

CHAPITRE I. LA LUMIERE NATURELLE COMME PHENOMENE PHYSIQUE

1.1. Introduction :

Dans le présent chapitre nous présenterons différentes définitions de la lumière naturelle, son rapport avec l'architecture. Le mécanisme de perception et son fonctionnement relativement à la quantité de la lumière naturelle. Les différentes expressions pour qualifier une ambiance lumineuse ainsi que la variété des indices qualitatifs et quantitatifs pour l'évaluation des grandeurs physiques de la lumière naturelle.

1.2. Définitions :

La lumière naturelle est un concept aussi large. Elle est l'ensemble des rayons solaires capable de rendre notre univers visible. Le soleil comme principale source, nous offre par l'intermédiaire du mouvement de la terre tout autour, une quantité importante de lumière pendant la journée. L'acte d'utiliser cette lumière d'une manière savante renvoie à l'éclairage naturel.

Eclairer des espaces architecturaux et des objets naturelle signifie l'acte de les exposer aux rayons lumineux pour les rendre visibles, d'une manière savante, donc, suivant des règles issues des théories scientifiques, éprouvées empiriquement (Belakehal A, 2007). La science chargée d'étudier ce phénomène est l'éclairagisme (Benchaikh A, 2007).

Le besoin en lumière est de deux genres; qualitatif et quantitatif. Le qualitatif exprime le besoin de satisfaire l'usager sur le plan émotionnel pour mieux dire sensationnel, d'où les concepteurs essayent depuis le lobe du temps de donner différentes interprétations. Les recherches qualitatives de la lumière naturelle se penchent sur les perceptions, les comportements comme réactions des usagers (Belakehal A, 2007), ainsi que les pensées et les démarches conceptuelles des architectes. Quant au quantitatif qu'est "*relatif aux études d'évaluation des gisements lumineux, de la disponibilité de la lumière naturelle, des méthodes de prédiction des quantités de lumière à l'intérieur des espaces*" (Belakehal A, 2007).

La lumière influence l'espace architectural de trois manières. Fonctionnelle, qui s'exprime par le confort lumineux, esthétique ; apercevoir l'espace qualitativement par un jeu de couleur, d'ombre et de lumière. Et enfin émotionnellement; par l'affectation sensible des différents effets lumineux. (Belorgey. X, 2004)

Que se soit l'étude qualitative ou quantitative, elle a comme objet l'environnement lumineux.

1.3. L'Environnement lumineux:

Il se définit comme une énergie physique, un stimulus visuel et comme une information pour la perception.

1.3.1. Une énergie physique:

La lumière représente une source d'énergie gratuite, rarement exploitée, dont les technologies s'évaluent pour en profiter plus. Comme elle constitue un facteur indispensable dans la démarche du bâtiment de haute qualité environnementale.

Physiquement, elle se représente sous forme d'un ensemble de radiations électromagnétiques correspondant au spectre de longueur d'onde entre 380 et 780 nm (CIE) pour que le système nerveux humain puisse les voir. Ces radiations se caractérisent par une gradation de couleur du violet foncé (entre 380 à 420nm) au rouge (entre 660 à 760nm) (Embrechts. J.J, 2004)

1.3.2. Grandeurs et unités relatives à la lumière:

1.3.2.1. Le flux lumineux:

Le flux lumineux est le débit de lumière émis par une source (Aoul. A, 2000). Il s'obtient par l'évaluation du rayonnement énergétique par rapport à son action sur l'observateur (Embrechts. J.J, 2004). Unité de mesure lumen (lm). « *Le lumen est défini comme: flux lumineux d'un faisceau d'une radiation monochromatique dont la longueur d'onde est de 555nm et le flux énergétique 1/683 watt* » (Embrechts. J.J, 2004), « *Le lumen est exprimé en termes de puissance de la radiation pondérée par la sensibilité spectrale de l'œil humain* » (Embrechts. J.J, 2004)

- a. L'intensité lumineuse:

La lumière se propage dans l'espace dans divers sens, la quantité du flux lumineux dans une direction par un angle solide ; représente l'intensité de la lumière, mesurée en candelas : $I=F/\Omega$ (Aoul. A, 2000).

"Définition du candela: C'est l'intensité lumineuse dans une direction donnée d'une source qui émet une radiation monochromatique" (Aoul. A, 2000).

- **b. L'éclairement:**

L'éclairement se définit relativement à la concentration d'un flux lumineux sur une surface donnée. C'est une mesure ponctuelle, son unité de mesure le lux (E), (lux ou lumens par mètre carré. (Aoul. A, 2000).

Il est relatif à certain facteurs qui peuvent l'influencer tels que ;

- la grandeur de l'angle solide dans lequel le point voit le ciel.
- La situation géographique et climatique de la scène
- L'état de nébulosité du ciel
- La présence ou non de l'astre solaire à travers une fenêtre visible depuis le point". (Pascal. J; 2003).
- **c. La luminance:**

La luminance est relative à la capacité de réflexion des surfaces recevant la lumière. Une paroi blanche se caractérise par une réflexion de 100%, contrairement à une paroi noire. L'unité de mesure est cd/m^2 . (Aoul. A, 2000)

1.3.2.2. Sources de lumière:

Nous allons parler des sources de la lumière naturelle à l'intérieur des espaces architecturaux. La principale source est bien sur le soleil, Le ciel représente la deuxième source de lumière naturelle, puis, l'environnement bâti est la troisième. Les deux premières constituent la composante externe. Quant à la troisième source, elle se divise en deux composantes; une composante externe réfléchie à partir des constructions avoisinantes, une composante interne réfléchie à partir des parois internes (Embrechts. J.J, 2004)

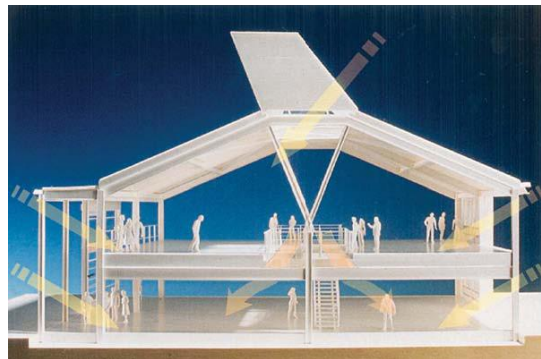


Figure II.1. Illustration de la pénétration de la lumière du jour à travers un modèle réduit. (Derek .P, 2004)

1.3.2. Un stimulus visuel:

Un stimulus visuel est tout ce qui peut attirer l'attention des usagers, en transmettant des informations de nature visuelle, capturées par le principal organe qui est l'œil, qui répond à ces provocations par une accommodation visuelle pour avoir une image nette et par adaptation visuelle, lorsque l'œil passe entre deux zones de luminances très variables.

1.3.3. Une information pour la perception:

1.3.3.1. La perception:

Pour apercevoir notre environnement nous avons besoin d'une quantité de lumière minimale. Ici la lumière sert comme outil indispensable pour la vision, qui est une étape élémentaire du processus de perception plus compliqué. Dans ce chapitre, nous aborderons les conditions permettant uniquement la vision et non pas tout le processus de perception visuelle qui va être traité dans les chapitres qui suivent. La perception des formes tridimensionnelles et des couleurs est indispensable pour la discrimination des objets perçus (Benchaikh, 2007).

Le processus de vision commence par la réception des informations issues du fonctionnement physiologique élémentaire, ensuite les analyser suivant la capacité du cerveau (Benchaikh, 2007)

L'âge est l'axe sur lequel évolue la perception des choses. En premier temps, la distinction entre les objets est le rôle du système nerveux chargé par la vision. Tandis que la perception des couleurs se développe au fur et à mesure de l'âge, la perception du rouge est plus avancée, pratiquement à partir de l'âge de trois ans (Benchaikh, 2007). Une faible lumière rend la perception des couleurs similaire (Benchaikh, 2007).

a. la performance visuelle:

Elle s'explique lorsqu'une tâche visuelle soit réalisée avec une précision optimum sans ambiguïté, relativement à une vitesse donnée, suffisante pour son achèvement dans le minimum du temps (Belakehal 2007; Benchaikh, 2007).

Pour l'exécution de toute tâche visuelle, plusieurs paramètres se conjuguent ensemble, sachant que, chaque personne se distingue par une qualité différente de l'organe visuel, sa motivation, le degré de concentration, ainsi que, l'acuité visuelle et la vitesse de perception (Embrechts. J.J, 2004)

L'acuité visuelle se définit par la distinction d'objets très rapprochés; c'est la capacité de l'organe à les distinguer. La performance visuelle a comme but l'efficacité visuelle (Embrechts. J.J, 2004)

La distinction des objets n'est pas un critère pris indépendamment du temps nécessaire pour l'achèvement de la tâche visuelle, le rapport du nombre des caractères perçus par unité de temps requis définit la vitesse de perception (Aoul. A; 2000).

Au moins trois facteurs influencent la performance visuelle, ils sont:

- Le niveau d'éclairement.
- la dimension de l'objet éclairé et l'inverse sa distance.
- contraste de couleur et de luminance.

b. Le contraste:

L'un des facteurs influençant la performance visuelle. Il s'interprète par la différence de luminance entre deux plages ou entre l'objet et son fond. Il est indispensable pour l'accomplissement des tâches visuelles, donc pour le confort visuel. (Benchaikh. A, 2007 ; Aoul. A, 2000).

D'après Doneoud, le contraste peut être calculé par la formule:

$$C = \frac{L2-L1 \times 100\%}{L2} \dots\dots\dots-1-$$

C : le contraste

L2 : luminance du détail ou valeur maximale

L1 : luminance du fond ou la valeur minimale.

Donc il est subordonné au choix de la couleur, de la matière, de l'orientation de la source lumineuse et des tâches à accomplir. Le contraste est un paramètre très déterminant de la qualité et la quantité de la lumière pour décrire l'esthétique de l'espace architectural (Demers, 2007).

D'après Benchaikh; "quatre principes doivent être pris en considération:

Le premier: concerne la direction. La lumière du jour devrait être fournie à coté du travailleur (le coté gauche est plus préférable)

Le deuxième: est la position de la source lumineuse, ne devrait pas être dans le champ visuel immédiat car le contraste excessif produit l'éblouissement.

Le troisième: est la valeur du facteur de la lumière du jour. Sa valeur détermine le besoin de l'utilisation de l'éclairage artificiel.

Le quatrième: est le rapport entre l'éclairement général et l'éclairement de la tache. Dans un lieu de travail, l'éclairement moyen généralement recommandé pour un plan de travail, ne devrait pas être inférieur à 200lx (souvent 300lx), mais le secteur de la tache ne peut être isolé de l'entourage immédiat et l'uniformité d'éclairement dans ces deux secteurs est très important.

Le contraste est composé généralement d'une zone éclairée et d'une zone ombragée. Pour ce qui ombre, les anglais distinguent entre l'ombre « shadow » et l'ombrage « shade » (K. Biron, 2008). Quant à l'ombre, il est de nature bidimensionnelle, c'est la tache noire d'un corps produite sur un sol, quant à l'ombrage, c'est pratiquement la zone tridimensionnelle entre le corps et sa tache noir sur le sol (K. Biron, 2008). Les deux types nous intéressent, et ils forment des indicateurs très important pour la qualification de l'ambiance lumineuse dans l'espace architectural. Pratiquement, un fort contraste est relié à une ombre forte avec des limites de contours bien définies (K. Biron, 2008). Un fort contraste fait de l'ombre un point d'attraction visuelle, il est généralement associé à la lumière directe. (K. Biron, 2008)

c. L'uniformité :

L'uniformité se définit par opposition au contraste. Donc, elle se définit par une faible et régulière variation de luminosité, sa présence dans la majorité des cas est relative à la présence d'une lumière diffuse (K. Biron, 2008). Elle donne une apparence d'unité d'espace, et d'immatérialité (Demers, 2007). L'unité contrairement à la fragmentation, renforce l'impression d'enveloppe spatiale. (K. Biron, 2008)

L'uniformité est assurée par le rapport:

(Éclairement minimum/éclairement de tache) ≥ 0.8 -2- (Saffidine, 2001)

d. Taille et dimension du détail:

Plus les dimensions et la taille des détails sont plus importants, plus l'assimilation n'est plus propice. Lorsqu'il s'agit d'un petit caractère d'une écriture, ou de dimensions très réduites d'une décoration, l'accomplissement de la tâche visuelle devint plus difficile.

e. Le temps d'assimilation :

Le temps nécessaire pour identifier les détails et les objets dépend des conditions de visibilité, telles que la luminance, le contraste de couleurs. Plus les conditions sont favorables, plus le temps d'assimilation diminue. Sous ces conditions, l'œil distingue les détails l'un après l'autre (Benchaikh, 2007).

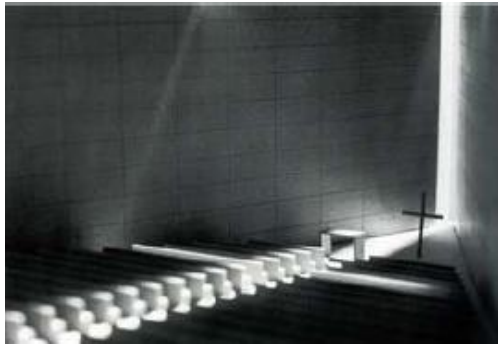
1.3.3.2. Le confort visuel:

Comme nous l'avons cité précédemment, l'accomplissement de la tâche visuelle est conditionné par le niveau d'éclairage et de contraste. Accomplir les tâches visuelles sans aucune peine ou gêne, avec une satisfaction physique et sans malaise et sans aucune tension psychologique, relativement au temps nécessaire sont les conditions du confort visuel vis-à-vis d'un espace ou un objet. (Mudri. L, 2002)

1.3.3.3. L'Agrément:

La notion d'agrément dépasse celle du confort par la sensation de plaisir et d'agréable lors d'accomplissement d'une tâche visuelle (Mudri. L, 2002). Contrairement à la notion de confort, l'agrément se caractérise par la présence d'une attention et d'une tension psychologique, avec des degrés variables (Mudri. L, 2002). Ces tensions psychologiques peuvent avoir à la fois des satisfactions visuelles avec des gênes peut être sonores, thermiques, ...etc. l'agrément est une sensation très subjective, variable d'une société à une autre et d'un individu à un autre. (Mudri. L, 2002)

Donc les deux sensations sont nécessaires pour décrire une ambiance lumineuse. Le confort visuel seul risque de produire des sensations ennuyeuses, comme l'agrément seul peut provoquer des gênes (Mudri. L, 2002). Pour qualifier une ambiance lumineuse comme confortable et agréable, nous nous recourons au contraste et dégradation de lumière et des couleurs pour les sciences « dures », comme nous pouvons évaluer le niveau d'éclairage et de luminance de point de vue des sciences appliquées (Mudri. L, 2002).



Vicariate, Rome, 2000



Keller, tubes de lumière, sans date.



Bardin, installation, Frankfurt, 1988

Figure II.2. Différents effets d'agrément produit par la lumière. (K. Biron, 2008)

1.4. Usage et usager:

L'usage est la somme des différentes formes d'occupation de l'espace. D'après Augoyard, l'usage est l'un des paramètres de la trinité (forme, technique et usage) responsable de la production de l'esthétique architecturale (Belakehal, 2007).

L'usager est l'individu qui occupe l'espace architectural, cette occupation varie selon les activités abritées par l'espace lui-même, comme elle varie d'une personne à une autre. Il s'attend qu'il soit satisfait envers cet espace relativement à son utilité. Il acquiert cette satisfaction à partir des différents schémas qu'il a établi dans ses expériences antérieures.

L'usager réagit envers un espace selon le contexte culturel, climatique, idéologique ainsi que sa personnalité et les expériences qu'il a vécues comme nous allons citer.

Ces réactions ou ces rapports sont de deux types ; l'un matériel, constitué par l'ensemble des comportements, actes et actions des usagers. Le deuxième type est d'ordre immatériel, mental, englobant les croyances, les valeurs, d'une essence relative au contexte social et culturel. (Belakehal, 2007). L'influence simultanée de ces deux types de rapports nécessite un développement théorique, car dans tout objet d'art le matériel a beaucoup servi l'immatériel.

Ici il faut expliquer que le contexte culturel ne peut être défini sans le climat, la société, la religion, avec des degrés d'importance qui varient suivant beaucoup de facteurs intrinsèques et extrinsèques.

Dans notre travail nous ne cherchons pas à expliquer les croyances culturelles qui sont projetées sur l'édifice, malgré que ce dernier soit très influencé par la culture locale, mais nous voulons expliquer le rôle significatif que joue la lumière naturelle dans les mosquées mozabites qui va avec leurs pratiques spirituelles, donc, avec leur culture. Nous n'allons pas se concentrer et même pas aborder le sujet du point de vue perception à la manière des psychologues de l'environnement puisque nous ne sommes pas. Mais nous essayons d'analyser l'ambiance lumineuse caractérisant les mosquées mozabites, avec un éclairage sur le rapport entre la manière avec laquelle l'espace est éclairé, les différentes activités religieuses, donc, culturelles qui se déroulent, et les indicateurs qui sont communs à partir des différentes recherches pour expliquer la symbolique de la lumière naturelle dans les mosquées en question.

Usage et usager ne sert que comme un élément d'introduction pour la partie la plus importante: ambiance lumineuse.

Il faut mentionner que les mosquées mozabites se caractérisent pas une absence presque totale d'une vue sur l'extérieur, ce qui accentue la fermeture spatiale, visuelle, donc, le caractère contemplatif et d'introversion chez les usagers ainsi que la séparation entre intérieurs et extérieurs. L'usager communique avec son environnement immédiat selon deux rapports:

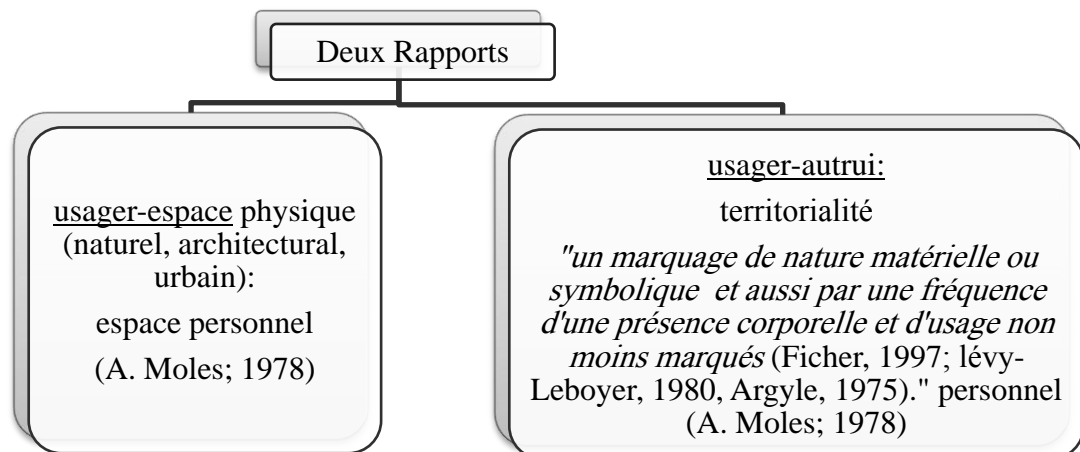


Figure II.3. Les deux types de rapports entre l'usager et son environnement immédiat.

1.5. Ambiance lumineuse:

1.5.1. Définition:

L'être humain dans son contact avec son environnement reçoit par les différents mécanismes qu'il possède, des informations sous forme de signaux, considérés comme des stimuli visuels, interprétés par le cerveau comme sensations de confort ou d'inconfort ; c'est ce que nous appelons ambiances. Pour mieux comprendre le phénomène perceptif, nous décortiquons l'ensemble de ces ambiances. Nous appelons ambiances lumineuses, l'ensemble des signaux transmis au sujet percevant par son environnement lumineux. (Belakehal, 2007 ; Mudri. L, 2002)

1.5.2. Langage de qualification d'une ambiance lumineuse :

L'ambiance lumineuse dans l'espace architectural fait l'objet de plusieurs recherches qui expriment ses résultats sous trois catégories, comme suit :

1^{er} catégorie: chiffrée

Se rapporte aux valeurs sous forme d'indices calculés à base d'instruments de mesures et méthodes de calculs. Tels que, le facteur de lumière du jour contraste entre luminance, indice d'éblouissement. (Belakehal, 2007).

2^{ème} catégorie: conformationnelle

D'après Belakehal, cette catégorie regroupe les schémas et les modèles de distribution des rayons lumineux à l'intérieur de l'espace architectural, plus certains indices en relation avec des éléments de la conformation architecturale influençant l'ambiance lumineuse. Par exemple le rapport de la surface vitrée/surface du sol.

A propos des modèles de propagation, ils se rapportent soit au type du dispositif d'éclairage (latéral, zénithal), soit aux dispositions morphologiques; position des fenêtres dans les murs, ou l'une par rapport à l'autre, ...etc. comme ils se rapportent à la topologie, telles que ; proximité, éloignement, ...etc. Les schémas suivant englobent l'ensemble des indicateurs de chaque modèle :

Indicateurs typologiques:

Le type d'éclairage se définit par rapport à la position de l'ouverture sur les différentes parois de la conformation. Le premier type qui est l'éclairage latéral relativement à la position

d'ouverture sur les parois verticales. Cependant l'éclairage zénithal qui constitue le deuxième caractérise le flux lumineux issu des ouvertures positionnées sur la couverture ou le toit de l'édifice.

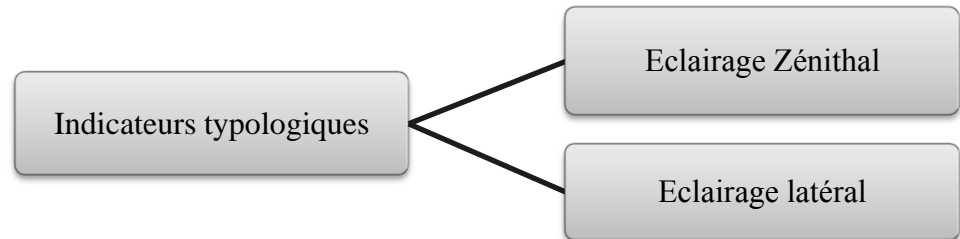


Figure II.4. Indicateurs Typologiques d'Eclairage Naturel. (Belakehal, 2007)

Indicateurs topologiques:

Quant aux indicateurs topologiques, ils sont relatifs au comportement de la lumière à l'intérieur de l'espace, qui peut être sous forme de polarisation géométrique (centre, axe, périphérie) ou polarisation non géométrique (zone, région) pour des raisons symboliques, fonctionnelles, ...etc. (Belakehal, 2007)

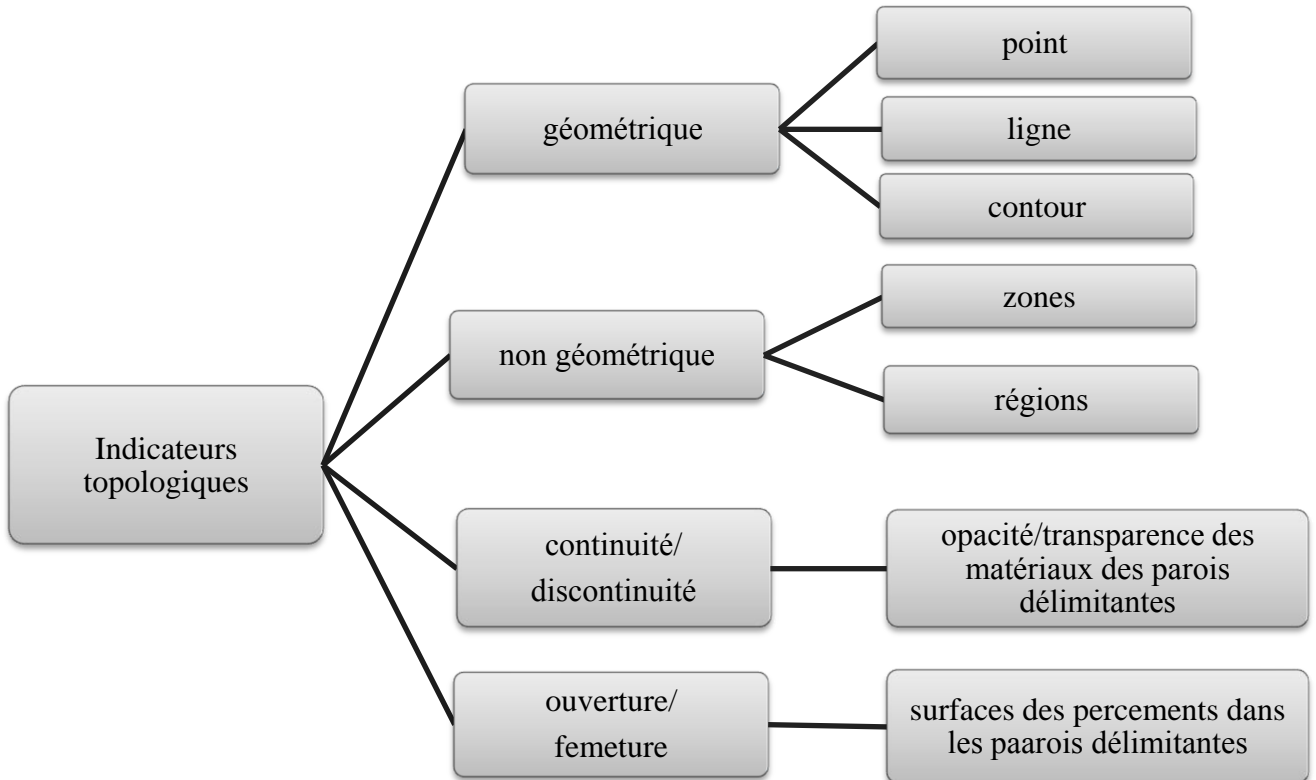


Figure II.5. Indicateurs topologiques d'Eclairage Naturel. (Belakehal, 2007)

Indicateurs morphologiques:

Les indicateurs morphologiques identifient la manière avec laquelle s'organise les ouvertures à travers la forme architecturale ; c-à-d leurs syntaxe. Donc il s'agit de deux rapports, le premier est le rapport des ouvertures à la forme et les ouvertures. Le deuxième entre les ouvertures

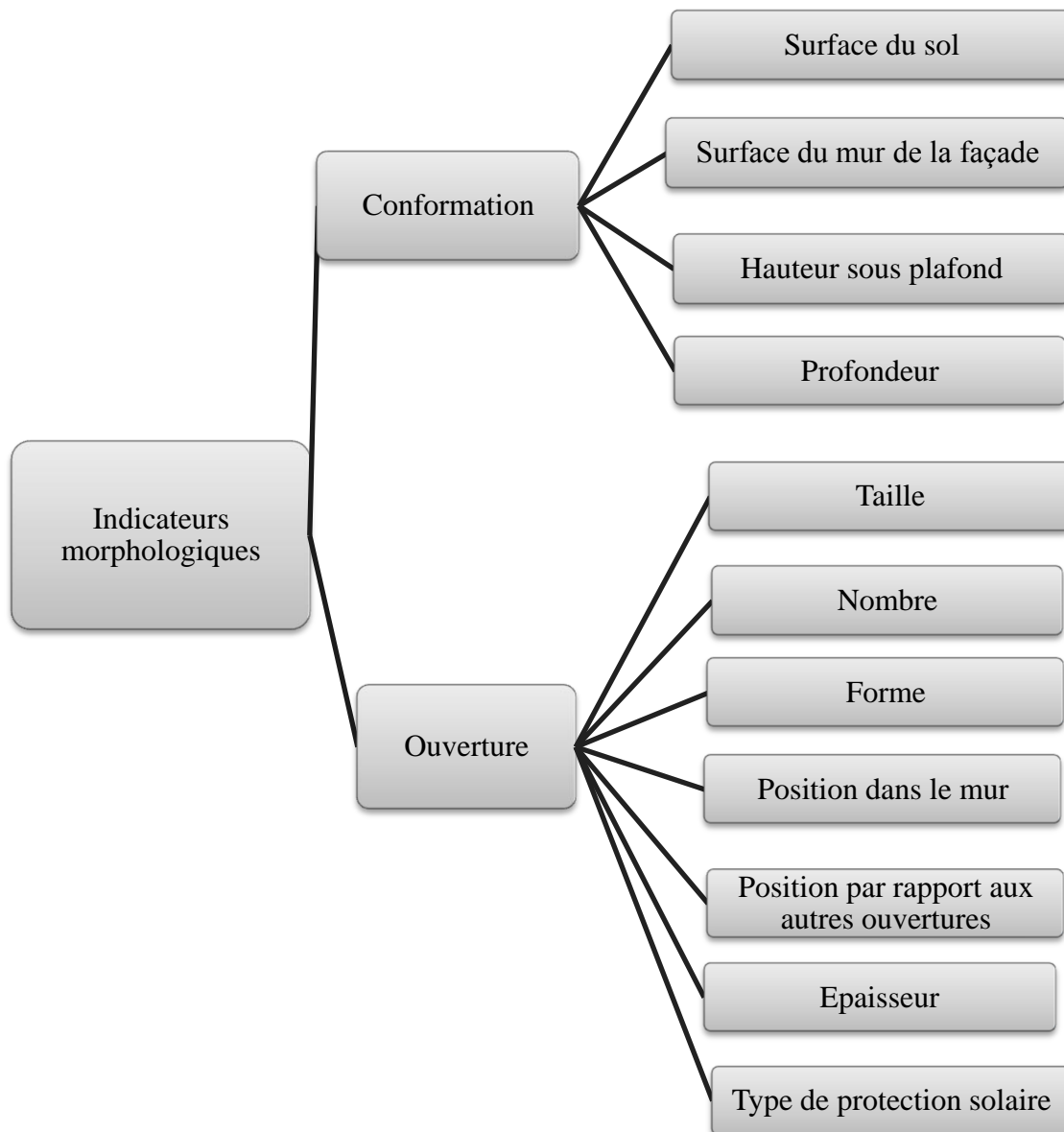


Figure II.6. Indicateurs Morphologiques d'Eclairage Naturel. (Belakehal, 2007)

3^{ème} catégorie: discursive

Sa base est le discours des architectes. Elle constitue les aspects qualitatifs qui sont d'une nature subjective. Se représentent à travers les aspects plastiques, perceptuels et techniques des représentations ...etc.

1.6. Les mesures photométriques:

Pour une évaluation quantitative d'un environnement lumineux les chercheurs utilisent des instruments de mesure pour caractériser le niveau d'éclairage, de luminance et d'autres indices.

1.7. Protocole de mesures:

Relativement à l'objet d'étude ainsi que le but de recherche, le chercheur doit établir un protocole de mesure en se référant aux méthodes déjà élaborées dans le domaine d'éclairagisme. Il est en face de deux questions ; quelles sont les périodes pour la prise de mesure ? Quelles sont les procédures à suivre ? Sans oublier l'état du ciel, dont nous avons deux conditions du ciel à savoir:

Conditions sous ciel couvert

Conditions sous ciel clair

La prise de mesure doit être à l'état du ciel le plus dominant. Selon les buts à atteindre et selon la disponibilité des instruments de mesures, ainsi qu'à la faisabilité de la prise des mesures in situ.

1.8. **Conclusion :**

La compréhension du phénomène lumineux d'essence physique a été nécessaire pour déterminer les indicateurs qui devront nous aider à entamer le champ du symbolisme de la lumière ; d'essence intangible.

Nous avons vu que la quantité de lumière influence notre perception de l'espace, comme elle risque de nous provoquer des gênes et constituer des entraves pour l'accomplissement des tâches visuelles. Plusieurs recherches étudient ce phénomène pour établir des normes qui devront servir l'utilisateur et le concepteur.

La lumière naturelle n'acquiert pas son importance uniquement pour ce rôle fortement intéressant qui est la vision, mais elle a fait l'objet d'intérêt artistique avant d'être un objet à explorer par les chercheurs, qui cherchent à étudier ses qualités expressives et sensationnelles.

La recherche d'une ambiance lumineuse a été derrière beaucoup de développement technique dans les domaines des arts essentiellement la peinture, la sculpture et l'architecture.

Le but à travers la présentation de ce chapitre en premier lieu revient aux exigences de la recherche scientifique qui cherche à évaluer les différents phénomènes naturels sur la base de l'interprétation des concepts en indicateurs palpables. Ces indicateurs sont pour nous les clés de la suite du travail.

Nous avons vu que le champ de vision est conditionné par la quantité de lumière, le contraste entre les différentes surfaces, les caractéristiques de la texture des parois qui déterminent leurs capacité de réflexion du flux lumineux incident, caractérisé par son intensité, pour créer une ambiance quantifiable à travers le niveau d'éclairément et la luminance et qualifiable à travers son uniformité de distribution dans l'espace, la brillance qu'elle offre et le degré d'agrément chez les usagers.

	Type d'évaluation	Indicateurs			
Evaluation de l'ambiance lumineuse	Source de lumière	Composante externe directe			
		Composante externe réfléchie			
		Composante interne réfléchie			
	Evaluation quantitative	Intensité lumineuse			
		Eclairement			
		Luminance			
	Evaluation qualitative	Stimulus visuel			
		Répartition de lumière	(contraste/uniformité)		
		Confort visuel			
		Typologie d'éclairage	latéral		
			zénithal		
		Topologie d'éclairage	Géométrique (point, axe, contour)		
			Non géométrique (zones, régions)		
		continuité/ discontinuité	opacité des matériaux des parois délimitantes		
			transparence des matériaux des parois délimitantes		
		Ouverture/ fermeture	Surfaces des percements dans les parois délimitantes		
		Morphologie d'éclairage	Conformation	surface du sol	
				surface du mur de la façade	
				hauteur sous plafond	
			Ouverture	profondeur	
taille					
nombre					
forme					
position dans le mur					
position par rapport aux autres ouvertures					
épaisseur					
type de protection solaire					

Tableau 1. 1. Les indicateurs pour l'évaluation de l'ambiance lumineuse. (Source : Auteur)