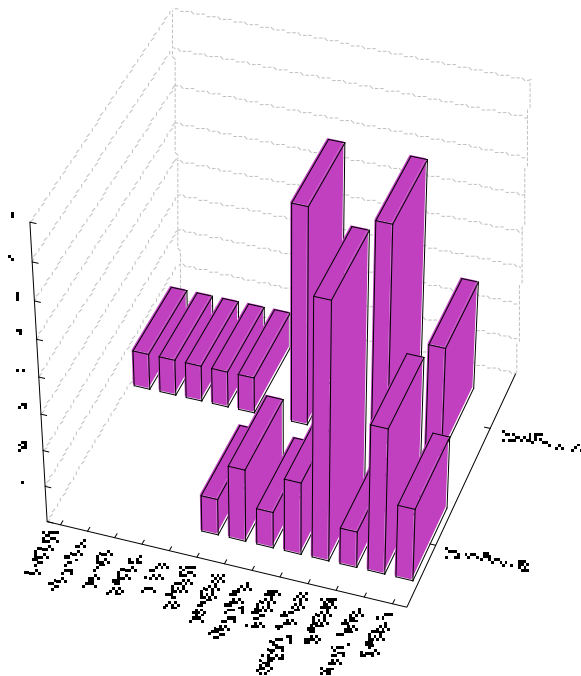


Figure VIII. 16 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Forme des ouvertures de la zone 1.

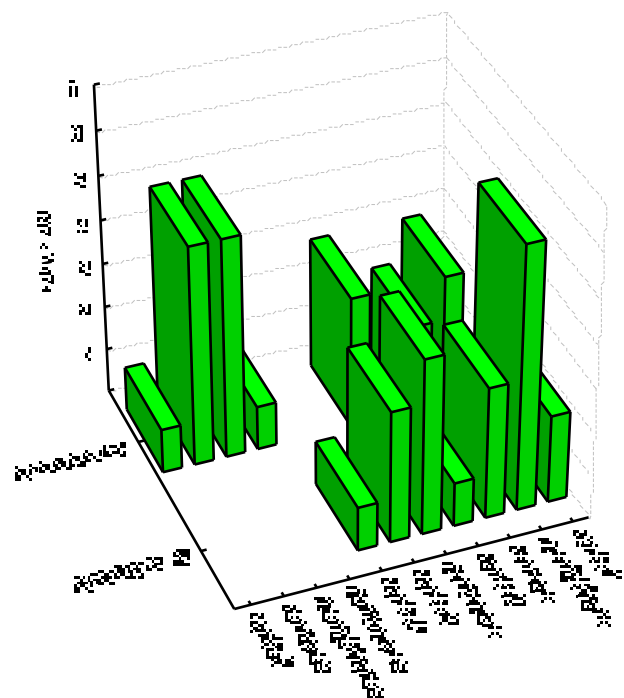


Figure VIII. 17 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Proportion des ouvertures de la zone 1.

2.5.1.5.7. Position des ouvertures de la zone 1 par rapport à la hauteur et par rapport à la largeur :

Par le choix, de un cinquième du groupe, la position intermédiaire et la combinaison : d'une ouverture d'une position intermédiaire, et une autre ouverture zénithale, occupent la première place, suivies par les combinaisons des positions : « basses+intermédiaires+hautes », et « intermédiaire+haute », chacune sélectionnée par un sixième du groupe. Un dixième du groupe a choisi la position basse et le un vingtième, les positions : basse+intermédiaire, basses+intermédiaire, intermédiaire+basse, moyenne et moyennes.

Presque la moitié du groupe (45%), adopte des positions intermédiaires des fenêtres par rapport à la hauteur, un sixième des ouvertures zénithales, et un dixième une ouverture haute. Un vingtième du groupe a choisi les positions: intermédiaire+zénithale, intermédiaire, basses+intermédiaires+hautes, moyenne, zénithale et hautes (Figure VIII.18).

Plus que la moitié du groupe A (55%) adopte une position centrée de la fenêtre par rapport à la largeur, un cinquième du groupe préfère la position latérale, et un dixième pour la combinaison d'une ouverture centrée et des ouvertures latérales. Chacune des trois combinaisons, latérales+centrée, centrée+latérale et centrées+latérales, ont été choisies par un vingtième du groupe.

Le groupe B a fait le choix de quatre positions. Un tiers pour les positions latérales, presque un tiers pour les centrées, un quart pour la centrée et un dixième pour les centrées + latérales.

Comparé au groupe B, le groupe A, présente plus de variété concernant la position de l'ouverture par rapport à la hauteur, et par rapport à la largeur. En effet, dix positions par rapports à la hauteur sont proposées par le groupe A, contre neuf par le groupe B. Six positions par rapport à la largeur sont suggérés par le groupe A contre quatre pour le groupe B (Figure VIII.19).

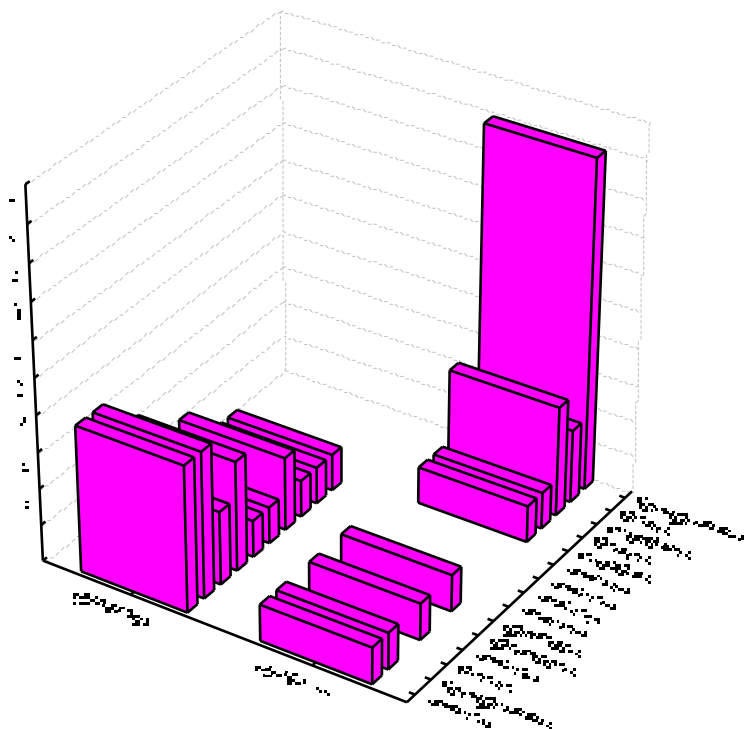


Figure VIII. 18 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 1 par rapport à la hauteur

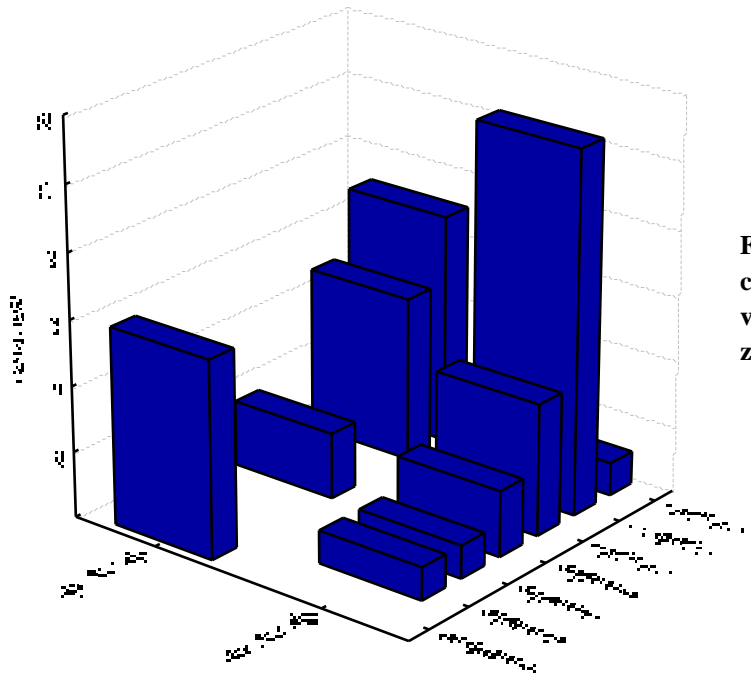


Figure VIII. 19 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 1 par rapport à la largeur.

2.5.1.5.8. Protection solaire dans la zone 1 :

Seul un quart du groupe A prévoit une protection solaire. Ce quart est partagé entre deux protections, une verticale (flanc), et l'autre horizontale (auvent). La protection solaire, pour le groupe B est représentée dans les mêmes proportions du groupe A. Le premier choix des étudiants est le flanc (20%).

La protection solaire n'a pas présenté un grand intérêt pour les étudiants des deux groupes confondus. Uniquement un quart de chaque groupe, a tenu compte de la protection solaire lors de la conception architecturale. Malgré, l'enseignement spécifique que les étudiants du groupe B ont eu durant la deuxième étape de cette partie expérimentale (calcul des protections solaire), ils n'ont pas réservé un traitement particulier pour les protections solaires (Figure VIII.20).

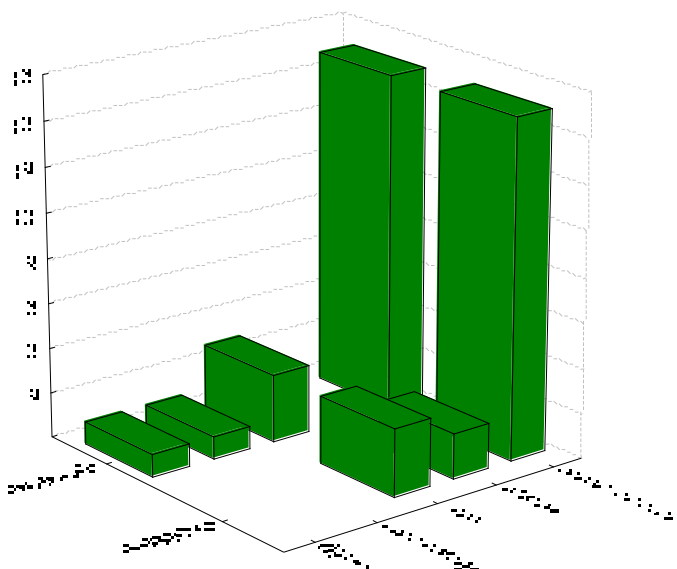


Figure VIII. 20 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Protection solaire.

2.5.1.5.9. Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 1 :

La plus grande majorité des étudiants du groupe A (90%), a fait le choix d'une couleur claire pour leurs murs et le plafond. Un vingtième ont préféré la couleur foncée et la combinaison entre les couleurs foncées et les couleurs claires. La couleur du sol a révélé deux tendances : i) la première représentant trois cinquièmes du groupe, préfère une couleur claire, ii) la deuxième représentant deux cinquièmes du groupe préfère celle sombre.

Trois quarts du groupe B, optent pour des murs de couleur claire. Mais, un quart d'entre eux préfèrent les couleurs foncées. Pour le plafond, presque la totalité du groupe (95%) ont choisi la couleur claire, et une minorité (5%), celle sombre. Concernant la couleur du sol, les avis sont partagés, un peu plus de la moitié du groupe (55%) se penche vers une couleur claire, le reste (45%) vers une couleur foncée (Figure VIII.21).

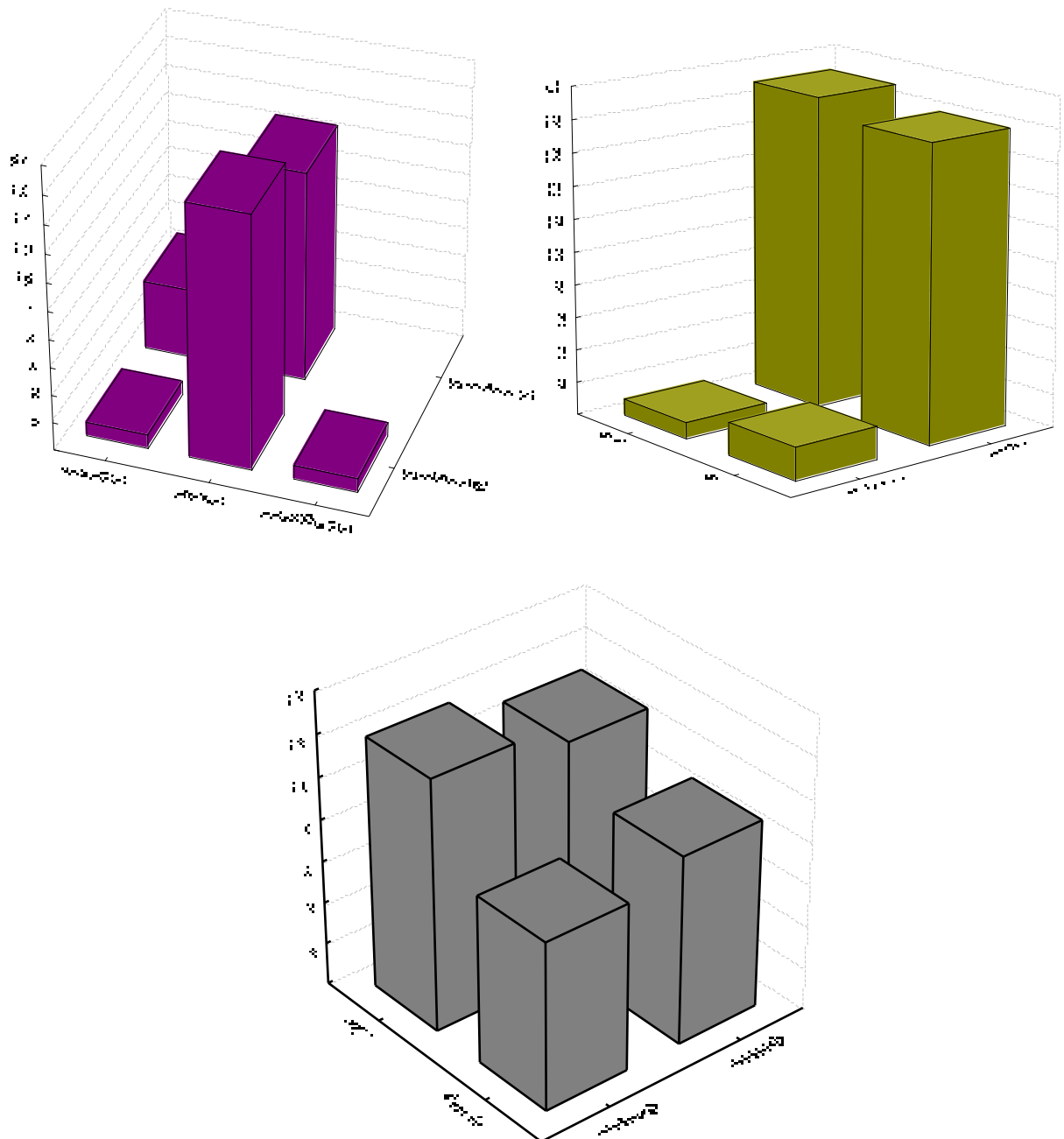


Figure VIII. 21 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 1

2.5.1.5.10. *Texture des murs, des sols et des plafonds de la zone 1 :*

Le choix du groupe B de la texture lisse et rugueuse, est identique pour le cas des murs et des plafonds. Pour celle du sol, deux tiers du groupe optent pour une texture rugueuse, contre un tiers qui préfère la texture lisse.

Pour le groupe A, deux tiers du groupe choisissent une texture lisse, un quart, une texture rugueuse, et un vingtième, une texture combinée (mélange de texture lisse et rugueuse).

Concernant la texture du plafond, deux tiers du groupe préfèrent une texture lisse et un tiers, une rugueuse. Pour la texture du sol, les avis sont partagés, la moitié du groupe préfère la texture lisse, l'autre moitié, celle rugueuse (Figure VIII.22).

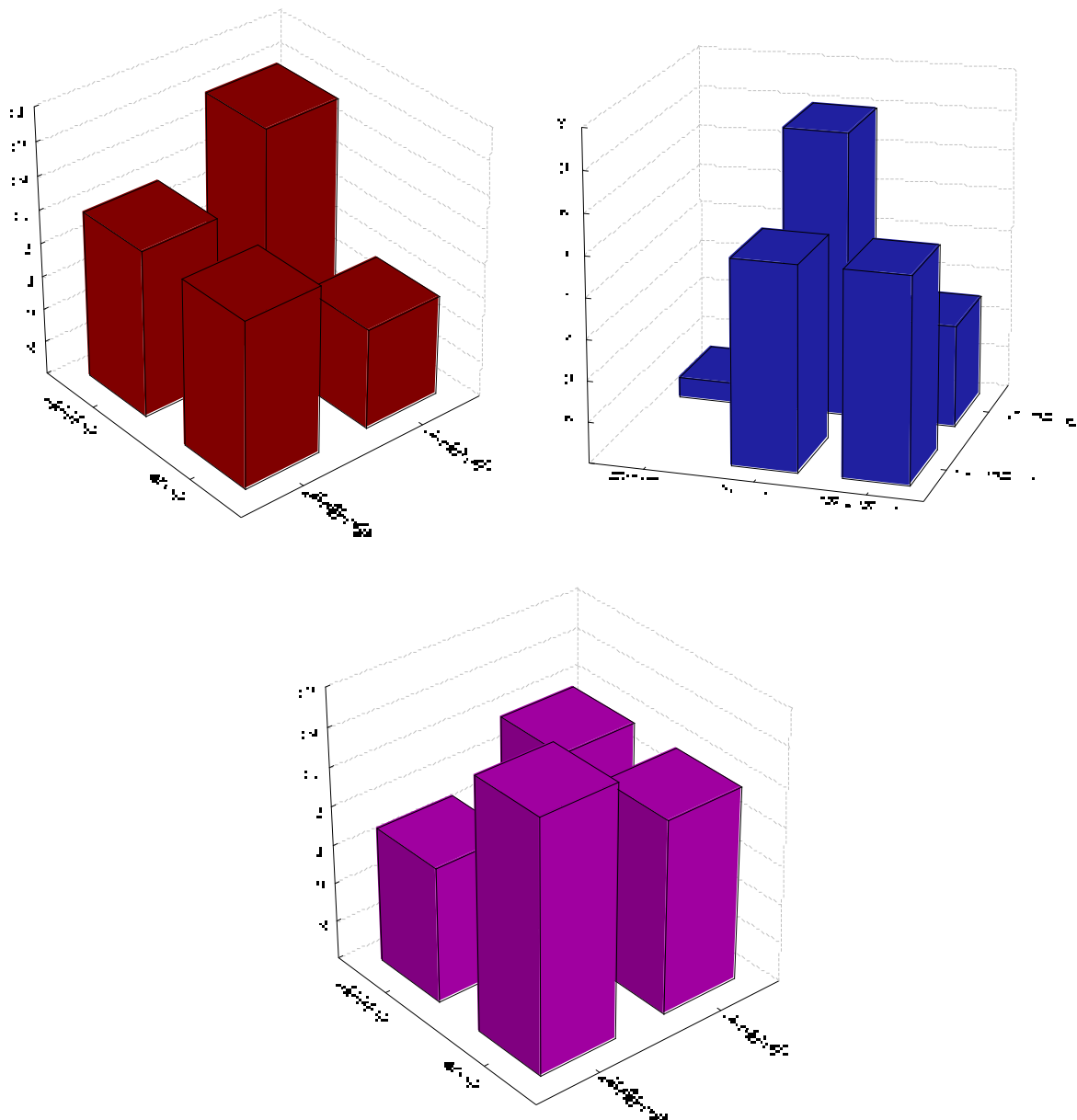


Figure VIII. 22 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Texture des murs, des sols, et des plafonds de la zone 1

2.5.1.5.11. Aménagement de la zone1 :

Un peu plus que la moitié du groupe A (55%), a préféré l'aménagement 2 (table de dessin+bureau), pour cette zone, un quart, l'aménagement 1 (bureau+table de dessin+lit+armoire), et un cinquième, l'aménagement 3 (table de dessin+bureau+armoire).

Concernant le groupe B, trois quart du groupe, ont prévus: un bureau+table de dessin+lit+armoire dans cette zone ; un dixième, une table de dessin+bureau ; et un vingtième un lit, table de dessin+armoire, table de dessin+lit (Figure VIII.23).

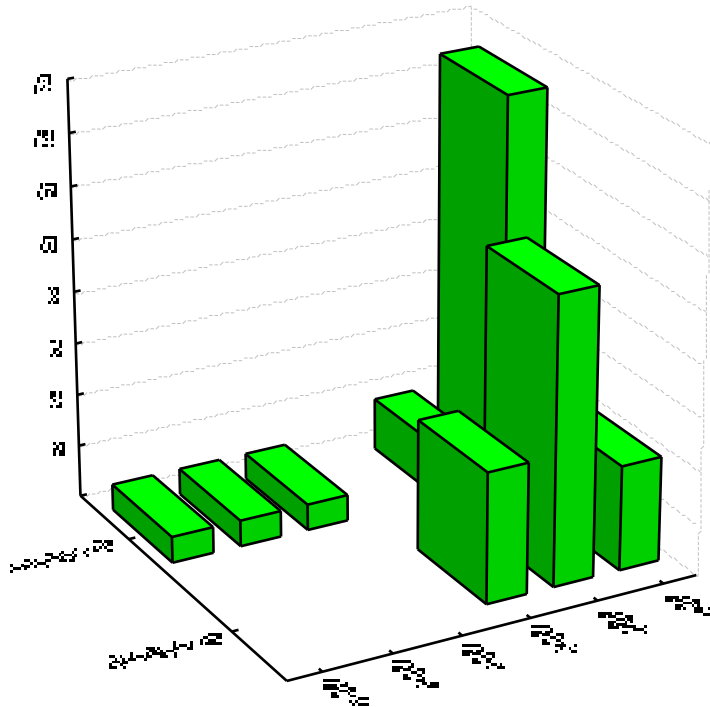


Figure VIII. 23 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Aménagement de la zone 1

2.5.1.6. Propriétés de la zone lumineuse 2 :

2.5.1.6.1. Qualification de l'environnement lumineux de la zone 2 :

Un cinquième du groupe A ne prévoit pas de deuxième zone lumineuse, le quatre cinquième du groupe qui ont fait le choix de cette zone, qualifie son environnement lumineux de sombre. Seul un tiers du groupe B, semble être intéressé par une deuxième zone lumineuse, qu'il la qualifie de sombre.

Cet histogramme bi varié, révèle que les étudiants du groupe A, sont les plus intéressés par la deuxième zone lumineuse, est qu'à l'unanimité, et pour les deux groupes confondu, la deuxième zone lumineuse est imaginée comme étant sombre (Figure VIII.24).

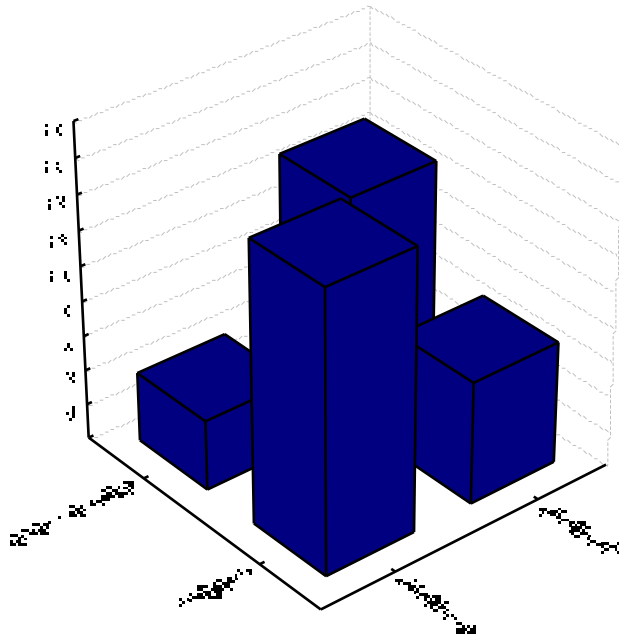


Figure VIII. 24 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Qualification de l'environnement lumineux de la zone 2.

2.5.1.6.2. Hauteur de la zone 2 :

Deux tiers du groupe A, adoptent une hauteur moyenne, contre un tiers pour le groupe B. Un sixième du groupe A, opte pour une grande hauteur, tandis qu'un vingtième du groupe B, choisie cette hauteur (Figure VIII.25).

On peut dire que le groupe A, et le groupe B, ont tous les deux tendance à opter pour une hauteur moyenne dans cette zone.

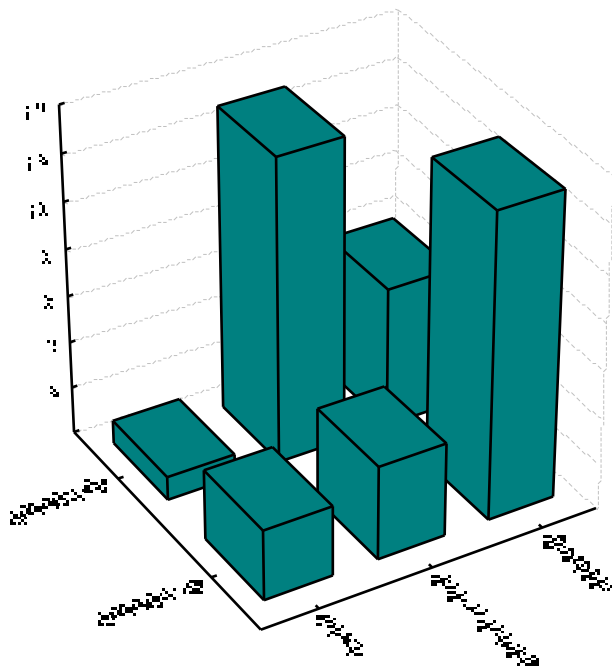


Figure VIII. 25 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Hauteur de la zone 2.

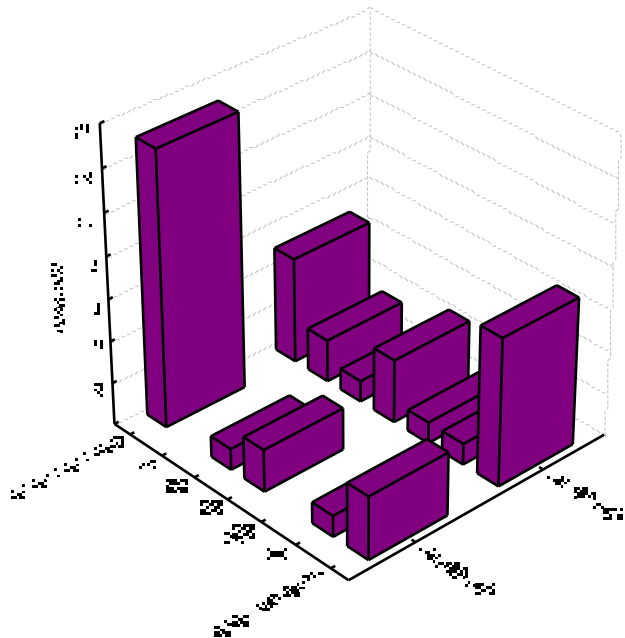
2.5.1.6.3. Orientation de la zone 2 :

Le groupe A propose plusieurs orientations : l'orientation Est, choisie par un sixième du groupe, l'orientation Sud par un dixième du groupe, Sud Est, Ouest, et Nord, choisies chacune par un vingtième du groupe.

Le groupe B quant à lui, opte pour trois orientations: Est pour un dixième du groupe, Nord et Ouest chacune par un vingtième du groupe (Figure VIII.26).

On déduit que le groupe A, présente le groupe qui a le plus varier les orientations.

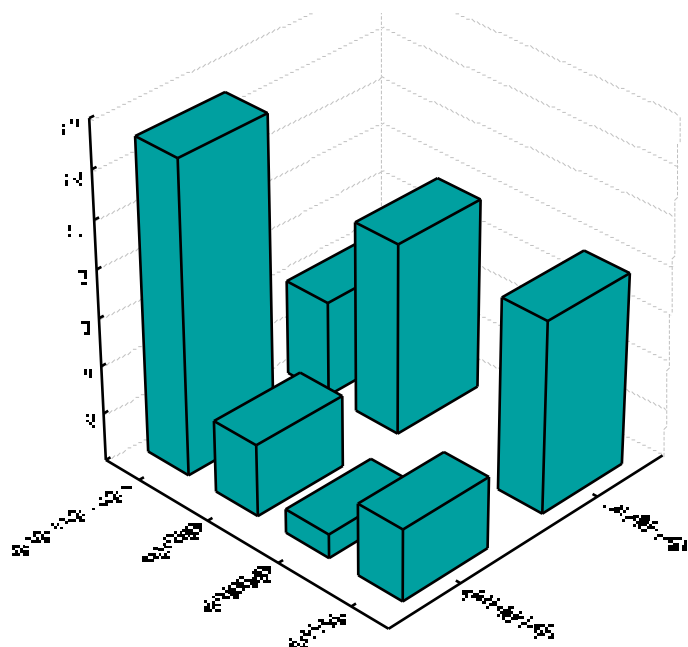
Figure VIII. 26 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Orientation de la zone 2.



2.5.1.6.4. Type d'éclairage de la zone 2 :

La totalité du groupe A adopte un éclairage latéral dans la deuxième zone lumineuse. Pour le groupe B les avis sont partagés entre l'éclairage latéral, pour un sixième du groupe, et l'éclairage zénithal pour un vingtième du groupe (Figure VIII.27).

Figure VIII. 27 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : type d'éclairage de la zone 2.



2.5.1.6.5. Nombre et taille des ouvertures de la zone 2 :

Un tiers du groupe A, opte pour une seule ouverture, dans cette zone, et un vingtième, adopte pour trois ouvertures. Un cinquième du groupe B, choisi une seule ouverture (Figure VIII.28).

Concernant la taille des baies de la zone 2 : un cinquième du groupe opte pour une petite ouverture, un sixième, pour une ouverture de taille moyenne, et enfin, un vingtième, pour plusieurs petites ouvertures (Figure VIII.29).

Un sixième du groupe B, opte pour une ouverture moyenne, et un vingtième pour une grande ouverture.

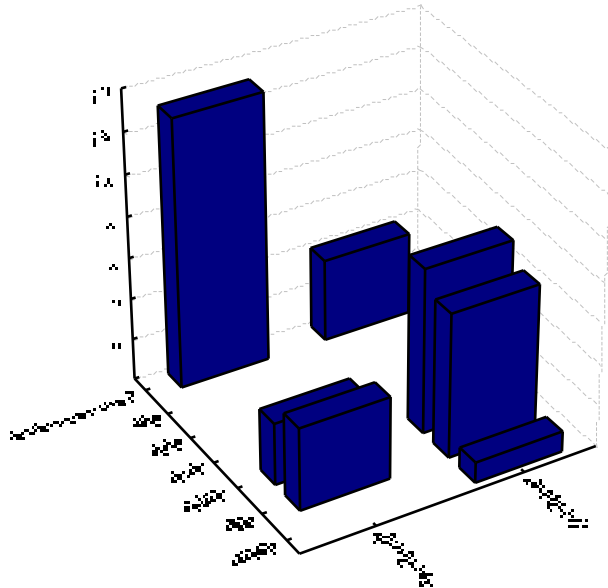
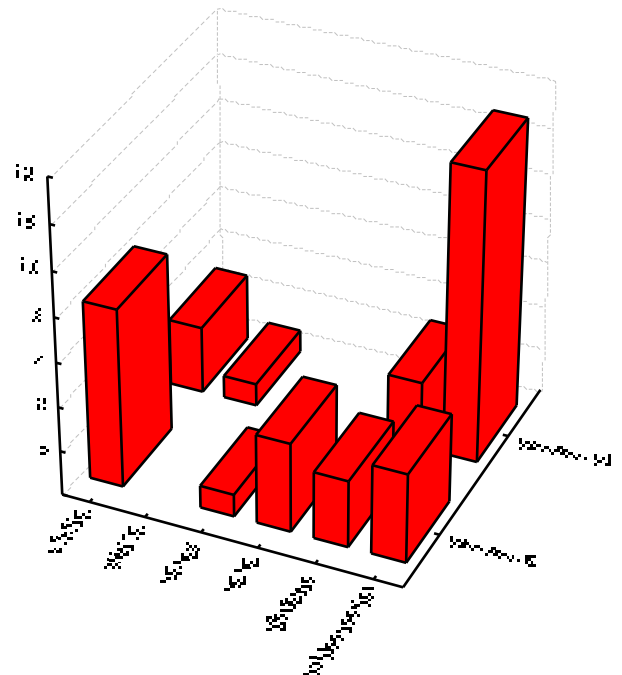


Figure VIII. 28 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Nombre des ouvertures de la zone 2.

Figure VIII. 29 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Taille des ouvertures de la zone 2.



2.5.1.6.6. Forme et proportions des ouvertures de la zone 2 :

Un tiers du groupe A, choisit la forme rectangulaire, et un vingtième, la forme carrée. La forme carrée est exclusivement adoptée par un cinquième du groupe B (Figure VIII.30).

Concernant la proportion de la fenêtre, un quart du groupe A, prévoit une ouverture horizontale, chacune des proportions suivantes est choisie, par un vingtième du groupe. Il s'agit de: la verticale, l'intermédiaire, et la combinaison d'ouvertures horizontale et verticale. Pour le groupe B, un sixième du groupe, adopte une ouverture verticale et un vingtième, une ouverture horizontale (Figure VIII.31).

En comparant les deux groupes, on constate que le groupe A, et celui qui offre plus de variation, et fait preuve de plus de créativité, et ce, en offrant deux formes d'ouverture, et quatre proportions différentes

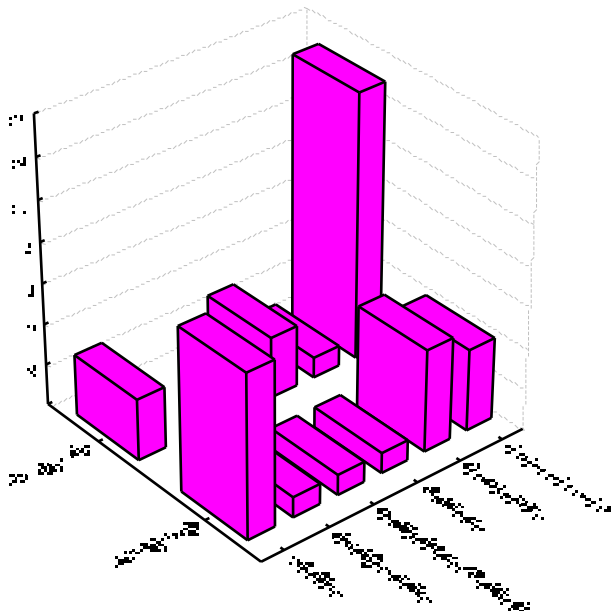
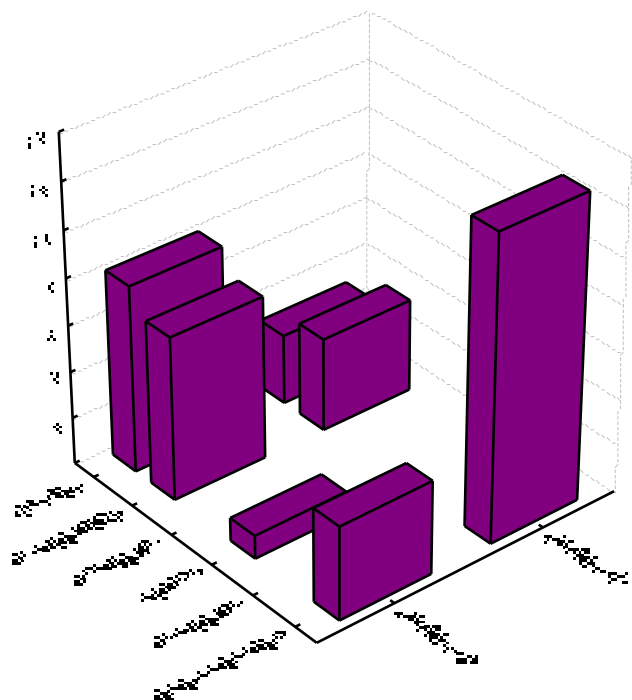


Figure VIII. 30 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Forme des ouvertures de la zone 2.

Figure VIII. 31 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Proportion des ouvertures de la zone 2.



2.5.1.6.7. Position des ouvertures de la zone 2 par rapport à la hauteur et par rapport à la largeur :

Le groupe A opte beaucoup plus pour une ouverture haute, ceci représente un quart du groupe. Mais il faut tout de même noter, qu'un dixième du groupe adopte la position basse, et qu'un vingtième du groupe, choisit des positions basses. Le groupe B est partagé entre trois groupes : Un dixième choisit, une ouverture haute, et un vingtième, pour chacune des positions : basse et moyenne (Figure VIII.32).

Un quart du groupe A, place son ouverture dans une position centrale par rapport à la largeur, un dixième la place latérale, et un vingtième opte pour plusieurs ouvertures placées dans des positions latérales. Un dixième du groupe B, opte pour la position centrale, et un autre dixième, préfère la position centrale (Figure VIII.33).

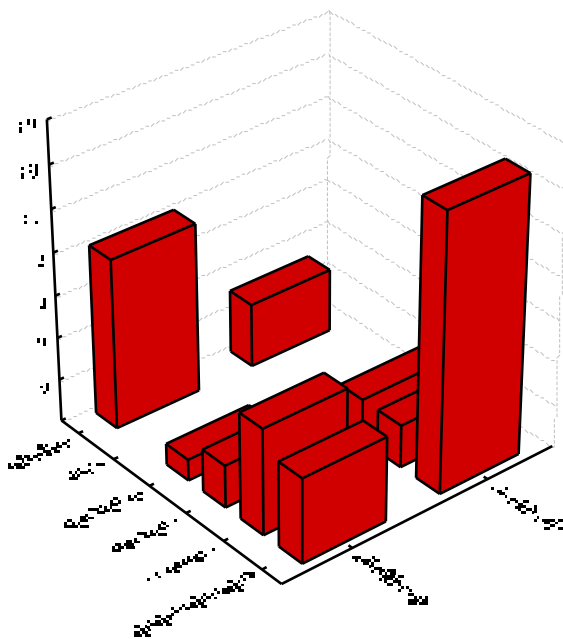
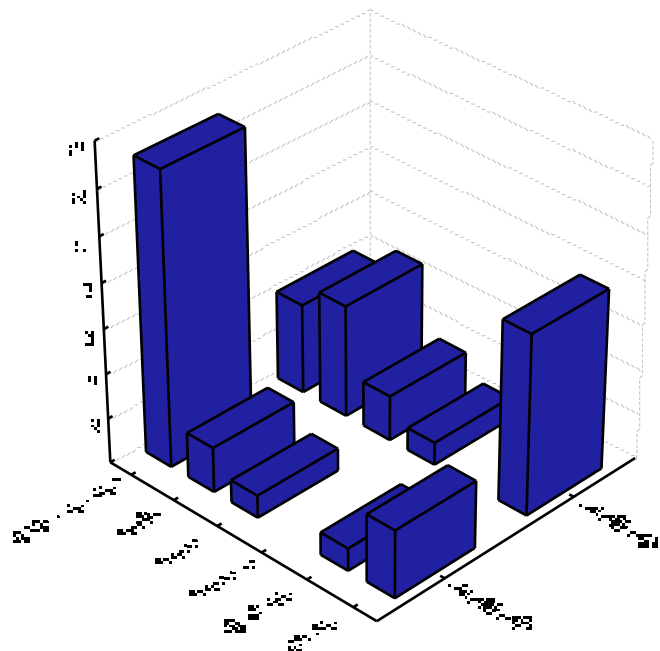


Figure VIII. 32 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 12 par rapport à la hauteur

Figure VIII. 32 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 2 par rapport à la largeur



2.5.1.6.8. Protection solaire dans la zone 2 :

Les deux groupes ne prévoient pas de protection solaire dans la zone 2 (Figure VIII.34).

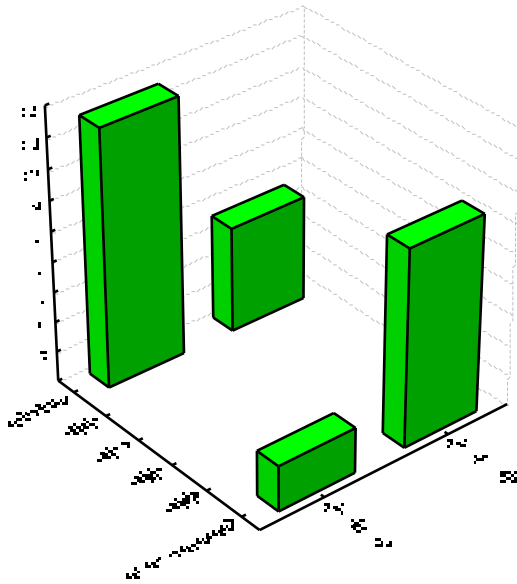
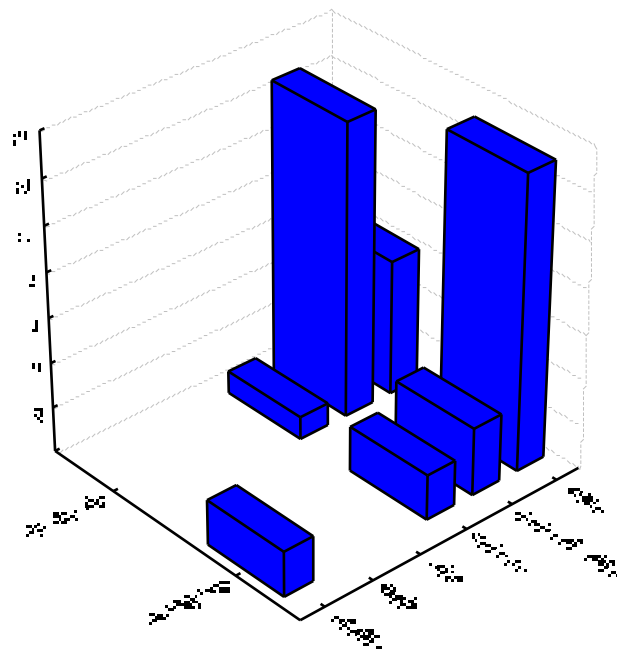


Figure VIII. 34 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Protection solaire.

2.5.1.6.9. Couleur des murs, des sols et des plafonds de la zone 2 :

Deux cinquième du groupe A, optent pour la couleur claire pour les murs, un tiers préfère une couleur foncée, et un vingtième la combinaison des deux couleurs. Pour le plafond, deux tiers du groupe utilisent une couleur claire, et un dixième la couleur sombre. Enfin, et concernant la couleur du sol, deux tiers du groupe adopte une couleur foncée, et un tiers, une couleur claire.

Un tiers du groupe B choisit, pour les murs la couleur claire, et un vingtième la couleur foncée. Le plafond est peint de couleur claire par un tiers du groupe, et de couleur sombre, pour un vingtième du groupe. Le sol est clair pour un sixième du groupe, et foncé pour un cinquième du groupe (Figure VIII.35).



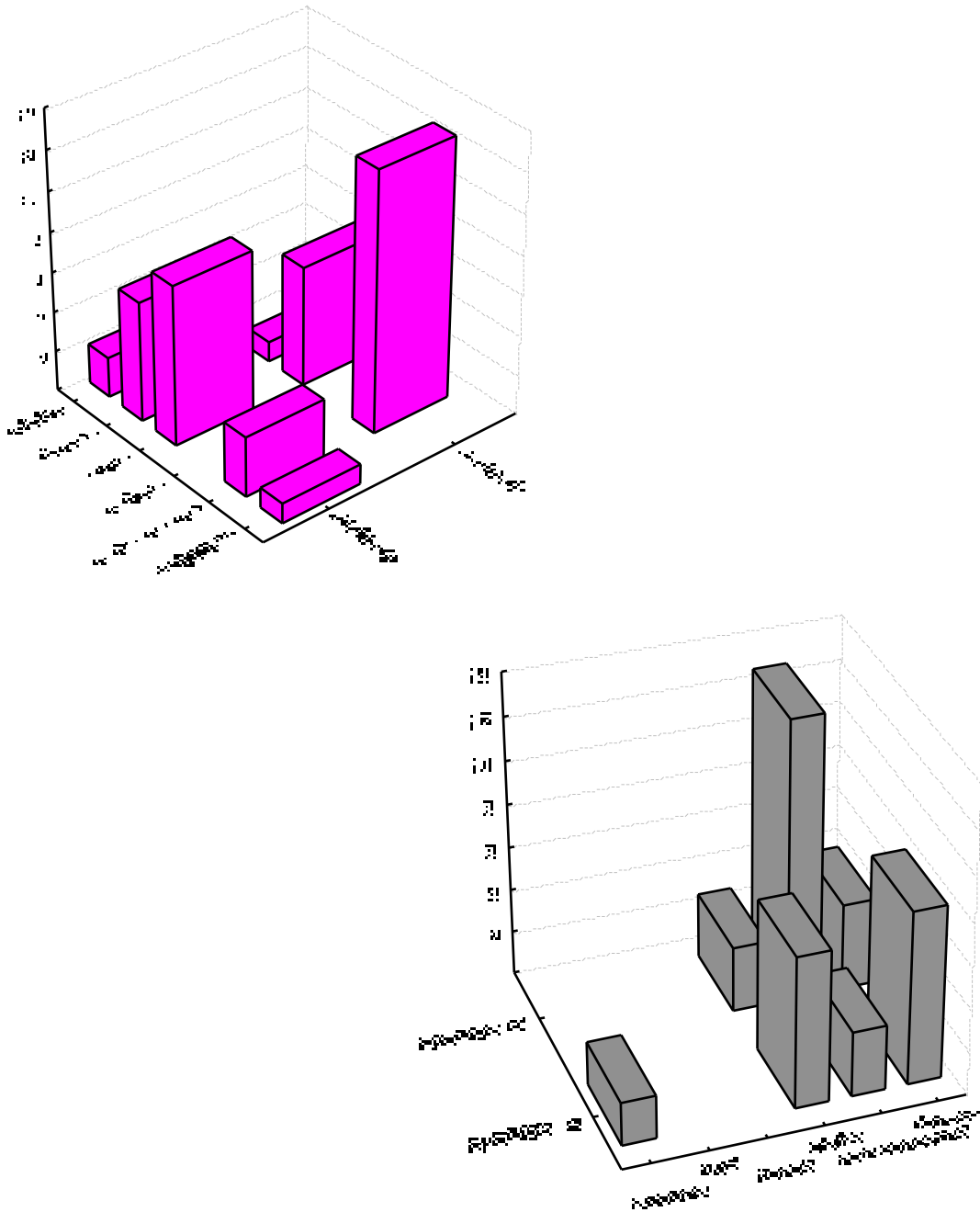


Figure VIII. 35 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 2.

2.5.1.6.10. Texture des murs, des sols et des plafonds de la zone 2 :

Plus de deux cinquième du groupe A (45%) ont fait le choix des textures rugueuses pour les murs, un quart pour une texture lisse, et un vingtième, pour un mélange des deux textures. Plus que la moitié du groupe (55%), opte pour une texture lisse pour le plafond, et un cinquième pour une texture rugueuse. Plus que deux cinquième du groupe (45%) ont fait le choix d'une texture rugueuse pour le sol et un quart pour une texture lisse.

Concernant le groupe B, un quart de ce dernier, a choisi une texture rugueuse pour les murs et le plafond, et un dixième à choisi une texture rugueuse. Pour la texture du sol, un tiers du groupe a choisi la texture rugueuse (Figure VIII.36).

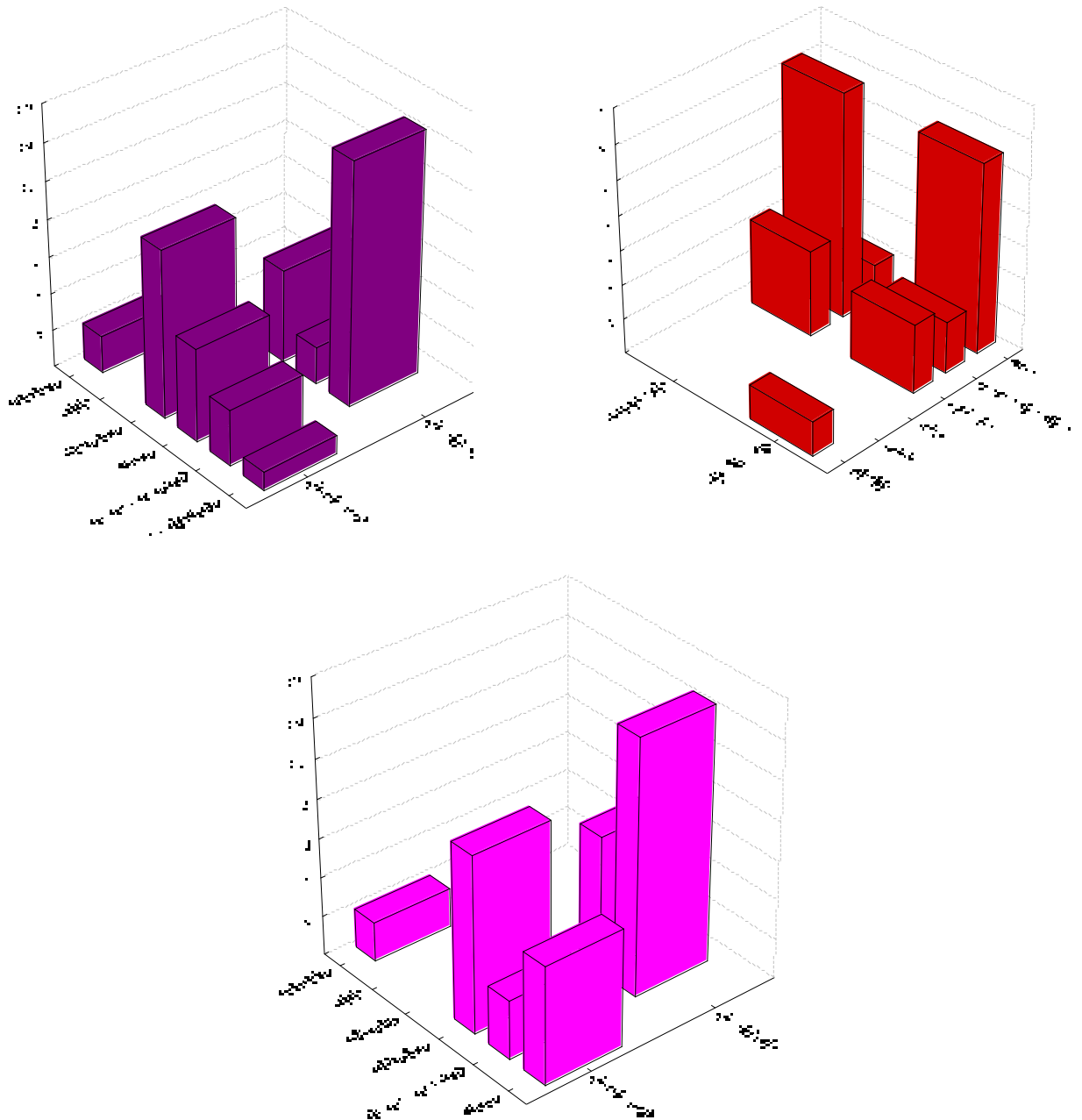


Figure VIII. 36 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 2

2.5.1.6.11. Aménagement de la zone2 :

Trois cinquième du groupe A, adopte un lit comme mobilier dans cette zone, et un sixième pour un lit et une armoire (Figure VIII.37).

Chaque dixième du groupe B, a choisi, un des aménagements suivants: lit, lit + armoire et une armoire. Un vingtième a choisi le mobilier suivant : une table de dessin et une armoire.

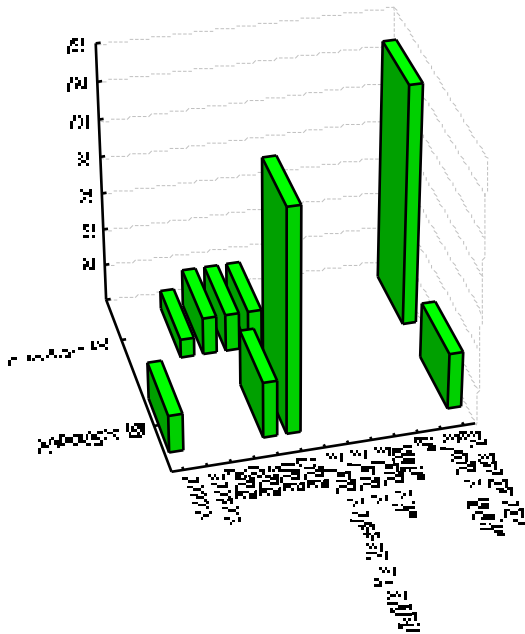


Figure VIII. 37 : Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Aménagement de la zone 2.

2.5.1.7. Propriétés de la zone lumineuse 3 :

2.5.1.7.1. *Qualification de l'environnement lumineux et hauteur de la zone 3 :*

Uniquement, un quart du groupe A, a imaginé la présence d'une troisième zone lumineuse. Un dixième de ce groupe qualifie cet environnement lumineux de contrasté ; et opte pour une hauteur moyenne. Un vingtième, le qualifie de peu lumineux et choisit une grande hauteur. (Figure VIII.38).

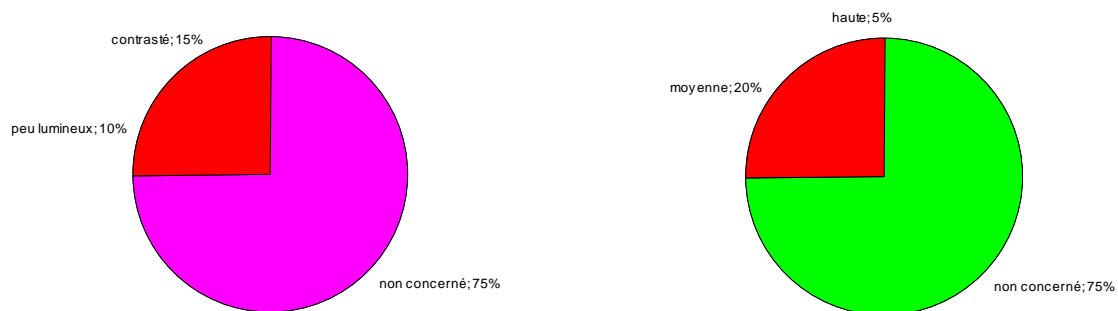


Figure VIII. 38 : Qualification de l'environnement lumineux Z3, et hauteur Z3.

2.5.1.7.2. *Orientation et type d'éclairage de la zone 3 :*

le groupe A, a sélectionné quatre orientations différentes qui sont chacune, choisies, par un vingtième du groupe. Il s'agit des orientations suivantes: Est, Sud-est, la combinaison de l'orientation Nord et Ouest, et la combinaison de l'orientation Est et Ouest (Figure VIII.39). Concernant le type d'éclairage, un sixième du groupe A, choisit un éclairage latéral, et un vingtième un éclairage mixte (Figure VIII.40).

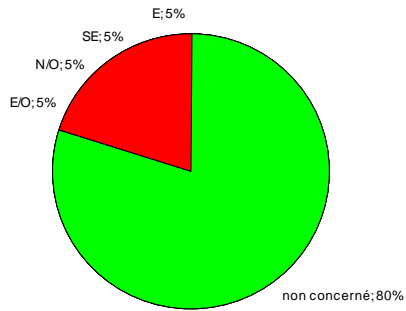


Figure VIII. 39 : Orientation Z3

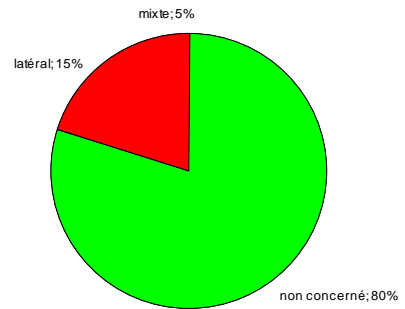


Figure VIII. 40 : Type d'éclairage Z3

2.5.1.7.3. Nombre et taille des ouvertures de la zone 3 :

Le nombre d'ouverture dans cette zone varient entre: une, trois, six et sept ouvertures. Chacune de ses propositions, est choisie par un vingtième du groupe (Figure VIII.41).

Concernant la taille des ouvertures, un sixième du groupe adopte des ouvertures petites, et un vingtième, une seule petite ouverture (Figure VIII.42).

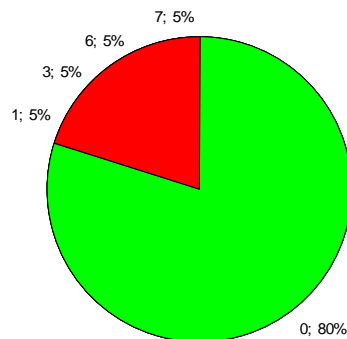


Figure VIII. 41 : Nombre des ouvertures Z3

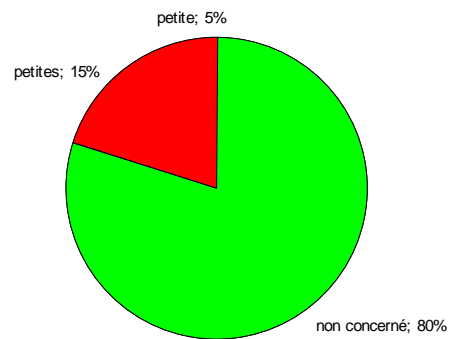


Figure VIII. 42 : Taille des ouvertures Z3

2.5.1.7.4. Forme et proportions des ouvertures de la zone 3 :

Un sixième du groupe A, choisit une ouverture rectangulaire et verticale, et un vingtième, une ouverture horizontale, en forme de demi-cercle (Figure VIII.43).

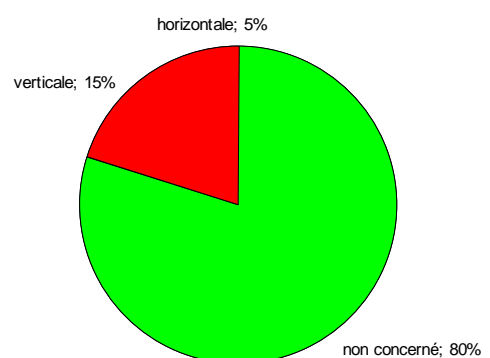
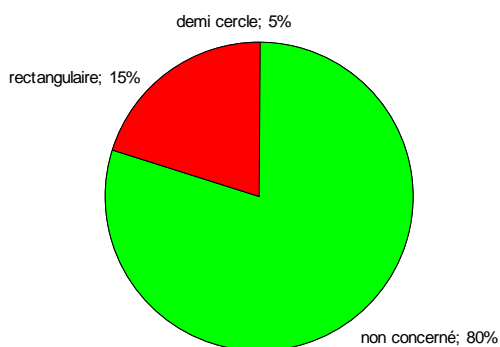


Figure VIII. 43 : Forme et proportion des ouvertures de la Z3

2.5.1.7.5. Position des ouvertures de la zone 3 par rapport à la hauteur et par rapport à la largeur:

Un dixième des étudiants du groupe A, place les ouvertures dans une situation basse, un vingtième la place en haut, et un autre vingtième, place l'ensemble des ouvertures comme suit: basses+intermédiaires+hautes (Figure VIII.44).

Par rapport à la largeur du groupe, quatre positions sont proposées, il s'agit des positions suivantes: centrale, latérale, latérale + centrale, et latérale + centrale. Chacune de ces positions a séduit un vingtième du groupe (Figure VIII.45).

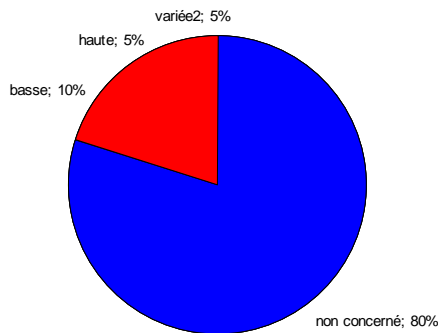


Figure VIII. 44 : Position des ouvertures de la Z3 par rapport à la hauteur.

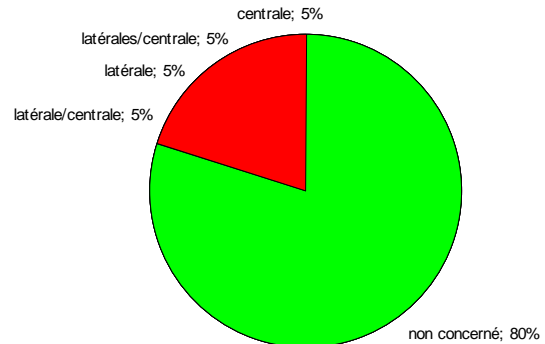


Figure VIII. 45 : Position des ouvertures de la Z3 par rapport à la largeur.

2.5.1.7.6. Protection solaire dans la zone 3 :

Aucun étudiant du groupe A, n'a prévu de protection solaire dans cette zone lumineuse (Figure VIII.46).

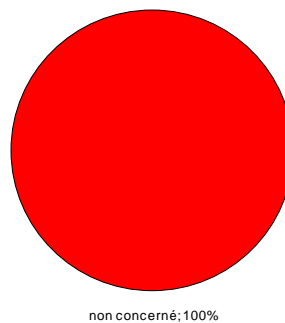


Figure VIII. 46 : Protection solaire dans la Z3.

2.5.1.7.7. Couleur des murs, des plafonds, et des sols de la zone 3 :

Un dixième du groupe A, choisit de peindre leurs murs, leurs sols, et leurs plafonds avec une couleur claire, contre un vingtième qui opte pour un mélange de couleur claire et sombre (Figure VIII.47).

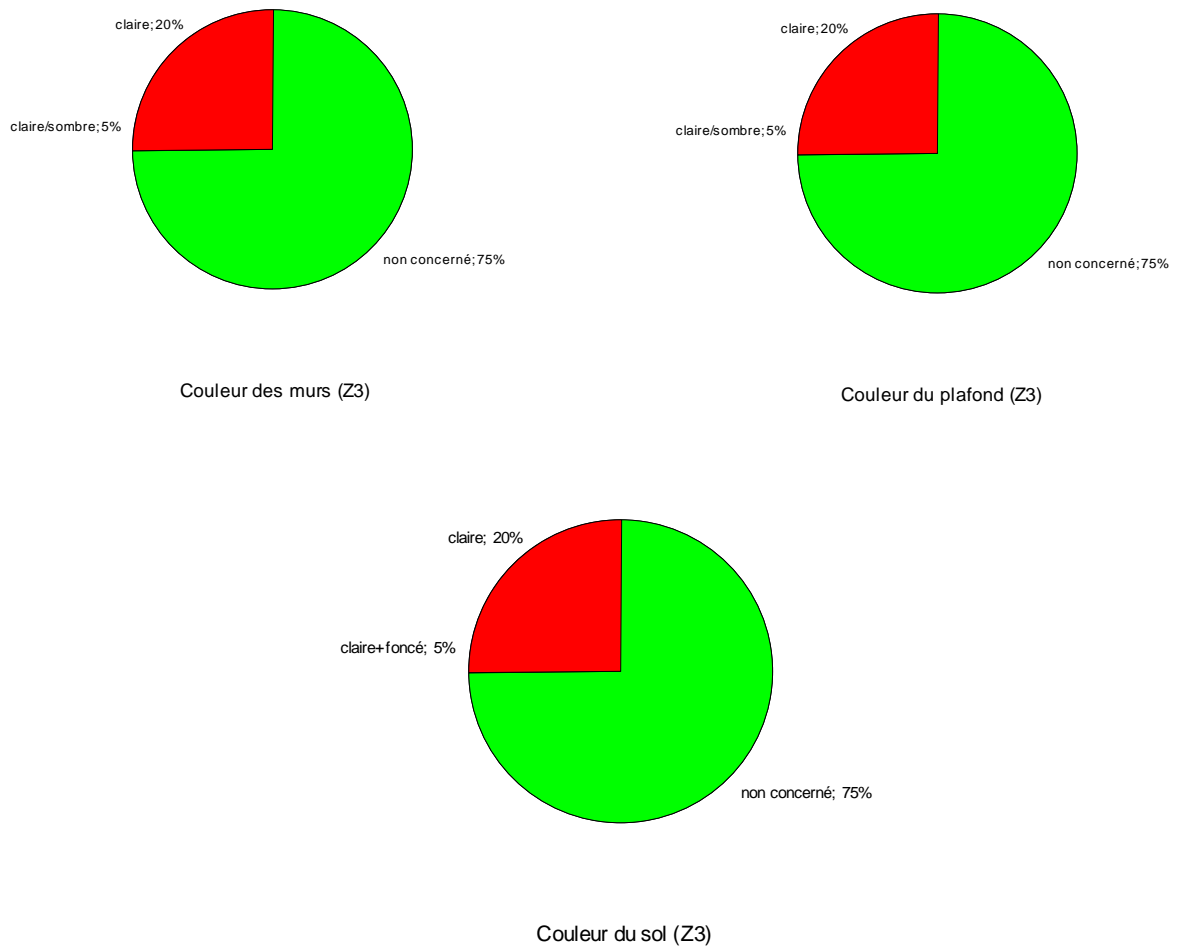
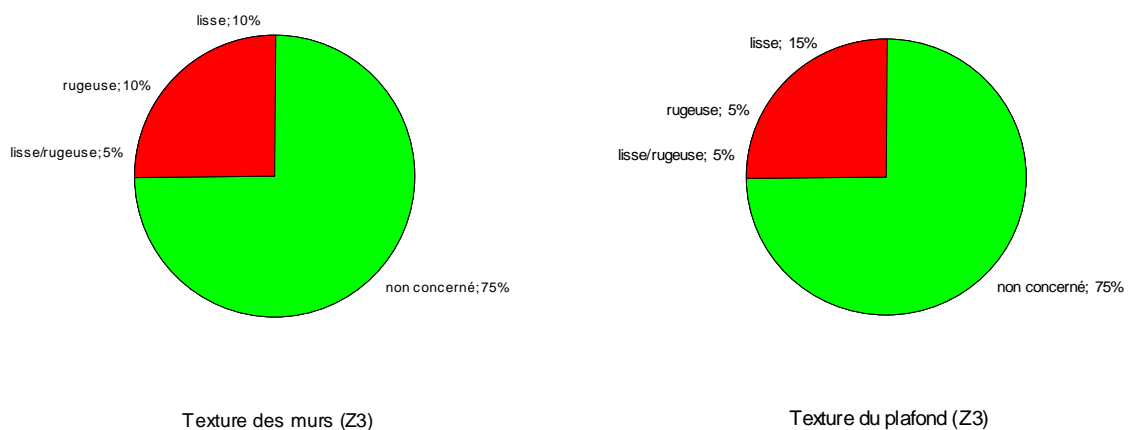


Figure VIII. 47 : Couleurs des murs, des plafonds et des sols de la Z3.

2.5.1.7.8. Texture des murs, des plafonds, et des sols de la zone 3 :

Un dixième du groupe A (10%) choisit une texture lisse pour les murs, un dixième, la texture rugueuse, et un vingtième, opte pour un mélange des deux textures. Concernant le plafond, un sixième du groupe, préfère une texture lisse, et un vingtième, la texture rugueuse, et le mélange entre les deux les deux textures. Un sixième du groupe opte pour une texture rugueuse pour sol, un vingtième, pour une texture lisse, et un autre vingtième pour le mélange des deux textures (Figure VIII.48).



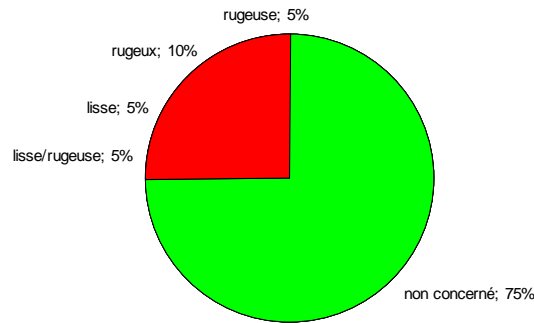


Figure VIII. 48 : Texture des murs, des plafonds et des sols de la Z3.

2.5.1.7.9. Aménagement de la zone 3 :

Un quart du groupe, opte pour l'emplacement d'une TV et d'un fauteuil dans cette zone (Figure VIII49).

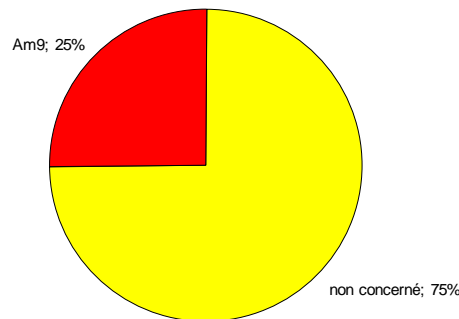


Figure VIII. 49 : Aménagement de la Z3.

2.5.2. Groupe A, groupe B, et groupe de variables :

Dans cette partie, il est question de rechercher les correspondances qui peuvent exister entre le groupe A, le groupe B, et chaque groupe de variables. Pour rappel, cinq groupes de variables ont pu être relevées (voir section 2.4.2 de ce chapitre). Il s'agit de : l'intention, la conformation, la baie, l'espace intérieur, et la réflexion des surfaces intérieures.

Cet ensemble de données a été soumis à une analyse des correspondances multiples (ACM) et les résultats ont été extraits des nuages qu'elle produit.

2.5.2.1. Gr A, Gr B, et l'intention :

Le graphique résultant montre une correspondance entre le groupe A, et la qualification de l'environnement lumineux de sombre. Il montre aussi, une correspondance entre le groupe B, et l'existence d'une seule zone lumineuse (Figure VIII. 50).

Un autre nuage révèle la présence d'un groupe à part. Pour ce dernier, la présence de trois zones lumineuses, s'associe forcément avec la qualification de l'environnement lumineux de « contrasté », et de « peu lumineux ».

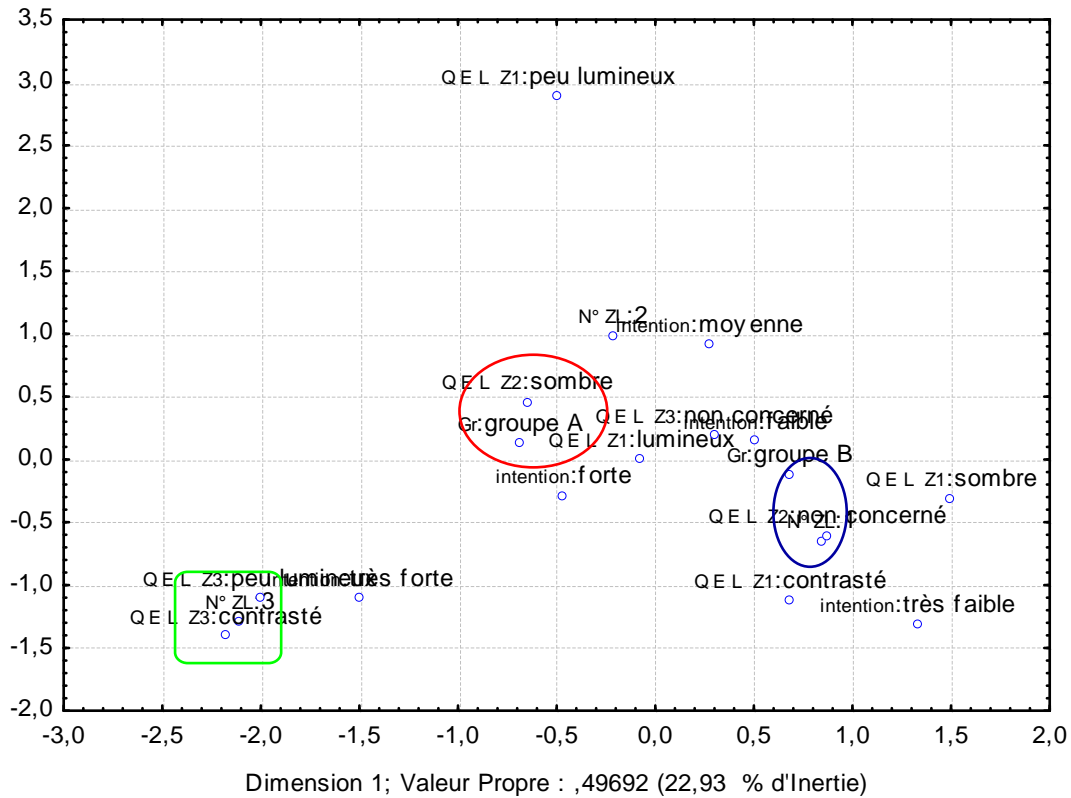


Figure VIII. 50 : Nuage montrant les correspondances entre les groupes et l'intention.

Le groupe A, fait preuve de plus de créativité concernant la diversité des ambiances lumineuses. En effet, il propose deux zones lumineuses, dont l'une, est qualifiée de sombre ; contrairement au groupe B, qui ne propose qu'une seule zone lumineuse (Figure VIII. 51).

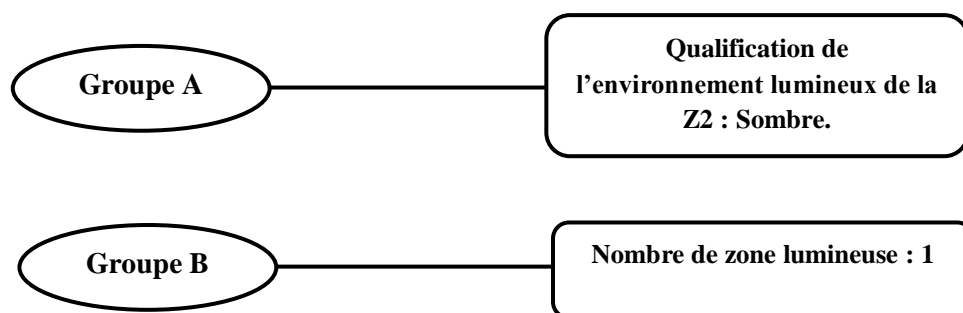


Figure VIII. 51 : Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr A, Gr B, et l'intention

2.5.2.2. Gr A, Gr B +conformation + intention :

Deux zones lumineuses et un volume composé correspondent tous deux au groupe A. Le groupe B, quant à lui, correspond plutôt à un volume simple et à une forme carrée comme forme géométrique en plan (Figure VIII. 52).

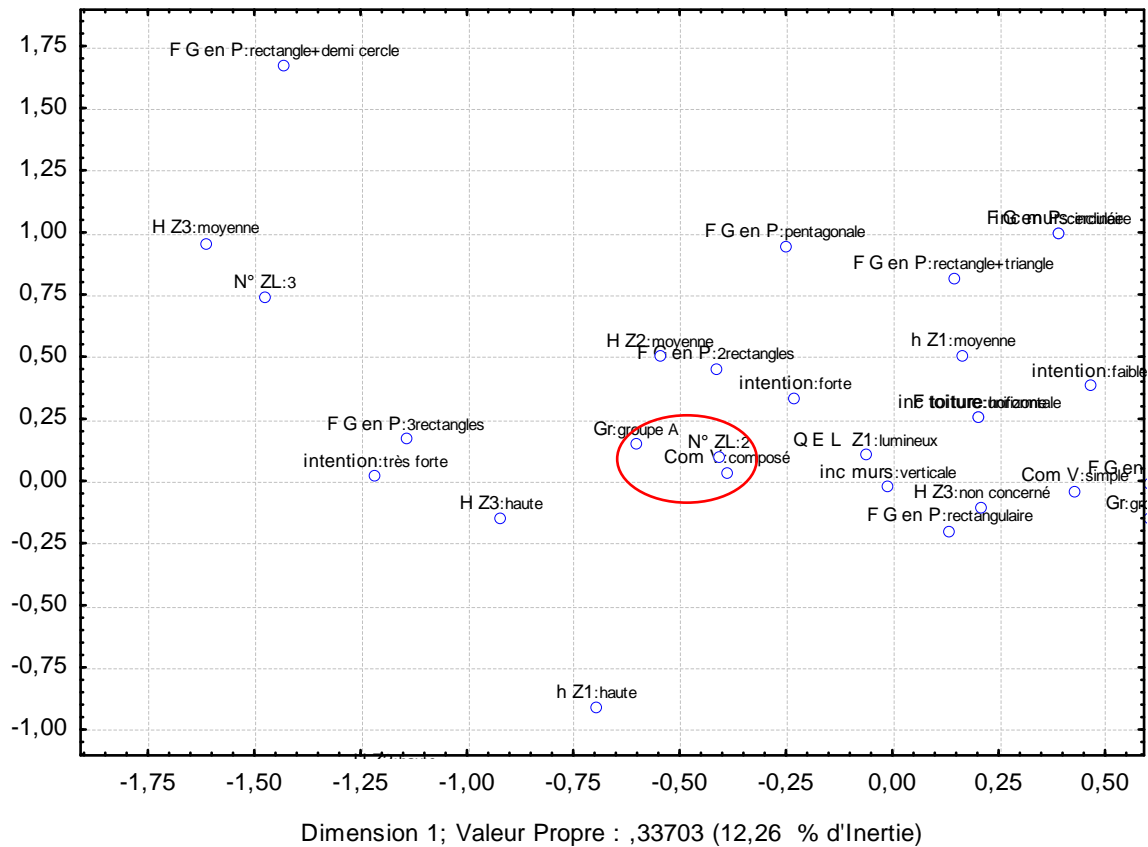


Figure VIII. 52 : Nuage montrant les correspondances entre : Les groupes, l'intention et la conformation.

Dans leurs conceptions, les étudiants du groupe A, optent pour les volumes composés, et une multitude de zone lumineuse, ceci prouvent qu'ils considèrent la complexité des volumes, comme moyen pour faire varier les ambiances lumineuses. Contrairement au groupe A, le groupe B, montre plus de simplicité en ce qui concerne la conformation. Il opte pour des volumes simples, et pour le carré comme forme géométrique en plan (Figure VIII. 53).

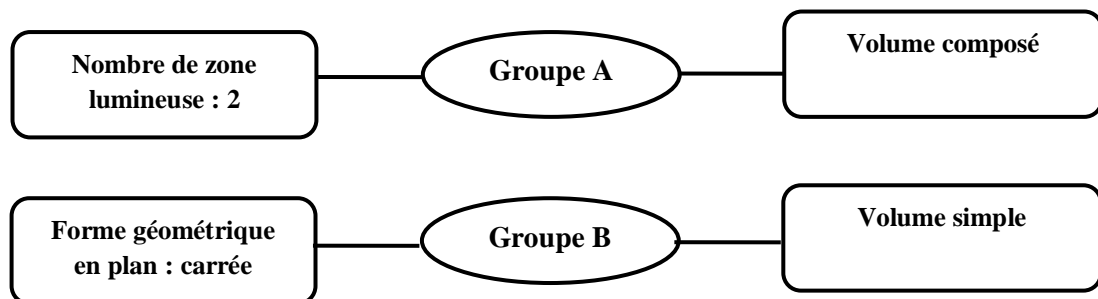


Figure VIII. 53 : Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr A, Gr B, intention et conformation.

2.5.2.3. Gr A, Gr B + Baie + intention :

La baie présente un groupe de variables très important. Afin de mettre en valeur la lecture des analyses concernant les variables de la baie, nous avons fait le choix d'agir sur une plus petite échelle. En effet, au lieu de recourir à une seule analyse de correspondance dans laquelle toutes les

variables de la baie, doivent être prises en considération, nous avons préféré réaliser plusieurs analyses, et prendre une ou deux variables, pour chacune d'elle. Ainsi, huit analyses ont été élaborées (Tableau VIII. 2). Ceci a révélé des correspondances avec le groupe A (Figure VIII. 54), et avec le groupe B (Figure VIII. 55).

	Groupe A	Groupe B
Nombre et tailles des ouvertures	- qualification de l'environnement lumineux de la Z1 : lumineux -taille de l'ouverture de la zone 1 : grande	- nombre d'ouverture dans la Z1 : 3 - taille des ouvertures dans la zone 1 : moyenne+ petite.
Forme de l'ouverture	Aucune correspondance	-intention faible -forme de l'ouverture de la Z1 : carrée
Proportion de l'ouverture	- qualification de l'environnement lumineux de la Z2 : sombre - proportion de l'ouverture de la Z2 : verticale	Aucune correspondance
Position de l'ouverture par rapport à la hauteur	Aucune correspondance	-position de l'ouverture de la zone 1 / à la hauteur : intermédiaire
Position de l'ouverture par rapport à la largeur	Aucune correspondance	-position de l'ouverture de la zone 1 / à la largeur : intermédiaire
Orientation de l'ouverture	- qualification de l'environnement lumineux de la Z2 : sombre -orientation de la zone 1 : Sud -orientation de la zone 2 : Nord	-orientation de la zone 1 : ciel -orientation de la zone 2 : ciel + Sud
Type d'éclairage	Aucune correspondance	Aucune correspondance
Protection solaire	Aucune correspondance	Aucune correspondance

Tableau VIII. 2. Les huit analyses élaborées pour l'ACM : Gr A, Gr B, intention et baie.

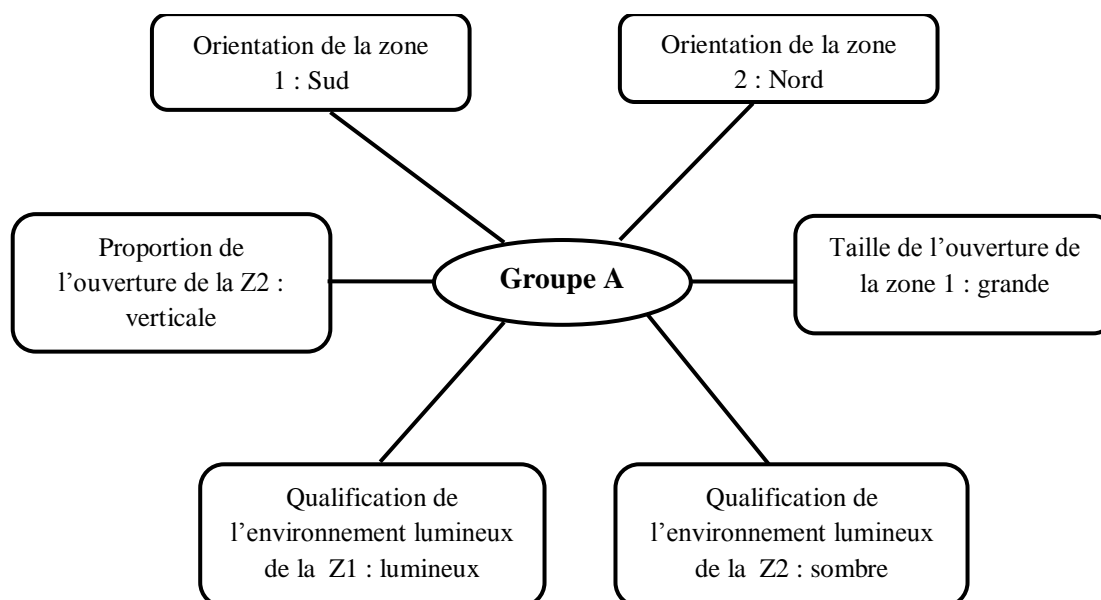


Figure VIII. 54 : Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr A, intention et baie.

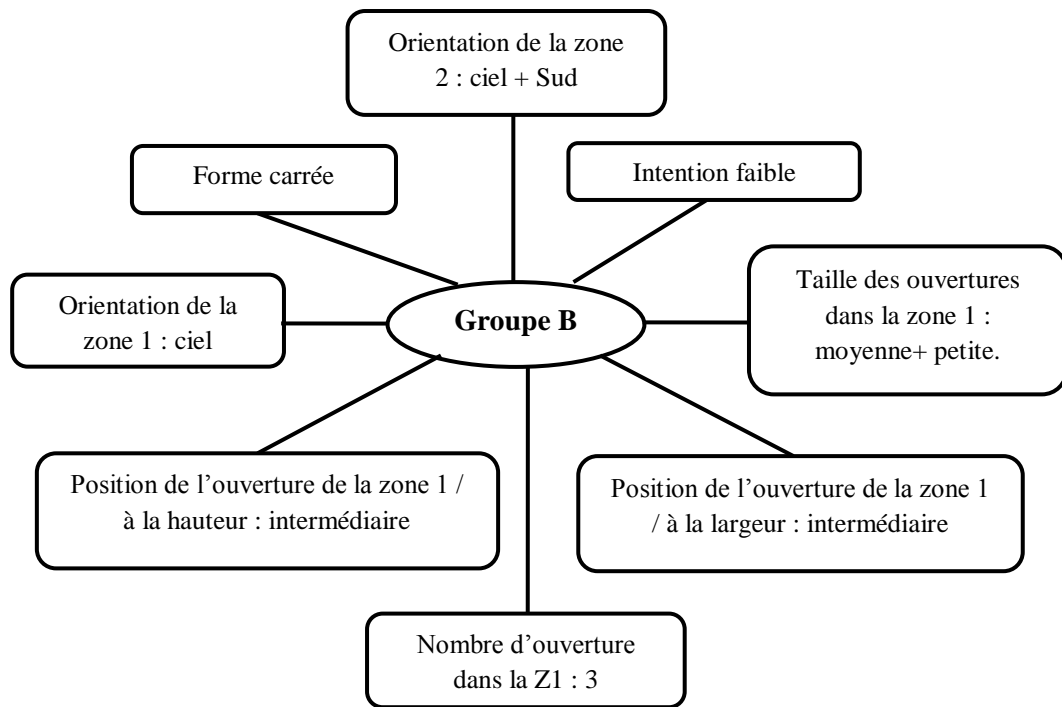


Figure VIII. 55 : Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr B, intention et baie.

Groupe A :

Pour le groupe A, un environnement lumineux qualifié de « lumineux » comporte une grande ouverture et s'oriente vers le Sud. Tandis qu'un environnement lumineux qualifié de « sombre », est orienté vers le Nord avec une ouverture verticale. Ces résultats sont cohérents. Il montre une bonne compréhension de l'importance de la taille de l'ouverture, de la proportion de l'ouverture, et de son orientation pour l'environnement lumineux (Figure VIII. 56).

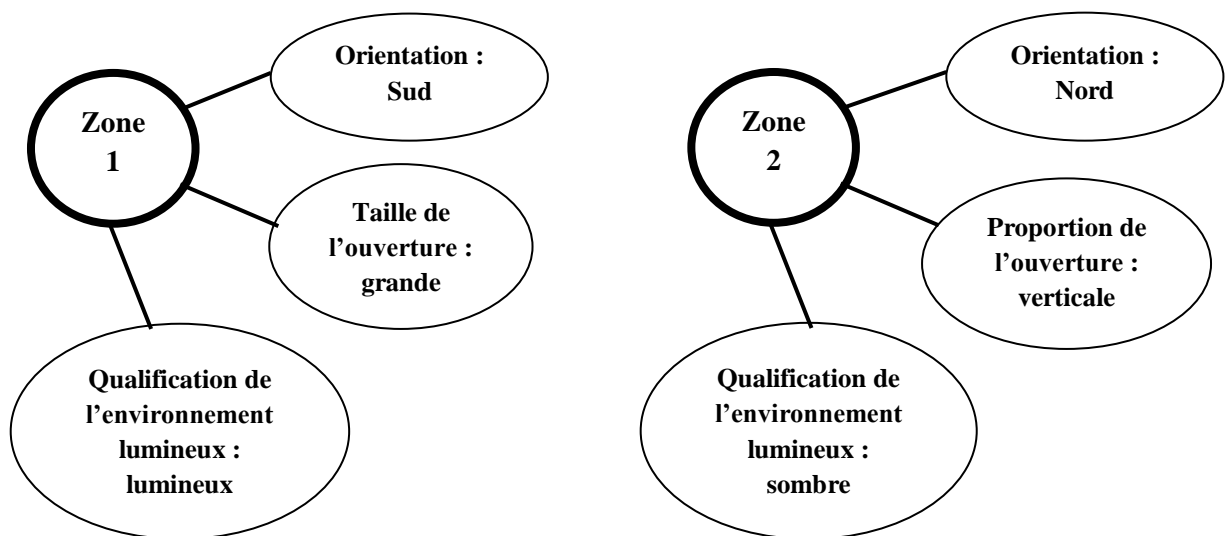


Figure VIII. 56 : Schéma récapitulatif des caractéristiques de la zone 1 et la zone 2 pour le groupe A.

Groupe B :

Le groupe B ne montre pas beaucoup de cohérence à travers ses résultats. Il ne fait pas preuve de créativité dans ses projets. En effet, c'est pour une forme très simple que les étudiants de ce groupe optent (carrée), des positions intermédiaires par rapport à la hauteur, mais aussi, par

rapport à la largeur, pour un éclairage zénithal, et pour plusieurs ouvertures à des tailles différentes. Le tout semble être fait d'une façon aléatoire, sans suivre une certaine logique lors de la conception (Figure VIII. 57).

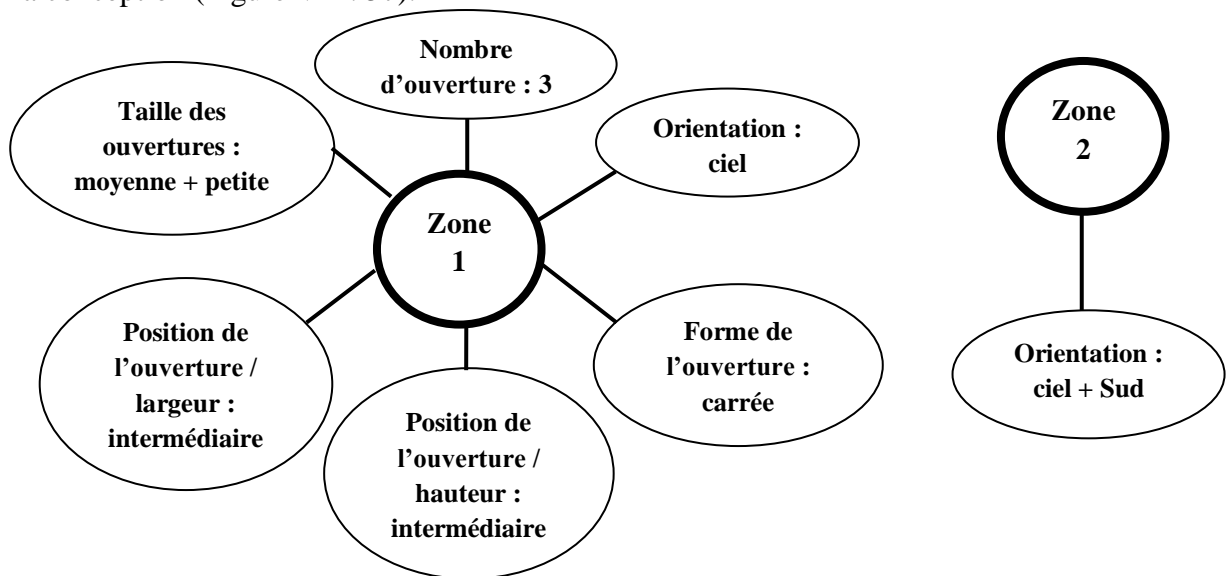


Figure VIII. 57 : Schéma récapitulatif des caractéristiques de la zone 1 et la zone 2 pour le groupe B.

2.5.2.4. Gr A, Gr B + Espace intérieur + intention :

L'analyse des correspondances a montré une association entre le groupe A et une intention forte, l'aménagement n°2 pour la Z1 (Am2 : table de dessin+bureau), et l'aménagement n°4 pour la zone 2 (Am4 : lit). Elle a aussi révélé qu'il n'y avait pas de correspondance avec le groupe B (Figure VIII. 58).

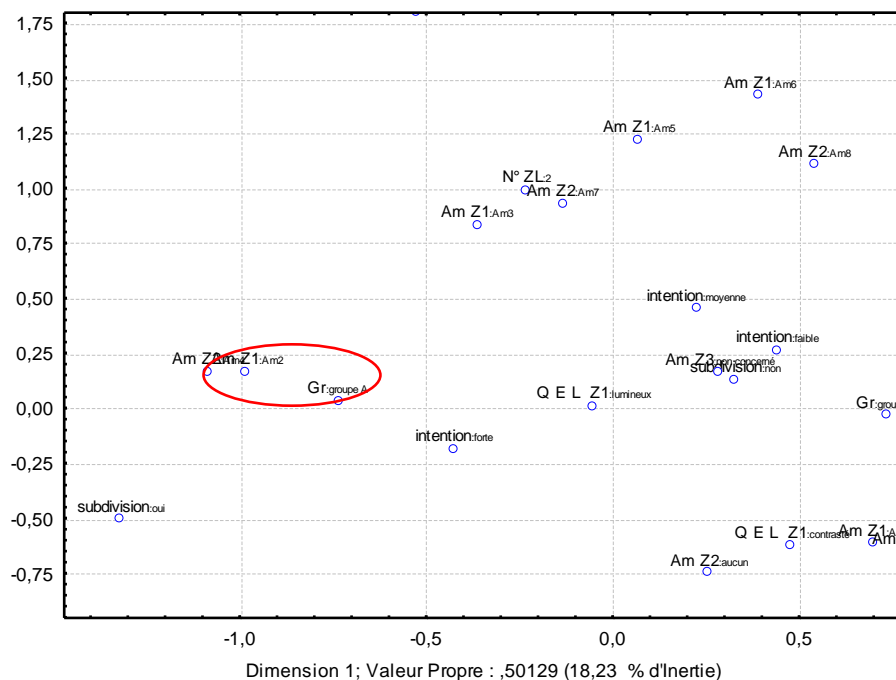


Figure VIII. 58 : Nuage montrant les correspondances entre : Les groupes, l'intention et l'espace intérieur

L'aménagement de l'espace pour le groupe A, a été réalisé en prenant en compte les conditions lumineuses. Cette lecture peut se faire à travers la distinction remarquée entre les aménagements nécessitant une grande quantité de lumineuse (table de dessin, bureau), et ceux qui nécessitent peu de lumière (lit). Il est important de mettre le point sur le fait que la subdivision n'a pas été prise en

considération. On peut donc dire qu'il y'a eu une réflexion alliant, intention lumineuse et aménagement intérieur lors de la création de ce projet. On ne peut dire autant pour le groupe B, qui n'a pas révélé de correspondances avec les éléments de la conformation architecturale (Figure VIII. 59).

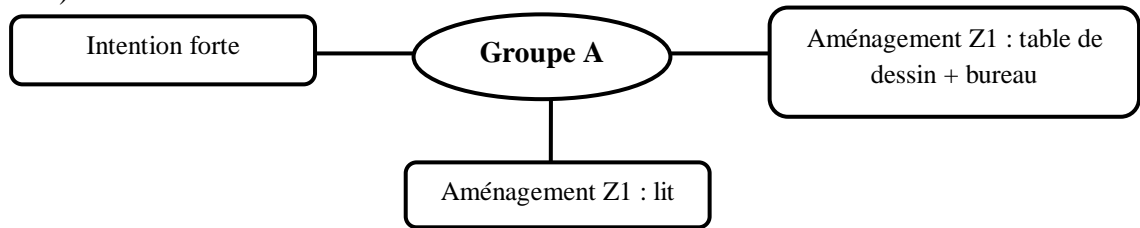


Figure VIII. 59 : Schéma récapitulatif des choix du Gr A concernant l'espace intérieur.

2.5.2.5. Réflexion des surfaces intérieures + intention :

Deux associations peuvent être relevées dans ce cas : i) la première représente l'association entre: Groupe A et la couleur foncée du sol, ii) la seconde représente l'association entre: Groupe B et la couleur foncée des murs (Figure VIII. 60).

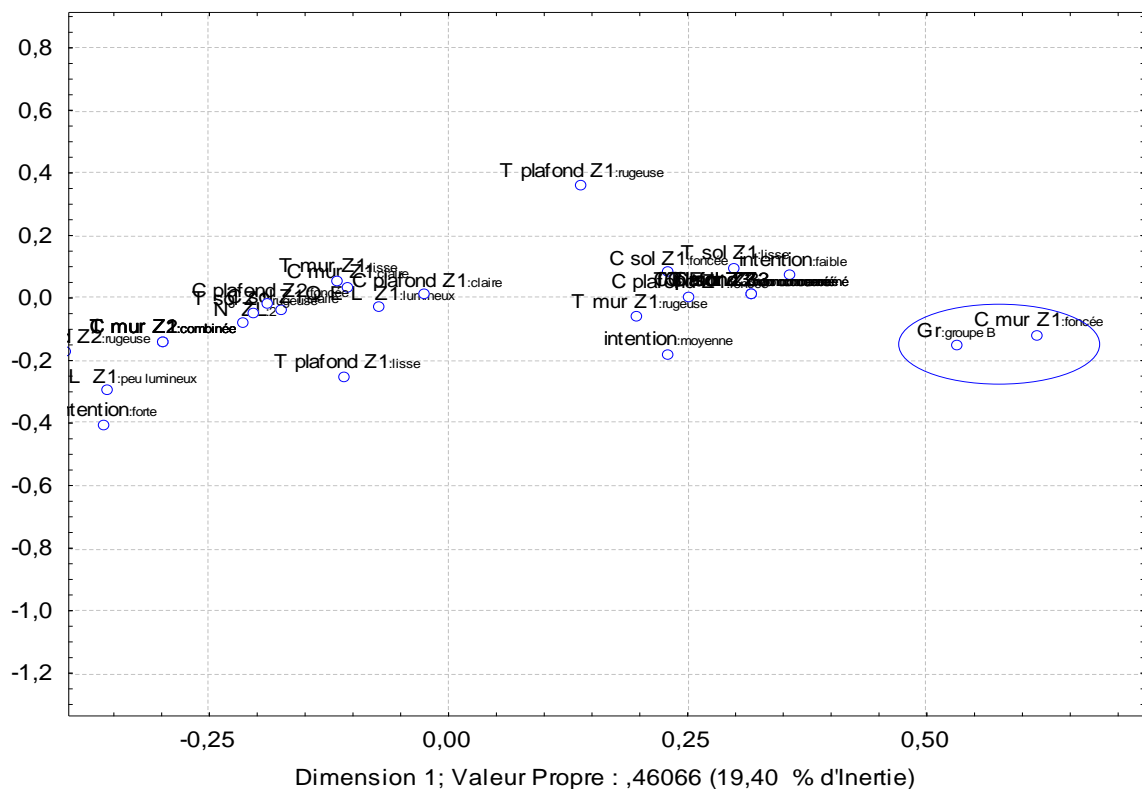


Figure VIII. 60 : Nuage montrant les correspondances entre : Les groupes, l'intention et les surfaces intérieures.

Ces résultats montrent que les étudiants, qu'ils soient du groupe A ou du groupe B, ne portent pas d'intérêt particulier pour la réflexion des surfaces intérieures (Figure VIII. 61).

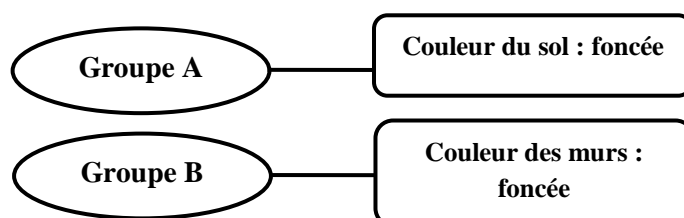


Figure VIII. 61 : Schéma récapitulatif des choix du Gr A concernant les surfaces intérieures.

3. INTERPRETATION (SYNTHESE) :

Suite à l'analyse et à l'interprétation des résultats, la performance du groupe A par rapport au groupe B semble être évidente. En effet, contrairement au groupe B, ceux du groupe A révèlent des intentions fortes dans leurs créations architecturales, et font preuve de plus de créativité lorsqu'il s'agit de diversifier les ambiances lumineuses. Ceci ne s'arrête pas là, car leurs intentions sont suivies par des actions de conceptions qui vont dans le même sens. Elles se traduisent par i) la diversité et la complexité du volume, ii) la cohérence entre la qualification de l'environnement lumineux et : l'orientation, la taille, et la proportion de la baie, iii) et l'aménagement adapté aux conditions lumineuses de l'espace. Ces résultats révèlent aussi l'efficacité de l'organisation de l'enseignement de la lumière naturelle proposée dans notre travail de recherche.

Une organisation qui place la théorie concernant la lumière naturelle et les thèmes classiques de l'éclairage au début de la formation de l'architecte, et qui place la phase pratique dans laquelle les étudiants passent à l'activité de conception à la fin du premier cycle de formation.

Les travaux de : Fernando (2007), Laburte (2008), et de Fiori (2008) ont été d'un grands apport lors de la réflexion et la mise en place de cette organisation. Ainsi, les méthodes utilisées, les savoirs à donner aux étudiants, les moyens didactiques utilisés, et les périodes de formation ont pu être fixés (Tableau VIII. 3).

Période	Méthode	Savoir à donner	Moyen didactique
1 ^{ère} année	Manipulations sur modèles réduits	Grandeurs photométriques	Modèles réduits caméra
2 ^{ème} année	Observation participante	Thèmes subjectif de l'éclairage (conduites perceptives : impressions, agrément)	Grilles d'observation
3 ^{ème} année	Workshop	/	/

Tableau VIII. 3 : Organisation de la méthode d'enseignement proposée.

CONCLUSION :

Ce chapitre nous a permis de mettre sous la lumière, la dernière étape de notre expérimentation. En effet, le dernier parallèle de notre hypothèse du départ, a été concrétisé grâce à un workshop mis sur pied dans le cadre de notre recherche en privilégiant une approche expérimentale.

Il a été question dans ce chapitre, de réaliser une comparaison entre les deux groupes. Ceci nous a permis de confirmer que le groupe A, celui qu'on a suivi dès le départ, représente le groupe qui a démontré plus de cohérences dans ses résultats. Ces résultats révèlent une prise de conscience et une maîtrise de l'éclairage naturel de même qu'une capacité à faire varier les ambiances lumineuses et à relever des suggestions portant sur : la conformation, la baie, l'espace intérieur et la réflexion des surfaces intérieurs.

INTRODUCTION :

Il est évident que les réflexions exposées dans ce mémoire, les concepts proposés, les techniques envisagées, ne représentent qu'une infime contribution à un champ de recherche complexe et multidisciplinaire. Les travaux entrepris mériteraient bien des améliorations, les résultats présentés paraissent bien modestes, et les réflexions entamées nécessiteraient encore du temps. Mais, malgré cela, nous sommes bien décidé à partager certaines idées, montrer où nous sommes arrivés, quel est le chemin parcouru et aussi ce qui reste à parcourir.

Notre conclusion présente une occasion pour synthétiser les travaux entrepris dans la perspective de résoudre un problème, d'expliquer les limites de cette recherche, et de montrer les prolongements possibles. Elle est loin, d'être une fin qui laisserait croire que le travail est achevé et que tout a été étudié et résolu.

1. UN PROBLEME :

Notre intérêt pour ce sujet de recherche émane d'un manque d'approche pédagogique pour l'enseignement de l'architecture durant le long de la formation LMD, et plus précisément, concernant l'enseignement de la lumière naturelle. Cette lumière qui peut jouer un rôle prépondérant lors de la conception d'un projet architectural, mais aussi tout le long de la vie du bâtiment, une fois sa réalisation achevée. Nous avons donc tenté d'aider à suggérer des méthodes pour enseigner la lumière naturelle durant le premier cycle de la formation LMD, à savoir, la licence.

2. UNE PROPOSITION :

Cette recherche tend à tester l'efficacité de la méthode d'enseignement de la lumière naturelle proposée à l'issue de cette recherche, et ce, en réalisant une comparaison entre deux groupes d'étudiant. Le premier a reçu un enseignement classique, semblable à celui donné dans les écoles d'architecture Algérienne, le second, quant à lui, s'est vu appliqué notre méthode d'enseignement. Une des issues de ce travail passe par une certaine schématisation des acquis théoriques. C'est le parallèle entre étapes d'apprentissage et méthodes d'enseignement, qui structure la partie théorique (revue de la littérature) de cette investigation.

Dans la première étape de ce parallèle, se situe sensation et connaissances. A l'aide de la physiologie et de la physique, le mécanisme de la sensation visuelle a pu être expliqué grâce à l'explication du processus visuel. L'accent y a été sur le phénomène physique qui le déclenche (la lumière), et l'organe qui le reçoit (l'œil). Afin de sélectionner les connaissances qui correspondent à cette étape d'apprentissage, le modèle conceptuel de Fuller Moore a été pris comme référence, pour faire sortir les éléments qui peuvent être pris en compte dans cette étape.

La deuxième étape, quant à elle, traite la perception et l'évaluation. Pour cela, le processus perceptif a été mis sous la lumière en énumérant les sciences qui se sont intéressées à la perception, ainsi que les théories de la perception. De toutes ces théories, celle des ambiances a eu plus d'attention car c'est elle qui traite la perception de la lumière naturelle. Du côté de l'évaluation, on s'est approfondi sur l'évaluation de la lumière naturelle dans le bâtiment, de façon objective ou subjective. L'objectivité a été abordée à l'aide des deux thèmes classiques de

l'éclairage que sont : le confort et la performance. La subjectivité, quant à elle, a été dirigée par les considérations subjectives de l'environnement. Il s'agit de toutes les conduites perceptives qui se présentent sous forme d'impressions visuelles subjectives regroupant les jugements de satisfaction, l'agrément, et les facteurs humains et architecturaux.

La troisième partie avait comme objectif la prise en compte du comportement et de la création. Le comportement a été abordé en expliquant, les facteurs psychologiques, sociologiques, et culturels, qui peuvent l'influencer. Par la suite, le lien entre perception et action a été mis sous la lumière pour mieux expliquer le passage de la perception à l'action. Concernant la création, la lumière naturelle était au cœur du débat. Cela a commencé par la démonstration de l'outil de création que la lumière naturelle a été durant les périodes que l'architecture a connu, et par l'explication d'un essai, pour constituer un savoir architectural pour la création architecturale en se basant sur la lumière naturelle.

Enfin, et pour tisser le lien avec ce qui été abordé auparavant, la création a été considérée comme action, qui commence par une intention, se concrétise à l'aide d'un processus de conception, pour donner naissance à un projet. Et pour ne pas dévier de notre centre d'intérêt que représente la lumière naturelle, cette lumière, ou plutôt, ces lumières qui ont été considérées, comme des intentions dans la création architecturale. Une intention qui se concrétise grâce à un, ou plusieurs processus, pour réaliser un, ou plusieurs projets.

La partie concrète de la recherche se présente sous forme de plusieurs techniques de recherches. Il s'agit en réalité de trois techniques directes de recherche, sans lesquelles, cette investigation n'aurait pu aboutir.

La première technique est devenue opérationnelle grâce à une expérimentation axée sur des manipulations en maquettes. Deux maquettes à des échelles différentes, sont alors, mises en œuvre, pour permettre d'effectuer ces manipulations. L'objectif recherché est de faire prendre conscience aux étudiants du phénomène physique que présente la lumière naturelle, et d'acquérir des connaissances sur l'impact, i) des éléments extérieurs (orientation, topographie, réflexion des surfaces extérieures, etc...), ii) des éléments architecturaux, qui constituent l'espace (baie, murs intérieurs, etc...), et iii) le mobilier, sur le comportement de la lumière naturelle.

Le but de cette expérience est de mettre en exergue, la relation entre sensation (première étape de l'apprentissage), et la prise de conscience (première étape de l'enseignement). Une relation qui semble bien fonctionner, car le fait d'intercepter le signal lumineux, de le sentir, a pu avoir un impact sur l'acquisition de connaissances le concernant. Ce processus a bien été appuyé par la maquette qui offre la possibilité de reproduire presque les mêmes conditions d'éclairage grâce à la très petite longueur d'onde que présente la lumière.

Au delà de l'objectif recherché à l'aide de cette expérimentation, la démarche entamée a aussi pu offrir aux étudiants la possibilité de gagner en parallèle un vocabulaire architecturale et de se familiariser avec les composantes qui peuvent constituer un bâtiment. Ceci, présente un bon acquis pour des étudiants en première année qui débutent leurs formations en architecture.

La deuxième technique utilisée est l'observation participante. Elle a pu être mise en marche en i) construisant son outil (la grille d'observation), ii) en récupérant les croquis des étudiants exprimant leurs représentations de l'ambiance lumineuse du lieu et l'identification de la

provenance de la lumière naturelle, et iii) en prenant des photos des espaces sélectionnés par les étudiants pour arriver à relever leurs typologies lumineuses. Ainsi, une comparaison entre les impressions subjectives et la typologie lumineuse objective a pu être alors réalisée.

Cette comparaison a révélé une cohérence entre la façon avec laquelle l'ambiance lumineuse de l'espace est décrite et comment elle est en réalité. Ainsi, la deuxième relation qui relie perception et évaluation a bien été mise en relief. Ceci, en montrant que la perception du stimulus visuel correspond dans les méthodes d'enseignement à l'évaluation qualitative de l'éclairage naturel ainsi que celle des ambiances lumineuses.

La troisième technique de recherche utilisée est le workshop. Ce workshop présente un espace de création dans lequel l'étudiant passe à l'action pour mettre à l'œuvre tout ce qui a été acquis dans les deux étapes précédentes. Il présente aussi un moyen de comparaison entre i) le groupe que nous avons suivi tout le long de l'expérience, sur lequel notre méthode d'enseignement proposée a été appliquée, et ii) le groupe qui a suivi un enseignement dont le contenu est issu de la formation classique.

Les résultats issus de cette comparaison révèlent une différence entre les deux groupes. En effet, notre méthode a montré plus de diversité dans les ambiances lumineuses et une meilleure maîtrise des caractéristiques de la baie et de leurs orientations en fonction de l'ambiance lumineuse recherchée.

Ces conclusions nous ont permis de vérifier notre hypothèse de recherche qui, rappelons-le, avance que la construction d'un parallèle entre les étapes d'apprentissage et les méthodes d'enseignement, occasionnerait une insertion appropriée de la lumière naturelle dans l'enseignement de celle-ci, en architecture.

3. DES CONCLUSIONS GENERALES :

- **Forme d'enseignement de la lumière naturelle:** L'expérimentation est une pédagogie pour approcher le réel et penser la matière et le concret. Le recours à une pédagogie par l'action semble être une bonne approche pour l'enseignement de la lumière naturelle, qui s'est révélée être une matière qui se prête très bien à des expérimentations. Ainsi, on doit réduire la quote part des cours magistraux et favoriser les exercices, où la pédagogie de l'enseignement expérimental laisse beaucoup l'initiative aux étudiants et leurs permet d'immerger dans le réel.
- **Organisation de l'enseignement de la lumière naturelle dans le cursus :** La théorie concernant la lumière naturelle (grandeurs, unités, etc.), et les thèmes classiques de l'éclairage que sont : le confort, la performance et l'agrément, peuvent être enseignés au début de la formation de l'architecte, c'est-à-dire, en première et deuxième année. Après avoir acquis des connaissances théoriques, les étudiants peuvent entamer, en troisième année, la phase pratique et passer à l'activité de conception. La problématique doit être recentrée sur l'éclairage, les étudiants ne doivent pas se focaliser sur des problèmes purement architecturaux (plastiques, formels, esthétiques,....etc).

4. DES LIMITES :

Comme tout travail de recherche, cette étude a ses limites qui se résument aux points suivants:

- Elle s'est intéressée uniquement à l'enseignement d'un seul facteur environnemental, qui est la lumière naturelle, d'autres facteurs sensoriels très importants n'ont pas été pris en considération comme le vent, la température, le son, etc....
- L'étude a pris comme modèle expérimental un groupe d'étudiants en première année licence, ça aurait pu être plus intéressant de suivre ce même groupe, durant leurs trois années de formation, pour recréer les mêmes conditions d'enseignement, et tester dans des conditions réelles les méthodes proposées.
- A cause du manque d'instrument de recherche, en l'occurrence une camera avec un grand angle de vision, une partie de la troisième expérimentation a été éliminée. Cette partie consistait à réaliser un modèle réduit du projet de chaque étudiant, d'y placer la caméra à l'intérieur et d'observer les résultats obtenus.

5. DES PERSPECTIVES :

Cette recherche a proposé des méthodes pour enseigner la lumière naturelle en architecture. D'autres recherches pourraient développer et approfondir chacune de ces méthodes proposées, créant ainsi plusieurs futurs axes de recherche.

L'approche, à laquelle cette recherche a fait recours est une approche qualitative. Pour de futures recherches, l'aspect quantitatif pourrait être abordé et intégré.

Des recherches pourraient croiser les aspects énergétiques (thermique été hiver, etc.) avec l'aspect ici étudié, à savoir l'éclairage naturel.

On assiste à l'heure actuelle à l'émergence de plusieurs logiciels de simulation en éclairage naturel. La place d'un logiciel de simulation dans la formation des futurs architectes, peut être une question de recherche assez intéressante pour comprendre comment il peut être intégré ? comment l'intégrer ? et à quel moment de la formation pourrait-on l'intégrer ?

Aborder la question de l'enseignement de la lumière naturelle au moyen de la notion de « référence » à travers le cas illustrant sa prise en compte lors de la conception architecturale.

Finalement, la recherche pourrait également élargir le débat, sur l'approfondissement de l'intégration de la lumière naturelle dans le processus de conception, mais aussi celui de l'enseignement des ambiances architecturales autant que matière à part entière.

CONCLUSION :

Cette recherche ne présente qu'un petit pas dans l'univers, vaste de plusieurs domaines, auxquels on a tenté de toucher, comme la pédagogie, l'éclairage naturel, et les ambiances lumineuses.

Elle présente une contribution pour aider la nouvelle réforme LMD, appliquée récemment en architecture ; à lui trouver de nouvelles approches pédagogiques afin de rehausser le niveau de la formation des futurs architectes et de lui faire prendre conscience du rôle qu'il devrait jouer comme futur décideur dans le pays, dans la protection de son environnement, dans le cadre d'une perspective de développement durable.

Etant donné que l'architecture se situe à la croisée des chemins des sciences exactes et des arts entamer une recherche dans ce domaine, ne pouvait pas se faire, sans recourir à plusieurs disciplines comme la psychologie, la physiologie, la physique, la sociologie,...etc. C'est au sein de l'ère du croisement des connaissances issues de toutes ces disciplines, et en les orientant vers le domaine de l'architecture, que l'hypothèse de notre recherche a été vérifiée.

Pour conclure, il est souhaitable que ces résultats trouvent des échos favorables, auprès de nos décideurs chargés de l'élaboration des programmes d'architecture. Il serait également intéressant que les enseignants et les chercheurs mettent en pratique les résultats auxquels abouti cette recherche.

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II : SENSATION ET PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES)

Tableau II. 1 : Photorécepteurs de la rétine Propriétés des deux systèmes issus des cônes (vision photo pique ou diurne) et des bâtonnets (vision scotopique ou nocturne).

CHAPITRE III : PERCEPTION ET EVALUATION

Tableau III. 1 : Valeurs de référence pour le facteur URG

Tableau III. 2 : Besoins biologiques satisfaits par une vue sur l'extérieur

CHAPITRE VI : SENSATION ET PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES)

Tableau VI. 1 : Tableau qui explique les six expériences de la première étape.

Tableau VI. 2 : Tableau qui explique les six expériences de la deuxième étape

Tableau VI. 3 : Tableau récapitulatif des taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 1^{ère} étape

Tableau VI. 4 : Tableau récapitulatif des taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 2^{ème} étape

Tableau VI. 5 : Tableau récapitulatif des taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 1^{ère} étape

Tableau VI. 6 : Tableau récapitulatif des taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 2^{ème} étape

Tableau VI. 7 : Tableau explicitant les correspondances existantes entre les variables de la première étape, et les expressions les plus évoquées dans cette étape.

Tableau VI. 8 : Tableau explicitant les correspondances existantes entre les variables de la deuxième étape, et les expressions les plus évoquées.

CHAPITRE VII : PERCEPTION VERSUS EVALUATION

Tableau VII. 1 Critères de divergence

Tableau VII. 2 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 1

Tableau VII. 3 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 2

Tableau VII. 4 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 3

Tableau VII. 5 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 4

Tableau VII. 6 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 5

Tableau VII. 7 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 6

Tableau VII. 8 Caractéristiques physiques et lumineuses de l'espace 7

CHAPITRE VIII : COMPORTEMENT ET CREATION

- Tableau VIII. 1 :** Classes des variables de l'analyse
Tableau VIII. 2 : Les huit analyses élaborées pour l'ACM : Gr A, Gr B, intention et baie.
Tableau VIII. 3 : Organisation de la méthode d'enseignement proposée.

RESUME

Cette étude tente de situer le problème de l'enseignement des dimensions environnementales en architecture, en tenant compte des nouvelles réformes de l'enseignement supérieur en Algérie, à savoir le système LMD. Des dimensions environnementales, la lumière naturelle a été choisie comme objet d'étude pour cette investigation à cause des avantages qu'elle pourra présenter si elle est bien intégrée dans le projet architectural dès les premières étapes de la conception.

Le domaine de la psychologie a été d'un grand apport dans cette recherche. En effet, grâce au processus « sensation, perception, comportement », un processus parallèle similaire qui peut être appliqué au domaine de l'enseignement de l'architecture a été créé ; il s'agit du processus « connaissance, évaluation, création ». Ce parallèle entre : étapes d'apprentissage et méthodes d'enseignement, constitue un modèle conceptuel qui est l'ossature de ce travail de recherche, et qui structure ses parties théorique et pratique.

Le processus proposé « prise de connaissance, évaluation, création » est mis en œuvre à travers une approche expérimentale. Celle-ci est menée en double parcours et en triple phasages. Deux groupes reçoivent un enseignement au sujet de la lumière naturelle mais selon deux manières différentes : l'un au moyen de la méthode du système classique, l'autre selon le processus proposé par cette recherche. Cet enseignement s'effectue en trois étapes à travers divers méthodes selon le processus adapté.

Le mémoire est composé de deux parties, la première regroupe les chapitres théoriques qui dressent un état de l'art sur l'enseignement de l'architecture et expliquent la construction de processus « connaissance, évaluation, création » sur la base de celui « sensation, perception, comportement ». La seconde englobe les chapitres expérimentaux qui présentent les expérimentations menées, leurs résultats et les interprétations qui en découlent.

ABSTRACT

This study would put the problem of environmental dimension in architecture, taking into account the new reforms of higher education in Algeria, that is to say, LMD system. From a set of environment dimensions natural light had been selected as the subject of this study, because of the advantages that would present if it is well integrated in the architecture from the early stages of design.

The field of psychology has enriched this research. In fact thanks to the process “sensation, perception, behavior” a similar parallel process was created and that would be applied to the field of architecture teaching, that is to say, the process “knowledge, evaluation, creation”. This parallel between: stapes of apprenticeship and methods of teaching constitute conceptual model that is the skeleton of this research and that structure its theoretical and practical parts.

The suggested process “knowledge, evaluation, creation” is implemented through an experimental approach. The later is done following two paths and tree phases. Two groups receive an education on the subject of natural light, but according to different manners: the first use classical methods and the second follow the suggested process by this research. This education is done in tree steps throughout different methods according to the suitable process.

The thesis is devised into two parts, the first one gather theoretical chapters that cope with the state of architecture teaching and explain the construction of the process “knowledge, evaluation, creation” on the grounds of the one of “sensation, perception, behavior”. The second one encompass the practical chapters witch present experiments undertaken, their results and their interpretations.

TABLE DES FIGURES

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

Figure. 1 : Structure de la recherche

CHAPITRE I : ENSEIGNEMENT ET APPRENTISSAGE

Figure I.1 : Modèle conceptuel

Figure I.2 : Nouvelle organisation des études d'architecture

Figure I.3 : Architecture des enseignements dans le système L.M.D

Figure I.4 : Héliodon de département d'architecture de Biskra

Figure I.5 : Quelques travaux à l'aide de l'Héliodon

CHAPITRE II : SENSATION ET PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES)

Figure II. 1 : La partie du spectre électromagnétique visible pour l'œil humain est limitée à une fenêtre très étroite

Figure II. 2 : Une onde électromagnétique

Figure II. 3 : Vitesses de la lumière

Figure II. 4 : Les modes de réflexion

Figure II. 5 : Les modes de transmission

Figure II. 6 : Quatre grandeurs énergétiques principales

Figure II. 7 : Anatomie de l'œil

Figure II. 8 : Coupe transversale de la rétine

Figure II. 9 : Distribution des cônes et des bâtonnets dans la rétine

Figure II. 10 : Cône et bâtonnet

Figure II. 11 : Neurones de la rétine

Figure II. 12 : voies visuelles

Figure II. 13 : Modèle conceptuel Source-trajectoire-cible, trajectoire directe.

Figure II. 14 : Modèle conceptuel Source-trajectoire-cible trajectoire diffuse

Figure II. 15 : L'épaisseur d'atmosphère

Figure II. 16 : Rayonnement solaire

Figure II. 17 : L'angle d'incidence

Figure II. 18 : Azimut solaire

Figure II. 19 : Hauteur du soleil

Figure II. 20 : Course solaire

Figure II. 21 : Diagramme solaire

Figure II. 22 : Le machu_picchu. Exemple d'intégration dans un site en pente

Figure II. 23 : Constructions voisines qui jouent le rôle d'un masque

Figure II. 24 : La végétation qui joue le rôle d'un masque

Figure II. 25 : Surface réfléchissante : plan d'eau

Figure II. 26 : Surface réfléchissante : dallage brillant

Figure II. 27 : Bâtiment avec vitrage réfléchissant

- Figure II. 28 :** Éléments architecturaux liés au bâtiment lui-même qui influencer la quantité de lumière captée par le bâtiment
- Figure II. 29 :** Eclairage unilatéral
- Figure II. 30 :** Eclairage unilatéral
- Figure II. 31 :** Eclairage multilatéral
- Figure II. 32 :** Eclairage zénithal Villa Noailles, Hyères by Xavier de Jauréguiberry
- Figure II. 33 :** Variation du niveau d'éclairement en fonction de la profondeur de la pièce
- Figure II. 34 :** Parois translucide et transparente
- Figure II. 35 :** Parois de couleur clair
- Figure II. 36 :** Schéma de la deuxième étape du modèle conceptuel

CHAPITRE III : PERCEPTION ET EVALUATION

- Figure III. 1 :** Schéma d'un neurone
- Figure III. 2 :** Principe de fonctionnement d'une synapse à neurotransmetteur. Les chiffres renvoient aux différentes étapes de la transmission.
- Figure III. 3 :** Modalités d'un phénomène d'ambiance in situ.
- Figure III. 4 :** Modèle basique de l'ambiance : Une interaction complexe d'influences entre : contexte, espace architectural, environnement physique et usager.
- Figure III. 5 :** Influence du niveau d'éclairement sur le nombre de fautes par pages
- Figure III. 6 :** Le contraste objet/fond
- Figure III. 7 :** Éléments du confort visuel
- Figure III. 8 :** Éclairement moyen à maintenir en fonction de l'activité
- Figure III. 9 :** Zones du champ visuel
- Figure III. 10 :** Vision vers l'extérieur

CHAPITRE IV : COMPORTEMENT ET CREATION

- Figure IV. 1 :** La hiérarchisation des besoins
- Figure IV. 2 :** Conception par représentation. Claes Oldenberg et Frank O. Gehry, Chiat/Day Main Street, Venice, Californie
- Figure IV. 3 :** Conception par mode opératoire. Eric Owen Moss : Ince Theater, Culver City, Californie (projet)
- Figure IV. 4 :** Conception par manipulation de matière. Herzog & De Meuron, travaux d'atelier
- Figure IV. 5 :** Temple d'Amon-Ré, Egypte
- Figure IV. 6 :** L'Acropolis : plan qui montre l'orientation Est des temples, permettant aux rayons de soleil d'éclairer les statues.
- Figure IV. 7 :** Façade nord, les façades intérieures, et le dôme du panthéon à Rome
- Figure IV. 8 :** La façade, L'arrière de la nef centrale, et le porche transversal de la cathédrale Santa Maria de Léon en Espagne
- Figure IV. 9 :** Cloître, vue extérieure et vue intérieure de L'église San Lorenzo de Florence
- Figure IV. 10 :** Façade extérieure, vue intérieure et coupole de la Basilique Saint-Pierre du Vatican
- Figure IV. 11 :** Le mur rideau et vue intérieure des parois transparentes d'un bureau de l'usine Fagus.
- Figure IV. 12 :** Vues extérieure et intérieure de la bibliothèque de Tonsberg. Norvège
- Figure IV. 13 :** L'Institut du Monde Arabe
- Figure IV. 14 :** Domaine viticole Dominus en Californie
- Figure IV. 15 :** Maison Koshino, et Vicariate, Rome, 2000.
- Figure IV. 16 :** À gauche, Jonson, à droite, Meiss
- Figure IV. 17 :** La maison de Raynaud
- Figure IV. 18 :** Chapelle Sweeney
- Figure IV. 19 :** Schéma de la création architecturale

- Figure IV. 20 :** Light-Lattice house au Japon, conçue par le japonais Shoji Yoh.
Figure IV. 21 : Le centre galicien d'art contemporain, Espagne par Alvaro Siza
Figure IV. 22 : Le musée d'art contemporain de Barcelone en Espagne de Richard Meier
Figure IV. 23 : Le pavillon de verre, Toledo Museum of art par Kazuyo Sejima
Figure IV. 24 : Maison située à San Angel, près de Mexico
Figure IV. 25 : Le musée Davis par Rafael Moneo
Figure IV. 26 : Walt Disney Concert Hall de Frank Gehry
Figure IV. 27 : L'Institut du Monde Arabe par Jean Nouvel

CHAPITRE V : PROCESSUS METHODOLOGIQUE

- Figure V. 1 :** Les cinq techniques utilisées dans notre revue de littérature.
Figure V. 2 : Techniques proposées pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture
Figure V. 3 : Les trois étapes d'enseignement pour les deux groupes de l'expérimentation

CHAPITRE VI : SENSATION VERSUS PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES)

- Figure VI. 1 :** Manipulations sur des modèles réduits
Figure VI. 2 : Fiches d'observation
Figure VI. 3 : Maquette A (échelle 1 /50)
Figure VI. 4 : Webcam
Figure VI. 5 : Vues intérieures prises par la webcam
Figure VI. 6 : Maquette B (échelle 1 /50)
Figure VI. 7 : Paroi et toit amovible
Figure VI. 8 : Emplacement de la webcam
Figure VI. 9 : L'ouverture du local
Figure VI. 10 : Présentation des résultats au moyen de texte
Figure VI. 11 : Présentation des résultats au moyen de schéma et croquis
Figure VI. 12 : Présentation des résultats au moyen de texte et dessin
Figure VI. 13 : Représentation des observations
Figure VI. 14 : Taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 1ère étape
Figure VI. 15 : Taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation de la 2ème étape
Figure VI. 16 : Comparaison entre les deux étapes
Figure VI. 17 : Taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 1ère étape
Figure VI. 18 : Taux des expressions les plus évoquées dans les observations de la 2ème étape
Figure VI. 19 : ACM entre Les variables de la 1ère étape et ses expressions
Figure VI. 20 : Correspondances situées du côté gauche de l'axe
Figure VI. 21 : Correspondances situées du côté droit de l'axe
Figure VI. 22 : Classe révélée par l'ACM

CHAPITRE VII : PERCEPTION VERSUS EVALUATION

- Figure VII. 1 :** Étudiants et architecte en train de visiter la bibliothèque
Figure VII. 2 : Vue extérieure de la bibliothèque centrale Université de Biskra
Figure VII. 3 : Vues intérieures de la bibliothèque centrale Université de Biskra
Figure VII. 4 : Grille d'observation
Figure VII. 5 : Coupe perspective montrant les trois types d'éclairage

Figure VII. 6 :	La couleur blanche qui reflète la lumière
Figure VII. 7 :	Coupe perspective
Figure VII. 8 :	Plan RDC
Figure VII. 9 :	Plan 1 ^{er} étage
Figure VII. 10 :	Plan 2 ^{ème} étage
Figure VII. 11 :	Les taux de sélection de chaque espace
Figure VII. 12 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression sombre/lumineux, et la catégorie d'espace
Figure VII. 13 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression terne/radioux, et la catégorie d'espace
Figure VII. 14 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression brumeux/clair, et la catégorie d'espace
Figure VII. 15 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression chaud/froid, et la catégorie d'espace
Figure VII. 16 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression faible/fort, et la catégorie d'espace
Figure VII. 17 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression bon éclairage/mauvais éclairage, et la catégorie d'espace
Figure VII. 18 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression éblouissant/non éblouissant, et la catégorie d'espace.
Figure VII. 19 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression plaisant/déplaisant, et la catégorie d'espace.
Figure VII. 20 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression tendu/relaxant, et la catégorie d'espace
Figure VII. 21 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression frustrant/satisfaisant, et la catégorie d'espace.
Figure VII. 22 :	Nuage montrant les correspondances existantes entre l'impression triste/joyeux, et la catégorie d'espace
Figure VII. 23 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et les catégories d'espace.
Figure VII. 24 :	Schéma qui indique la position de chaque catégorie d'espace
Figure VII. 25 :	Schéma qui explique la constitution des fiches des espaces
Figure VII. 26 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 1.
Figure VII. 27 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 2.
Figure VII. 28 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 3
Figure VII. 29 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 4.
Figure VII. 30 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 5.
Figure VII. 31 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 6.
Figure VII. 32 :	Nuage montrant les correspondances existantes les différentes impressions et l'espace 7.

CHAPITRE VIII : COMPORTEMENT ET CREATION

Figure VIII. 1 :	Groupe d'étudiants durant le workshop
Figure VIII. 2 :	Croquis (Exemple de la première étape)
Figure VIII. 3 :	Croquis d'ambiance (exemple de la deuxième étape)
Figure VIII. 4 :	Exemple de texte explicatif présenté lors de la 3 ^{ème} étape.
Figure VIII. 5 :	Histogrammes comparatifs entre Gr A et Gr B pour la variable : Intention
Figure VIII. 6 :	Histogrammes comparatifs entre Gr A et Gr B pour la variable : Subdivision

- Figure VIII. 7 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Nombre de zone lumineuse
- Figure VIII. 8 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Complexité du volume
- Figure VIII. 9 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour les variables : Forme géométrique en plan.
- Figure VIII. 10 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Qualification de l'environnement lumineux
- Figure VIII. 11 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Hauteur de la zone 1
- Figure VIII. 12 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Orientation de la zone 1
- Figure VIII. 13 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : type d'éclairage de la zone 1
- Figure VIII. 14 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Nombre des ouvertures de la zone 1
- Figure VIII. 15 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Taille des ouvertures de la zone 1
- Figure VIII. 16 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Forme des ouvertures de la zone 1
- Figure VIII. 17 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Proportion des ouvertures de la zone 1.
- Figure VIII. 18 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 1 par rapport à la hauteur
- Figure VIII. 19 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 1 par rapport à la largeur
- Figure VIII. 20 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Protection solaire
- Figure VIII. 21 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 1
- Figure VIII. 22 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Texture des murs, des sols, et des plafonds de la zone 1
- Figure VIII. 23 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Aménagement de la zone 1
- Figure VIII. 24 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Qualification de l'environnement lumineux de la zone 2.
- Figure VIII. 25 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Hauteur de la zone 2.
- Figure VIII. 26 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Orientation de la zone 2
- Figure VIII. 27 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : type d'éclairage de la zone 2
- Figure VIII. 28 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Nombre des ouvertures de la zone 2
- Figure VIII. 29 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Taille des ouvertures de la zone 2
- Figure VIII. 30 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Forme des ouvertures de la zone 2.
- Figure VIII. 31 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Proportion des ouvertures de la zone 2
- Figure VIII. 32 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 12par rapport à la hauteur
- Figure VIII. 32 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Position des ouvertures de la zone 12par rapport à la largeur
- Figure VIII. 34 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Protection solaire
- Figure VIII. 35 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 2.

- Figure VIII. 36 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Couleur des murs, des sols, et des plafonds de la zone 2
- Figure VIII. 37 :** Histogrammes comparatifs entre le Gr A et Gr B pour la variable : Aménagement de la zone 2.
- Figure VIII. 38 :** Qualification de l'environnement lumineux Z3, et hauteur Z3.
- Figure VIII. 39 :** Orientation Z3
- Figure VIII. 40 :** Type d'éclairage Z3
- Figure VIII. 41 :** Nombre des ouvertures Z3
- Figure VIII. 42 :** Taille des ouvertures Z3
- Figure VIII. 43 :** Forme et proportion des ouvertures de la Z3
- Figure VIII. 44 :** Position des ouvertures de la Z3 par rapport à la hauteur.
- Figure VIII. 45 :** Position des ouvertures de la Z3 par rapport à la largeur
- Figure VIII. 46 :** Protection solaire dans la Z3
- Figure VIII. 47 :** Couleurs des murs, des plafonds et des sols de la Z3.
- Figure VIII. 48 :** Texture des murs, des plafonds et des sols de la Z3
- Figure VIII. 49 :** Aménagement de la Z3.
- Figure VIII. 50 :** Nuage montrant les correspondances entre les groupes et l'intention
- Figure VIII. 51 :** Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr A, Gr B, et l'intention
- Figure VIII. 52 :** Nuage montrant les correspondances entre : Les groupes, l'intention et la conformation.
- Figure VIII. 53 :** Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr A, Gr B, intention et conformation
- Figure VIII. 54 :** Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr A, intention et baie
- Figure VIII. 55 :** Schéma récapitulatif de l'ACM : Gr B, intention et baie
- Figure VIII. 56 :** Schéma récapitulatif des caractéristiques de la zone 1 et la zone 2 pour le groupe A
- Figure VIII. 57 :** Schéma récapitulatif des caractéristiques de la zone 1 et la zone 2 pour le groupe B.
- Figure VIII. 58 :** Nuage montrant les correspondances entre : Les groupes, l'intention et l'espace intérieur
- Figure VIII. 59 :** Schéma récapitulatif des choix du Gr A concernant l'espace intérieur.
- Figure VIII. 60 :** Nuage montrant les correspondances entre : Les groupes, l'intention et les surfaces intérieures.
- Figure VIII. 61 :** Schéma récapitulatif des choix du Gr A concernant les surfaces intérieures

TABLE DES MATIERES

Résumés	I
Table des matières	IV
Table des figures	XII
Liste des tableaux	XVIII

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

	INTRODUCTION	1
1.	LA LUMIERE NATURELLE : UNE RIVIERE D'AVANTAGE	1
2.	LUMIERE NATURELLE AU COEUR DES INTERETS	2
3.	LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE : UNE MATIERE QUI DEMANDE A ETRE ENSEIGNEE	3
4.	OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE	3
5.	HYPOTHESE DE RECHERCHE	4
6.	Structure du mémoire	4

CHAPITRE I : ENSEIGNEMENT ET APPRENTISSAGE

	INTRODUCTION	6
1.	HYPOTHESE ET MODELE CONCEPTUEL	6
2.	L'ENSEIGNEMENT	7
2.1.	Enseignement de l'architecture	8
2.2.	L'architecte dans l'histoire	9
2.2.1.	De l'antiquité au moyen âge	9
2.2.1.1.	Formation de l'architecte de l'antiquité au moyen âge	9
2.2.2.	Renaissance et temps modernes:	10
2.2.2.1.	Formation de l'architecte de la renaissance aux temps modernes	10
2.3.	Les lieux du savoir	10
2.3.1.	L'école des beaux-arts	10
2.3.2.	L'école de Bauhaus	11
2.4.	Les réformes de 1971, 1985 et 1994 en Algérie	11
2.4.1.	Réforme de 1971	11
2.4.2.	Réforme de 1985	12
2.4.3.	Réforme de 1994	13
2.4.4.	Les nouvelles réformes L.M.D (licence, master, doctorat) en Algérie	14
2.4.5.	Les nouvelles réformes des études d'architecture en Algérie et en Europe	15
2.5.	L'enseignement de l'architecture : une revue de littérature	16
3.	ENSEIGNEMENT DE LA LUMIERE NATURELLE	17
3.1.	Cas des institutions Algériennes	17
3.1.1.	Ancien système	18
3.1.2.	Système LMD (licence)	18
3.2.	Cas des écoles Européennes	19
3.2.1.	Formations continues destinées à des professionnels	19
3.2.1.1.	Contenu des programmes de la formation classique	20
3.2.2.	Formations diplômantes comportant une option ou une spécialisation en éclairage	20

3.2.2.1.	Diplôme d'ingénieur – Energie	20
3.2.3.	L'enseignement de la lumière dans les écoles d'architecture	21
3.2.3.1.	ENSA de Montpellier	21
3.2.3.2.	ENSA de Grenoble	22
3.2.3.3.	ENAC de l'EPFL (Lausanne)	22
4.	APPRENTISSAGE ET TRANSFERT D'APPRENTISSAGE	23
4.1.	Les types d'apprentissage	23
4.1.1.	Apprentissage de signaux	24
4.1.2.	Apprentissage de liens stimulus-réponse	24
4.1.3.	Apprentissage de chaînes motrices	24
4.1.4.	Apprentissage de chaînes verbales	24
4.1.5.	L'apprentissage d'une discrimination multiple	24
4.1.6.	L'apprentissage d'un concept	25
4.1.7.	L'apprentissage d'un principe	25
4.1.8.	Solution d'un problème	25
4.1.8.1	Apprentissage d'algorithmes	25
4.1.8.2	Apprentissage de stratégies	26
5.	LES TROIS MODELES D'APPRENTISSAGE	26
5.1.	Le modèle centré sur la matière (contenu) et le maître	26
5.2.	Le modèle du conditionnement (béhavioriste)	27
5.3.	Le modèle cognitiviste ou les méthodes pédagogiques actives proprement dites	28
6.	DISCUSSION	29
	CONCLUSION	29

CHAPITRE II : SENSATION ET PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES)

	INTRODUCTION	30
1.	SENSATION	30
1.1.	Classification des sensations	31
1.1.1.	Sensations somesthésiques	31
1.1.2.	Sensations spécifiques	31
1.2.	La vision	31
1.3.	Mécanismes de la vision	31
1.4.	Sciences liées aux mécanismes de la vision	32
1.4.1.	La physique	32
1.4.1.1.	La lumière : Stimuli visuel	32
1.4.2.	La radiométrie	35
1.4.2.1.	Les unités radiométriques	35
1.4.3.	La photométrie	35
1.4.4.	La physiologie	35
1.4.4.1.	Structure et physiologie du système optique (visuel)	35
1.4.4.2.	Le processus sensoriel	41
2.	PRISE DE CONSCIENCE (CONNAISSANCES)	42
2.1.	Modèle conceptuel de F.MOORE	42
2.1.1.	La source de la lumière	43
2.1.1.1.	L'atmosphère et le rayonnement solaire	43
2.1.1.2.	Types de rayonnement solaire	43
2.1.1.3.	Sources et disponibilité de lumière	46
2.1.2.	La trajectoire	49
2.1.2.1.	L'orientation de l'ouverture	50
2.1.2.3.	Les caractéristiques de la fenêtre	51
2.1.2.4.	Profondeur de l'ouverture	52
2.1.2.5.	Les zones de distribution lumineuse	52
2.1.2.6.	Le matériau de transmission	52

2.1.3.	La cible	53
2.1.3.1.	Dimensions du local	53
2.1.3.2.	L'agencement des parois intérieures	53
2.1.3.3.	Le matériau des surfaces du local	54
2.1.3.4.	Les systèmes de distribution lumineuse	54
2.1.3.5.	Aménagement intérieur	55
3.	DISCUSSION	55
	CONCLUSION	56

CHAPITRE III : PERCEPTION ET EVALUATION

	INTRODUCTION	57
1.	LA PERCEPTION	57
1.1.	Sur la notion de perception	57
1.2.	Classification des perceptions	58
1.2.1.	La perception du temps	58
1.2.2.	La perception de l'espace	58
1.3.	Facteurs qui influencent la perception	58
1.4.	Les deux modes perceptifs	58
1.4.1.	Le mode structural	58
1.4.2.	Le mode conceptuel	58
1.5.	Sciences liées à la perception	59
1.5.1.	La philosophie	59
1.5.2.	La physique et la géométrie	59
1.5.3.	La physiologie sensorielle	59
1.5.3.1.	L'influx nerveux	59
1.5.3.2.	Les neurones	60
1.5.3.3.	Communication entre les neurones	60
1.5.3.4.	Circuits neuronaux et codage neurosensoriel	60
1.5.4.	La psychologie	61
1.5.4.1.	La psychologie expérimentale	61
1.5.4.2.	La psychologie de la forme	61
1.5.4.3.	La psychophysique	62
1.5.4.4.	La psychologie environnementale	62
1.5.4.5.	Les modélisations et les simulations des activités perceptives	62
1.6.	Théories de la perception	62
1.6.1.	La théorie de la Gestalt ou théorie de la forme	62
1.6.2.	La théorie de J Piaget	63
1.6.3.	La théorie de JJ Gibson	63
1.6.4.	La théorie de J.S Bruner	63
1.6.5.	La théorie des ambiances	63
1.6.5.1.	A propos de la notion d'ambiance architecturale	63
1.6.5.2.	Les ambiances lumineuses	65
1.6.5.3.	Description de l'ambiance lumineuse : effets lumineux	65
1.6.5.4.	Effets d'ambiance et effet lumineux	65
2.	EVALUER	66
2.1.	Éclairage naturel	66
2.1.1.	Études de l'éclairage naturel	66
2.1.2.	Éclairage et ambiance lumineuse	66
2.1.2.1.	Objectivité	67
2.1.2.2.	Subjectivité : conduites perceptives	74
3.	DISCUSSION	78
	CONCLUSION	79

CHAPITRE IV : COMPORTEMENT ET CREATION

	INTRODUCTION	80
1.	COMPORTEMENT	80
1.1.	Les facteurs qui influencent le comportement	80
1.1.1.	Les facteurs psychologiques	80
1.1.1.1.	La personnalité	80
1.1.1.2.	La motivation	81
1.1.1.3.	L'attitude	82
1.1.2.	Facteur culturel	82
1.1.3.	Facteur social	83
1.2.	L'action	83
1.3.	Perception et action	83
2.	LA CREATION	84
2.1.	Modes de créations	84
2.1.1.	La création par représentation	84
2.1.2.	La création abstraite	84
2.1.3.	La création par manipulation de matière	85
2.2.	Lumière naturelle : outil de création architecturale à travers l'histoire	85
2.2.1.	L'antiquité	85
2.2.1.1.	L'Egypte ancienne	86
2.2.1.2.	La Grèce ancienne	86
2.2.1.3.	L'ancienne Rome	86
2.2.2.	Gothique, renaissance et Baroque	87
2.2.2.1.	Gothique	87
2.2.2.2.	Renaissance	88
2.2.2.3.	Baroque	88
2.2.3.	Période moderne	89
2.2.4.	Période postmoderne	90
2.3.	Lumière naturelle-architecture : essai pour constituer un savoir architectural pour la création architecturale	91
2.3.1.	Lumière émotion	91
2.3.2.	Lumière-éclairage	92
2.3.3.	Lumière radieuse	92
2.3.4.	Lumière picturale	93
2.4.	La création comme action : Le cas de la lumière naturelle	93
2.5.	Lumière naturelle : intentions pour la création architecturale	94
2.5.1.	De l'antiquité à la période moderne	94
2.5.1.1.	La première intention est la Lumière émouvante, le processus associé est l'Evanescence, orchestration de la lumière pour une mutation dans le temps.	94
2.5.1.2.	La première intention est la Lumière émouvante, le processus associé est l'Atmosphère de silence : bain de lumière dans un climat d'unité.	95
2.5.1.3.	La deuxième intention est la Lumière éclairage, le processus associé est la Canalisation, canaliser la lumière dans une masse creuse.	96
2.5.1.4.	La troisième intention est la Lumière radieuse, le processus associé est les Voiles de verre : fraction de la lumière dans un film diaphane.	97
2.5.1.5.	La quatrième intention est la Lumière picturale, le processus associé est l'Intervention de la couleur	98
2.5.2.	1.1.1. Période postmoderne :	99
2.5.2.1.	La première intention est la Lumière dynamique, le processus associé est la Procession, chorégraphie de lumière pour l'œil mobile	99
2.5.2.2.	La deuxième intention est la Lumière matérialisée, le processus associé est la Luminescence, Matérialisation de la lumière dans la matière physique.	100
2.5.2.3.	La troisième intention est la Lumière matérialisée, le processus associé est la Luminescence, Matérialisation de la lumière dans la matière physique.	101

3.	DISCUSSION	101
	CONCLUSION	102
CHAPITRE V : PROCESSUS METHODOLOGIQUE		
	INTRODUCTION	103
1.	LA TRIANGULATION	103
1.1.	Modèle expérimental (rappel de quelques notions)	103
1.1.1.	Echantillonnage	103
1.1.2.	L'expérimentation comme cadre méthodologique	103
1.1.2.1.	Mise en place d'un cadre d'investigation et choix de la démarche	103
1.1.2.2.	Méthode expérimentale	104
2.	CONSTITUTION D'UN ECHANTILLON	104
3.	REVUE DE L'EXPERIMENTATION DANS LE DOMAINE DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE	105
3.1.	Expérimentation de Karole Biron (2008)	105
3.2.	Expérimentation de Dominique Laburte (2008)	105
3.2.1.	Le Lumbox	106
3.2.2.	Les études de cas	106
3.2.2.1.	Des simulations d'ensoleillement	107
3.2.2.2.	Des simulations d'éclairage	107
3.3.	Expérimentation de Khaled A. AL-Sallal (2004)	107
3.4.	Expérimentation de Marie Claude Dubois et al (2006)	107
3.5.	Expérimentation de Catherine Dubois (2006)	107
3.5.1.	La « cartographie positionnelle »	108
3.5.2.	Le questionnaire fermé	108
3.5.3.	La photographie	108
3.6.	Expérimentation de Ljubica Mudri	108
3.7.	Expérimentation de Fernando O. et al (2007)	109
3.8.	Synthèse de la revue de la littérature	110
4.	UNE METHODE EXPERIMENTALE POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA LUMIERE NATURELLE	111
4.1.	L'expérimentation	111
4.1.1.	Lumière naturelle et expérimentation	111
4.1.2.	Expérimentation avec manipulation de maquette	112
4.1.3.	Maquette et vision	113
4.1.3.1.	Observations directes	113
4.1.3.2.	Observations photographiques ou par caméra digitale	113
4.2.	L'observation participante	113
4.2.1.	Repérage des espaces choisis, et prise de photos	114
4.2.2.	Grille d'observation	114
4.2.3.	Description de la grille d'observation	115
4.2.3.1.	Facteurs affectifs	115
4.2.3.2.	Description physique	115
4.3.	Le workshop	115
4.3.1.	C'est quoi un workshop ?	115
4.3.2.	Workshop en architecture	116
4.3.2.1.	L'enseignement de la lumière naturelle en architecture	116
4.3.2.2.	Le projet	116
4.3.2.3.	Développement de workshop	117
5.	TESTS A UTILISER POUR L'ANALYSE DES DONNEES	117
5.1.	Tests statistiques pour l'analyse descriptive (uni variée)	117
5.2.	Tests statistiques pour l'analyse comparative (bi variée)	118
5.3.	Tests statistiques pour l'analyse de l'interaction entre plusieurs variables (multiple)	118
6.	DEUX GROUPES ET DEUX APPROCHES EN VUE D'UNE COMPARAISON	118

**CHAPITRE VI : SENSATION VERSUS PRISE DE CONSCIENCE
(CONNAISSANCES)**

	INTRODUCTION	120
	GROUPE B :	120
	GROUPE A :	121
1.	LE CADRE EXPERIMENTAL	121
1.1.	Protocole expérimental	121
1.1.1.	Le déroulement de l'expérience	121
1.1.2.	La tâche à accomplir	121
1.2.	Etapes de l'expérience	123
1.2.1.	La première étape : Source et disponibilité de la lumière naturelle	123
1.2.1.1.	Le matériel expérimental	123
1.2.1.2.	Durée de l'expérience	124
1.2.1.3.	Sensibilité et difficulté des épreuves	124
1.2.1.4.	Les expériences de la première étape	125
1.2.2.	La deuxième étape : trajectoire et cible de la lumière	125
1.2.2.1.	Le matériel expérimental	125
1.2.2.2.	Durée de l'expérience	127
1.2.2.3.	Sensibilité et difficulté des épreuves	127
1.2.2.4.	Les expériences de la deuxième étape	127
2.	PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS	135
2.1.	Représentation des observations	135
2.2.	Taux de signalisation des différentes variables de l'expérimentation :	136
2.2.1.	Etape 1 : Source et disponibilité de la lumière	136
2.2.2.	Etape 2 : Trajectoire et cible de la lumière.	137
2.2.3.	Comparaison entre les deux étapes (source et disponibilité/trajectoire et cible)	139
2.3.	Les expressions les plus évoquées dans les observations	140
2.3.1.	Etape 1 : Source et disponibilité de la lumière	140
2.3.2.	Etape 2 : Trajectoire et cible de la lumière.	141
2.4.	Entre les variables de l'expérimentation et les expressions les plus évoquées	142
2.4.1.	Les variables de la 1ère étape et ses expressions	142
2.4.2.	Les variables de la 2ème étape et ses expressions	144
	CONCLUSION	146

CHAPITRE VII : PERCEPTION VERSUS EVALUATION

	INTRODUCTION	147
	GROUPE B	147
	GROUPE A	148
1.	LE CADRE EXPERIMENTAL	148
1.1.1.	La tâche à accomplir	148
1.1.2.	Le lieu visité	149
1.1.3.	Le matériel expérimental (grille d'observation)	150
1.1.4.	Le déroulement de l'expérience	151
1.1.5.	Duré de l'expérience	153
2.	PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS	153
2.1.	Localisation et identification des espaces	155
2.2.	Recoupement entre les lieux	155
2.2.1.	Critères de convergence	155

2.2.2.	Critères de divergence	156
2.2.3.	Classification	156
2.2.4.	La naissance des sept catégories d'espaces	156
2.3.	Caractère sémantique	157
2.3.1.	Sombre/Lumineux	157
2.3.2.	Terne/Radieux	157
2.3.3.	Brumeux/Clair	158
2.3.4.	Chaud/Froid	159
2.3.5.	Faible/Fort	159
2.3.6.	Bon éclairage /Mauvais éclairage	160
2.3.7.	Eblouissant/Non éblouissant	160
2.3.8.	Plaisant/Déplaisant	161
2.3.9.	Tendu/Relaxant	161
2.3.10.	Frustrant/Satisfaisant	162
2.3.11.	Triste/ joyeux	162
2.4.	Espace : entre typologie lumineuse et caractère sémantique	163
2.4.1.	Caractère sémantique	163
2.4.2.	Typologie lumineuse	164
2.5.	Fiches des espaces	164
	CONCLUSION	172

CHAPITRE VIII : COMPORTEMENT VERSUS CREATION

	INTRODUCTION	173
1.	LE CADRE EXPERIMENTAL	173
1.1.	La tâche à accomplir	174
1.2.	Le déroulement de l'expérience	174
1.3.	Le matériel expérimental	176
1.4.	Limites de l'épreuve	176
1.5.	Duré de l'expérience	176
2.	PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS	176
2.1.	L'objectif du workshop	176
2.2.	Les échelles d'analyse	176
2.3.	Base de données	176
2.4.	Sources des bases de données	176
2.4.1.	Texte explicatif : première source de la base des données	176
2.4.2.	Outil graphique: deuxième source de la base des données.	177
2.5.	Analyse et interprétation	177
2.5.1.	Les variables entre le groupe A et le groupe B	177
2.5.1.1.	Intention	178
2.5.1.2.	Subdivision	178
2.5.1.3.	Nombre de zone lumineuse	179
2.5.1.4.	Complexité du volume et forme géométrique en plan	179
2.5.1.5.	Propriétés de la zone lumineuse 1	180
2.5.1.6.	Propriétés de la zone lumineuse 2	190
2.5.1.7.	Propriétés de la zone lumineuse 3	199
2.5.2.	Groupe A, groupe B, et groupe de variables	203
2.5.2.1.	Gr A, Gr B, et l'intention	203
2.5.2.2.	Gr A, Gr B +conformation + intention	204
2.5.2.3.	Gr A, Gr B + Baie + intention	205
2.5.2.4.	Gr A, Gr B + Espace intérieur + intention	208
2.5.2.5.	Réflexion des surfaces intérieures + intention	209
3.	INTERPRETATION (SYNTHESE)	210
	CONCLUSION	210

CONCLUSION

	INTRODUCTION	211
1.	UN PROBLEME	211
2.	UNE PROPOSITION	211
3.	DES CONCLUSIONS GENERALES	213
4.	DES LIMITES	214
5.	DES PERSPECTIVES	214
	CONCLUSION	214

BIBLIOGRAPHIE 216

ANNEXE A	227
ANNEXE B	230
ANNEXE C	231
ANNEXE D	233
ANNEXE E	235
ANNEXE F. 1	236
ANNEXE F. 2	237
ANNEXE G	241
ANNEXE H	243
ANNEXE I	245
ANNEXE J	246
ANNEXE K	249
ANNEXE L	256

ANNEXES

Annexe A : Les workshops de l'ENSA de Montpellier

1- Expérimentation sur la lumière et les percements : « Pochoirs - lumière »

Objectifs pédagogiques	Prendre conscience que la lumière peut pénétrer dans un volume de différentes façons Etablir une relation entre la forme de l'ouverture et l'effet produit Expérimenter des percements dans un volume (éclairage artificiel) Se familiariser avec un vocabulaire spécifique
Déroulement	En projetant la lumière à travers divers matériaux et filtres, les élèves appréhendent différentes façons de filtrer, doser et réfléchir la lumière. Ils peuvent ensuite fabriquer plusieurs types de filtres à l'aide de feuilles cartonnées, dans lesquelles ils pratiquent eux-mêmes des percements aux formes variées. L'expérience met à jour quelques notions techniques, par exemple l'incidence, sur le résultat obtenu, de la distance et de l'inclinaison de la source lumineuse par rapport au filtre Les élèves réalisent des maquettes s'inspirant de dispositifs permettant de faire pénétrer la lumière : ouvertures murales, zénithales, lanterneaux, sheds, puits de lumière, lucarnes... une lampe de poche est placée à l'intérieur de la maquette, la lumière révèle les percements
Matériel utilisé	Ustensiles perforés (passoire, écumoire, grilles...), divers matériaux (tissus, voilage, papier de grammages différents, papier-calque, papier argenté, papier de soie coloré...), sources lumineuses (lampes de poche...)
Prolongement	Cette expérimentation est complétée par la présentation de projets architecturaux, exemples de différents dispositifs pour capter ou filtrer la lumière : l'Institut du monde arabe, Paris, Jean Nouvel, 1987, Church of the light, Osaka, Tadao Ando, 1988-89, Musée juif de Berlin Daniel Libeskind, 1993-1998... (Cf. 2.3.2 Les dispositifs)

Pochoir lumière 1 :

En projetant la lumière à travers divers matériaux et filtres, les élèves appréhendent différentes façons de filtrer, doser et réfléchir la lumière



Pochoir lumière 2 :

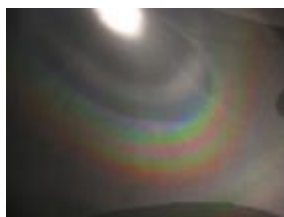
Les élèves peuvent ensuite fabriquer plusieurs types de filtres à l'aide de feuilles cartonnées, dans lesquelles ils pratiquent eux-mêmes des percements aux formes variées.



2- Lumière et couleurs :

Objectifs pédagogiques	Observer la décomposition de la lumière avec un moyen simple : un CD-rom Expérimenter ses caractéristiques Se familiariser avec un vocabulaire spécifique
Déroulement	Dans une salle plongée dans le noir, les élèves dirigent un faisceau lumineux sur des CD-rom et observent les effets produits par le rayonnement lumineux, en fonction de l'inclinaison donnée à la source lumineuse : réflexion partielle du spectre, translucidité, réfraction, irisation, reflet, miroitement, brillance ...
Matériel utilisé	Lampes électriques et CD-rom

Prolongement	Recherche documentaire sur les couleurs de la lumière (le spectre de la lumière à travers un prisme), l'arc-en-ciel (réfraction de la lumière du soleil dans les gouttes de pluie qui agissent comme un prisme)
---------------------	---



Décomposition de la lumière :
 Observation de la décomposition de la lumière avec un moyen simple : un CD

3- L'éclairage naturel dans l'établissement scolaire :

Objectifs pédagogiques	Prendre conscience que les divers locaux d'un bâtiment nécessitent des éclairages particuliers et différents (adaptés à leur fonction) Prendre conscience que la dimension, la forme, la nature et la disposition des ouvertures engendrent des ambiances lumineuses différentes Se familiariser avec un vocabulaire spécifique Apprendre à se situer, se repérer sur le plan de l'établissement scolaire
Déroulement	Les élèves répertorient les dispositifs faisant pénétrer la lumière naturelle dans leur établissement scolaire, les caractérisent (forme, dimensions, orientation, localisation de l'emplacement - en façade, zénithal... -). Ils situent ces dispositifs sur le plan du bâtiment scolaire et établissent une relation entre les caractéristiques de l'ouverture et la fonction de la pièce éclairée.
Matériel utilisé	Le plan du bâtiment
Prolongement	Rechercher dans sa ville des bâtiments dont les éclairages sont particuliers : bâtiments très éclairés : serres, piscines, bâtiments très sombres : parkings souterrains, salles de spectacle ... Travail en Français sur les qualificatifs de ces ambiances différentes : ensoleillé, illuminé, radieux, ou : caché, secret, ténébreux... et recherche dans des textes de littérature et au cinéma sur les ambiances lumineuses et leurs effets Plusieurs images (photographies, dessins...) de bâtiments de différentes époques sont proposées aux élèves. L'observation de certains éléments : aspect architectural, ouvertures (leur nombre, leur forme, leurs proportions, leur positionnement), matériaux, éléments de décoration..., permet de dater les bâtiments et de déterminer leur fonction, leur usage. Plusieurs axes de classification sont recherchés par les élèves.

4- De 24 heures à une année de la vie d'un bâtiment :

Objectifs pédagogiques	Prendre conscience de la course du soleil et de l'importance de l'orientation des bâtiments Prendre conscience de la différence de l'ensoleillement d'été et de l'ensoleillement d'hiver et de la nécessité de favoriser ou d'occulter l'impact des rayons solaires Aborder la notion de protections solaires, de masques ...
Déroulement	Plusieurs activités peuvent être menées : . Dans leur salle de classe, les élèves repèrent l'ensoleillement suivant les heures de la journée et les saisons et le transcrivent sur le plan de la classe en indiquant l'heure et le jour. Le plan est orienté. L'analyse des résultats permet de tirer des conclusions. . Dans la cour, les élèves tracent à la craie l'ombre portée d'un arbre à différentes heures du jour . Dans la cour, ils dessinent à la craie l'ombre portée des bâtiments voisins faisant obstacle à l'ensoleillement (masque) . Les élèves photographient un bâtiment toutes les heures, tous les mois ... et observent les variations ...
Matériel	Le plan de l'établissement scolaire et de la classe. Une boussole
Prolongement	Les élèves expérimentent dans leur salle de classe des ambiances colorées. Ils recherchent des effets de couleur et de graphisme sur des feuilles de calque qui sont ensuite installées sur les

	vitres... Suivant l'heure du jour et l'éclairage de la fenêtre, ces dispositifs créent des ambiances colorées variables, chaudes ou froides.
--	--

5- Structure et enveloppe :

Objectifs pédagogiques	Aborder les notions d'espace, de structure, d'enveloppe Distinguer les notions de « transparent, translucide, opaque »
Déroulement	Mise à disposition des élèves de matériaux de différentes textures : papier-calque, rhodoïd, plastique bulle, plastique transparent, tissus tarlatane, toile de bâche ... Après avoir réalisé une structure, les élèves, à l'aide des matériaux, expérimentent différentes enveloppes : ils créent des espaces ouverts ou fermés selon la qualité des matériaux.
Matériel	Pour les structures : baguettes de bois, pailles,
Prolongement	Cette expérimentation est complétée par la présentation de projets architecturaux mettant en évidence les notions de matérialité et d'immatérialité : Maison de verre, Paris, Pierre Chareau, 1927-29, Buvette d'Evian, Maurice Novarina, architecte. Jean Prouvé, ingénieur, 1956-58, Pavillon de lumière du Musée Fabre, Montpellier, extension de Lajus, Pueyo, Brochet, Nebout, architectes, 2003-2007. Vitraux, Abbatale Sainte-foy, Conques, Aveyron, Pierre Soulages, artiste peintre et Jean-Dominique Fleury, maître verrier, 1987-1994 ...

6- La maquette éclairée : « Je mets de la lumière »

Objectifs pédagogiques	Prendre conscience de l'espace intérieur et du rôle de l'éclairage Prendre conscience de l'importance de la localisation, des percements, de leurs dimensions et des matériaux qui les obturent
Déroulement	Les élèves fabriquent des maquettes et expérimentent divers percements : ouvertures murales et ouvertures zénithales. Ces percements sont obturés par des matériaux transparents ou translucides (papier cristal ou papier calque) susceptibles de produire différents effets d'ombre et de lumière. Une ampoule alimentée par une pile est ensuite placée dans la maquette. Les élèves observent la maquette en plein jour puis dans le noir avec l'éclairage intérieur. Ils s'interrogent : qu'est-il révélé la nuit ?
Matériel	Carton plume ou boîte à chaussure. Papiers divers, morceaux de tissus...
Prolongement	Observer la nuit une façade d'immeuble : on peut suivre les déplacements de ses habitants (intrusion). Cette perception de l'espace interne n'est pas possible le jour. A l'aide de guirlandes lumineuses (guirlandes de Noël...), les élèves sont amenés à transformer l'espace de leur classe



Maquette percement musée



Percement zénithal musée



Annexe B : Les unités radiométriques :

1- Energie émise par une source ponctuelle :

L'appellation d'une source ponctuelle est donnée à toute source ayant un diamètre apparent inférieur ou égal à une minute d'arc (Une minute d'arc représente le diamètre d'un cercle de 0,3 mm vu à un mètre).

Cette source ponctuelle émet de l'énergie dans toutes les directions de l'espace, l'ensemble de cette énergie représente le flux énergétique. L'énergie émise dans une zone de l'espace, autour d'une direction donnée, c'est-à-dire dans un angle solide donné (Figure 1), définit l'intensité énergétique (Rigaudière, 2009).

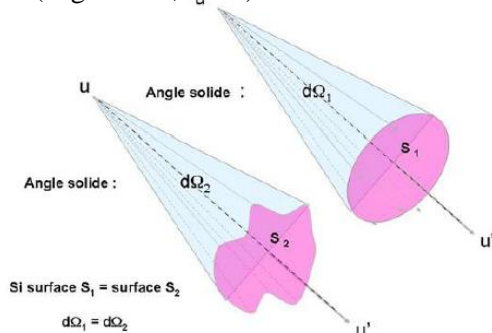


Figure 1 : Angles solides $d(\Omega)1$ et $d(\Omega)2$ autour d'une direction donnée uu' . $d(\Omega)1$ correspond à une portion d'espace limitée par un cône de forme régulière et $d(\Omega)2$ à un cône de forme irrégulière. Si les deux surfaces $S1$ et $S2$. Source : (Rigodier, 2009)

2- Energie émise par une source ponctuelle :

Flux énergétique :

C'est la grandeur fondamentale. Le flux énergétique représente l'énergie émise par une source ponctuelle pendant l'unité de temps et transmise à l'espace, dans toutes les directions (Figure 2) soit : $Fe=dE/dt$. Il s'exprime en Joule par seconde (J.s-1) ou en Watt (W) puisqu'une énergie émise par seconde est homogène à une puissance. D'autres grandeurs en dérivent (Rigaudière, 2009).

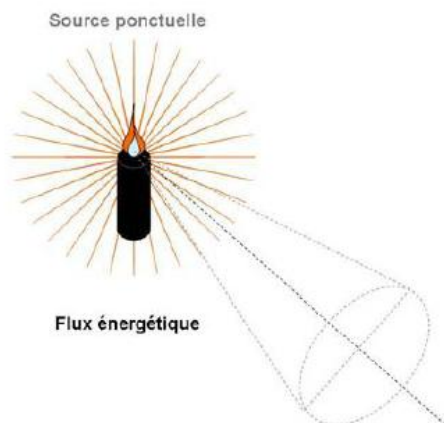


Figure 2: Le flux énergétique correspond à l'énergie émise dans toutes les directions par une source ponctuelle (d'après F. Viénot, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris).

Intensité énergétique :

Elle représente l'énergie émise par une source ponctuelle par unité de temps mais limitée à une portion de l'espace autour d'une direction donnée (Figure 3), c'est-à-dire limitée à un angle solide donné soit : $Ie=dFe/d\Omega$. Elle s'exprime en Watt par stéradian (W.sr-1).

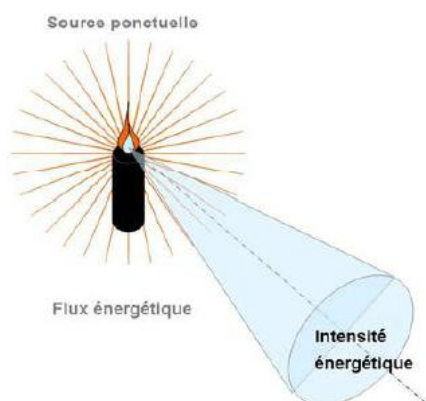


Figure 3 : L'intensité énergétique correspond à l'énergie émise dans une zone limitée de l'espace, c'est-à-dire dans un angle solide unité (d'après F. Viénot, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris).

3- Energie émise par une source étendue :

Luminance énergétique

Pour mesurer l'énergie d'une source étendue, on la décompose en surfaces élémentaires émettrices de très petites tailles, chacune considérée comme ponctuelle. En se plaçant perpendiculairement à chacune de ces surfaces, la luminance énergétique correspond à la somme (l'intégrale) des intensités énergétiques émises par chacune des surfaces élémentaires émettrices de la source. Elle s'exprime en Watt par stéradian et par mètre carré (Watt.sr-1.m-2) (Figure 4). (Rigaudière, 2009)

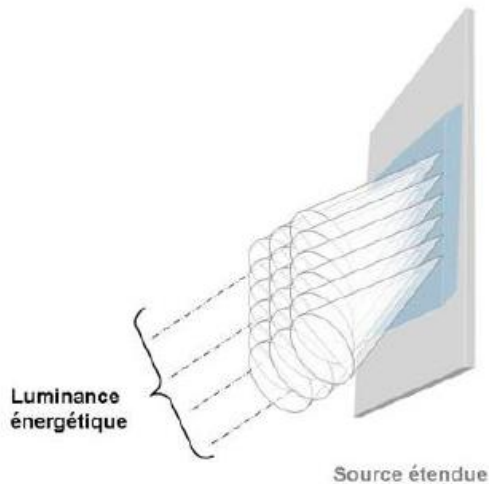


Figure 4 : Luminance énergétique d'une source étendue ; décomposée en sources ponctuelles, sa luminance énergétique est la somme (l'intégrale) de l'intensité énergétique émise par chaque surface élémentaire émettrice.

4- Energie reçue par une surface

Eclairement énergétique

L'éclairement énergétique correspond à l'énergie reçue par une surface donnée, que cette énergie (ou flux) soit émise par une source ponctuelle ou étendue soit: $E_e = dF_e/dS$. (Figure 5). Il s'exprime en Joule par seconde et par mètre carré ou en Watt par mètre carré (W.m-2). (Rigaudière, 2009)

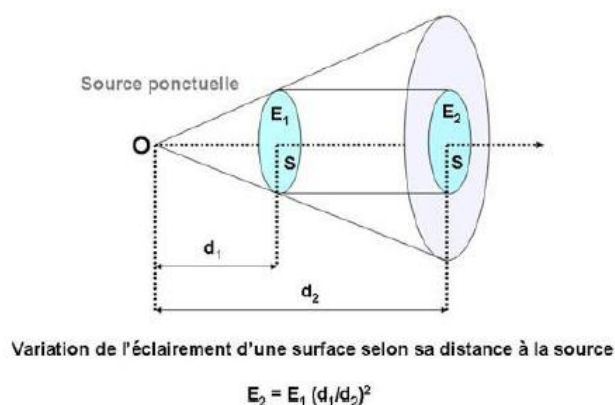


Figure 5 : L'éclairement énergétique reçu par une surface réceptrice S varie en fonction du carré de la distance à la source.

Annexe C : Les grandeurs photométriques

1- Flux lumineux

Le flux lumineux est la quantité de lumière émise par unité de temps, il est l'une des caractéristiques des sources lumineuses car il représente la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source (Figure 6). Il s'exprime en Lumen (Ln) (Bodart 2002).

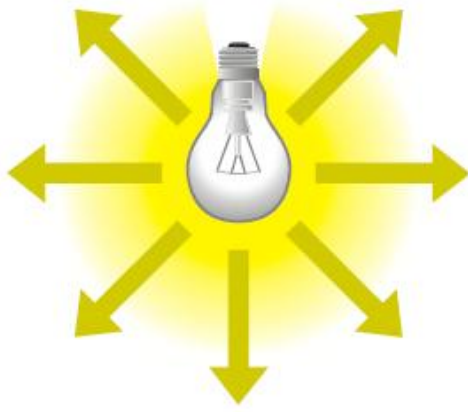


Figure 6 : L'éclairage lumineux d'une source

2- Intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis dans une direction particulière (Figure 7). Il s'exprime en Candela (Cd) ou en Lumen/Stéradian (Lm/Sr) (Bodart 2002).

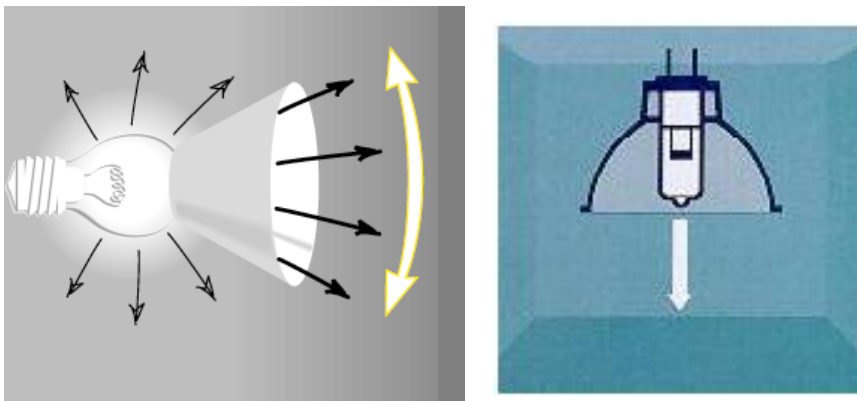


Figure 7: L'intensité lumineuse

3- Luminance

La luminance décrit l'effet de la lumière sur l'œil, elle peut être définie comme la brillance d'une surface éclairée ou d'une source lumineuse telle que l'œil humain l'aperçoit (Figure 8). Elle correspond à la sensation visuelle de luminosité causée par la surface des objets présents dans le champ visuel. C'est donc l'unique grandeur photométrique perçue par l'œil humain. L'unité de la luminance est : Candela/m² (Cd/m²) ou Lumen/Steradian.m² (Lm/Sr.m²). (Bodart 2002).

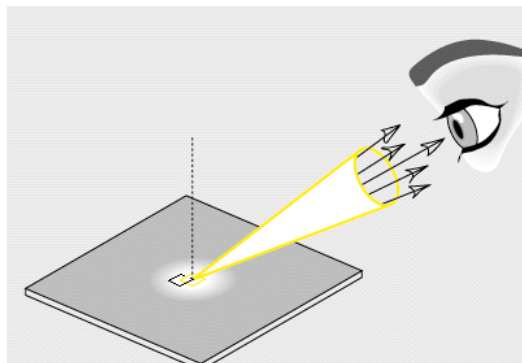


Figure 8: La luminance

4- Eclairage

L'éclairage est le flux lumineux qui éclaire une surface, il caractérise la quantité de lumière reçue par une surface (Figure 9). On exprime l'éclairage par le lux (Lx) ou lumen/m² (Lm/m²), rappelant que 1Lm/m²=1Lux. L'éclairage est très difficilement perceptible par l'œil humain, contrairement à la luminance qui est la grandeur la plus représentative de la qualité de l'éclairage en

représentant la lumière réfléchiée perçue l'œil humain. Mais les recommandations sont souvent données en termes d'éclairage, plus facilement mesurable que la luminance. (Bodart 2002).

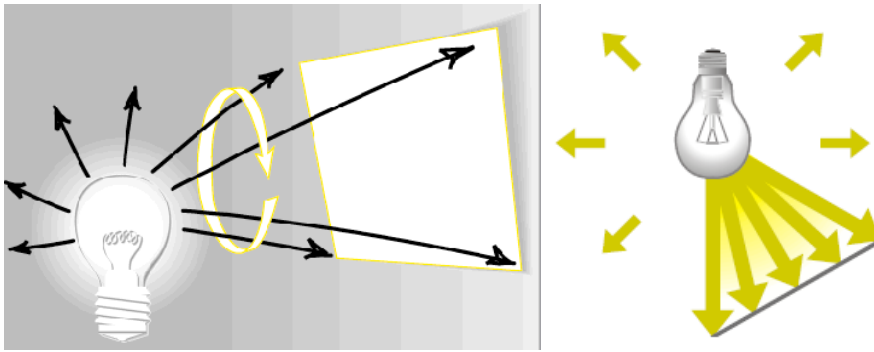


Figure 9: L'éclairage

Annexe D : Type de ciel

Il existe quatre types de ciels standards (Liébard et De herde, 2005), il s'agit du :

1- Ciel uniforme

C'est le modèle le plus simple, il correspond à un ciel couvert d'une couche épaisse de nuages laiteux ou à une atmosphère, pleine de poussière, où le soleil n'est pas visible. Sa luminance est constante en tout point du ciel à un moment donné, elle est indépendante des paramètres géométriques (Figure 10).

2- Ciel couvert

Le ciel couvert est établi par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Dans ce cas le soleil est totalement masqué. Son éclairage sur le plan terrestre est dû à la seule composante diffuse, il ne dépasse pas 20000 lux. Sa luminance sur un point varie en fonction de sa position sur la voûte céleste. La luminance au zénith est trois fois plus élevée que la luminance de l'horizon. Pour un ciel couvert, l'orientation d'une baie verticale n'a aucune influence sur le niveau d'éclairage intérieur (Figure 11).

3- Ciel clair (serein)

C'est un ciel totalement dégagé, il émet un rayonnement diffus qui dépend de la variation de la position du soleil mais n'intègre pas le rayonnement solaire direct. Ce modèle simule la composante diffuse de l'éclairage d'un ciel serein. (Figure 12)

Dans ce ciel, la zone la plus claire du ciel est située autour du soleil. Son éclairage horizontal peut atteindre ou dépasser 100000lux.

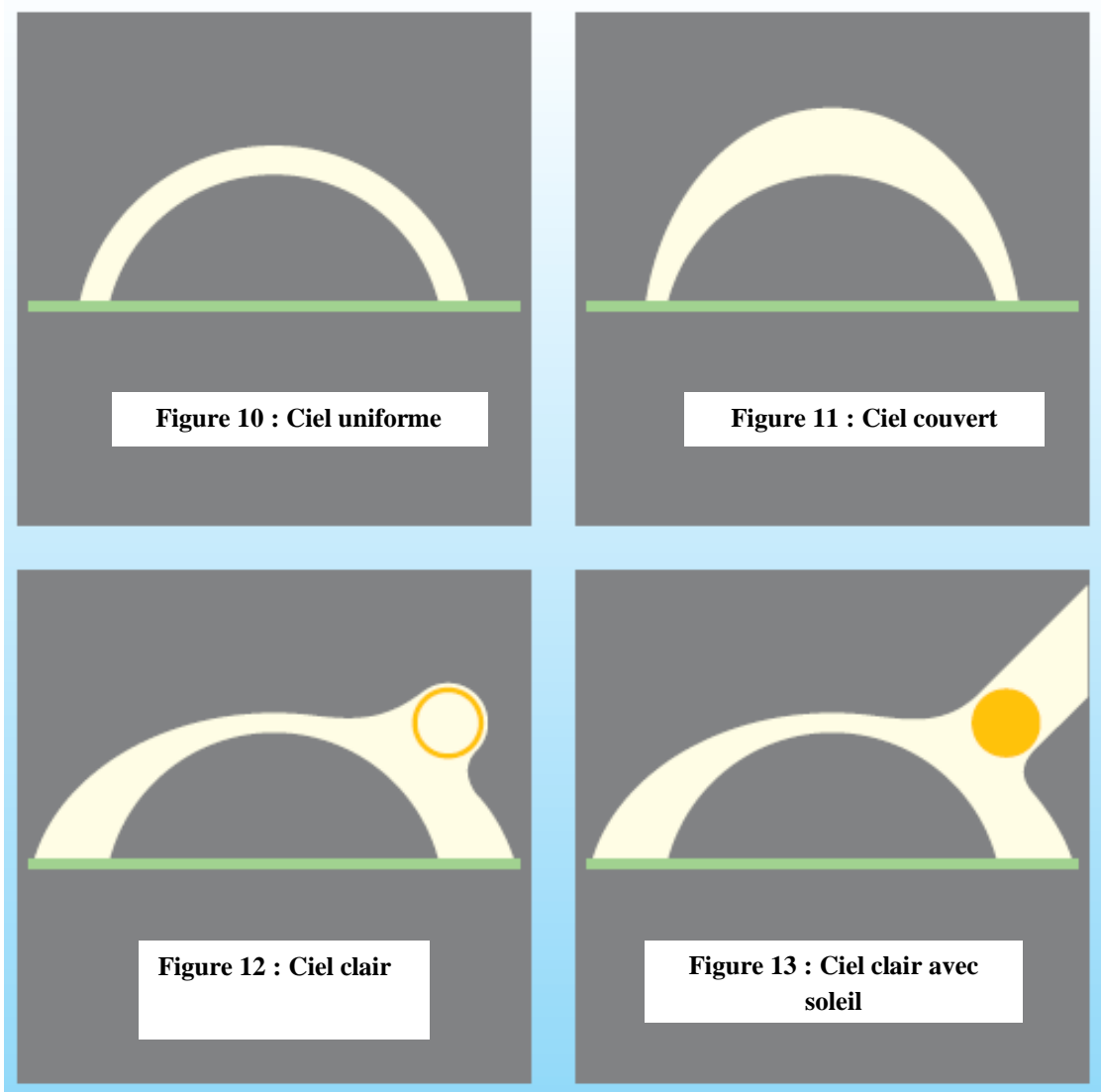
La luminance varie en fonction de paramètres géométriques de la position du soleil.

Pour la deuxième catégorie, celle qui prend en considération le rayonnement global, on relève un seul type de ciel.

4- Ciel clair avec soleil

C'est un ciel serein dans lequel brille le soleil, ce qui implique que les rayonnements diffus et les rayonnements directs sont pris en compte. (Figure 13)

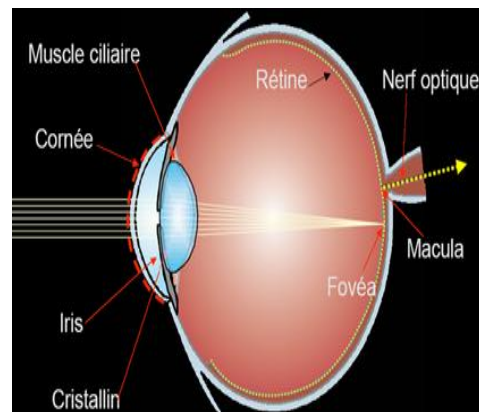
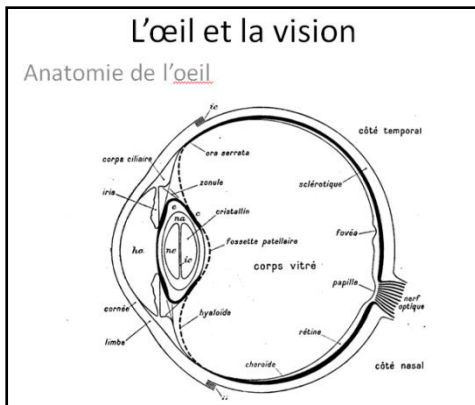
Ce ciel offre la possibilité d'étudier les jeux d'ombres et de lumière ainsi que les risques d'éblouissement dus à la pénétration du soleil dans un bâtiment.



Annexe E : Grille d'observation

Grille d'observation		شبكة الملاحظات		
Après avoir effectué une visite guidée dans ce bâtiment, choisissez l'espace qui vous attire le plus, celui que vous trouvez le plus intéressant, exprimez vos impressions dans ce lieu en cochant la case qui correspond le plus à votre point de vue.		بعد إجراء جولة في هذا المبنى قم باختيار الفضاء الذي يجذبك أكثر و الذي تجده أكثر إثارة للاهتمام قم بإعطاء انطباعك في هذا المكان وهذا بشطب الخانة التي تعبر أكثر عن وجهة نظرك		
Très sombre <input type="checkbox"/> جد مظلم	sombre <input type="checkbox"/> مظلم	Neutre <input type="checkbox"/> حيادي	lumineux <input type="checkbox"/> مضيء	Très lumineux <input type="checkbox"/> جد مضيء
Très terne <input type="checkbox"/> جد باهت	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très radieux <input type="checkbox"/> جد زاه
Très brumeux <input type="checkbox"/> جد ضبابي	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très clair <input type="checkbox"/> جد صافي
visuellement très chaud <input type="checkbox"/> جد حار بصريا	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Visuellement très froid <input type="checkbox"/> جد بارد بصريا
Très faible <input type="checkbox"/> جد ضعيف	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très fort <input type="checkbox"/> جد قوي
Très bon éclairage <input type="checkbox"/> إنارة جد جيدة	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très mauvais éclairage <input type="checkbox"/> إنارة جد سيئة
Très éblouissant <input type="checkbox"/> انبهار قوي	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pas du tout éblouissant <input type="checkbox"/> لا يوجد انبهار إطلاقا
Très déplaisant <input type="checkbox"/> جد ممل	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très plaisant <input type="checkbox"/> جد ممتع
Très tendu <input type="checkbox"/> جد مؤثر	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très relaxant <input type="checkbox"/> جد مريح
Très frustrant <input type="checkbox"/> جد محبط	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très satisfaisant <input type="checkbox"/> جد مرضي
Très déplaisant <input type="checkbox"/> غير سار	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très plaisant <input type="checkbox"/> جد سار
Exprimez vos impressions à l'aide de croquis et de dessins qui représentent les ambiances qui vous attirent le plus dans ce lieu.		عبر عن انطباعك بواسطة مخططات و رسوم تعبيرية عن الاجواء التي تجذبك أكثر في هذا المكان		

Annexe F.1 : Cour théorique n°1 (Groupe B)



Théories relatives à la lumière

- **Théorie de l'émission de Newton**
- Une source lumineuse émettrait de petites particules de matières se déplaçant avec une grande vitesse.
- Cette théorie n'explique pas en particulier les phénomènes d'interférences.

Théorie des ondulations

La lumière se déplacerait par un mouvement vibratoire, le mouvement serait analogue à celui provoqué par la chute de pierre dans l'eau.

Théorie corpusculaire

La production de la lumière résulterait des chocs entre les électrons qui rayonnent autour du noyau atomique ou librement, ces chocs produisent de façon discontinue des traits d'ondes électromagnétiques appelés photons

Le photorécepteur

Diagram showing the eye's internal structure and a detailed view of photoreceptors (Cônes & bâtonnets). Labels include: Cornée, Iris, Pupille, Humeur aqueux, Cristallin, Rétine, Vitre, Nerf optique, Choroïde, Sclérotique (blanc de l'œil), and Fovéa. A note states: "L'œil humain est comparable à un appareil photographique. On ne peut pas détecter la réaction du cerveau à un seul photon".

La réponse du photorécepteur

1. Luminosité

Les bâtonnets

- ❖ Très nombreux (~125 millions)
- ❖ Très sensibles (1 bâtonnet peut réagir à 1 seul photon, mais le η quantique n'est que de 50%)
- ❖ Insensibles à la couleur
- ❖ Lents à l'adaptation

L'œil présente un maximum de sensibilité vers 555 nm dans les conditions de vision photopique.
 1 watt (W) émet à 555 nm vaut 683 lumens (lm)
 Autour de cette longueur d'onde la sensibilité décroît et s'annule vers 380nm et 760nm.

Graph showing the photopic luminosity function $V(\lambda)$ versus wavelength λ (nm). The curve peaks at 555 nm. A red arrow points to the peak, and a blue arrow points to the 450 nm region.

La réponse du photorécepteur

2. Couleur

Cônes

- ❖ En petit nombre (~5 millions/œil)
- ❖ Sensibilité moyenne
- ❖ Grande vitesse de réponse
- ❖ Sensibles à la couleur

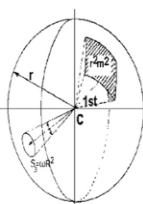
Graph showing the spectral sensitivity curves for the three types of cones (S, M, L) across the visible spectrum. The S-cone curve peaks at approximately 420 nm, the M-cone curve at 530 nm, and the L-cone curve at 560 nm.

L'œil perçoit des longueurs d'onde et le cerveau "voit" des couleurs

Un objet semble être coloré car il absorbe sélectivement certaines longueurs d'onde de la lumière incidente

Grandeurs photométriques

Angle solide



L'angle solide est défini de la même manière que l'angle dans le plan.

L'angle est défini comme étant le rapport de la longueur de l'arc par le rayon

L'angle solide sera défini comme étant le rapport de la surface par le carré du rayon

$$\Omega = S/R^2$$

L'angle solide de un stéradian est défini par une surface sphérique de 1 m² placée à 1 mètre de la source de une candela

Grandeurs photométriques

L'intensité lumineuse

Cette grandeur a été fixée arbitrairement. C'est à partir de l'intensité lumineuse que l'on définit toutes les autres unités. L'unité de l'intensité lumineuse I est la candela (cd). Par définition, la candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement dont l'intensité énergétique dans cette direction est de 1/683 Watt par stéradian.

Grandeurs photométriques

Le flux lumineux φ

C'est la quantité de lumière émise par une source lumineuse dans un certain cône. L'unité du flux lumineux φ est le lumen (lm). Par définition, le lumen est le flux émis par une source ponctuelle uniforme d'une candela dans l'angle solide d'un stéradian.

Le flux lumineux s'exprime par la relation suivante:

$$\phi = I \times \Omega$$

φ : Flux lumineux en lumen (lm)
 I : Intensité lumineuse en candela (cd)
 Ω : Angle solide en stéradian

Grandeurs photométriques

L'éclairement E

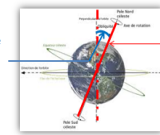
Le flux lumineux produit par une source peut se répartir sur des surfaces différentes donnant des effets différents; il a donc fallu définir une unité de flux lumineux par unité de surface, c'est l'éclairement. L'unité de l'éclairement est le lux (lx). Par définition, le lux est l'éclairement E d'une surface de 1 m² recevant un flux lumineux de 1 lumen. C'est aussi 1 lumen/m².

L'éclairement s'exprime par la relation suivante: $E = \phi / S$

E : Éclairement en lux (lx)
 φ : Flux lumineux en lumen (lm)
 S : Surface en mètre carré (m²)

Annexe F.2 : Cour théorique (Groupe A)

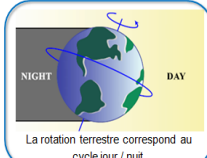
Les mouvements de rotation de la terre



L'axe de rotation de la terre est incliné de 23°27' par rapport à l'écliptique


L'axe de rotation de la terre

Les mouvements de la terre à l'intérieur du système solaire sont très complexes



NIGHT DAY

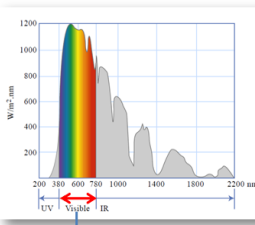
La rotation terrestre correspond au cycle jour / nuit,



son parcours autour du soleil, provoque les variations saisonnières.

L'énergie solaire

L'énergie solaire est un ensemble d'ondes électromagnétique

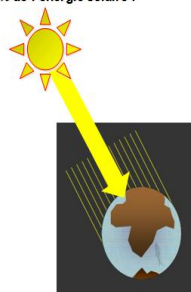


le soleil émet un rayonnement électromagnétique sous forme de :

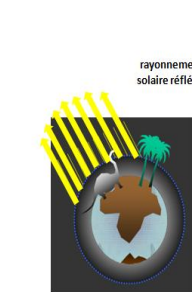
- chaleur
- lumière

lumière

100% de l'énergie solaire :



40% reçu par la terre

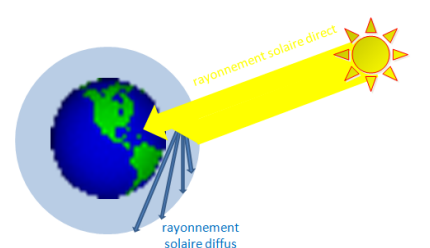


rayonnement solaire réfléchi

60% réfléchi directement par l'atmosphère

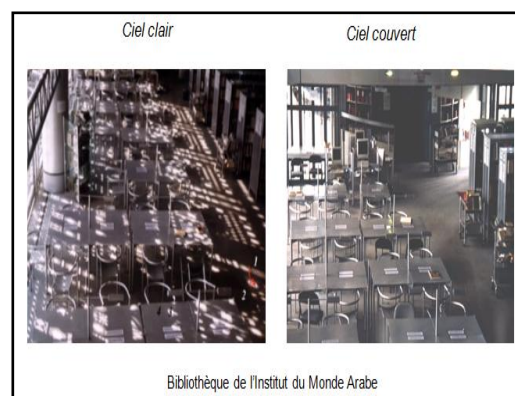
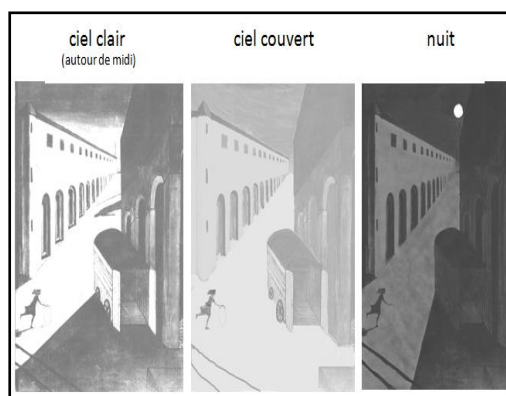
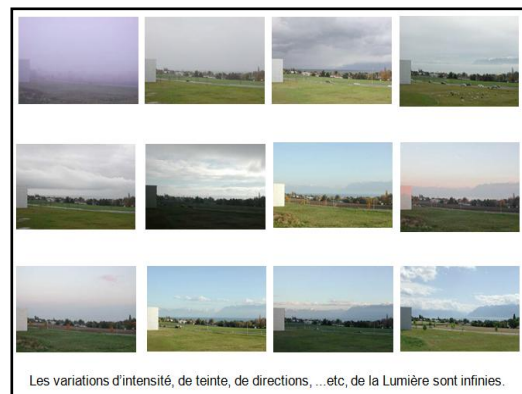
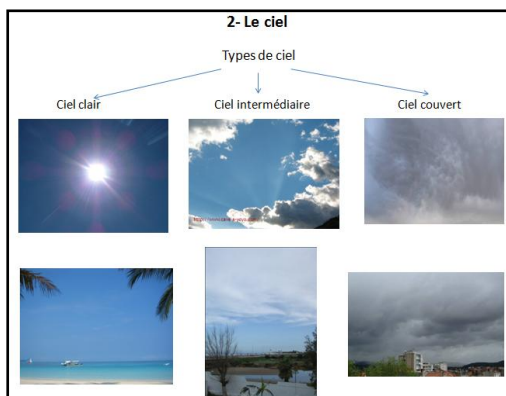
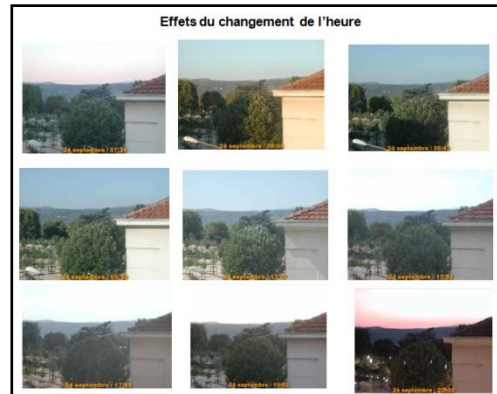
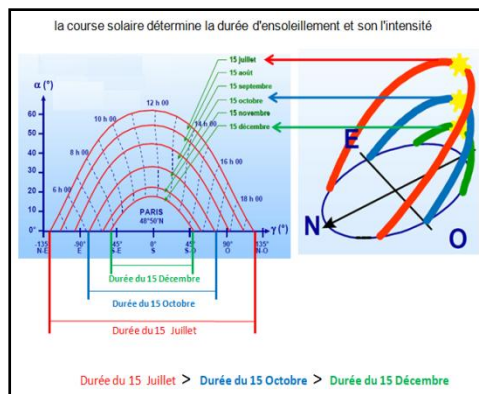
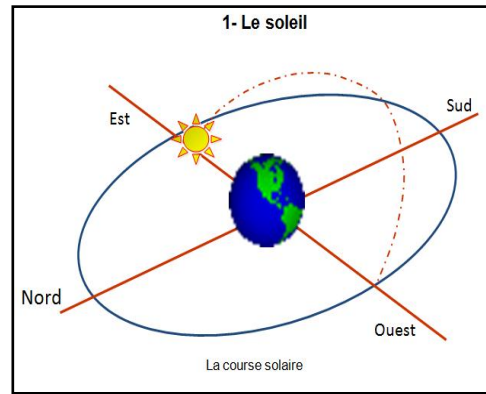
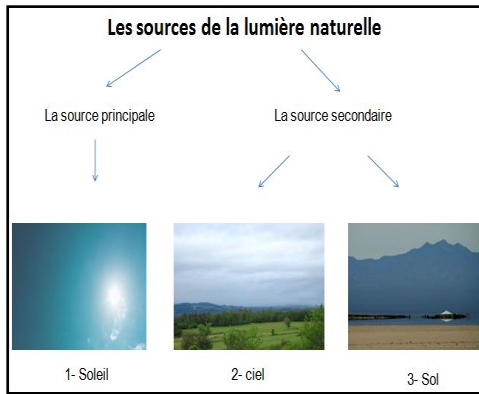
Le rayonnement solaire

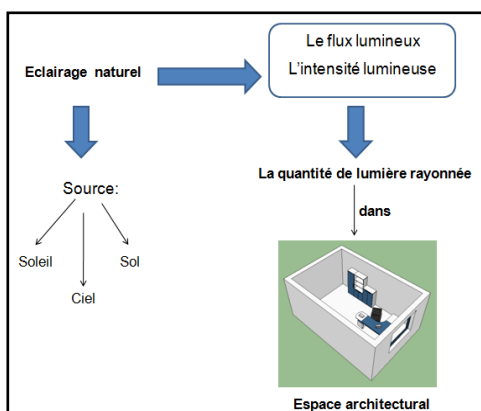
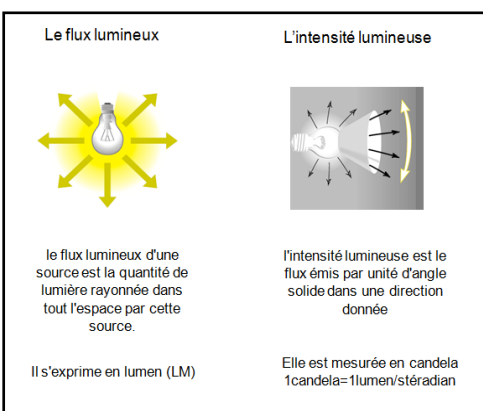
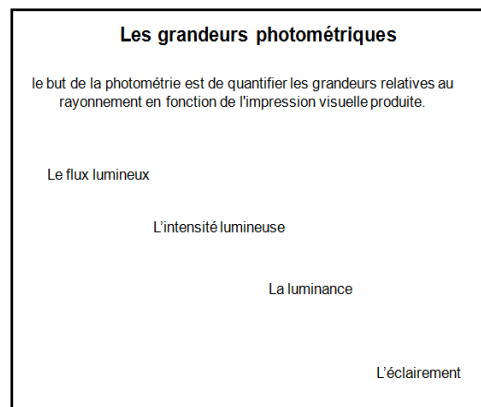
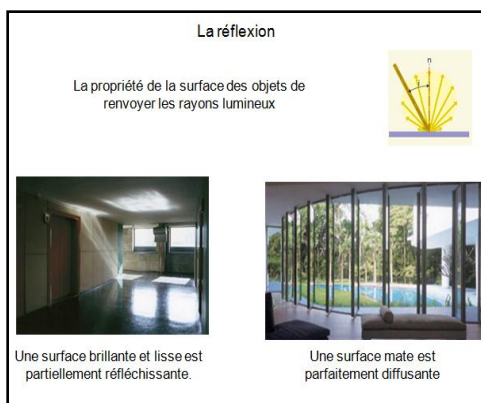
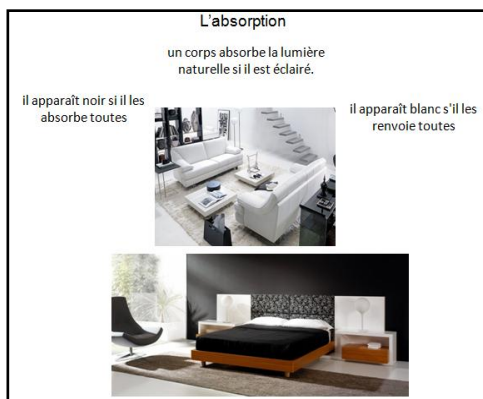
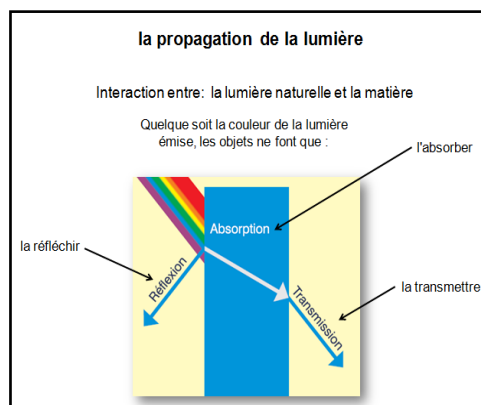
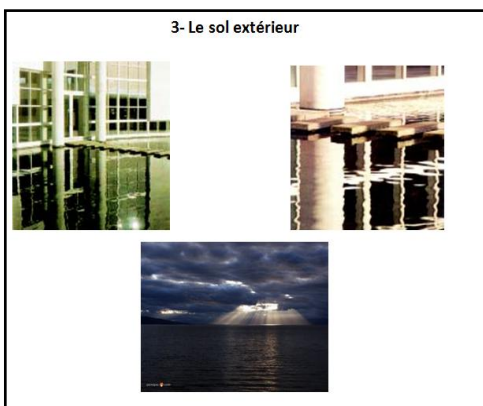
- rayonnement solaire direct
 - celui qui atteint directement la terre
- rayonnement solaire diffus
 - rayonnement diffusé par l'atmosphère

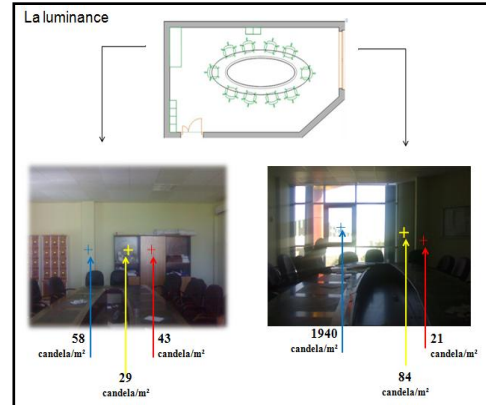
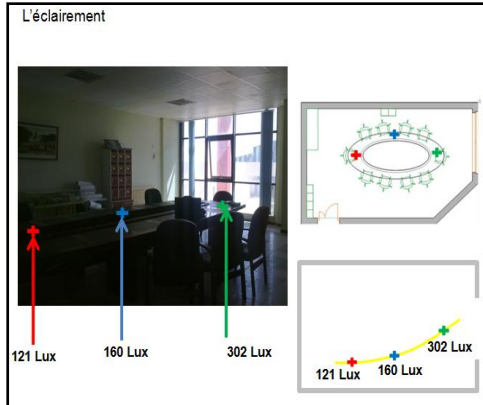
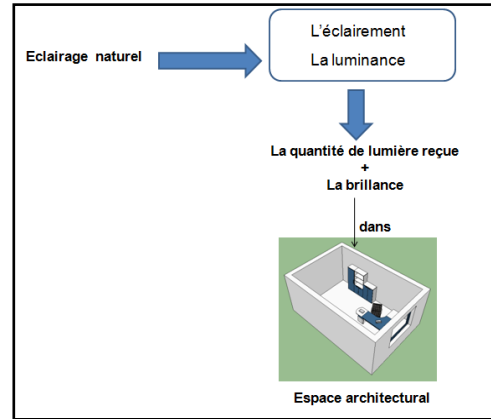
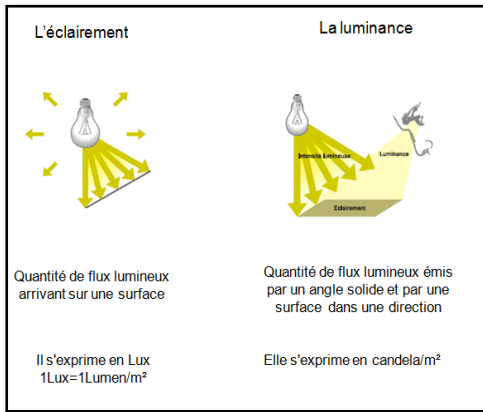


rayonnement solaire direct

rayonnement solaire diffus

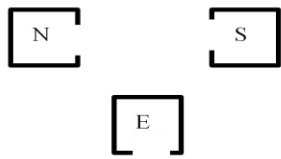
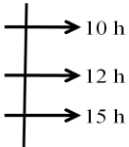

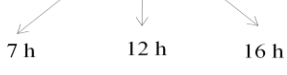
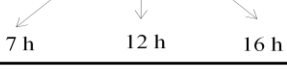




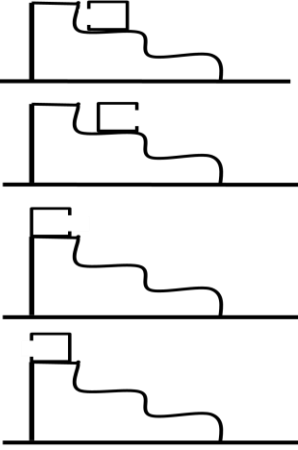
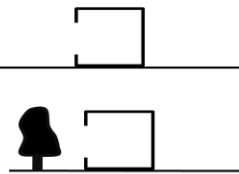


Annexe G : Fiches d'observation :

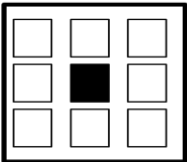
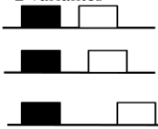
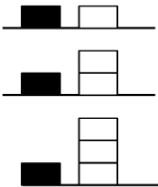
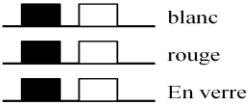
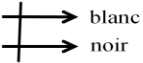
Fiche d'observation

Manipulations	Observations
<p>Orientation :</p> 	
<p>Heure de la journée: 21 Juin :</p> 	
<p>Mois de l'année :</p> <p>→ 21 janvier et 21 Septembre</p>  <p>→ 21 Mars et 21 Novembre</p>  <p>→ 21 Mai et 21 Juillet</p> 	


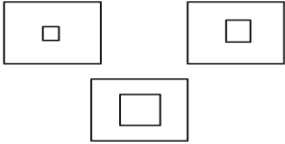
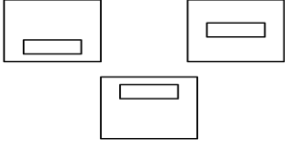
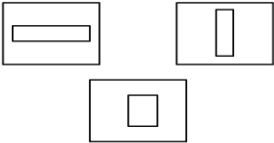

1

Manipulations	Observations
<p>1- Terrain accidenté:</p> <p>1 variante</p> 	
<p>2- Terrain plat:</p> 	





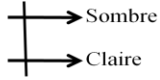
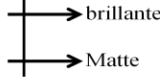
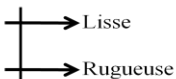
2

Manipulations	Observations
<p>Milieu urbain:</p>  <p>1- distance: proche et lointaine 2 variantes</p>  <p>2- hauteur: égale et double</p>  <p>3- couleur:</p>  <p>4- couleur du sol:</p> 	

3

Manipulations	Observations
<p>Type d'éclairage:</p> 	
<p>Taille de la fenêtre:</p> 	
<p>Position de la fenêtre:</p> 	
<p>Forme de la fenêtre:</p> 	
<p>Protection solaire:</p> 	

4

Manipulations	Observations
Serre : 	
lightshelve 	
Profondeur du local: 	
Meubles: 	
Couleur du sol et des murs intérieurs: 	
Texture du sol et des murs intérieurs: 	
Texture du sol et des murs intérieurs: 	

5

Annexe H : Cour théorique n°2 (Groupe B)

Tables de matières

- 1- L'enseillement
- 2- La géométrie solaire
- 3- Le diagramme solaire
- 4- Le tracé de la tache solaire
- 5- Le tracé de l'ombre portée
- 6- Forme et dimensionnement des brises soleil
- 7- Le Girasol et l'héliodrom

L'enseillement

L'enseillement est responsable de divers effets sur tout bâtiment. Il peut être considéré comme:

- Source d'énergie gratuite en hiver (chauffage),
- Source d'énergie cause d'inconfort thermique en été,
- Source lumineuse directe qui peut provoquer un inconfort visuel ,
- Source lumineuse responsable de la luminance du ciel, qui devient à son tour source de lumière naturelle.

Maîtriser un projet, c'est être en mesure de contrôler tous ces effets de l'enseillement , à travers les formes générales et les détails de conception des façade, notamment les masques solaire.

L'enseillement

La connaissance des mouvements et des positions du soleil permet de **mettre à jour les principales spécificités d'enseillement et de ressources solaires d'un site**. Ces données solaires fixent un certain nombre de contraintes ou d'attitudes à adopter pour la prise en compte des facteurs solaires dans le projet. Elles facilitent l'utilisation de techniques simples de contrôle et d'évaluation de l'enseillement des différentes composantes du bâtiment.

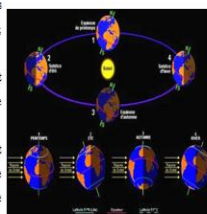
Pour une bonne prise en compte de l'enseillement dans la conception d'un projet, on doit connaître à tout instant la position du soleil dans le ciel. Cette information est nécessaire pour:

- Le calcul des apports solaires,
- Le choix de l'exposition du bâtiment,
- La disposition des pièces intérieures,
- L'emplacement et la taille des fenêtres,
- La conception des protections solaires etc.

Le mouvement annuel de la terre autour du soleil

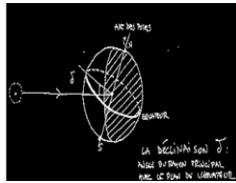
Nous avons 4 positions clés qui correspondent:

- au solstice d'hiver (21décembre) : les rayons solaires frappent la terre avec un angle de déclinaison de $-23^{\circ}27'$; c'est la valeur minimum de la déclinaison,
- à l'équinoxe de printemps (21 mars) : le rayon solaire est dans le plan de l'équateur et la déclinaison vaut alors 0° ; cette position traduit l'égalité des jours et des nuits,
- au solstice d'été (23 juin) : la position de la terre est opposée à celle du 21 décembre et le soleil frappe l'hémisphère Nord avec l'angle maximum de déclinaison de $23^{\circ}27'$,
- à l'équinoxe d'automne (22septembre) : la situation est identique à celle du 21 mars et la déclinaison repasse à 0° .



La Géométrie Solaire

Les rayons solaires parallèles, en raison du mouvement annuel de la terre par rapport au soleil, varient au cours de l'année. Leur inclinaison avec le plan de l'équateur terrestre est représentée par un angle, la déclinaison, positif ou négatif (- 23, 27° - +23, 27°). Ainsi, les zones géographiques terrestres sont soumises différemment, au cours de l'année, à l'ensoleillement.

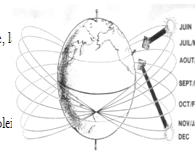


Ainsi, connaissant la date de l'année (le jour et le mois), la déclinaison peut être aisément calculée.

La Géométrie Solaire

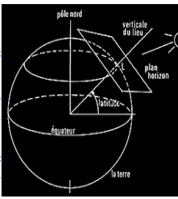
On peut considérer, avec quelques simplifications, que :

- la trajectoire décrite par la terre autour du soleil est un cercle; la trajectoire est en fait elliptique,
- le mouvement de la terre sur sa trajectoire est uniforme, la terre se déplaçant à vitesse constante ;
- la durée du parcours est d'une année;
- le plan qui contient la trajectoire de la terre autour du soleil fait un angle de 23°27' avec le plan de l'équateur;
- lors de son déplacement, l'axe des pôles de la terre (perpendiculaire à l'équateur terrestre) reste parallèle à lui-même ;



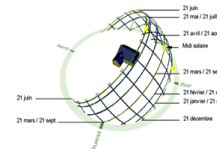
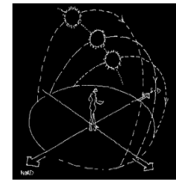
La latitude et les conditions saisonnières d'ensoleillement

- La position d'un lieu sur la terre est déterminée par sa latitude, angle entre la droite joignant le point considéré sur la terre et le centre de la terre avec le plan de l'équateur terrestre. Cette droite constitue la verticale du lieu. La latitude de l'équateur est 0°, celle des pôles 90°, Nord ou Sud.
- Le plan horizontal du lieu est tangent à la sphère terrestre et perpendiculaire à la verticale du lieu.
- Du fait, de la rotation diurne de la terre autour de son axe des pôles, chacun des points d'une même parallèle se trouve ainsi, dans une situation d'ensoleillement identique.
- Selon le lieu, donc selon la latitude, les conditions d'ensoleillement sont différentes au cours de l'année. On peut, en chaque latitude, déterminer précisément ces conditions et obtenir les coordonnées terrestres du soleil correspondantes.



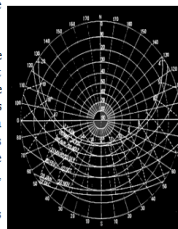
Les trajectoires apparentes du soleil

- En joignant les différentes localisations du soleil à divers moments de la journée, on obtient le tracé de la course du soleil
- Nous pouvons ainsi tracer la courbe du soleil pour n'importe quel jour de l'année.
- Les trajectoires représentées sur les diagrammes solaires correspondent au 20^{ème} jour de chaque mois.



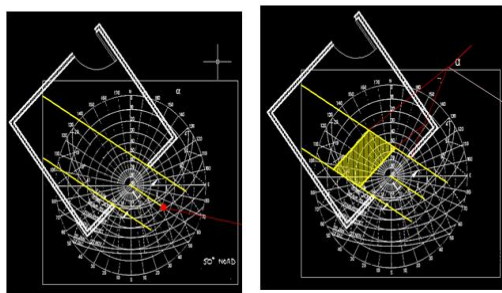
le digramme solaire

- Le digramme solaire est une représentation plane de la trajectoire du soleil perçue depuis un point de la surface terrestre du mouvement du soleil à travers la voûte céleste
- Sur la sphère locale de l'observateur, les repérages par plans de hauteur et d'azimut sont indiqués et les trajectoires solaires sont tracées pour quelques dates; le tracé de ces dernières dépend de la latitude. La région de ciel occupée par le soleil aux différents moments du jour et de l'année diffère suivant la latitude. Plus la latitude est faible, donc proche de l'équateur, plus les trajectoires solaires sont centrées dans le ciel autour du zénith, à la verticale du lieu. A l'inverse, plus la latitude s'approche de celle des pôles, plus les trajectoires s'approchent de l'horizon.
- Comme pour un abaque, le diagramme renseigne sur les positions apparentes du soleil, indiquant direction et hauteur du soleil au cours du temps.
- La course apparente du soleil varie d'un point à l'autre de la terre, donc il faut choisir le diagramme qui se rapporte à la latitude ϕ du projet.



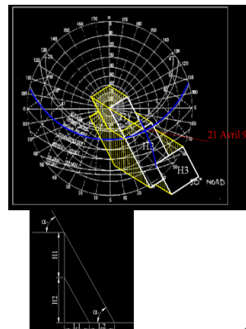
Présentation d'un diagramme solaire

Tracé de la tache solaire dans une pièce



l'ombre portée par le bâtiment

- Dessiner le plan du bâtiment sur le calque
- Placer l'un des coins du bâtiment au centre du diagramme
- Superposer le nord du plan avec celui du diagramme.
- Déterminer l'azimut à 9h : on joint le centre du diagramme avec le point indiquant 9h sur la courbe de la course du soleil ; c'est la direction de l'ombre.
- Pour chaque coin du bâtiment on trace des lignes parallèles à l'azimut à 10 heures.
- Déterminer la longueur de l'ombre,

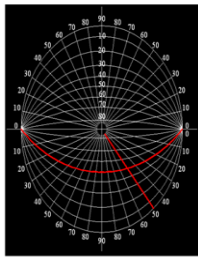


Forme et dimensionnement des brises soleil

L'abaque des masques

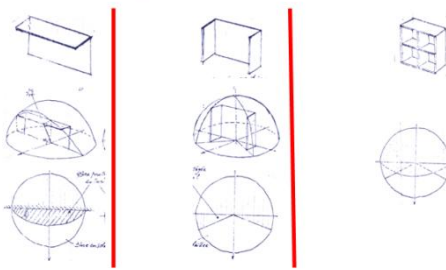
il se présente sous la forme de deux réseaux : réseau de 9 courbes en arches et un réseau de rayon séparé de 10°.

- Les courbes en arches servent à étudier les auvents (avancées horizontales) et les rayons servent à étudier les avancées verticales.
- En superposant cet indicateur au diagramme solaire du site étudié, on détermine avec précision les heures et les jours pendant lesquels la fenêtre ne reçoit pas de rayonnement direct. Le masque d'occultation permet une description géométrique simple des avancées brise-soleil.
- De la même manière, on peut dimensionner et choisir la forme d'un brise soleil de manière à protéger une fenêtre pendant une période donnée.



Forme et dimensionnement des brises soleil

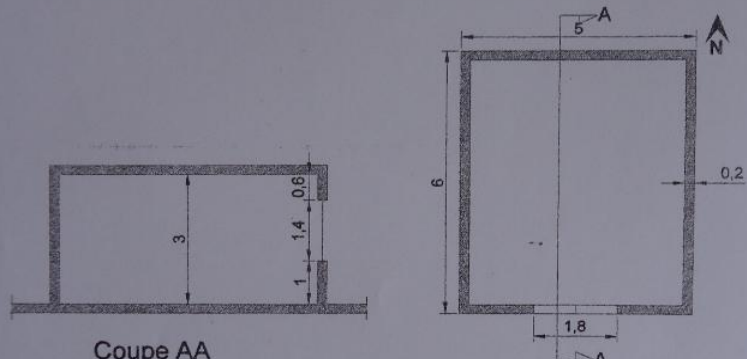
Type de brise solaire



Annexe I : Travaux dirigés (TP Groupe B)

1- TP n°1 : Tracé d'une tache solaire

L'exercice consiste à tracer la tache solaire dans une pièce dont les dimensions sont données par le plan et la coupe ci-dessous.



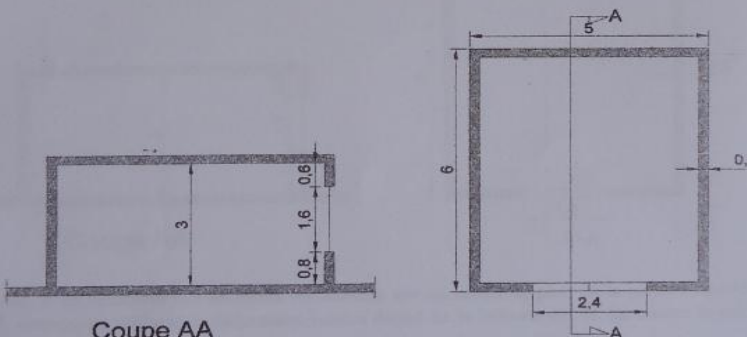
D'abord, il est demandé aux étudiants de dessiner sur un calque le plan de la pièce à l'échelle 1/50°, ensuite, en utilisant le diagramme solaire donné de la latitude 45° N, ils tracent la tache solaire pour les deux moments suivant:

- Le 21 Juin à 10h.
- Le 21 Février à 16h.

2- TP n°2 : Conception d'une protection solaire

Ci-dessous le plan et la coupe d'une pièce, il vous est demandé de concevoir une protection solaire pour la fenêtre en prenant en considération les paramètres suivants:

- L'orientation:
- La latitude:
- La zone climatique:



Après avoir trouver la zone de surchauffe, l'étudiant doit définir les avancés verticales et horizontales, ainsi que la proposition d'une protection solaire.

Le rendu sera dans deux semaines à partir du lancement de l'exercice, il comportera la méthode détaillée de la conception et la maquette réalisée à l'échelle 1/10°.

3- TP n° 3: Tracé de l'ombre portée par le bâtiment :

Dans cet exercice, il est demandé aux étudiants de tracer l'ombre portée du volume donné ci-dessous en prenant en considération les paramètres suivants:

- La latitude du lieu:.....
- Mois :
- L'heure:

La maquette de ce volume doit être réalisée à l'échelle 1/100^e afin de simuler et vérifier le tracé avec l'héliodol.

Le rendu sera dans une semaine à partir du lancement de l'exercice, le plan et l'ombre doivent être dessinés à l'échelle 1/100^e sur canson format A2.

Annexe J : Exercice de conception

1- Sujet de l'exercice :

Il s'agit de concevoir une chambre pour un étudiant en architecture d'une surface de 16m², avec une surface vitrée allant de 2 à 3,2 m².

La conception de cet espace doit se faire en se basant sur la lumière naturelle. En effet cette conception doit se faire en ayant en tête des intentions concernant l'éclairage naturel, et l'ambiance lumineuse que vous voulez avoir dans cette pièce.

La définition du fonctionnement de cet espace doit se faire en utilisant la lumière naturelle comme première donnée et non pas par un programme fonctionnel.

2- Les variables :

- L'orientation de la chambre.
- la forme de la chambre.
- la hauteur de la chambre.
- le type d'éclairage.
- les ouvertures.

Position de l'ouverture.
 Taille de l'ouverture.
 Forme de l'ouverture.
 Emplacement de l'ouverture.
 Nombre des ouvertures.
 Protections solaires

- Matière, texture et couleur des murs, du sol et du plafond.
- Aménagement de la pièce (fonctionnement).

3- Les étapes de l'exercice :

a. Intentions et esquisses

Présentation des croquis qui représentent la répartition lumineuse à l'intérieur de l'espace.

- Schémas
- Plan
- Coupe
- Croquis lumineux
 - Façade
 - Perspectives intérieures

b. Croquis d'ambiance et plans aménagés

Développement de l'esquisse essentiellement au moyen de croquis en 3D.

- Des croquis d'ambiance en utilisant plusieurs techniques de représentation
 - « clair/obscur », où la lumière est utilisée comme une palette.
 - Positif : papier blanc et crayons noir
 - Négatif : papier noir et crayons blanc
 - En couleur afin de montrer les couleurs et les textures utilisées.
- Plans aménagés, coupes et façades à l'échelle 1 /25
- Perspectives ou axonométries

c. Texte explicatif

Présentation d'un texte qui explique les intentions en ce qui concerne l'utilisation de la lumière naturelle dans cet espace et les objectifs à atteindre.

Ce texte doit expliquer les stratégies de traitement de la lumière en justifiant les choix qui ont été fait pour chaque variable dans la liste des variables donnée au début de l'exercice.

تمرين تصميم

نص التمرين

يطلب منكم تصميم غرفة طالب في الهندسة المعمارية ذات مساحة تبلغ 16م² و تكون مساحة الفتحات الزجاجية في هذا المجال ما بين 2 و 3,2 م

يجب أن يستند تصميم هذا الفضاء على الضوء الطبيعي. في الواقع ، ينبغي أن يتم هذا التصميم مع الأخذ في الاعتبار نوايا الإضاءة الطبيعية والإضاءة التي تريدها في هذه الغرفة

تحدد الوظيفة داخل المجال باستخدام الضوء الطبيعي كمعطى أساسي و ليس باستخدام برنامج وظيفي

المتغيرات

- 1- توجه الغرفة
- 2- شكل الغرفة
- 3- ارتفاع الغرفة
- 4- نوع الإضاءة
- 5- الفتحات
- توضع الفتحات
- مساحة الفتحات
- شكل الفتحات
- عدد الفتحات
- واقيات الشمس
- 6- مادة ملمس و لون الجدران السقف و الأرضية

7-تهيئة الغرف مراحل التميرين

1- نوايا ومخططات

عرض الرسومات التي تمثل توزيع الضوء في الفضاء

- رسومات تخطيطية
- مخططات
- مقاطع
- رسومات توضيحية للضوء واجهة
- منظور داخلي

2- مخططات و رسومات أجواء

يطور المشروع بواسطة رسومات ذات 3 ابعاد

- رسوم أجواء باستخدام عدة أساليب للتمثيل

ابيض و اسود باستخدام تقنية "الضوء / الظلام" ، حيث يتم استخدام الضوء كلوحة ألوان
الإيجابية : ورقة بيضاء و اقلام سوداء
السلبية :ورقة سوداء و قلم رصاص ابيض
باستخدام الالوان لتوضيح الالوان والحبكة

- مخطط مهية مقاطع و واجهات سلم 1 / 25

- منظور او اكسومتري

3 - نص توضيحي

اكتب نص يوضح النوايا بشأن استخدام الضوء الطبيعي في هذا المكان والأهداف المرجوة

هذا النص يجب أن تفسر فيه استراتيجيات استخدام و استعمال الضوء

يتم التفسير بإعطاء تبرير لأسباب الخيارات التي قمت بها في قائمة المتغيرات

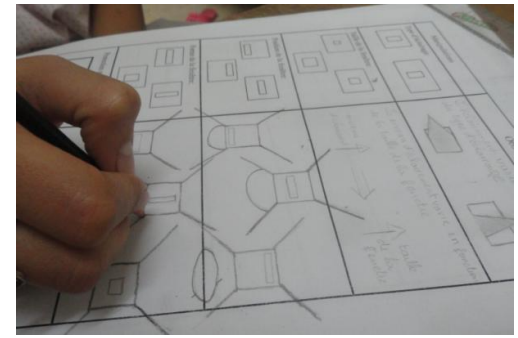
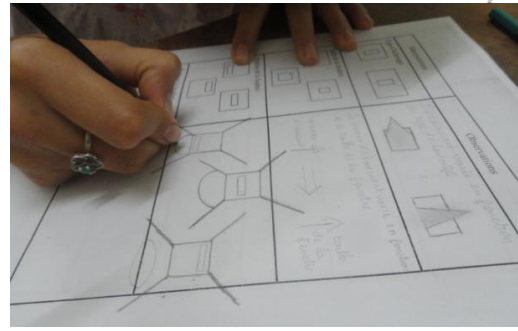
Annexe K : Quelques travaux des étudiants du groupe A

1^{ère} Etape :

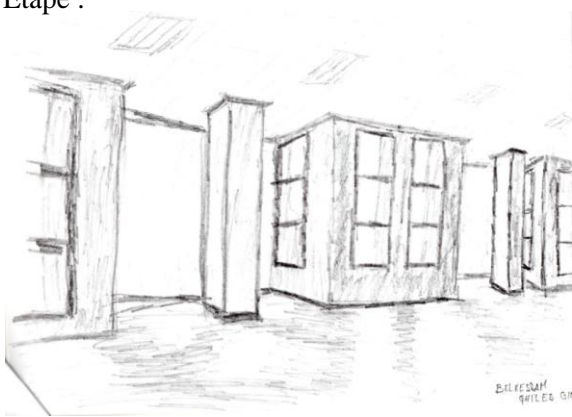
Manipulations	Observations
Type d'éclairage: 	
Taille de la fenêtre: 	<p>La répartition lumineuse est réduite les coins sont sombres</p> <p>La distribution est plus large et les coins sont éclairés</p> <p>La hauteur de la lumière est importante et la distribution d'éclairage est plus grande</p>
Position de la fenêtre: 	<p>La répartition lumineuse est plus importante et plus éclairée que la 1^{ère}</p> <p>Plus grande hauteur de lumière et plus grande hauteur et en profondeur</p>
Forme de la fenêtre: 	<p>La répartition de la lumière est en longueur et les coins sont éclairés par rapport à la profondeur</p> <p>La distribution est centrée en milieu</p> <p>La distribution d'éclairage est en profondeur et les coins sont plus éclairés</p>
Protection solaire: 	

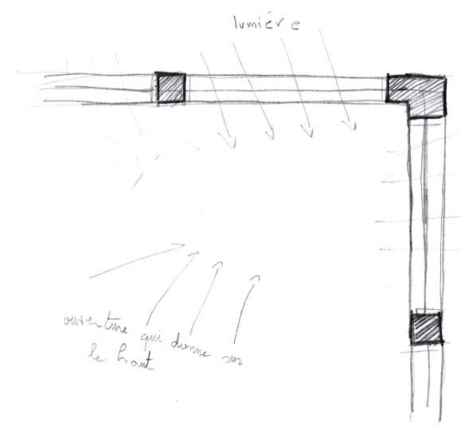
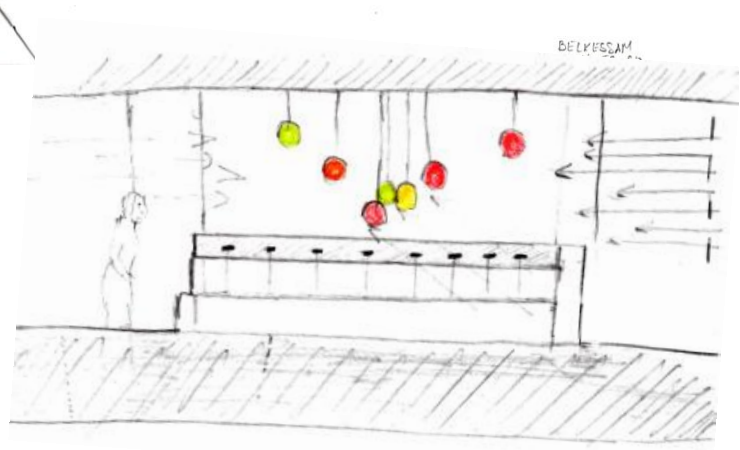
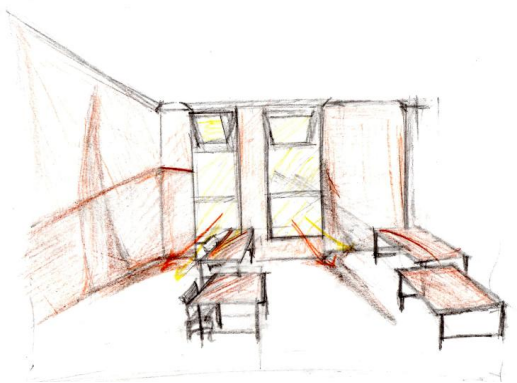
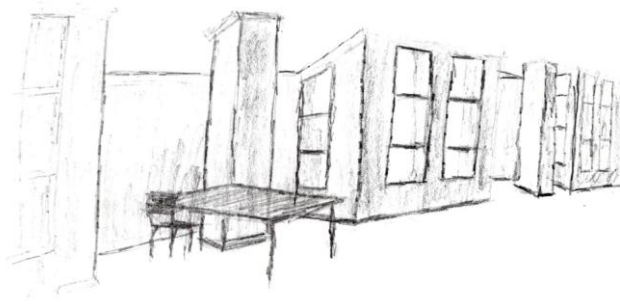
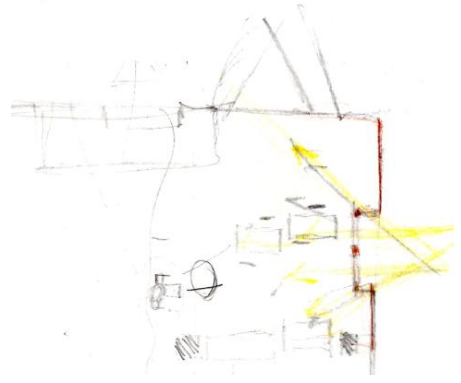
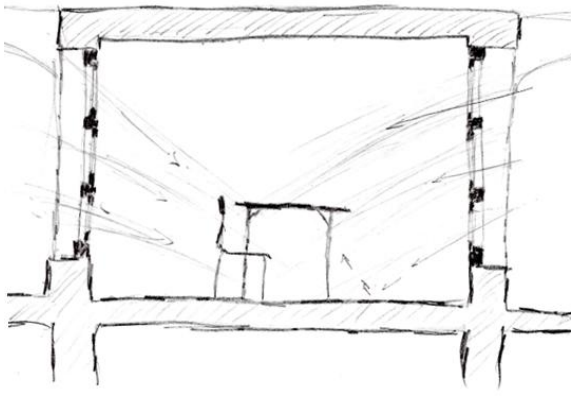
Manipulations	Observations
Serre: 	<p>La quantité de lumière qui passe est réduite</p> <p>La répartition est plus homogène</p>
lightsheive 	<p>La quantité de lumière qui passe est réduite</p> <p>La répartition est plus homogène</p>
Profondeur du local: 	<p>La répartition lumineuse est plus importante et plus éclairée que la 1^{ère}</p> <p>Plus grande hauteur de lumière et plus grande hauteur et en profondeur</p>
Meubles: 	<p>La répartition lumineuse est plus importante et plus éclairée que la 1^{ère}</p> <p>Plus grande hauteur de lumière et plus grande hauteur et en profondeur</p>
Couleur du sol et des murs intérieurs: <ul style="list-style-type: none"> 1) → Sombre 2) → Claire 	<p>La quantité de lumière qui passe est diminuée</p> <p>Éclairage plus faible</p> <p>La quantité de lumière qui passe est plus grande, un grand éclairage</p>
Texture du sol et des murs intérieurs: <ul style="list-style-type: none"> 1) → brillante 2) → Matte 	<p>La quantité de lumière qui passe est plus grande et plus grande aussi, la position est éclairée</p> <p>La quantité de lumière qui passe est diminuée et la répartition est plus faible</p>
Texture du sol et des murs intérieurs: <ul style="list-style-type: none"> 1) → Lisse 2) → Rugueuse 	<p>La quantité de lumière qui passe est plus grande et plus grande aussi</p> <p>La quantité de lumière qui passe est diminuée et la répartition est plus faible</p>

Manipulations	Observations
Type d'éclairage: 	<p>La répartition lumineuse est plus importante et plus éclairée que la 1^{ère}</p> <p>Plus grande hauteur de lumière et plus grande hauteur et en profondeur</p>
Taille de la fenêtre: 	<p>La répartition lumineuse est plus importante et plus éclairée que la 1^{ère}</p> <p>Plus grande hauteur de lumière et plus grande hauteur et en profondeur</p>
Position de la fenêtre: 	<p>La répartition lumineuse est plus importante et plus éclairée que la 1^{ère}</p> <p>Plus grande hauteur de lumière et plus grande hauteur et en profondeur</p>
Forme de la fenêtre: 	<p>La répartition de la lumière est en longueur et les coins sont éclairés par rapport à la profondeur</p> <p>La distribution est centrée en milieu</p> <p>La distribution d'éclairage est en profondeur et les coins sont plus éclairés</p>
Protection solaire: 	<p>avec protection, l'éclairage est diminué</p> <p>avec protection, l'éclairage est très grand</p>

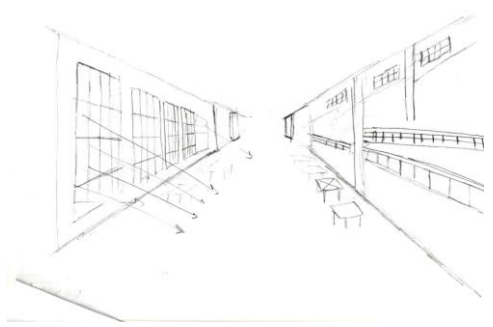
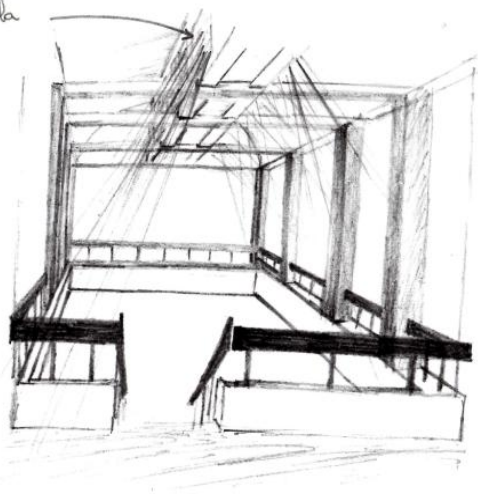


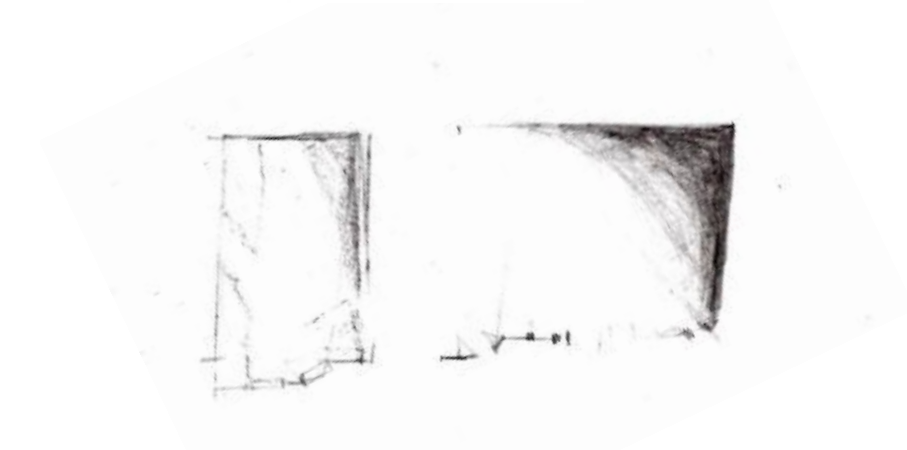
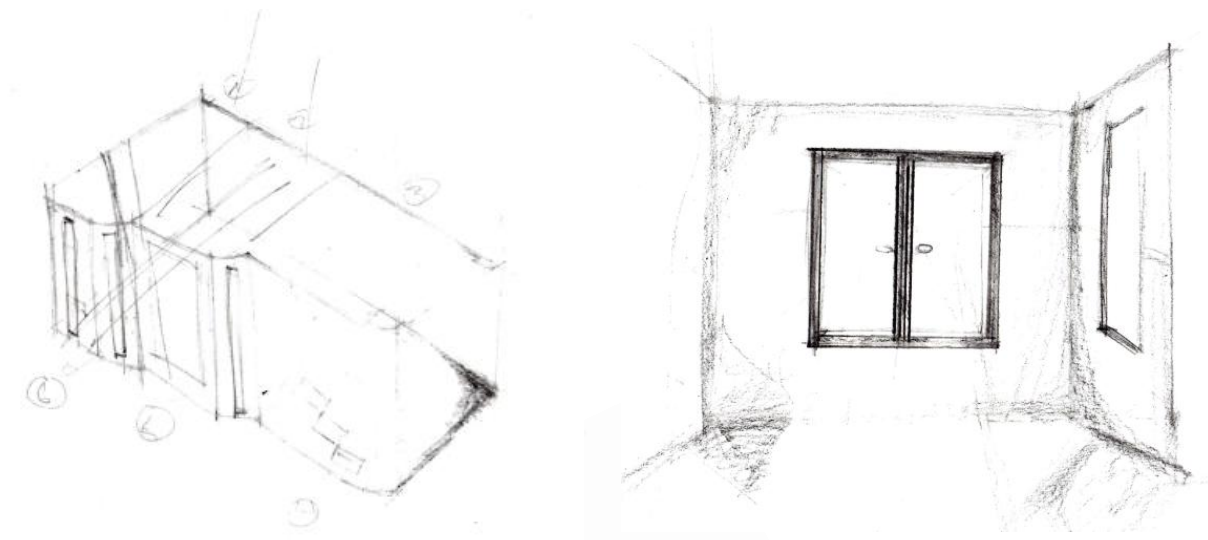
2^{ème} Etape :





La provenance de la lumière





1. توجيه الفتحات: أحسن توجيه الفتحات جنوباً لأن ضوء الشمس لا ينعكس في الفتحة الشمالية بل يجمع تحت يوحولها الإضاءة من طولها اليد ومن الفترة الشمالية والفترة الشمالية لهذا السبب هذه الفتحة في الباب أما الفتحة في راحة واحدة متحركة لتتنفس الإضاءة حتماً في مساحة صغيرة واحدة فتوسط الجدار لتصل إلى الفتحة مما يساهم على طولها الرسم.

2. مكان الفتحة: انطلقت من مكتبه يصنع في جانبه مثلثين بحيث يمتد المثلث العميق للكعبه والمثلث المثلث يمتد في الفتحة في أحواز كالمسح في إتمامها في الإستحسان.

3. ارتفاع الفتحة: وجود ارتفاعين مختلفين للفتحة:

- الارتفاع الأول وهو منخفضه واختلاف ليعطي المجال الداخلي ثقله ويكون متطابق.
- الارتفاع الثاني هو مرتفع حتى لا يراى وهو المجال الخارجي مخفيه يتركب ارتفاع من الفتحات باب وأما في منفتحة ومنفتحة

4. مواضع الإضاءة: جانبية لتكون أقل حدة.

5. توجيه الفتحات:

- جنوبية بالنسبة إلى الباب حيث تكون الإضاءة مباشرة.
- بالنسبة للراحة: في نافذة متحركة جنوبية ثم يفتح حوله الإضاءة مع أشعة الشمس مباشرة.
- في نافذة ثابتة فتوسط الجدار وهي عن يمين جنوبية حوله الإضاءة من الفترة الشمالية.

6. عسارت الفتحات:

- بالنسبة إلى الباب وهو ذو مسامحة مريحة ارتفاع 2.00 متر وعرضه 0.80 متر
- بالنسبة إلى الراحة: نافذة جنوبية بسمك 0.20 متر صغيرة متحركة لكي تستطيع إضاءة في ماحولها من مسامحة.
- نافذة جنوبية مريحة مؤسدة الجدار فتوسط الجدار لكي تعطى إضاءة جيدة لطولها الرسم اليد عتمة حارسها.

رسم في قاطعة الرسم 4

7. شكل الفتحات: مريضة لدخول أكبر الضوء لأن الشكل المنتظم يسمح بدخول إضاءة مباشرة مع عدم استعمارها.

8. عدد الفتحات: وضعت عدة الفتحات ثلاثة لكي تحظى حيزاً معيناً من المرحه وهذا هو هدفي لكي أبعث حيزاً معيناً مظهر.

9. لون الجدران: اختياري وودي مع الأخضر والأبيض.

- أخضر وفاتح يزيد من الإضاءة للريح المصانع.
- السوردي يعطي راحة نفسية في الفتحة المخصص النوم والمراحة.
- لون الأرضية: الرخام البني المصغر. لون السقف وودي مبيضة.

10. تهيئة الفتحة:

- حاولت رسم
- حذر انك
- سوردي
- حاولت عتمة المريحة يميني بجذبي السوردي.

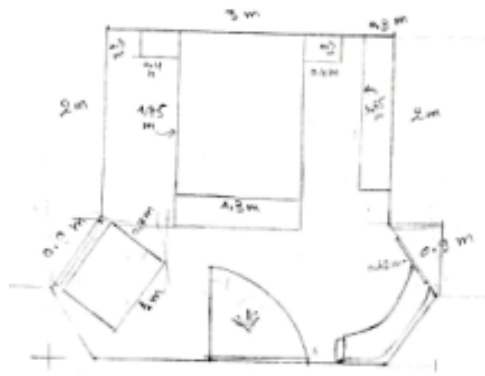
11. حاولت رسم: موضوعة بجانب النافذة الشرقية الجنوبية لكي تترك المجال الإضاءة الضعيفة مباشرة وتمنع على طاوله الرسم.

12. حذر انك: موضوعة في المجال الذي يحيط بها للسورديين.

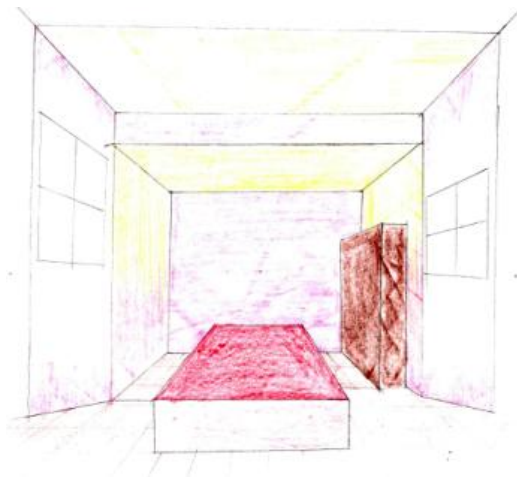
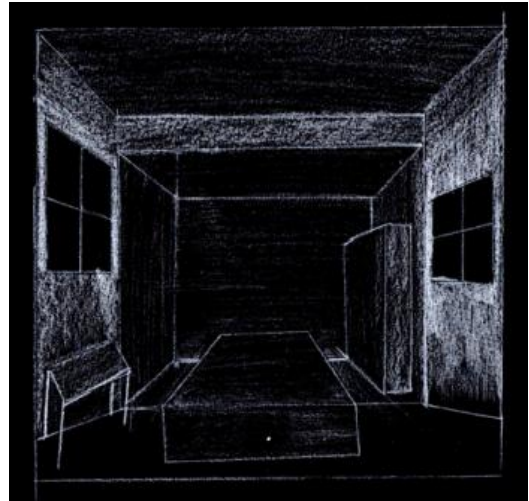
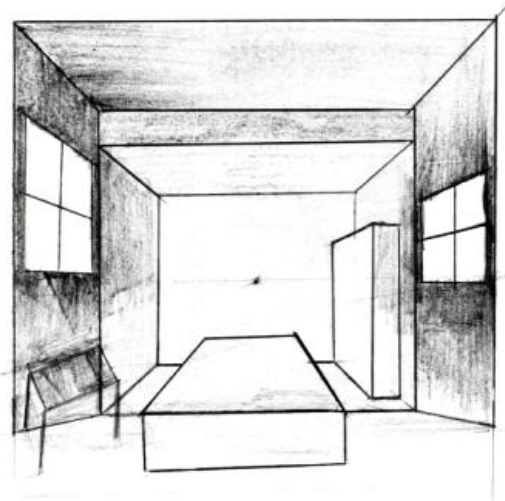
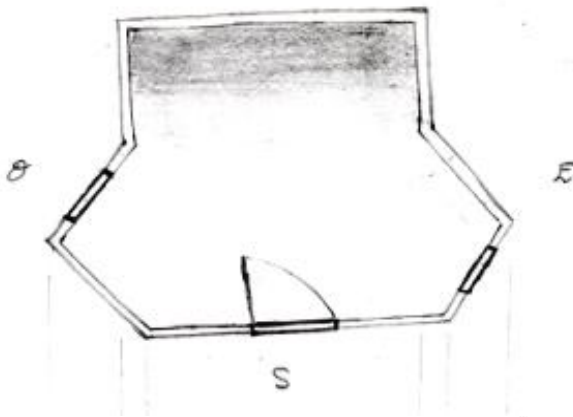
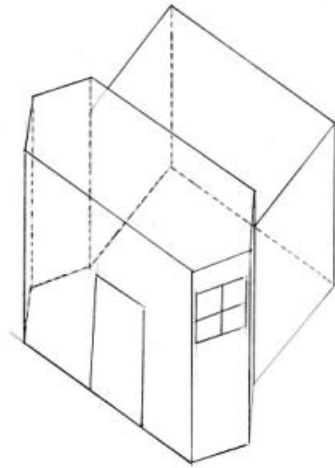
13. حاولت صغر حيز: موضوعة يميني السوردي المريحة قبل النوم.

14. سوردي: يكون في المجال الداخلي لكي يكون ماصحاً.

15. كثر ويساعد على الإراحة أثناء النوم خلال كل فترات اليوم.



~ plan



- On a pris l'orientation vers l'est, pour avoir un éclairage suffisant la nuit, sachant que la nuit est la période où un étudiant d'architecture fait ses travaux.
- la forme rectangulaire nous permet de contrôler la lumière qui pénètre dans l'espace, et de laisser l'espace au noir.
- une partie éclairée (pour exercer ses études) et une partie sombre pour reposer.
- l'hauteur de la chambre est 3m pris pour que l'ouverture géométrale soit proche du sol, et ça mène à un éclairage plus étendu.
- On a utilisé le seul type d'éclairage pour avoir la lumière suffisante toute la durée de la journée.

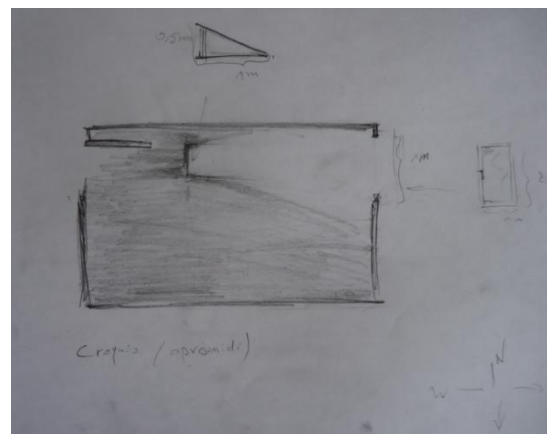
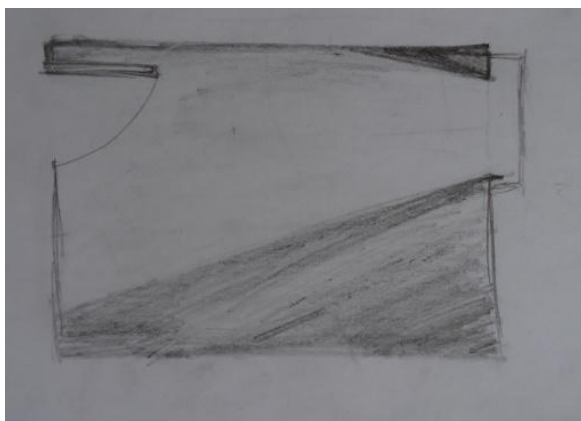
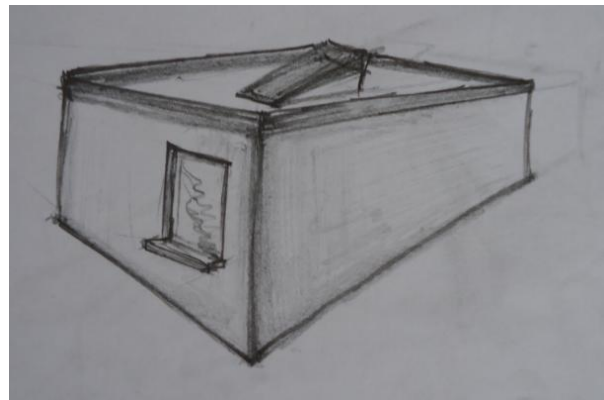
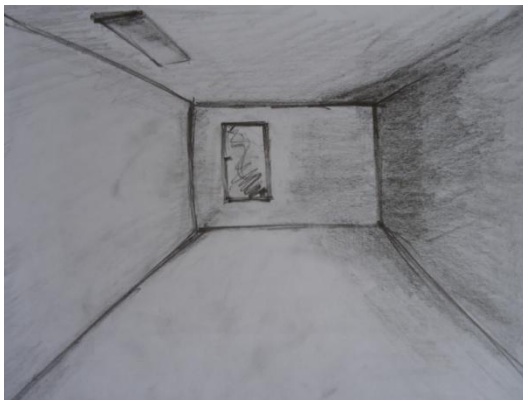
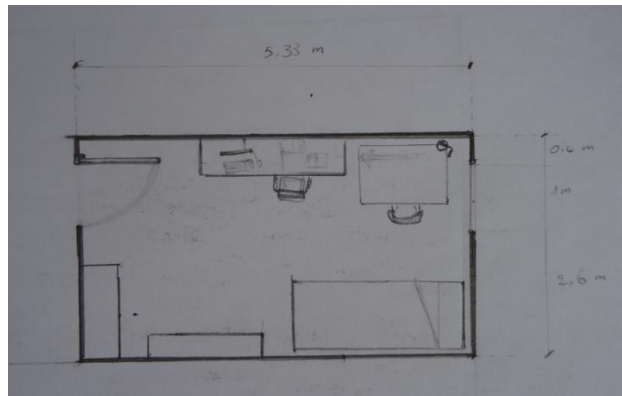
2. ouvertures

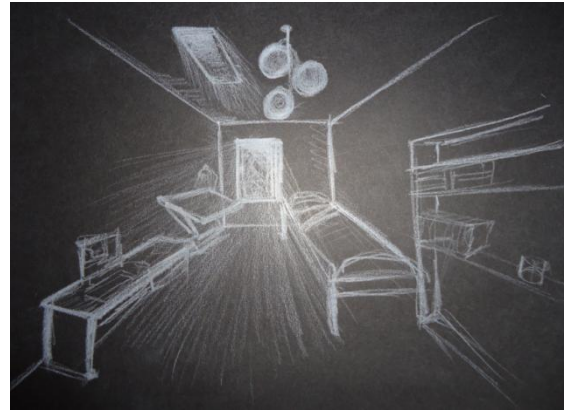
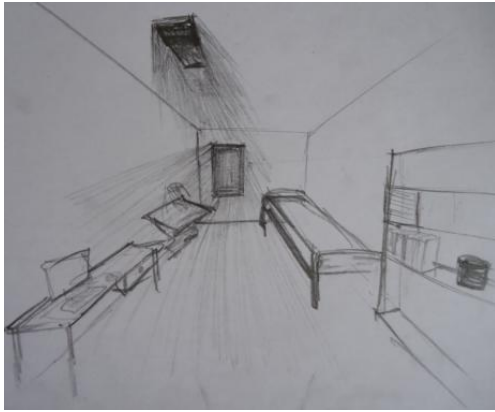
- pour l'ouverture latérale centrée en longueur (1m, 2m) rectangulaire pour avoir un éclairage à la fois profond et étendu. elle est placée dans le côté pour éclairer une seule zone "zone de travail".
- L'ouverture géométrale est placée dans un endroit où elle peut permettre la lumière de l'après midi de pénétrer dans l'espace de travail.

Les couleurs utilisées

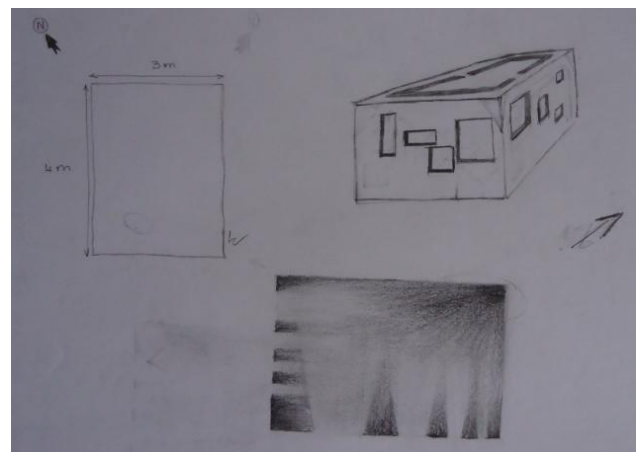
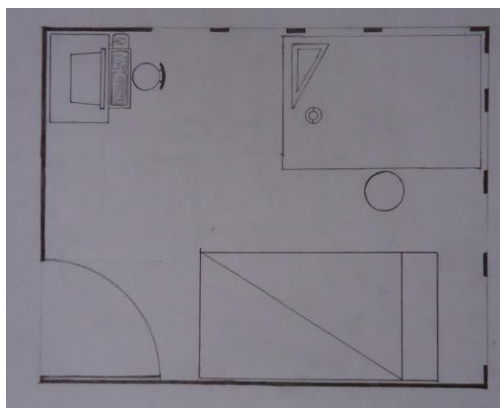
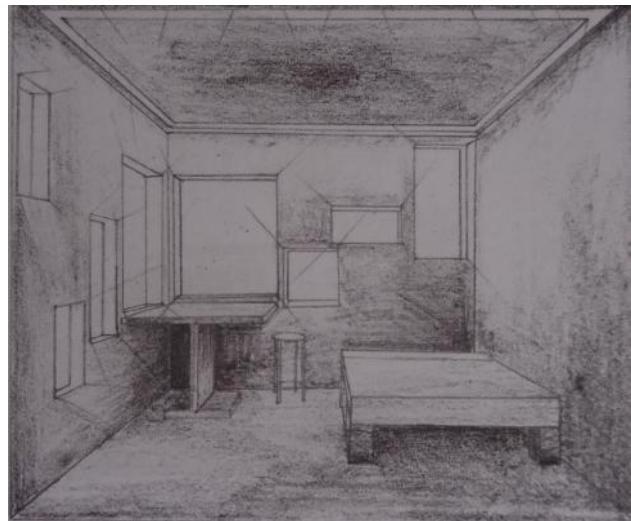
- blanc : pour les deux murs, celui de la fenêtre et celui en face pour qu'ils réfléchissent la lumière.
- rouge : pour les deux murs restants.
- noir : pour le sol ce qui donne un côté artistique et luxueux à la chambre.

- Une table pour dessiner située près de la fenêtre avec un bureau pour pc et pour lecture sur le même alignement. le lit est dans la partie moins éclairée, un armoire en face du lit, donc la vue de la porte ne montre que les affaires de travail bureau et table de dessin et non pas les trucs privés.





1. L'orientation de la chambre : Un façade a été orienter vers le Sud-Est et l'autre façade a été orienter vers de Sud-Ouest pour pouvoir profiter de la lumière naturelle pendant toute la journée.
 2. La forme de la chambre est une forme rectangulaire pour avoir une bonne propagation de la lumière.
 3. La hauteur de la chambre : on a pris une hauteur moyenne pour exploiter l'éclairage naturelle.
 4. Le type d'éclairage : on utilise de l'éclairage balnéaire sur les deux façade et de l'éclairage centrale au plafond pour pouvoir éclairer tout les angles et les coin.
 5. On a exploiter 4 ouvertures dont deux façade et une ouverture centrale au totale on a 2 ouvertures pour pouvoir éclairer toute la chambre. On a utiliser de différente taille des ouvertures pour donner un effet prodigieux (croisement de lumière). On a utiliser des formes différentes la première carré et la deuxième rectangulaire. On utiliser des petits ouvertures alors on a pas exploiter les protection solaires.
 6. Matériaux : On a mis du verre sur toute ouverture couleur : On a utiliser la couleur blanche sur tout les murs, pour le sol on a utiliser de la dal-de-sol, pour donner de la réflexion et faire éclairer tout les endroit non voirer.

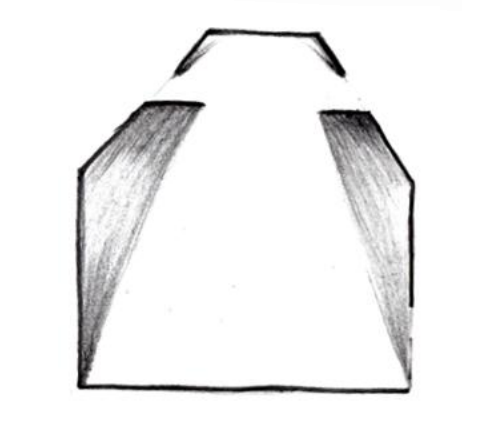
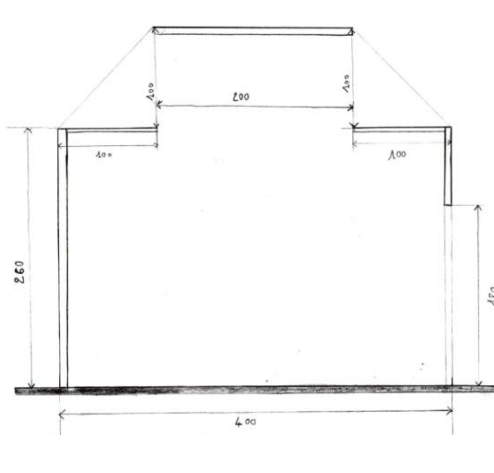
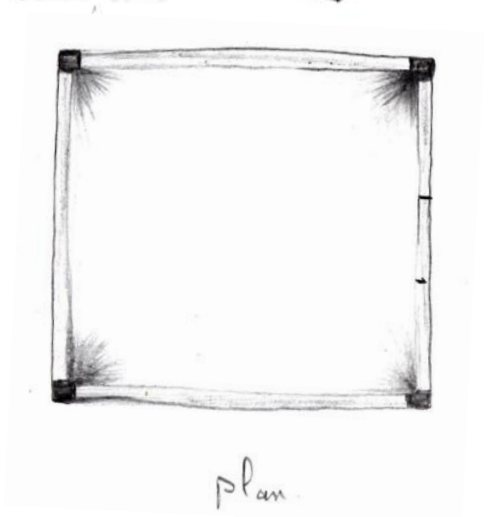
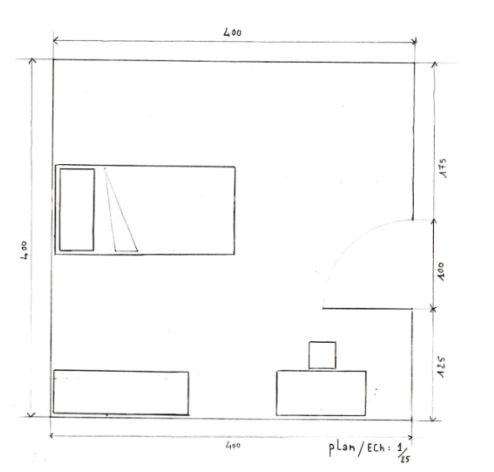
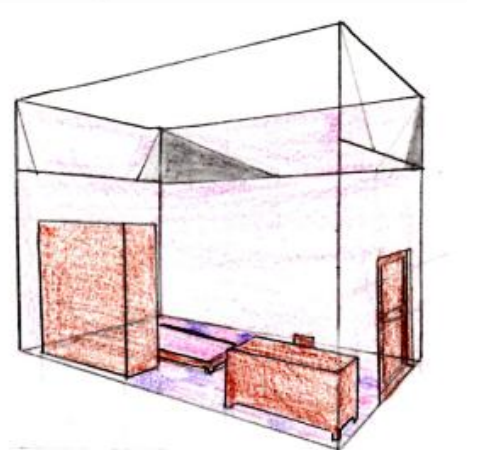
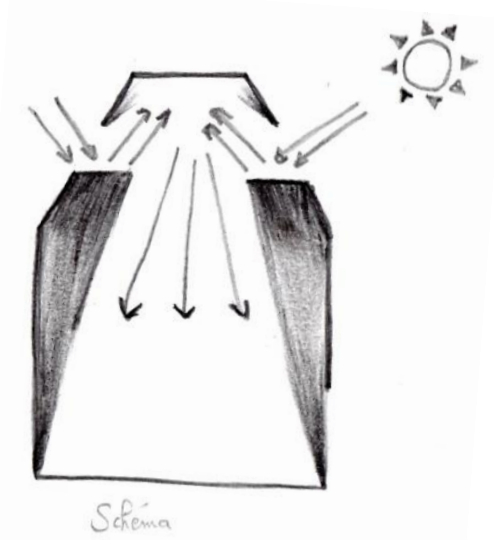


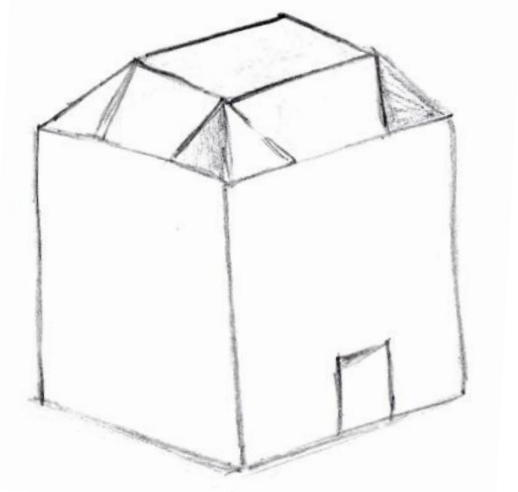
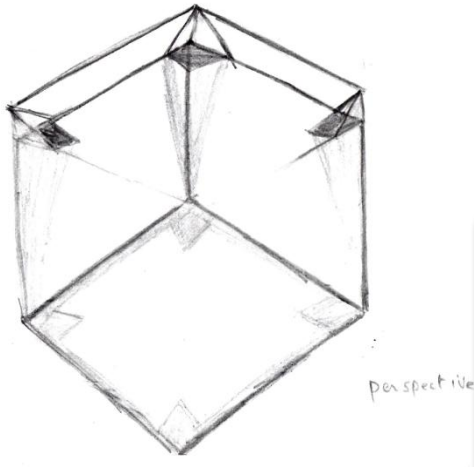
Annexe L : Quelques travaux des étudiants du groupe B

3^{ème} Etape :

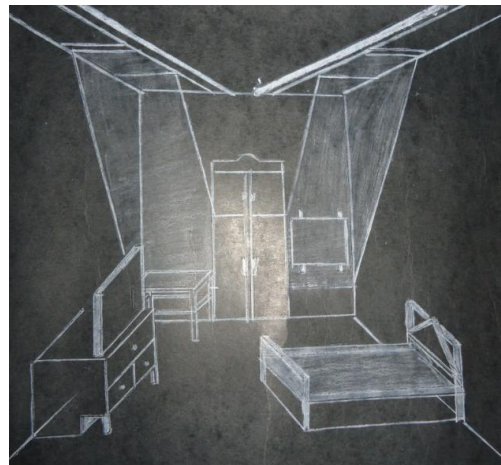
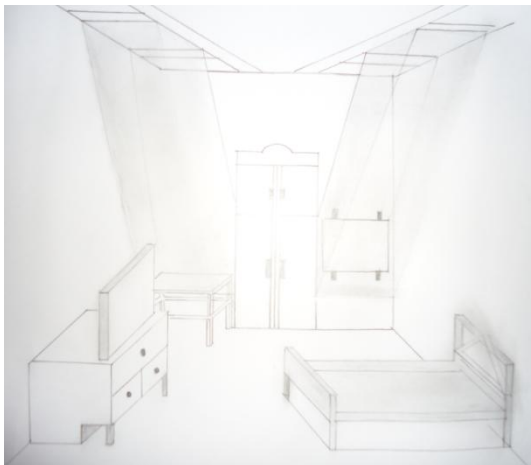
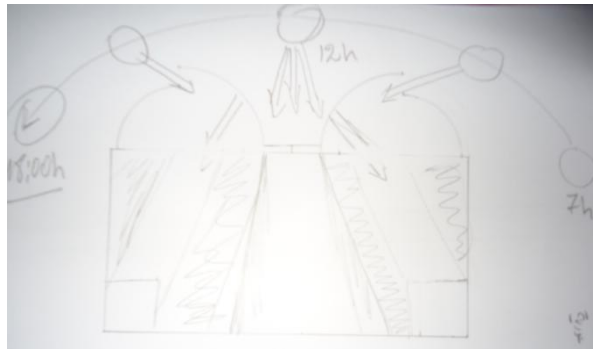
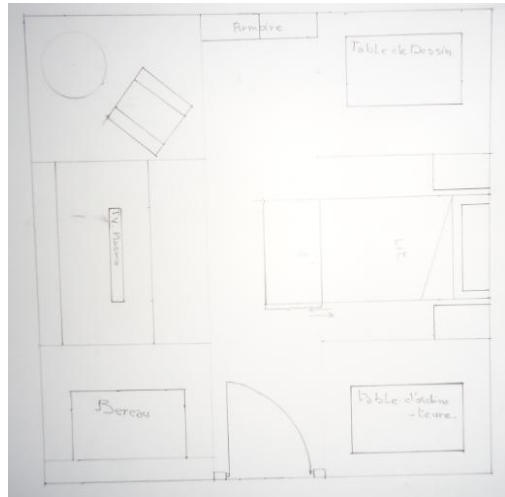
النمط التوضيحي :

- 1- توجيه العنونة : كانت العنونة مضمومة الى القدرت بل اعتبار انما سرح لدراسة الاتجاه ، ذلك حتى تتحل كمية من الشمس عن الاصباح ساعة التفرقة ، الى العنونة وذلك عند الحاجة لها
- 2- شكل العنونة : كان من العنونة محطة العنونة صريح الشكل في المربع بالحدود لتصبح لنا بالحركة والهدوء في موضع الاشكال ودراسه بغير طبيعية وممكنة لاستخدامها بسهولة
- 3- ارتفاع العنونة : عموماً ارتفاع العنونة يكون في حدود 3.4 م ولكني اذ من ارتفاع العنونة كان الارتفاع 3.4 م بسبب الفتحات وتوضعها ويسبب ارتفاع رافعات الشمس
- 4- دفع الإضاءة : من اعلى المائله من ان اضاءة من العنونة تكون في مساحته ولا يكونه الشمس تأتسر سلبية على جدران العنونة الفتحات :
- 5- موضع الفتحات : وكان في اركان العنونة من اليمين في المشرق والشرق
- 6- مساحة الفتحات : في الشرق 8 م² وفي الغرب 8 م² ونسبة التي اذن المساحة الكلية للفتحات هي 3.2 م² في الشمال والجنوب
- 7- شكل الفتحات : مثلثة الشكل
- 8- عدد الفتحات : 4 فتحات
- 9- رافعات الشمس : كانت اقلية شكل افقي تحت الفتحة
- 10- مادة ملصق ولونه الجدران ، السقف والارضية :
 - الجدران : مادتها : الخرسانة
 - السقف : خضمر
 - الارضية : وردي فاتح لانه اكثر اضاءة وهدوء
 - السقف : الخرسانة
 - ملصق : خضمر
 - لون : بيضاء
 - الارضية : بلدي
 - ملصق : خضمر لونها
 - الورني : يفضيخ فاتح وردي فاتح وايضا
- 11- تهيئة العنونة : - تصوير فوري





- غرفة الطالب حمد الابن موجهة نحو الجنوب وراثت لجهة اسيات ومن اهلها .
 - كونه متصفت شمالا بمزج اقامة شرفة التوسن الاول والثاني في يوم محدودة
 - صعد .
 - أما البست الثاني وهو اثنان من حاجته يستعمل أشعة الشمس في مادة خروف
 - المتوسطة والمساحة في مواضعه . لكن بعدت مكان في الفلج .
 - شكل الغرفة .
 - هي عبارة عن مربع وذلك لمحتاج المساحة كمن بعدت مكان وكذا
 - المساحة في اى مادة حسب الارتفاع المسطوح . تحت الغرفة
 - (شكل) ارتفاع الغرفة .
 - ارتفاع هذه الغرفة ارتفاع 3.5m
 - شكل اى مادة .
 - عبارة عن اى مادة هيمية من الاعلى الى اسفل اى مادة الشمس عند شرفتها
 - حتى تحميها من تحت في الاضواء .
 - الفتحات .
 - لا توجد كرفنت الفتحات الموجهة في هذه الغرفة من الاعلى والاسفل في
 - جدرانها من اى مادة كبيرة وربع كوة مقبولة تمشقها التوسن في الفلج .
 - الفلج وتحتكس في مصراع الفلج الكبريت من تصاليف الارتفاع مسطرة
 - في مساحة الفتحات .
 - شكل الفتحات عبارة على فتحات مسطحة لاجل ان يكون هذا التوسن لا يكون
 - كجيت كجيت الى هذه الغرفة . في مادة الى شكل مربع في تحت الغرفة
 - عدد الفتحات : هناك 3 فتحات في هذا الشكل في كل من
 - مسطحات طوية في مادة الى مربع في وسط الغرفة وكما هو موضح
 - في سقف الغرفة .



BIBLIOGRAPHIE

- Angers M, (1997).** *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*. Casbah Université, Alger
- Ando, T. (1991).** *Tadao Ando: Dormant lines*. Rizzoli. New York.
- Ando, T. (1998).** *Tadao Ando: architecture and spirit*. Editorial Gustavo Gili Barcelone.
- Allaoua, M. (1998).** *Manuel des méthodes et des pédagogies de l'enseignement*. Ed Palais du livre
- Archiref. (2012).** Bois habité. Consulté le (17/06/2011). Disponible sur: (<http://www.archiref.com/en/node/179>) et sur: (<http://www.archiref.com/fr/projet/bois-habite-agence-ter>)
- Augoyard et Torgue. (1995).** *À l'écoute de l'environnement*. Ed Parenthèses. Marseille.
- Alexandre-Bailly F et Al. (2006).** *Comportements humains et mangement*. Ed. PEARSON Education. France.
- ACA. (2011).** Agence Culturelle Alsace Ebook de la lumière. Consulté le : (25/01/2011). Disponible sur: (<http://www.lumiere-spectacle.org/histoire-lumiere/>).
- Arts-et-métiers. (2010).** Consulté le (02/10/2010). Disponible sur: (<http://www.arts-et-metiers.net/musee.php?P=1005&>)
- Archiexpo. (2010).** Consulté le (07/10/2010). Disponible sur: (<http://news.archiexpo.fr/press/glassolutions/clip-in-systeme-de-cloison-transparente-en-verre-flush-67763-167160.html>)
- AFE. (2010).** Association Française de l'Éclairage. Consulté le (12/01/2010). Disponible sur: <http://www.afe-eclairage.com.fr/>.
- AFE. Association Française de l'Éclairage. (1987).** Recommandations relatives à l'éclairage des locaux scolaires. Paris: LUX.
- Baker, N et Steemers K. (2002).** *Daylight Design of Buildings*. James and James, London.
- Bagot, JD. (1999).** *Information, sensation et perception*. Ed Arnaud Colin, Paris.
- Boudon, P et al. (1994).** *Enseigner la conception architecturale*. Ed de la vilette, Paris.
- Bénévolo, L. (1979).** *Histoire critique de l'architecture tome2*. Ed Dunod, Nancy
- Buser, P et Imbert, M. (1987).** *Vision*. Hermann Edition, Paris.
- Bouherour, N. (2000).** *L'enseignement de l'architecture en Algérie : la pédagogie du projet*. Thèse de magistère. Département d'architecture de Constantine.
- Bodart, M. (2002).** *Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment*,

selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique. Thèse de doctorat. Université catholique de Louvain.

Belakehal, A. (2007). *Etude des aspects qualitatifs de l'éclairage naturel dans les espaces architecturaux.* Cas des milieux arides à climat chaud et sec. Thèse de doctorat en Architecture. Département d'architecture de Biskra.

Bonnes, M et Secchiaroli, G .(1995). *Environmental psychology.* A psychological introduction. London.

Bodart M. (2008). *Le confort visuel et ses paramètres.* Université Catholique de Louvain. Louvain La Neuve.

Bullier, J. (1997). *Organisation anatomique et fonctionnelle des voies visuelles.* Cours, Ecole de Printemps des Neurosciences et Sciences de l'Ingénieur sur la perception visuelle.

Boisvert, Y. (1995). *Le Postmodernisme.* Boréal (Boréal express). Québec.

Boyce, P R (1981). *The human factor of lighting.* Ed Applied science. London.

Butler, Biner. (1987). *Preferred lighting levels: variability among setting, behaviors and individuals.* Environment and behavior, 695-721.

Boubekri, M. (2008). *Daylighting architecture and health.* Architectural press. Boston.

Bergeron, J.L.et al. (1982). *Les aspects humains de l'organisation.* Gaetan morin et associés Ltee 5e édition.

Biron K. (2008). *Dynamique forme/lumière exploration du processus de création de l'espace architectural par modèles maquettes/images.* Mémoire (M.Sc.) .Faculté des études supérieures de l'Université Laval.

Barnier,G. (2001). *Le tutorat dans l'enseignement et la formation.* L'Harmattan.

Benharkat, S. (2006). *Impact de l'éclairage naturel zénithal sur le confort visuel dans les salles de classe.* Mémoire de magister. Option : architecture bioclimatique. Constantine.

Bernard P. (2007). *Œil et vision.* Cour UE-M : Espace et lumière: Le projet d'éclairage. EPFL Lausanne.

Bodart M et al. (2008). *Guide précis d'aide à la construction des modèles réduits.* Université Catholique de Louvain.

Corcuff, MP. (2007). *Penser l'espace et les formes.* Thèse de doctorat en géographie. Université de Rennes 2.

Chauvin, A. (2003). *Perception des scènes naturelles : étude et simulation du rôle de l'amplitude, de la phase et de la saillance dans la catégorisation et l'exploration de scènes naturelles.* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Chelkoff, G et Thibaud, JP. (1992). *Les mises en vue de l'espace public.* Rapport technique, Centre de recherche sur l'espace sonore et l'espace construit, École d'architecture de Grenoble.

CATLN. (2011). *Le Cerveau A Tous Les Niveaux.* Consulté le (22/05/2011). Disponible sur: (<http://lecerveau.mcgill.ca/>).

Carmody Jet al. (1996). *Residential Windows, a guide to new technologies and energy*

performances, Norton, NY.

CNRTL. (2010). Portail lexical du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. Consulté le : (12/05/2010). Disponible sur : <http://www.cnrtl.fr>.

CRDP. (2010). Consulté le (05/04/2010). Disponible sur : (<http://www.crdp-montpellier.fr>) et sur : (<http://www.crdpmontpellier.fr/themadoc/Architecture/pratique>).

CSTC. (1999). *le verre et les produits verriers- les fondements du vitrage*. Note d'information technique n° 214. Centre scientifique et technique de la construction.

Ciriani, H. (1991). *Lumières de l'espace*, L'architecture d'Aujourd'hui 274, Groupe Expansion, Paris.

CIE La Commission internationale de l'éclairage. (2010). Consulté le (19/11/2010). Disponible sur: (<http://www.cie.co.at/>)

Cummings LLL. (1997). *Research in Organizational Behaviour*, Greenwich CT; JAI Press, 19: 60-62.

De Herde A et Reiter S. (2002). *Eclairage naturel des bâtiments*. Ed presses universitaires de Louvain, Louvain la neuve, Belgique

Dumaurier, E. (2000). *Psychologie expérimentale de la perception*. Ed.PUF le psychologue.

Delorme, A. (1982). Perception. Ed. Etudes vivantes. Québec.

Dictionary Reference. (2010). Consulté le (15/04/2010). Disponible sur : (<http://dictionary.reference.com>).

Dictionnaire Reverso. (2010). Consulté le (15/04/2010). Disponible sur : (<http://dictionnaire.reverso.net>).

Dreamstime. (2011). Consulté le (16/05/2011). Disponible sur : (www.Dreamstime.com).

Denoed, B. (2003). Ergonomie B1 : L'éclairage. Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris.

Déribéré, M et Chauvel, P. (1968). *L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment*. Ed Eyrolles. Paris.

Designdc. (2010). Consulté le (04/10/2010). Disponible sur: (<http://designdc.wordpress.com/2011/10/07/une-cuisine-hors-du-commun/>)

Delandsheere, V. (1998). *Définir les objectifs de l'éducation*. PUF, Paris.

Ezrati JJ. (2002). *Théorie, techniques et technologie de l'éclairage muséographique*. Éd AS.

Energie +. (2011). Consulté le (25/09/2011). Disponible sur: (<http://www-energie2.arch.ucl.ac.be>), et sur : (http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_10738.htm).

ENS de Lyon. (2010). Consulté le (12/04/2010). Disponible sur: (<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/>)

ENSIP. (2010). Consulté le (19/01/2010). Disponible sur :(<http://ensip.univ-poitiers.fr/>)

Fontoynt, M. (1998). *Daylight performance of buildings*. James and James Publisher. London.

Fontoynt , M. (1987). *Prise en Compte du Rayonnement Solaire dans l'Eclairage Naturel de Locaux: Méthode et Perspectives*. Thèse de Doctorat, Ecole des Mines de Paris.

FRC. (2010). Fédération pour la Recherche sur le Cerveau. *La rétine*. Consulté le (14/01/2010). Disponible sur: (<http://www.frc.asso.fr/>)

Flynn, John E. (1980). *Architectural lighting and Behavior*. Architectural series: bibliographie, Vol A-332. Ed Coucil of Planning Libraries. Monticello.

Floru R, (1996). *Eclairage et vision*. Institut national de recherche et de sécurité. Paris

Flynn JE, et al (1973). *Interim study of procedures for investigating the effect of light on impression and behavior*. Journal of the illuminating engineering society, January, Vol3 87-94.

Flynn, et al. (1973). *Interm study of procedures for investigating the effect of light on impression and behavior, journal of the illuminating Engineering society*, Vol 3, No 1, October, pp. 87-94.

Flynn et al. (1979). *A guide to methodology procedures for measuring subjective impressions in lighting, journal of the illuminating Engineering society*, Vol 8, No 2, January, pp. 95-110.

Flickriver. (2010). Consulté le (02/10/2010). Disponible sur: (<http://www.flickriver.com/groups/1179885@N23/pool/interesting/>) et sur : (<http://www.flickriver.com/groups/1179885@N23/pool/interesting/>)

Guzowski M. (2000). *Daylighting for Sustainable Design*. Ed. McGraw Hill, New York.

Gagné, R.M. (1965). *The conditions of learning*. Holt, Rinehart and Wilston, New York.

Greenlux. (2011). Consulté le (23/06/2011). Disponible sur: (http://learn.greenlux.org/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf)

Gordon, G. (2003). *Interior Lighting for Designers*. 4th Edition, États-Unis: John Wiley & Sons, pp.292.

Gifford, R. (1988). *Light, decor, arousal, confort, and communication*. Journal of environmental psychology, 177-189.

GUIDEnr. (2011). *Solaire thermique. Définitions de l'azimut et de la hauteur du soleil*. Consulté le (17/01/2011). Disponible sur: (http://www.solairethermique.guidenr.fr/III_definition-azimut-hauteur-du-soleil.php)

Gallas, Med A. (2009). *Lumière naturelle en phase de conception, quels outils pour l'architecture*. Mémoire de Master Design Global. ENSA de Nancy.

Greatbuildings. (2010). Consulté le (26/02/2010). Disponible sur : ([http:// www.greatbuildings.com](http://www.greatbuildings.com))

Gide, A. (1958). *Paludes*. Ed Gallimard Bibliothèque de la Pléiade. France.

Galinsky. (2010). Consulté le (15/05/2010). Disponible sur (<http://www.galinsky.com>)

- Holahan, C. (1982).** *Environmental Psychology*. Random House. New York.
- Herzog & de Meuron, Nobuyuki, Yoshida.** (2002). *Herzog & de Meuron 1978-2002*. A+U .Tokyo.
- Giordan, A (1998).** *Apprendre*. Berlin. Paris.
- G.A. (2010).** Consulté le (15/07/2010). Disponible sur : (www.grenoble.archi.fr/).
- Gavand K. (2009).** Efficacité énergétique dans le bâtiment. Consulté le (15/07/2009). Disponible sur : (http://www.eurima.org/uploads/ModuleXtender/PressCorner/73/documents/Full_Dossier_030708.pdf)
- HPD. (2011).** Consulté le (27/09/2011). Disponible sur : (<http://www.hpd-online.com/heliodons.php>)
- INRS.** Éclairage et vision. Enseigner la prévention des risques professionnels Fiches principales.
- James Carpenter Design Associates. (2006).** Light is the real stuff. Daylight and Architecture Magazine Velux.
- Jodidio, P. (2001).** *Formes nouvelles : architecture des années 90*, Köln, Taschen.
- Kolb et Wishaw. (2002).** *Cerveau et comportement*. Ed. worth Publishers, New York.
- Khan, H. (2001).** *Le Style International. Le Modernisme dans l'Architecture de 1925 à 1965*. Ed. Taschen. Cologne.
- LOAR. (2010).** Consulté le (09/10/2010). Disponible sur: (<http://www.loar.ch/f/savioz/2004/leytron-appartement-6.asp>)
- Lassance, G (1998).** *Les configurations référentielles : un instrument conceptuel du projet d'Ambiance*. Les Cahiers de la Recherche Architecturale : Ambiances architecturales et urbaines, no 42/43 : 36-47. Parenthèses, Marseille.
- Lecas, J C. (1992).** *L'attention visuelle : de la conscience aux neurosciences*. Mardaga, Liège.
- Liébard, A et De Herde, A. (2005).** *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*. Ed Le moniteur, Paris.
- Lynch, K. (1984).** *Site Desing*. Ed Mass: MIT Press, Combridge. p49.
- Livet, P. (1994).** *La communauté virtuelle. Action et communication*. Combas : Éd de l'Éclat, p. 92.
- Livret IMA.** 2001. *institut du monde arabe. Architecture*. Paris.
- Ludi, JC. (2002).** *Conception d'architecture, Le projet à l'épreuve de l'enseignement : questions de théorie didactique*. L'Harmattan.
- Lebahar, JC. (2001).** *Approche didactique de l'enseignement du projet en architecture : étude comparative de deux cas*. In Didaskalia, n°19, Bruxelles-Paris.
- Lam M C W. (1986).** *Sunlighting as Formgiver for Architecture*. Van Nostrand Reinhold

Company, USA

Lynes, J.A (1971). *Lightness, colour and contancy in lighting design.* Lighting research and technology. 24-42.

Le GIF-Lumière. (2011). *Lumière, ensemble valorisons la lumière naturelle.* La lettre d'information n°2. Paris.

Lam, William M C. (1977). *Perception and lighting as formgivers for architecture.* Mc Graw-Hill. New York.

Lekhal H, et Per Einar E. (2011). *La perception des couleurs par l'œil.* Consulté le (14/11/2011). Disponible sur: (<http://www.bioinformatics.org/œilcouleur/dossier/book.rtf>)

Liébard, A et De Herde. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.* Ed. Le moniteur. Paris

La Toison, M. 1982. *Introduction à l'éclairagisme.* Eyrolles. Paris.

Larousse. Consulté le (15/04/2010). Disponible sur (<http://www.larousse.fr>)

Le courrier de l'architecte. (2011). Consulté le (25/06/2011). Disponible sur: http://www.lecourrierdelarchitecte.com/popin-album.php?id_article=1246

Le Grand Dictionnaire de la psychologie, Larousse, 2002, 1062p.

Le Petit Robert, p578, 2008

Leclercq D. *Les grands types d'apprentissage selon R.M. Gagné.* In Education. pp 47 à 64, et pp29 à 40.

Minder, M. (1991). *Didactique fonctionnelle.* De boek-Wesmael, Bruxelles.

Moore F. (1985). *Concepts and Practice of Architectural Daylighting.* Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Morval, J. (1998). *Introduction à la psychologie de l'environnement.* Ed. Mardaga, Bruxelles.

Millet S. (1996). *Light revealing architecture.* Ed John Wiley & Sons, Inc.

Medici, A. (1962). *L'éducation nouvelle.* PUF. Alcane.

Miguet, F. (2000). *Paramètres physiques des ambiances architecturales : Un modèle numérique pour la simulation de la lumière naturelle dans le projet urbain.* Thèse de doctorat, Université de Nantes, Ecole polytechnique de l'Université de Nantes.

Moussannef, C (2007). *L'expérience Algérienne dans l'Application du Système LMD, Enseignement de l'architecture en Algérie : la réforme du système LMD.* I er Séminaire International sur l'ingénierie Pédagogique. Batna.

Mudri, L. (2002). *De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses.* Ecole d'architecture de Paris- Belleville, Paris.

Mark F et al. (2002). *Neurosciences.* Ed. Pradel.

Mucchielli, R. (1985). *Les méthodes actives dans la pédagogie des adultes*. Collection formation permanente en sciences humaines, 5^{ème} édition, les éditions ESF-entreprise Moderne d'Édition et Les librairies techniques. Paris.

Medour, S. (2008). *Impact de l'éclairage zénithal sur la présentation de la préservation des œuvres d'art dans les musées*. Mémoire de magistère, option : architecture bioclimatique. Constantine.

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (1976) in revue « l'université n°6 », revue bimestriel de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, édition OPU.

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (1975) « arrêté du 20 novembre 1975 », publié au bulletin de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique,

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (1994) « extrait de la note méthodologique et organisationnelle du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ».

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (2004). « extrait du dossier des réformes des enseignements supérieurs du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique »

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (2005/2006). Cahier des charges : offre de formation (LMD).

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (2004). « Rapport de la commission chargée de la refonte des enseignements d'architecture , école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'alger (epau), installée le 17/02/2003, par décision de la direction générale de l'(epau) le 28/01/2003 »

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.. « arrêté du 20 novembre 1975 », publié au bulletin de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

MESRS. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. (1994) « extrait de la note méthodologique et organisationnelle du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ».

Not, L. (1988). *La pédagogie et la connaissance*. Privat, Toulouse.

Narboni, R(2006). *Lumière et ambiance*. Ed le moniteur, Paris.

Noberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci*. Ed Rizzoli, New York. p39.

Nute, K. (2004). *Place, time and being in Japanese Architecture*. Routledge. London.

Noberg-Schulz, C. (1979). *Système logique d'architecture*. Ed Margada. Bruxelles.

Namias, O. (2007). *La lettre de l'ACE n°27*. Association des concepteurs lumière et éclairagistes. Paris

Namias, O. (2007). *La lettre de l'ACE n°25*. Association des concepteurs lumière et éclairagistes. Paris

Plummer, H. (2009). *Architectes de la lumière*. Hazan

Payette. (2010). Consulté le (17/05/2010). Disponible sur : (<http://www.payette.com>)

- Parisot, J.C. (1991).** *Construire la formation : vers une pédagogie par objectifs de deuxième génération*, sous la direction de Pierre Gillet, collection pédagogies, ESF, Paris, pp.25-38.
- Perraudeau, M. (1981).** *Lumière et couleur. Technique de l'Ingénieur*. Vol. C6, n° C 3 340.
- Psychoweb. (2010).** Consulté le (01/11/2010). Disponible sur (<http://www.psychoweb.fr/articles/psychologie-sociale/158-introduction-a-l-influence-sociale.html>)
- Roland M et al. (1995).** *L'architecture*. Encyclopédia universalis, S A, France.
- Robbins S et al. (2006).** *Comportements organisationnels*. Ed PEARSON Education. France.
- Rainier, H. (2002).** *L'efficacité pédagogique entre écoute et expérience : enseigner n'est pas apprendre, le projet à l'épreuve de l'enseignement*. L'Harmattan.
- Regnier, J.C. (1988).** *Étude didactique d'une méthode d'apprentissage fondé sur le tâtonnement expérimental de l'apprenant, Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. Séminaire de Didactique des Mathématiques de Strasbourg.
- Rome-passion. (2010).** Consulté le (27/02/2010). Disponible sur (<http://www.rome-passion.com>)
- Robbins S et al. (2006).** *Comportements organisationnels*. Ed. PEARSON Education. France.
- Rokeach, M. (1973).** *The nature of human values*. Free press. New York, p5
- Rigoddier, F et al. (2010).** *La mesure des sources ou métrologie visuelle», Oeil et Physiologie de la Vision, I- La stimulation visuelle*, Consulté le (11/03/2010). Disponible sur: (<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphyssiologiedelavision/index.php?id=142>)
- ROULET, C A. (1987).** *Energétique du bâtiment : Prestations du bâtiment, bilan énergétique global*. Collection Gérer l'Environnement. Presses Polytechniques Romandes. Lausanne.
- Stones E, (1973).** *Introduction à la psychopédagogie*. Les éditions ouvrières, Paris.
- Sacredsites. (2011).** Places of peace and power. Consulté le (17/06/2011). Disponible sur: (http://sacredsites.com/americas/peru/machu_picchu.html)
- Serra R. (1998).** *Daylighting. Architecture, Comfort and Energy*, Eds. GalloC., Sala M. and Sayigh A. M. M.
- Schnapf, J.L et al. (1988).** *Spectral sensitivity of primate photoreceptors. Visual neuroscience*, 1, pp. 255-261.
- Schiler, M. (1987).** *Simulating Daylight with Architectural Models*. Daylighting Network of North America. Los Angeles.
- Société Saint Gobain.** Les verres et le rayonnement naturel. Paris: Saint-Gobain, p15.
- Serra, R. (1998).** *Daylighting, In: Renewable and sustainable energy reviews*, Vol. 2, No.1-2, June 1998, pp. 115-155
- Sherman, S M et Guillery, R W (2002).** *The role of the thalamus in the flow of*

information to the cortex. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, 357(1428), pp. 1695-1708.

SE. Syndicat de l'éclairage. (2010). Consulté le (17/05/2010). Disponible sur: (www.syndicatéclairage.com)

Seksaf ME. (2006). *Impact de la conception des fenêtres en milieu aride sur la perception et le comportement des usagers des espaces de bureau vis à vis de l'éclairage.* Mémoire de magistère. Département d'architecture Biskra.

SCENIHR. (2010). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks Light Sensitivity. Consulté le (17/08/2010). Disponible sur: (http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_019.pdf)

Shifta. (2010). Consulté le (11/08/2010). Disponible sur : (<http://www.shifta.fr/>)

Tixier, N. (2001). *Morpho dynamique des ambiances construites.* Thèse de doctorat. Université de Nantes - École polytechnique de l'Université de Nantes.

Tabart, G. (2006). *Méthodes et outils pour la vérification du rendu graphique des applications interactives.* Master 2 Recherche. Département de Génie Electrique & Informatique.

Taillet, R. (2006). *Optique physique propagation de la lumière.* Ed Boeck Université, Bruxelles.

Tabart , G. (2006). *Méthodes et outils pour la vérification du rendu graphique des applications interactives.* Mémoire Mastère 2 recherche. Département de Génie Electrique & Informatique. Toulouse

Tourre, V. (2007). *Simulation inverse de l'éclairage naturel pour le projet architectural.* Thèse de doctorat, Université de Nantes, Ecole polytechnique de l'Université de Nantes.

Ursprung, P. (2002). *Herzog & De Meuron, Histoire naturelle,* Montréal, Centre Canadien de l'Architecture

Von Meiss, P. (1991). *De la cave au toit; témoignage d'un enseignement de l'architecture.* Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR). Lausanne

Von Meiss, P. (1993). *De la forme au lieu.* Ed presses polytechniques et universitaires romaine, Lausanne.

Valat J. (2007). *Physiologie Sensorielle : Le système visuel.* Cour du module de Psychophysiologie. Université de Montpellier II.

Veitch, J A. (1998). Commentary : On unanswered questions, Proceedings of the First CIE Symposium on Lighting Quality, (Vol. CIE-xO15-1998, pp. 88-91), Commission Internationale de l'Éclairage Central Bureau : Vienna, Austria.

Visitnorway. (2010). Consulté le (05/04/2010). Disponible sur :(<http://www.visitnorway.com>)

WHC.UNESCO. (2010). Consulté le (05/04/2010). Disponible sur (<http://whc.unesco.org>)

Zerouala, MS (1986). *Architectural eduction in Algeria.* Thèse de Ph.D, University of Newcastle Upon Tyne, Angleterre.