

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Architecture

Spécialité : Architecture

Option : Architecture Ecologique

Présenté par : BOURENANE Mohammed Ramzi

**Thème : Lumière naturelle, confort visuel et écoconception
des bibliothèques universitaires.**

*Cas d'étude : les salles de lecture de la bibliothèque centrale de
l'université 8 mai 1945 Guelma*

Sous la direction de : DECHAICHA Assoule

Juin 2017

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail, qui est le fruit récolté après tant d'années d'efforts :

A mes très chers parents, qui m'ont soutenu et encouragé tout le long de mes études, Eux qui m'ont toujours apporté leur soutien moral et matériel depuis que j'ai connu le premier banc de l'école, jusqu'à la chaise de l'université.

A mes oncles, tantes et toute la famille.

Je le dédie aussi à Mon frère « Nour El Islam », ma grande sœur « Amel » « houda » et ma cher sœur « Hadil »

A mes amis Nadji, Waïl, Ilyes, Walid, Samir, Hichem, Rima ...

A celle qui m'a soutenu tout le long du parcours.

A tous mes collègues...

REMERCIEMENTS

JE REMERCIE

Le dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la voie d'élaborer ce modeste travail ainsi qu'à l'ensemble du corps d'enseignants qui m'ont appris à être un architecte.

Je tiens à remercier également mon encadreur pour ses efforts Mr. DECHAICHA Assoul

Je tiens à remercier spécialement Mon oncle Mr BOURENANE Ahmed et le chef de département Mr BOUDJAHÉM Rafik

Je tiens à remercier tous mes enseignants pour ces aides et ces encouragements tout au long de mes études.

Enfin, à toutes les personnes qui m'ont soutenue de près comme de loin durant mon cursus universitaire.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

Dédicase	i
Remerciement	ii
Liste des figures :.....	V
Liste des tableaux :	VII
INTRODUCTION GENERALE	1
Problématique :.....	2
Hypothèses de recherche :.....	3
Objectifs :	3
Structure du mémoire :	3
Démarche méthodologique :.....	4
PARTIE I :PARTIE THEORIQUE	5
I. CHAPITRE I : DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE AU DEVELOPPEMENT DURABLE :	5
Introduction :.....	5
I.1 L'architecture Bioclimatique :	5
I.1.1 Historique de L'architecture bioclimatique :.....	5
I.1.2 Définition :	5
I.1.3 Climat et paramètres climatiques :	7
I.1.3.1 Définition :.....	7
I.1.3.2 Echelle du climat :	7
I.1.3.3 Paramètres climatiques :.....	8
I.1.3.3.1 Température de l'air :.....	8
I.1.3.3.2 Le vent :.....	9
I.1.3.3.3 Humidité de l'air :.....	9
I.1.3.3.4 Précipitations :.....	10
I.1.3.3.5 Rayonnement solaire :.....	10
I.1.3.4 Les paramètres qui se rapportent à la conception architecturale :	11
I.1.3.4.1 La localisation du bâtiment :.....	11
I.1.3.4.2 La forme et l'orientation du bâtiment :	12
I.1.3.4.3 Orientation :	12

TABLE DES MATIÈRES

I.1.4	Intérêts de l'architecture bioclimatique:.....	12
I.1.5	Les principes de base de l'architecture bioclimatique :	13
I.1.5.1	La captation et/ou la protection de la chaleur :.....	14
I.1.5.2	Minimiser les pertes énergétiques en se basant sur :	14
I.1.5.3	La transformation et la diffusion de la chaleur :.....	14
I.1.5.4	Le stockage de la chaleur ou de la fraîcheur selon les besoins :.....	15
I.1.5.5	Privilégier les apports de lumière naturelle :	15
I.1.6	Stratégies et concepts :	15
I.1.6.1	La stratégie du chaud :.....	15
I.1.6.2	La stratégie du froid :	16
I.1.6.3	La stratégie de l'éclairage naturel :.....	16
I.1.6.3.1	L'architecture bioclimatique est donc favoriser l'éclairage naturel :.....	16
I.2	L'architecture et le développement durable :	17
I.2.1	Origine de développement durable :	17
I.2.2	Naissance d'un développement durable :.....	18
I.2.3	Définition du développement durable :.....	19
I.2.3.1	Définition officielle internationale :	19
I.2.4	Pourquoi le développement durable ?	20
I.2.5	Les dates clés du développement durable :.....	20
I.2.6	Les 3 piliers du développement durable :.....	21
I.2.6.1	Efficacité économique :.....	22
I.2.6.2	Equité sociale :.....	22
I.2.6.3	Qualité environnementale :.....	22
I.2.7	Une stratégie nationale :.....	23
I.2.8	Les quatre principes fondamentaux du développement durable :.....	24
I.2.8.1	Solidarité :	24
I.2.8.2	Précaution :	25
I.2.8.3	Participation :.....	25
I.2.8.4	Responsabilité :.....	25
I.2.9	Les enjeux du développement durable :.....	25
I.3	L'éco-conception :.....	26
I.3.1	Définition de la conception « design » :.....	26
I.3.2	La conception écologique :.....	27

TABLE DES MATIÈRES

I.3.2.1	Définition :.....	27
I.3.3	L'éco-conception et l'éclairage naturel :.....	28
I.3.4	Conclusion :.....	29
II.	CHAPITRE II : LA LUMIERE NATURELLE ET LE CONFORT VISUEL EN ARCHITECTURE :.....	30
II.1	La lumière naturelle :.....	30
II.1.1	Définition :.....	30
II.1.2	Sources de l'éclairage naturel :.....	32
II.1.2.1	Le soleil :.....	32
II.1.2.1.1	Du système Soleil-Terre :.....	33
II.1.2.1.2	La course solaire :.....	34
II.1.2.2	Le ciel :.....	34
II.1.2.2.1	Le ciel uniforme :.....	35
II.1.2.2.2	Le ciel serein ou clair normalisé (C.I.E) :.....	35
II.1.2.2.3	Le ciel couvert normalisé (C.I.E):.....	36
II.1.3	Le champ visuel :.....	36
II.1.4	La perception des couleurs :.....	36
II.1.5	Les caractéristiques physiques de la lumière naturelle :.....	38
II.1.5.1	Le rayonnement et le spectre électromagnétique :.....	38
II.1.5.2	Les Spectres lumineux (Light Spectrum) :.....	38
II.1.6	Les grandeurs photométriques :.....	39
II.1.6.1	La photométrie :.....	39
II.1.6.1.1	Le flux lumineux :.....	40
II.1.6.1.2	L'intensité lumineuse :.....	41
II.1.6.1.3	L'éclairement.....	41
II.1.6.1.4	La luminance :.....	42
II.1.7	Types d'éclairage naturel :.....	43
II.1.7.1	L'éclairage latéral :.....	43
II.1.7.2	L'éclairage Zénithal :.....	43
II.1.7.3	L'éclairage composé :.....	44
II.1.7.4	Ouverture latérale ou zénithale ?.....	45
II.1.8	Dispositifs de l'éclairage naturel :.....	45
II.1.8.1	Environnement extérieur :.....	46

TABLE DES MATIÈRES

II.1.8.1.1	Masques :	46
II.1.8.1.2	Orientation :	46
II.1.8.2	Ouvertures en Façade :	47
II.1.8.2.1	Indice d'ouverture :	47
II.1.8.2.2	Menuiseries :	48
II.1.8.2.3	Vitrages clairs :	49
II.1.8.2.4	Vitrages teintés ou réfléchissants :	50
II.1.8.2.5	Vitrages diffusants :	50
II.1.8.2.6	Position latérale ouverture :	50
II.1.8.2.7	Ouvertures bilatérales adjacentes :	51
II.1.8.3	Ouvertures en Toiture :	51
II.1.8.3.1	Verrières horizontales :	51
II.1.8.3.2	Verrières inclinées :	51
II.1.8.3.3	Sheds verticaux :	52
II.1.9	La stratégie de la lumière naturelle :	52
II.1.9.1	Capter :	52
II.1.9.2	Transmettre :	53
II.1.9.3	Distribuer :	53
II.1.9.4	Se protéger :	53
II.1.9.5	Contrôler :	54
II.2	Le confort visuel :	55
II.2.1	Définition du « confort » :	55
II.2.1.1	Définition du « confort visuel » :	55
II.2.2	Les critères du confort visuel :	57
II.2.3	Les paramètres du confort visuel :	57
II.2.4	Éléments du confort visuel dans les salles de classe :	59
II.2.5	Conclusion :	60
	DEUXIEME PARTIE : PARTIE ANALYTIQUE.....	61
III.	CHAPITRE III : METHODES D'EVALUATION ET APPLICATION : LA SIMULATION DES AMBIANCES LUMINEUSES :	62
III.1	Présentation du corpus d'étude :	62
III.1.1	Exemple 01 :	62
III.1.2	Exemple 02 :	64

TABLE DES MATIÈRES

III.1.3	Critères de choix:	66
III.1.4	Rappel des normes :	67
III.1.4.1	Quelles sont les quantités lumineuses nécessaires ?	67
III.1.4.2	Le facteur de la lumière du jour :	69
III.1.4.3	Evaluer une ambiance lumineuse :	70
III.1.5	Démarche : outils et méthodes	71
III.1.5.1	Le logiciel <i>ECOTECT</i> :	71
III.1.5.1.1	Avantages de la simulation:	71
III.1.5.2	Configuration et paramétrage des outils :	72
III.1.5.3	Protocole de simulation :	72
III.1.5.3.1	Modélisation des salles de lecture et résultats :	73
III.1.5.3.2	La salle de lecture 01 :	73
III.1.5.3.3	La salle de lecture 02 :	77
III.1.6	Conclusion et recommandations :	81
IV.	CHAPITRE IV : PROJET ET INTERVENTION	83
IV.1	Contexte géographique : situation et les limites de la ville de Guelma.....	83
IV.1.1	Situation :	83
IV.1.1.1	Situation de la ville par rapport à la wilaya :	83
IV.1.2	Historique de la ville de Guelma :	84
IV.2	Analyse climatique:	86
IV.2.1	Classification du climat en Algérie:	86
IV.2.2	Analyse climatique de la ville de Guelma :	87
IV.2.2.1	La pluviométrie :	87
IV.2.2.2	Précipitations moyennes annuelles:	87
IV.2.2.3	Les températures :	88
IV.2.2.4	Humidité :	89
IV.2.2.5	Les vents dominants:.....	90
IV.2.3	Application de la méthode de S. Szokolay :	91
IV.3	Présentation du site:	92
IV.3.1	Plan de situation du terrain :	92
IV.3.1.1	Accessibilité :	93
IV.3.2	Morphologie du terrain :	93
IV.3.2.1	Forme et surface du terrain :	93

TABLE DES MATIÈRES

IV.3.2.2	Coupe topographique :.....	94
IV.3.3	Environnement immédiat :.....	94
IV.3.4	Climatologie :.....	95
IV.3.5	Synthèse et critères de choix :.....	96
IV.4	Les bibliothèques publiques : approche théorique	97
Introduction :	97
IV.4.1	Généralité et définition :.....	97
IV.4.1.1	Définition d'un équipement culturel :.....	97
IV.4.1.2	Définition de la bibliothèque:	97
IV.4.1.3	Types de la bibliothèque :.....	97
IV.4.1.3.1	Bibliothèques nationales :.....	97
IV.4.1.3.2	Bibliothèques de recherche :.....	98
IV.4.1.3.3	Bibliothèques universitaires :.....	98
IV.4.1.3.4	Bibliothèques publiques :.....	98
IV.4.1.3.5	Bibliothèques scolaires :.....	98
IV.4.1.3.6	Bibliothèques spécialisées :.....	98
IV.4.2	Rôle de la bibliothèque :.....	98
IV.5	Analyse des exemples :	99
IV.5.1	Bibliothèque universitaire de Constantine:	99
IV.5.1.1	Présentation du projet :.....	99
IV.5.1.2	Situation :.....	99
IV.5.1.3	Principe d'organisation de l'ensemble :.....	99
IV.5.1.4	Plan de masse:.....	99
IV.5.1.5	Accessibilité:.....	100
IV.5.1.6	Etude architectural :.....	100
IV.5.1.6.1	Composition formelle :.....	100
IV.5.1.6.2	Composition volumétrique :.....	100
IV.5.1.6.3	Les façades :.....	101
IV.5.1.7	Les plans :.....	101
IV.5.1.7.1	Schéma RDC :.....	102
IV.5.1.7.2	Axonométrie :.....	103
IV.5.1.8	Synthèse :.....	103
IV.5.2	Bibliothèque Municipale De Limoges:	104

TABLE DES MATIÈRES

IV.5.2.1	Etude architecturale :	104
IV.5.2.1.1	Composition formelle et volumétrique :	104
IV.5.2.2	Synthèse :	107
IV.5.3	Programme retenu :	108
IV.5.4	Schéma de principe :	109
Conclusion général :		112
BIBLIOGRAPHIE :		114
RESUME :		117
ملخص :		117

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures :

Figure 1 : Un diagramme de fréquence de vent, « rose du vent »	9
Figure 2: Le budget du rayonnement solaire de la terre.....	10
Figure 3: Les trois composantes du rayonnement global	11
Figure 4: Analyse énergétique des formes de base de la construction	12
Figure 5: schéma du bioclimatisme	13
Figure 6: Principes de base d'une conception bioclimatique	15
Figure 7: pénétration de la lumière naturelle à travers la fenêtre	16
Figure 8: Schéma du développement durable	18
Figure 9: Les 3 piliers du développement durable	23
Figure 10: Les 9 défis de la stratégie nationale de développement durable	23
Figure 11: la lumière naturelle et l'orientation	28
Figure 12: Vue d'intérieur de la chapelle	31
Figure 13: La chapelle de Ronchamp	31
Figure 14: L'église de la lumière.....	32
Figure 15: Les positions du soleil au cours de la journée	33
Figure 16: Rotation de la terre autour de son axe.	33
Figure 17: Rotation Terre autours du soleil	34
Figure 18 : Coordonnée du Soleil.....	34
Figure 19: Schéma d'un ciel uniforme.	35
Figure 20 : Schéma d'un ciel serein normalisé.....	35
Figure 21 : Le champ visuel	36
Figure 22 : La perception des couleurs par l'œil humain.....	37
Figure 23: facteur de réflexion des couleurs.....	37
Figure 24: La lumière visible par l'œil humain	39
Figure 25: Les quatre notions de la photométrie.....	40
Figure 26: Le flux lumineux	40
Figure 27: L'intensité lumineuse	41
Figure 28: L'éclairement	41
Figure 29: La luminance.....	42
Figure 30: Exemple de l'éclairage latéral.	43
Figure 31: Exemple de l'éclairage zénithal.	44
Figure 32: Ouverture latérale et ouverture zénithale.....	45
Figure 33: absence d'un masque	46
Figure 34: présence d'un masque	46
Figure 35: Les variations saisonnières sur les différentes façades	46
Figure 36: indice d'ouverture pour l'éclairage naturel, augment de gauche à droite)	47
Figure 37: influence des menuiseries sur la surface d'ouverture réelle	48
Figure 38: indice d'ouverture = 24.1%.....	49
Figure 39: indice d'ouverture = 16.5%.....	49
Figure 40: contact visuel avec l'extérieur	49
Figure 41: vitrage teinté	50
Figure 42: risque d'éblouissement.....	50
Figure 43 : ouverture au coin.....	51
Figure 44: ouverture au centre.....	51
Figure 45: verrière horizontale	51
Figure 46: verrière inclinées	52

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 47: Figure : Sheds verticaux.....	52
Figure 48: capter la lumière naturelle	52
Figure 49: Variation du pourcentage des personnes satisfaites en fonction de l'éclairage.....	56
Figure 50: Les paramètres du confort visuel.....	58
Figure 51: le niveau d'éclairage de référence est adapté à l'activité prévue	60
Figure 52: situation de la bibliothèque	62
Figure 53: façade principale de la bibliothèque	63
Figure 54: Vue d'intérieur sur le Nord	63
Figure 55: façade Sud.....	63
Figure 56: Vue d'intérieur sur l'Ouest	63
Figure 57: Vue d'intérieur sur le Sud	63
Figure 58: situation de la bibliothèque	64
Figure 59: vue sur la façade Nord	65
Figure 60: présence de l'élément de protection sur la façade Est	65
Figure 61: vue d'intérieur sur la salle de lecture.....	65
Figure 62: présence d'un élément de protection	66
Figure 63: absence de l'élément de protection	66
Figure 64: Normes et quantités de lumière en Lux	69
Figure 65: facteur de lumière du jour	70
Figure 66: réglages climatiques relatifs à la ville de Guelma sur Ecotect.....	72
Figure 67: modélisation de la salle de lecture 1	73
Figure 68: modélisation de la salle de lecture 1.....	73
Figure 69: application sur la salle à 9h le 21 mars.....	74
Figure 70: application sur la salle à 15h le 21 mars	74
Figure 71: application sur la salle à 9h le 21 juin	75
Figure 72: application sur la salle à 15h le 21 juin	75
Figure 73: application sur le patio à 15h le 21 juin.....	76
Figure 74: application sur la salle à 9h le 21 déc.....	76
Figure 75: modélisation de la salle de lecture 2.....	77
Figure 76: modélisation de la salle de lecture 2.....	77
Figure 77: application sur la salle 2 à 9h le 21 mars.....	78
Figure 78: application sur la salle 2 à 15h le 21 mars	78
Figure 79: application sur la salle 2 à 9h le 21 juin	79
Figure 80: application sur la salle 2 à 15h le 21 juin	79
Figure 81: application sur la salle 2 à 9h le 21 déc.....	80
Figure 82: application sur la salle 2 à 15h le 21 décembre	80
Figure 83: situation géographique de la ville de Guelma.....	83
Figure 84: situation de la ville et la wilaya de Guelma	84
Figure 85: théâtre romain de Guelma	85
Figure 86: classification du climat en Algérie	86
Figure 87: Classification du climat en Algérie	86
Figure 88 : précipitation annuelle à Guelma.....	87
Figure 89: température en 2015 à Guelma.....	88
Figure 90: diagramme ombro-thermique de Guelma période 1980-1990.....	89
Figure 91: humidité relative %	90
Figure 92: direction du vent	90
Figure 93: application de la méthode de Szokolay sur la ville de Guelma.....	91
Figure 94: situation du terrain	92

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 95: le terrain	92
Figure 96: accessibilité de terrain	93
Figure 97: forme et surface du terrain	93
Figure 98: coupe topographique du terrain	94
Figure 99: Environnement immédiat du terrain	94
Figure 100: vues et modélisation du terrain.....	95
Figure 101: vents dominants et ensoleillements	95
Figure 102: plan de situation	99
Figure 103: plan d'ensemble	99
Figure 104: plan de masse.	99
Figure 105: Les accès de la bibliothèque	100
Figure 106 : Forme et Volume	100
Figure 107: Façade principale	101
Figure 108: sous-sol	101
Figure 109: RDC	102
Figure 110: Axonométrie	103
Figure 111: situation de la bibliothèque	104
Figure 112: plan de masse	104
Figure 113: Le volume	105
Figure 114: la façade.....	105
Figure 115: PLAN RDC.....	105
Figure 116: PLAN RDC.....	106
Figure 117: PLAN 1 ^{er} étage	106
Figure 118:PLAN 2 ^{ème} étage	106
Figure 119: L'organigramme spatial	107
Figure 120: PLAN RDC.....	110
Figure 121: PLAN 1 ^{er} étage.....	111
Figure 122: PLAN 2 ^{ème} étage	111

Liste des tableaux :

Tableau 1: Premières conventions environnementales internationales	17
Tableau 2: Domaines du spectre électromagnétique en fonction de la longueur d'onde et de la fréquence	38
Tableau 3: L'éclairage des sources lumineuses	42
Tableau 4: Indices d'ouverture et de profondeur en fonction du type de local	48
Tableau 5: Valeurs minimale du Facteur Lumière du Jour nécessaire (en %) pour assurer un certain niveau d'éclairage naturel pendant une plage horaire déterminée	68
Tableau 6: Facteur de lumière du jour	69
Tableau 7 : Précipitation annuelle totale en (mm)	87
Tableau 8: Températures moyennes mensuelles	88
Tableau 9: humidité moyenne de Guelma	89
Tableau 10: force des vents par jour.....	90
Tableau 11: programme retenu.....	108

INTRODUCTION GENERALE

Historiquement, l'architecture a souvent été le reflet des connaissances techniques d'une civilisation (les Grecs, les Romains, la Renaissance, les Modernes), à chaque époque, les savoirs acquis par les générations précédentes ont été réutilisés avec respect et améliorés. Cependant, les pratiques constructives de cette fin de siècle sont en rupture avec cette tradition et l'on constate déjà nombre de dérapages liés à notre société de consommation : gaspillage énergétique, négligence des principes de bon sens, construction polluante à l'usage et non recyclable... Dans la plupart des pays européens les bâtiments sont responsables de près de 50% des besoins nationaux en énergie. La sonnette d'alarme est tirée

Aujourd'hui, tous les pays ont désormais pris conscience de la nécessité d'infléchir leur modèle économique pour affronter des enjeux qui ne nous apparaissaient pas cruciaux il y a peu d'années encore: c'est la naissance du Développement durable. Bien que les intentions pour répondre à ce constat soient partagées, l'approche mise en œuvre diffère cependant en fonction du pays concerné.

L'architecture bioclimatique permet de retrouver les principes de construction d'antan et de les adapter aux progrès effectués en la matière. L'efficacité de tous ces concepts est reconnue et prouvée et permet de proposer des bâtiments exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique et environnementale. Elle valorise en outre les cultures et traditions locales en dégagant une architecture spécifique à chaque région du monde. Plus que de l'architecture, c'est tout un paysage qui est travaillé car l'intégration optimale des bâtiments par le choix des matériaux ou l'implantation d'un quartier respecte le lieu. Finalement, elle s'inscrit dans un cadre global de développement durable.

Le bâtiment bioclimatique tire parti du climat afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort. Sous nos climats tempérés, les variations de l'ensoleillement, du vent et des températures demandent de mettre en œuvre diverses stratégies adaptées aux différentes saisons. Ainsi, il s'accorde aux rythmes naturels en tirant le meilleur parti possible de la lumière naturelle (**stratégie de l'éclairage naturel**).

Parler d'architecture bioclimatique, au-delà des questions d'économie d'énergie et de protection de l'environnement, c'est avant tout se référer à l'homme-habitat et à son bien-être.

Les êtres humains possèdent une extraordinaire capacité à s'adapter à leur environnement immédiat. De tous les types d'énergie naturelles que les humains peuvent utiliser, la lumière est la plus importante. La lumière est un élément nécessaire à la vision et fondamentale pour apprécier la forme, la couleur et l'ambiance de l'environnement qui nous entoure dans notre vie quotidienne et nous permet d'exercer nos travaux dans des situations de confort visuel. Elle donne un sentiment de gaieté et de luminosité qui peuvent avoir un impact positif et significatif sur les personnes.

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans l'architecture. La valorisation de l'éclairage naturel dans les bâtiments répond à un double objectif : le premier est la recherche du confort visuel et de l'ambiance lumineuse car la lumière du jour est la plus adaptée à la physiologie de l'homme ; le deuxième objectif est la recherche d'efficacité énergétique et la maîtrise des consommations d'énergie (en terme d'électricité). Les stratégies de l'éclairage naturel peuvent contribuer à réduire la consommation énergétique dans les bâtiments ainsi que les émissions de gaz à effet de serre par la réduction des besoins de leur éclairage électrique et de refroidissement [Scartezzini et al, 1993, 1994.]. C'est pour cette raison que l'éclairage naturel d'un bâtiment doit prendre en compte des facteurs influençant l'orientation, la taille, l'emplacement des fenêtres, les caractéristiques du vitrage, le contrôle d'éclairage, l'effet psychologique de la lumière ...etc.

Problématique :

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans l'architecture dite écologique. La valorisation de l'éclairage naturel dans les bâtiments répond à un double objectif : le premier est la recherche du confort visuel et de l'ambiance lumineuse car la lumière du jour est la plus adaptée à la physiologie de l'homme ; le deuxième objectif est la recherche d'efficacité énergétique et la maîtrise des consommations d'énergie.

Les stratégies de l'éclairage naturel peuvent contribuer à réduire la consommation énergétique dans les bâtiments ainsi que les émissions de gaz à effet de serre par la réduction des besoins de leur éclairage électrique et de refroidissement. C'est pour cette raison que l'éclairage naturel d'un bâtiment doit prendre en compte des facteurs influençant l'orientation, la taille, l'emplacement des fenêtres, les caractéristiques du vitrage, le contrôle d'éclairage, l'effet psychologique de la lumière ...etc.

L'ambiance visuelle en architecture joue un grand rôle dans la perception et le fonctionnement de l'espace architectural. C'est un facteur déterminant de la qualité visuelle, subséquemment, élément de confort visuel. La lumière naturelle est l'un des éléments dont l'homme a toujours besoin et qui a un grand impact sur ses activités. Elle influence le bien-être des occupants dans l'espace architectural.

Dans ce contexte, les salles de lecture qui reçoivent perpétuellement des multitudes de lecteurs, autant durant toute la journée que les soirées, posent souvent des problèmes de confort visuel en raison de qualités lumineuses spécifiques exigées pour une meilleure lecture et consultation documentaire. Notre questionnement tourne autour de l'exploitation de la lumière naturelle dans la conception des bibliothèques, notamment universitaires et plus particulièrement les salles de lecture de l'université de Guelma, on posant la question suivante :

La lumière naturelle, en tant que source naturelle, est-elle exploitée d'une manière optimale dans les salles de lecture en tenant compte de leurs nouvelles utilisations ?

Hypothèses de recherche :

Pour répondre à ce questionnement, nous avons opté pour l'hypothèse suivante :

La lumière naturelle n'est pas optimalement exploitée dans les salles de lecture.

Objectifs :

Les objectifs principaux visés dans notre étude sont :

- ✓ Evaluer quantitativement et qualitativement, les performances lumineuses et le confort visuel dans la bibliothèque universitaires.
- ✓ Valoriser la lumière naturelle comme source naturel et élément stratégique pour une écoconception efficace.

Structure du mémoire :

Notre travail de recherche s'articule sur deux axes principaux : l'un théorique et l'autre expérimental.

Introduction générale.

La première phase sera consacrée principalement à la partie introductive et théorique. Il s'agit de mettre en exergue l'architecture bioclimatique sur les théories et les concepts concernant cette recherche. Elle est composée de deux chapitres :

- On commence par une introduction générale qui définit le gabarit de cette initiation à la recherche, de tous ce qui concerne la problématique, les hypothèses la méthodologie... etc.
- Le premier chapitre est consacré à la définition du concept de l'architecture bioclimatique et le développement durable ; ce qui permet d'expliquer les relations entre l'homme et son environnement naturel.
- Le deuxième chapitre sera focalisé sur la lumière naturelle et le confort visuel.

La deuxième partie est réservée à l'expérimentation et l'interprétation des résultats et qui comporte deux chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré à l'évaluation qualitative du confort visuel basé sur la simulation numérique par le logiciel Ecotect.
- Le deuxième chapitre sera consacré aux caractéristiques de la zone d'étude, telle que la situation, climat et le terrain, et l'étude des exemples afin d'obtenir le programme retenu pour le projet d'étude.

Démarche méthodologique :

La première partie de notre démarche consiste à présenter quelques aspects théoriques du sujet, tel que :

- l'architecture bioclimatique qu'elle est basée sur la recherche de la meilleure adéquation entre la conception et la construction de l'habitat, le climat et l'environnement.
- Le développement durable qui concerne le rapport entre l'être humain et la planète.
- l'approche de l'éco-conception qui permet de concevoir des produits plus respectueux de l'environnement.
- le concept de l'éclairage naturel et du confort visuel dans les bâtiments. Nous avons abordé également l'état de l'art en ce qui concerne l'interaction entre l'homme et son environnement lumineux.

Dans la deuxième partie de cette démarche, sera consacrée à l'approche expérimentale au cours de laquelle, une simulation d'évaluation des conditions de confort visuel et de la lumière naturelle dans les salles de lecture seront effectuées. Cette approche sera réalisée de la manière suivante :

- présentation du cas d'étude et leurs données pour la simulation par le logiciel Ecotect.
- Elaborer une analyse qualitative pour évaluer le confort visuel des ambiances lumineuses des salles de lecture.

PARTIE I : PARTIE THEORIQUE

I. CHAPITRE I : DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE AU DEVELOPPEMENT DURABLE :

Introduction :

Ce chapitre se veut décrire le thème général de cette recherche. Il nous présente les relations qui déterminent le rapport entre l'homme et son environnement physique dans l'objectif de soulever les sujets moteurs de ce travail, à savoir, l'architecture bioclimatique, le développement durable et l'éco-conception.

Le concept d'architecture bioclimatique est basé sur la recherche de la meilleure adéquation entre la conception et la construction de l'habitat, le climat, l'environnement dans lequel il s'implante ainsi que l'habitant et ses rythmes de vie. L'architecture bioclimatique est très contextuelle; elle met au premier plan les ressources et les savoir-faire locaux. Du point de vue énergétique, elle passe par l'utilisation des ressources en présence constante dans la nature telles celles du soleil et du vent. Elle tente de tirer parti de ces énergies sous forme de lumière en favorisant la relation « Homme/Environnement » et de chaleur en s'intégrant dans la logique de l'environnement durable.

La durabilité n'est pas seulement un enjeu important de définition pour le développement durable, mais également pour mesurer du développement durable.

I.1 L'architecture Bioclimatique :

I.1.1 Historique de L'architecture bioclimatique :

Dès les premières habitations aménagées par des êtres humains, cet impératif s'est imposé. La possibilité de profiter des bienfaits du climat est du ressort du confort, et est donc une préoccupation beaucoup plus récente. Ce besoin de confort s'est cependant imposé dès la révolution industrielle dans les pays sur la voie de l'industrialisation, et a conduit à une augmentation sans cesse croissante de la consommation en énergie pour obtenir ce confort, à mesure d'une part que la classe moyenne croissait en nombre, et d'autre part que la surface occupée par habitant a augmenté. Finalement la définition moderne du terme « bioclimatique » apparaît après le choc pétrolier des années 1970, dès lors que le prix de l'énergie force les gens à tenter d'obtenir leur confort en gaspillant moins.¹

I.1.2 Définition :

¹ <http://www.fiabitat.com/la-construction-bioclimatique-et-le-bioclimatisme-1>

CHAPITRE I

Olgay a utilisé le terme « bioclimatique » pour la première fois en 1953 pour définir l'architecture qui répond à son environnement climatique en vue de réaliser le confort pour les occupants grâce à des décisions de conception appropriées² ; voir fig.2.1. La conception bioclimatique est surtout une sorte d'engagement dont les bases sont : un programme architectural, un paysage, une culture, quelques matériaux locaux, certaine notion de bien-être et d'abri dont la synthèse est une couverture habitable³.

Pour Pierre Lavigne et Pierre Fernandez l'architecture bioclimatique vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du Bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui fait un élément fondamental de l'art de l'architecte⁴.

D'après Roger Camous et David Watson :

*« Les bâtiments adaptés à leur climat sont, en général relativement ouverts et en relation directe avec leur environnement immédiat, que ce soit par des fenêtres, des serres ou des patios, la question est : comment combiner de telles techniques pour réduire la consommation énergétique, mais également pour améliorer le confort et la qualité de l'espace »*⁵. D'une part, l'architecture bioclimatique dite "active" met en œuvre des équipements qui captent, stockent et distribuent de l'énergie naturelle pour les besoins des occupants d'un bâtiment, notamment pour le chauffage et l'eau sanitaire, mais aussi pour la fourniture de l'électricité et éventuellement pour la climatisation. Pour son fonctionnement, l'apport d'une énergie extérieure et qui implique des technologies assez lourdes (appareillages). D'autre part, les techniques dites "passives" utilisent les phénomènes naturels de transfert de l'énergie afin d'obtenir des gains ou des pertes de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment⁶.

² Evans. J. M, The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design, thèse de doctorat, Delft University, 2007.

³ De Asiaïn. A, et al., "Reflections on the Meaning of Environmental Architecture in Teaching", the 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Eindhoven, The Netherlands, 19 – 22 September 2004, P.1-6.

⁴ Lavigne. P. Et Fernandez. P, Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes, Le moniteur, Paris, 2009.

⁵ CAMOUS Roger, WATSON Donald, *L'habitat bioclimatique*, Éd. L'Étincelle, Canada, 1979.

⁶ (L'Agence Méditerranéenne de l'Environnement-AME-, Salomon, 2000).

CHAPITRE I

I.1.3 Climat et paramètres climatiques :

I.1.3.1 Définition :

Le mot « climat » prend ses racines du mot grec «Klima» qui signifie «pente», « inclinaison» en référence à l'angle des rayons du soleil. Cette « inclinaison» varie au cours de la journée qu'au long de l'année et conditionne l'ensemble des paramètres climatiques⁷.

Le climat, dans un sens étroit, est considéré comme le «temps moyen», ou de façon plus scientifiquement exacte, « *la description statistique en termes de moyennes et de variabilité de grandeurs pertinentes sur une période de temps*»⁸

Dans un sens plus large, le climat est l'état du système climatique qui comporte l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, la lithosphère et la biosphère de la surface. Ces éléments, tous de déterminer l'état et la dynamique du climat de la Terre⁹.

Il y a trois propriétés des données climatiques à considérer¹⁰ : les normales, les extrêmes, et les fréquences sont utilisés pour évaluer l'état de l'atmosphère sur une période de temps particulier par rapport à des conditions atmosphériques sur une période de temps similaire dans le passé.

- Les normales : elles se reportent aux conditions climatiques moyennes normales d'un endroit et donnent une image sur le type des conditions météorologiques prévues dans un endroit pendant une année.
- Les extrêmes sont utilisés pour décrire les valeurs maximales et minimales des variables atmosphériques enregistrées après une longue période d'observation.
- Les fréquences ont trait au rôle de l'incidence d'un phénomène particulier dans un endroit particulier pendant une longue période de temps.

I.1.3.2 Echelle du climat :

Il est important de souligner que la climatologie implique l'étude des phénomènes atmosphériques par des échelles spatiales différentes. Il y a généralement une relation directe

⁷ Roberto Gonzalo Karl J. Habermann, Architecture et efficacité énergétique, principes de conception et de construction, Birkhauser Verlag AG, Berlin, Allemagne, 2008

⁸ <http://www.wmo.int>

⁹ <http://www.wmo.int>

¹⁰ Robert. Rohli.et Anthony J.Vega, 2012.

CHAPITRE I

entre la taille des phénomènes atmosphériques et l'échelle du temps dans lequel ce phénomène se produit. Robert, V.Rohli.et Anthony J.Vega ont proposé cinq échelles climatiques¹¹ :

- Microclimat: représente la plus petite de toutes les échelles atmosphériques. Les phénomènes qui se produisent dans cette échelle spatiale sont inférieurs à 0,5 km et durent généralement de quelques secondes à quelques heures.
- L'échelle locale: zones comprises entre environ 0,5 et 5 km.
- Méso-échelle: les phénomènes de produisent dans des zones comprises entre environ 5 et 100 km et durent généralement de quelques heures à quelques jours.
- Échelle synoptique: les zones comprises entre 100 et 10.000 km. Quelques jours à des semaines.
- L'échelle planétaire: étude du climat sur tout l'hémisphère ou le globe terrestre.
- Zones comprises entre 10.000 à 40.000 km.
- Une autre classification des échelles des climats est trouvée dans Hupfer (1991). Hupfer a proposé trois échelles qui sont le macroclimat, le méso-climat et le microclimat¹².
- Le macroclimat : Szokolay (1991) a défini trois types de macroclimat pour les bâtiments¹³ :
 - Les températures chaudes qui sont la plupart du temps au-dessus de la zone de confort.
 - Les températures modérées qui tombent dans la zone du confort.
 - Les températures froides qui sont la plupart du temps au-dessous de la zone du confort.

I.1.3.3 Paramètres climatiques :

Il est vraiment difficile de définir les effets de chacun des différents éléments du climat séparément. Pour une approche typiquement architecturale on a besoin d'une méthodologie qui fait une évaluation de chacun des éléments du climat et son effet sur le bâtiment.

I.1.3.3.1 Température de l'air :

Elle est mesurée à l'ombre, généralement dans une boîte ventilée à 1.2 à 1.8 m au-dessus du niveau du sol¹⁹. Elle est essentiellement influencée par l'ensoleillement (rayonnement du soleil qui chauffe la terre le jour et du rayonnement nocturne qui la refroidit la nuit), mais également par le vent, l'altitude et la nature du sol¹⁴

¹¹ Ibid

¹² Thomas, F, Micrometeorology, Carmen J. Nappo, Germany,2008

¹³ Hyde. R(ed), Bioclimatic Housing, Innovative designs for warm climates, USA, 2008.

¹⁴ Alain. L et André D. H, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Observ'ER, Paris, 2005

CHAPITRE I

I.1.3.3.2 Le vent :

Le vent est un facteur climatique produit par les déplacements d'air à la surface de la terre, des zones de haute pression vers les zones de basse pression. Ce déplacement est causé également par la topographie locale et la rugosité des surfaces²⁵. Le vent est mesuré à 10 m au-dessus du sol en plein pays, mais plus élevé dans les zones bâties pour éviter les obstacles²⁶. Le vent est décrit par sa vitesse et sa direction. Il est mesuré par un anémomètre. Des diagrammes de fréquence, roses de vent, (fig.1), sont souvent tracés pendant chaque mois de l'année ou pendant les saisons principales pour aider les architectes à connaître les effets internes du vent sur le bâtiment.

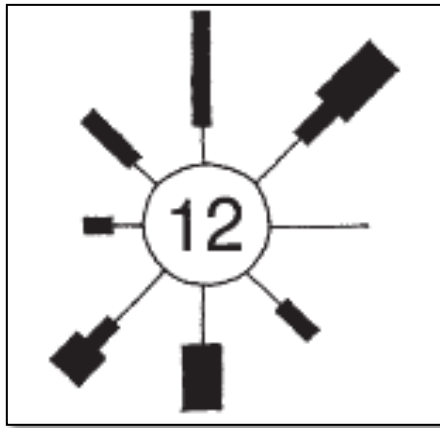


Figure 1 : Un diagramme de fréquence de vent, « rose du vent »¹⁵

(Source: Hans. R (2000) in Gaouas Oussama

I.1.3.3.3 Humidité de l'air :

L'humidité de l'air peut être exprimée comme la pression de vapeur d'eau, l'humidité de l'air à l'intérieur des bâtiments influence le corps humain de façon directe et indirecte, pouvant provoquer l'inconfort, et la sensation de chaleur et de sécheresse des muqueuses des voies respiratoires¹⁶.

L'humidité n'a pas des influences sur le confort quand les températures sont basses mais dans les climats chaud et humide elle est une source d'inconfort parce que les échanges thermiques par évaporation ont lieu surtout sur la surface de la peau.

¹⁵ La longueur des lignes décrit des fréquences de différentes directions, et l'épaisseur décrit des intervalles de vitesse du vent, selon l'échelle et la légende. La figure au milieu est le pourcentage du calme.

¹⁶ Gaouas Oussama, Mémoire de magister, « Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architecturale », Biskra.2014

CHAPITRE I

I.1.3.3.4 Précipitations :

C'est le volume total de pluie, grêle, neige ou rosée, mesuré par des pluviomètres et exprimé en millimètre par unité de temps (jour, mois ou année)¹⁷. Les nuages jouent un rôle crucial dans le taux des précipitations de la planète. Leur distribution est variable mais elles se produisent généralement dans les régions qui se caractérisent par les branches croissantes des cellules de Hadley et de Ferrel dans les zones tropicales et les latitudes moyennes¹⁸.

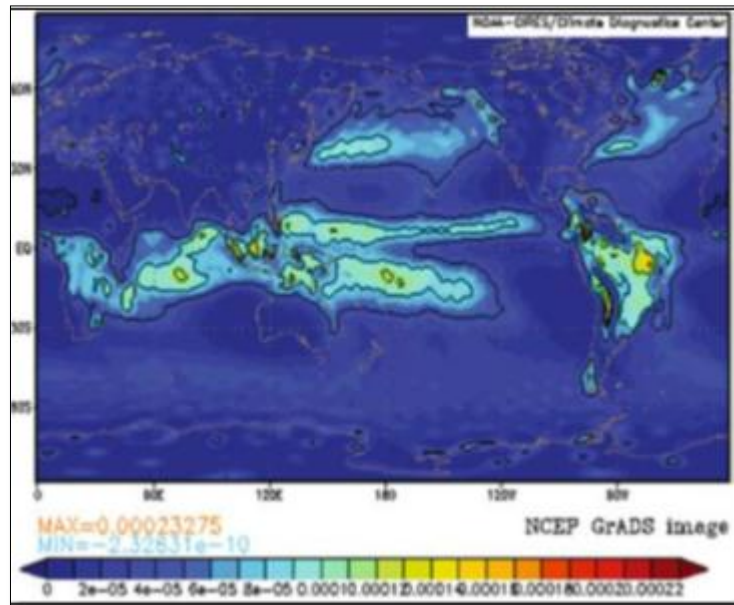


Figure 2: Le budget du rayonnement solaire de la terre

(Source: Claudio V. F (2008) in Gaouas, 2014)

I.1.3.3.5 Rayonnement solaire :

« Le soleil fournit 99,998% de l'énergie qui anime l'atmosphère, le reste 0,002% provient de l'intérieur de la Terre¹⁹. L'équilibre de la température moyenne globale de la terre est déterminé par un équilibre entre l'énergie acquise par l'absorption du rayonnement solaire entrant et l'énergie perdue dans l'espace par l'émission du rayonnement infrarouge. La quantité d'énergie solaire absorbée dépend du rayonnement entrant et les propriétés réfléchissantes de la terre²⁰.

On distingue trois types de rayonnement qui constituent le rayonnement global ; voir (fig.3) Le rayonnement diffus dans toutes les directions par les molécules d'air, le rayonnement

¹⁷ Szokolay. S, Introduction to architectural science, the basis of sustainable design, Published by Elsevier, 2008

¹⁸ J, D, Haigh et al. The sun, solar analogs and the climate, Swiss society of astrophysics and astronomy, 2004

¹⁹ Claudio V. F, The sun, Natural History Museum, London, UK, 2008.P.61

²⁰ Haigh J. D. et al., The sun, solar analogs and the climate, Swiss society of astrophysics and astronomy, 2004

CHAPITRE I

direct qui frappe le sol directement et le rayonnement réfléchi par les points d'eau et les bâtiments voisins.

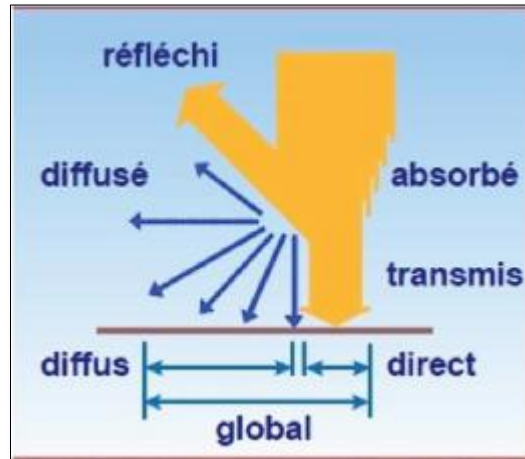


Figure 3: Les trois composantes du rayonnement global
(Source : Alain Liebard et André De Herde (2005) in Gaouas Oussama)

Le rayonnement solaire est un élément important à prendre en considération dans la conception bioclimatique. L'architecte doit en tirer profit dans les climats froids ou dans les périodes hivernales et en éviter dans les climats chauds ou dans les périodes estivales.

Le rayonnement solaire est un facteur déterministe pour les façades surtout dans les climats froids²¹.

I.1.3.4 Les paramètres qui se rapportent à la conception architecturale :

I.1.3.4.1 La localisation du bâtiment :

« *Le site est plus qu'une adresse. C'est la somme totale des attributs économiques, environnementaux, et sociaux de sa localisation* »²². L'intégration du bâtiment dans son environnement est le premier principe de l'architecture bioclimatique. Il est très nécessaire d'avoir une parfaite connaissance des vents dominants, de la radiation solaire incidente et des masques solaires voisins, les risques d'inondations, de la végétation environnante...etc.

La construction sur une pente ou une colline affecte la quantité de rayonnement solaire reçue par les bâtiments. La présence de la végétation dans le site est avantageuse. Les arbres peuvent être utilisés comme une ceinture qui protège le site des vents froids, comme ils peuvent contribuer au refroidissement évaporatif, l'ombrage, le filtrage des particules et de

²¹ Gaouas Oussama, Mémoire de magister, « Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architecturale », Biskra.2014

²² Daniel E. W, Sustainable Design, Ecology architecture, and planning, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007. P103

CHAPITRE I

poussière, l'atténuation de bruit et l'absorption de CO₂ carbonique, ainsi que leur rôle dans la santé psychique des êtres humains.

I.1.3.4.2 La forme et l'orientation du bâtiment :

La forme du bâtiment est un élément très influent sur les interactions potentielles entre l'environnement immédiat et le bâtiment. Elle est manipulée pour chercher la performance énergétique en exploitant les paramètres climatiques favorables pour le confort humain²³.

Une configuration optimale compacte permet d'économiser entre 10 et 20% des besoins énergétiques parce qu'elle a la moindre surface exposée au climat extérieure⁴⁹. Voir (fig.4)

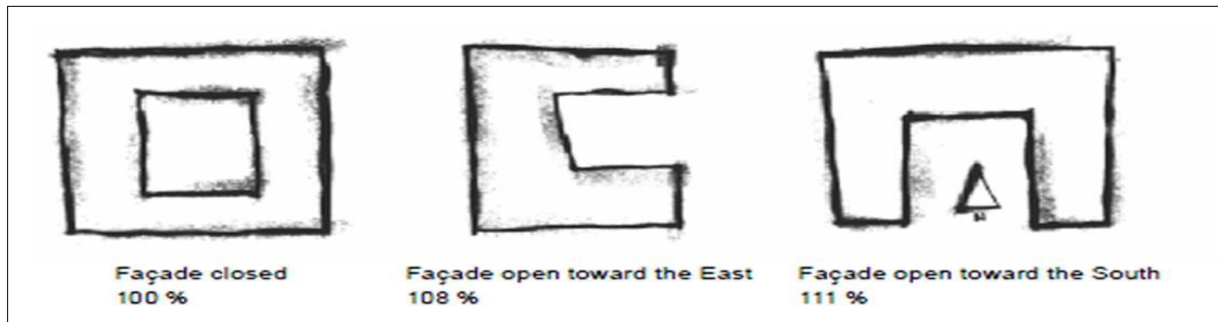


Figure 4: Analyse énergétique des formes de base de la construction
(Source: Michael. B et al (2010) in Gaouas Oussama)

I.1.3.4.3 Orientation :

Un bâtiment linéaire orienté sur l'axe ouest-est est également recommandé quand des gains solaires sont accumulés par une façade solaire. Le problème des rayons solaires de haute altitude devrait être résolu, en particulier dans les climats tempérés. Un simple auvent traditionnel pourrait être efficace²⁴.

La direction du vent également doit être prise en considération dans le choix de l'orientation car elle affecte les gains de la chaleur par le biais de l'enveloppe du bâtiment et par conséquent la demande du refroidissement ou du chauffage augmente²⁵. Mais elle reste un paramètre secondaire parce que les façades peuvent être conçues pour détourner le flux d'air.

I.1.4 Intérêts de l'architecture bioclimatique:

L'objectif de l'architecture bioclimatique consiste à trouver la meilleure adéquation entre la conception et la construction d'un bâtiment, le climat et l'environnement dans lequel il doit être (ou est déjà) implanté, et ses occupants et leurs rythmes de vie. La conception étant à

²³ Mat Santamouris (Ed) ,Environmental design of urban buildings : An Integrated Approach, Earthscan,London,UK, 2006

²⁴ Mat Santamouris (Ed) ,Environmental design of urban buildings : An Integrated Approach, Earthscan,London,UK, 2006

²⁵ TERI et TVPL, Environmental Building Guidelines for Greater Hyderabad, 2010.

CHAPITRE I

comprendre comme la création et l'agencement des espaces, la construction recouvrant les caractéristiques physiques des matériaux utilisés ainsi que leur mise en œuvre.

- Donc le but de l'Architecture Bioclimatique est d'exploiter les effets bénéfiques du climat tout en offrant une protection contre les effets négatifs.

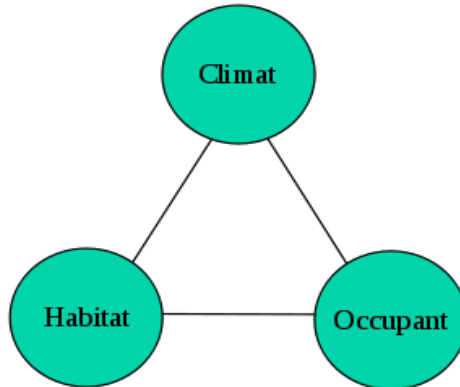


Figure 5: schéma du bioclimatisme (source : <http://www.techno-science.net/>)

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel.

I.1.5 Les principes de base de l'architecture bioclimatique :

On parle de conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site.

Afin d'optimiser le confort des occupants tout en préservant le cadre naturel de la construction, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Une attention tout particulière sera portée à l'orientation du bâtiment (afin d'exploiter l'énergie et la lumière du soleil), au choix du terrain (climat, topographie, zones de bruit, ressources naturelles, etc.) et à la construction (surfaces vitrées, protections solaires, compacité, matériaux, etc.).²⁶

²⁶ RT2012 : Une réglementation thermique (RT) est un ensemble de normes qui encadrent la construction d'une maison neuve afin de réduire ses consommations énergétiques. La première réglementation thermique mise en place en France date de 1975. Depuis, tous les 5 ans en moyenne, la RT en cours est modifiée et renforcée pour permettre aux nouveaux bâtiments en construction de consommer (et de polluer) toujours moins. Jusqu'au 31

CHAPITRE I

S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants :

I.1.5.1 La captation et/ou la protection de la chaleur :

L'objectif est de gérer l'énergie fournie par le soleil ou par les activités intérieures au bâtiment. Dans les pays tempérés, les hivers sont froids. Souvent, les chauffages traditionnels sont coûteux, polluant ou nocifs pour l'environnement.

L'architecture bioclimatique cherche donc à capter la chaleur naturelle du soleil et privilégier les apports thermiques naturels :

- Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil
- Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde.
- Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

I.1.5.2 Minimiser les pertes énergétiques en se basant sur :

- Compacité du volume.
- Isolation performante pour conserver la chaleur.
- Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.

Cependant, l'architecture bioclimatique va également proposer des solutions pour éviter que les constructions durant les périodes estivales ou dans les régions chaudes du globe ne se transforment en fours solaire et permettre que celle-ci reste confortable toute l'année.

Par exemple en Algérie, l'objectif est de réduire l'apport solaire, d'augmenter la circulation de l'air et de rafraîchir le bâtiment naturellement. Le bâtiment devra donc être orienté suivant un axe perpendiculaire au vent dominant.

I.1.5.3 La transformation et la diffusion de la chaleur :

La lumière captée doit être transformée en chaleur, puis diffusée dans tous les endroits du bâtiment. Cette phase doit être faite en tenant compte de l'équilibre thermique, de la qualité lumineuse et de la ventilation et de la conductivité thermique des parois. De bonnes méthodes de ventilation sont utilisées pour assurer la diffusion de la chaleur ou de la fraîcheur.

décembre 2012, la réglementation en cours est la RT 2005. Après cette date, les constructions neuves basculent toutes sous la coupe de la RT 2012.

CHAPITRE I

I.1.5.4 Le stockage de la chaleur ou de la fraîcheur selon les besoins :

Lors de la conception d'un bâtiment, il est essentiel de trouver un équilibre pour conserver et optimiser l'énergie qu'on reçoit l'hiver, tandis que pendant l'été, il faut évacuer l'excédent de chaleur.

I.1.5.5 Privilégier les apports de lumière naturelle :

L'architecture bioclimatique a pour but de créer une ambiance lumineuse agréable pour permettre le bon déroulement des activités et de valoriser le confort visuel tout en réduisant le recours à l'éclairage artificiel et à la dépense d'énergie en procédant de la sorte :

- Intégration d'éléments transparents bien positionnés.
- Choix des couleurs²⁷.

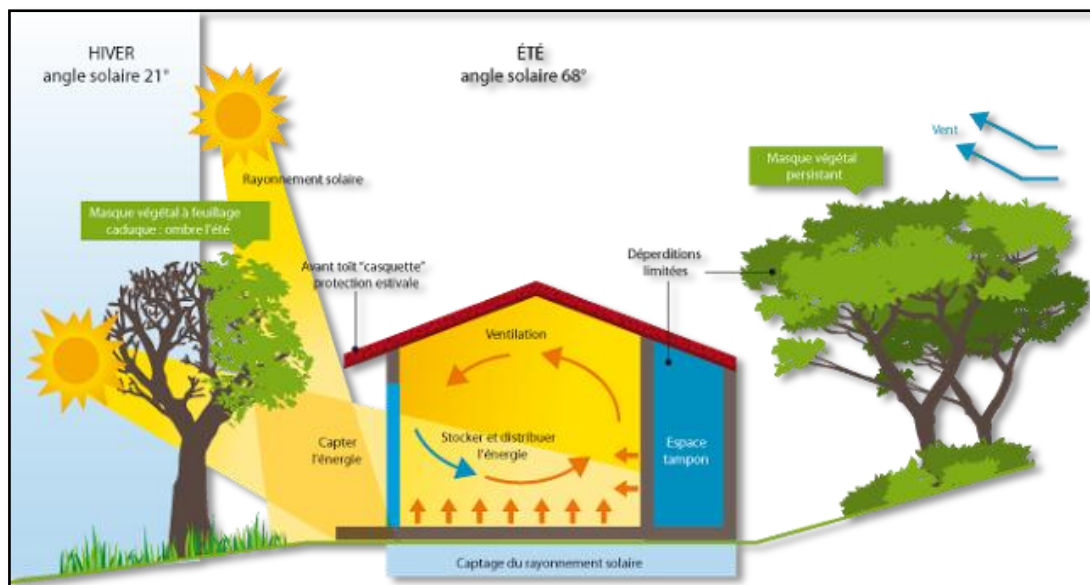


Figure 6: Principes de base d'une conception bioclimatique (Source : eRT2012)

I.1.6 Stratégies et concepts :

Les concepts de l'architecture climatique peuvent se regrouper en fonction de trois stratégies suivantes :

I.1.6.1 La stratégie du chaud :

Lorsqu'il est nécessaire de chauffer le bâtiment. Cette stratégie recouvre les concepts de captage de l'énergie solaire, son stockage, sa distribution et sa conservation.

²⁷ Mémoire de Magister (Sciences de l'Environnement & Climatologie) Présenté par Monsieur NADJI Mohamed Amine, *Réalisation d'un éco-quartier*, Oran, 2015

CHAPITRE I

I.1.6.2 La stratégie du froid :

Lorsqu'il est nécessaire de refroidir le bâtiment. Cette stratégie fait appel aux concepts de protection vis à vis de rayons solaires, de minimisation des sources d'augmentation de température, de dissipation de la chaleur excessive. Pour les climats chauds, il faut veiller particulièrement à éviter les apports de chaleur provenant des parois et des toitures échauffées par le soleil. Il est également possible d'augmenter la vitesse de l'air et de le refroidir naturellement par des dispositifs extérieurs comme des plans d'eau, des fontaines, de la végétation...ou encore tirer avantage des radiations nocturnes vers la voûte céleste.

I.1.6.3 La stratégie de l'éclairage naturel :

Cette stratégie couvre les concepts de captage de la lumière naturelle dans toutes les directions, la pénétration de cette lumière dans le bâtiment, sa répartition sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux et sa focalisation par des techniques appropriées.

La pénétration du rayonnement solaire peut être la cause de gêne visuelle. On peut s'en protéger par la construction d'éléments architecturaux fixes (surplombs, murs de refend, débords de toiture, etc.) associés ou non à des écrans mobiles tels que marquises, volets ou stores.²⁸

I.1.6.3.1 L'architecture bioclimatique est donc favoriser l'éclairage naturel :

La réduction de la consommation d'éclairage des bâtiments est l'un des points essentiels de la conception bioclimatique. Afin de favoriser l'éclairage naturel, la surface et l'emplacement des fenêtres devront être intelligemment choisis, la forme des pièces devra favoriser la pénétration de la lumière, etc. Il faudra cependant ne pas en abuser. Si une pièce est trop exposée à l'éclairage naturel, l'occupant sera ébloui et fermera les volets, pour allumer l'éclairage artificiel.

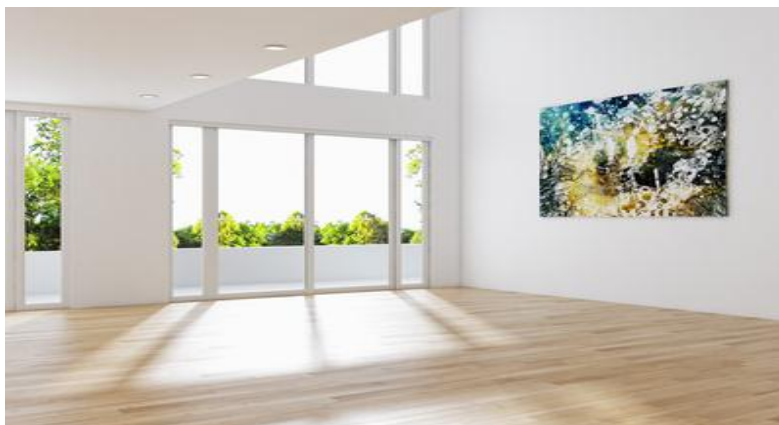


Figure 7: pénétration de la lumière naturelle à travers la fenêtre (Source : eRT2012)

²⁸ E R I C KRUMMENACHER TPFE 2005 EAN

CHAPITRE I

I.2 L'architecture et le développement durable :

I.2.1 Origine de développement durable :

L'idée d'un développement durable prend ses origines au cours des Trente Glorieuses, période qui a suivi la Seconde Guerre Mondiale durant laquelle la majorité des pays développés connurent une forte croissance continue. Dès les années 1960, quelques spécialistes se penchèrent sur la question de cette perpétuelle croissance et de ses limites, et surtout sur l'impact de ce développement continu sur l'environnement et de nombreux aspects sociétaux. Les premières limites de cette croissance apparurent brusquement suite au choc pétrolier survenu en 1973, choc marquant la fin des Trente Glorieuses, qui sera suivi d'un nouveau choc pétrolier en 1979. Ces chocs pétroliers ont mis en perspective qu'une croissance économique fondée sur l'abondance des énergies fossiles ne pourrait se poursuivre perpétuellement, le pétrole étant comme tout comme les autres ressources terrestre en quantités limités non renouvelables. En parallèle, les inégalités entre pays riches et pays peu développés ne cessent de s'accroître, laissant craindre de ne plus pouvoir maintenir un "équilibre relatif" à l'échelle mondiale et l'apparition de tensions géopolitiques.²⁹

1885	Convention de Berlin sur les saumons du Rhin
1895	Conférence de Paris sur la protection des oiseaux
1900	Conférence de Londres sur la protection des mammifères africains
1902	Conférence internationale de Paris sur la protection des oiseaux
1910	8e congrès international de zoologie à Graz (Autriche). Création d'un comité provisoire chargé d'étudier la question de la protection de la nature dans le monde.
1923	Premier congrès international non gouvernemental pour la protection de la nature (faune, flore, monuments naturels) à Paris.

Tableau 1: Premières conventions environnementales internationales

(Source : Veyret, Y. *Le développement durable*, éditions Sedes, Paris, p. 432)

²⁹ <https://www.unimes.fr> (UNIMES: université des Nîmes) La ville de Nîmes s'est construite de façon remarquable autour et avec ses monuments romains.

C'est cette architecture antique déclinée au fil des siècles qui a donné à la ville son identité, sa personnalité, sa singularité, lui conférant une valeur universelle exceptionnelle.

CHAPITRE I

I.2.2 Naissance d'un développement durable :

Le concept même de développement durable fit sa première apparition lors de la commission mondiale sur l'environnement et le développement qui eut lieu en 1987, dans le rapport Brundtland. Il est défini comme « un développement susceptible de satisfaire les besoins de la génération actuelle sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs ». Cela s'inscrit dans une perspective dynamique mettant l'accent sur un processus de changement.

Le deuxième sommet de la Terre se déroulant à Rio en 1992 fut l'occasion pour 173 chefs d'État de prendre des décisions en matière d'environnement. Cette conférence donna lieu à l'adoption de la convention de Rio et à la mise en place de l'Agenda 21 (programme d'action pour le 21ème siècle orienté vers le développement durable). Ce dernier a pour but de lutter contre la pauvreté et les exclusions sociales, de produire des biens et des services durables et, de protéger l'environnement. De ce fait, le développement durable repose sur trois piliers fondamentaux : l'environnement, l'économie et le social. En réalité, il se situe à l'intersection de ces trois sphères.

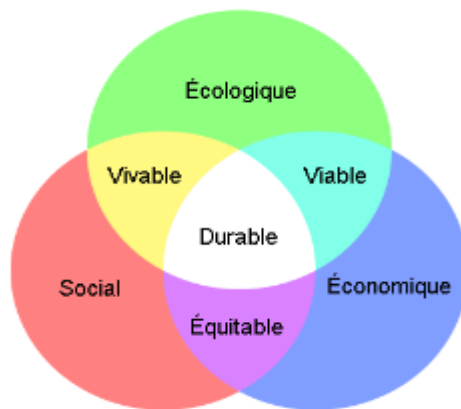


Figure 8: Schéma du développement durable (Source : UNIMES)

Depuis quelques années, les craintes des conséquences du changement climatique, la raréfaction des ressources naturelles, les écarts entre les pays développés et ceux en voie de développement tout comme la disparition de la biodiversité sont autant de problématiques actuelles auxquelles il s'avère urgent de répondre. Face à ce constat alarmant, le développement durable (ou soutenable) apparaît comme une réponse de tous les acteurs pour maintenir un développement équitable des sociétés tout en préservant l'environnement.

CHAPITRE I

I.2.3 Définition du développement durable :

I.2.3.1 Définition officielle internationale :

Le rapport Brundtland en 1987 définit le développement durable comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.* »³⁰

Le développement durable doit être à la fois économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable. Le social doit être un objectif, l'économie un moyen et l'environnement une condition.

Le développement est « durable » s'il est conçu de manière à en assurer la pérennité du bénéfice pour les générations futures.

Le développement durable est la notion qui définit le besoin de transition et de changement dont a besoin notre planète et ses habitants pour vivre dans un monde plus équitable, en bonne santé et en respectant l'environnement.³¹

MOUSEL et PIECHAUD définissent le développement durable comme la mise en avant de ce qui offre le meilleur résultat du point de vue des trois contraintes : économique, sociale et écologique, c'est à dire avoir une économie qui se développe, des hommes qui ont des conditions de vie meilleures et disposer de ressources naturelles respectées. La CMED définit le développement durable comme : « le processus de changement par lequel l'exploitation des ressources, l'orientation des investissements, des changements techniques et institutionnels se trouvent en harmonie et renforcent le potentiel actuel et futur de satisfaction des besoins des hommes ». ³²

³⁰ Rapport Brundtland : L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature publie en 1980 un rapport intitulé « La stratégie mondiale pour la conservation » dans lequel est utilisé pour la première fois le terme « développement durable » traduit de l'anglais « *sustainable development* ».

Mais ce n'est qu'en 1987 que ce concept est clairement défini. C'est la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement des Nations Unies, qui publie un rapport intitulé "Our Common Future" ("Notre avenir à tous") et connu sous le nom de Rapport Brundtland, du nom de la Norvégienne Gro Harlem Brundtland, alors présidente de la CMED.

³¹ <http://mtaterre.fr/>

³² MÉMOIRE En vue de l'obtention du diplôme de Magister, Présenté par : Mme ARAB née HALATA Lyasmine

CHAPITRE I

I.2.4 Pourquoi le développement durable ?

Dans les années 70, un grand nombre d'experts et de scientifiques tirent la sonnette d'alarme quant à l'impact de l'activité des hommes sur la planète. Depuis la révolution industrielle, notre société a connu un développement sans précédent mais sans toujours mesurer les conséquences de l'évolution de son mode de vie. A cela s'est ajoutée l'accélération des échanges avec le reste du monde (la mondialisation), l'accroissement des inégalités entre pays riches et pays pauvres et les prévisions de croissance démographiques qui visent 9 milliards d'habitants sur la planète d'ici 2050.

Comment assurer demain un accès à l'alimentation et à l'eau potable, à la santé et à l'éducation pour tous ? Comment assurer la protection de la biodiversité et lutter contre le changement climatique?

Il est urgent de trouver un nouveau modèle pour que les générations de demain puissent continuer à vivre mieux sur une seule planète en bonne santé.

Le Développement Durable est une des solutions pour répondre à toutes ces problématiques.

I.2.5 Les dates clés du développement durable :

1960 :

- La communauté internationale prend conscience de la nécessité de privilégier un nouveau mode de développement plus respectueux de l'Homme et de son environnement !

1987 :

- On parle pour la première fois du développement durable (Rapport Brundtland – Nations Unies)

1992 :

Le Sommet de la Terre :

- Plus de 170 pays réunis à Rio de Janeiro. Ce sommet marque le début de l'engagement mondial pour le développement durable, avec l'adoption d'une déclaration solennelle et des recommandations pour la mise en œuvre des Agendas 21.

1997 :

CHAPITRE I

Le Protocole de Kyoto :

- 160 pays réunis pour lutter contre le changement climatique. Ils s'engagent à réduire de 5 % leurs émissions de gaz à effets de serre, responsables des modifications du climat. Entrée en vigueur du traité en février 2005.

2001 :

La Stratégie européenne de développement durable (SEDD) :

- Complète l'engagement politique de l'Union à l'égard d'un renouveau économique et social et ajoute une troisième dimension, celle de l'environnement, à la Stratégie de Lisbonne. La SEDD s'articule autour de 4 thèmes environnementaux : lutter contre le changement climatique, assurer des transports écologiquement viables, limiter les risques pour la santé publique, gérer les ressources de manière responsable.

2002 :

Le Sommet de Johannesburg :

- Renouvelle l'engagement pour les principes de Rio et fait le constat d'une aggravation de la situation environnementale et humaine, en particulier pour les pays en développement. Réaffirme la nécessité d'une mobilisation à tous les niveaux, et notamment au niveau des collectivités.

2003 :

La Stratégie nationale du développement durable (SNDD) :

- Document définissant les orientations françaises pour la mise en œuvre du développement durable.

2005 :

La Charte de l'environnement :

- Charte adossée à la Constitution française. Elle énonce que « les politiques publiques doivent promouvoir un développement durable. À cet effet, elles concilient la protection et la mise en valeur de l'environnement, le développement économique et le progrès social ». ³³

I.2.6 Les 3 piliers du développement durable :

³³ <http://www.regioncentre-valdeloire.fr/>

CHAPITRE I

I.2.6.1 Efficacité économique :

Il s'agit de développer la croissance et l'efficacité économiques pour favoriser la création de richesses pour tous à travers des modes de production et de consommation durables. Ce pilier repose notamment sur l'utilisation raisonnée des ressources et des milieux naturels, une évolution des relations économiques internationales (à l'image du « commerce équitable ») et l'intégration des coûts environnementaux et sociaux dans les prix des biens et des services.

I.2.6.2 Equité sociale :

Il s'agit de satisfaire les besoins humains en matière de santé, logement, consommation, éducation... et de répondre à un objectif d'équité sociale. Ce pilier repose notamment sur la satisfaction des besoins essentiels des populations, la lutte contre l'exclusion et la pauvreté, la réduction des inégalités et le respect des cultures.

I.2.6.3 Qualité environnementale :

Pour préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources naturelles sur le long terme, ce pilier repose notamment sur la gestion durable des ressources naturelles, le maintien des grands équilibres écologiques (climat, diversité biologique, océans, forêts...), la réduction des risques et la prévention des impacts environnementaux.

Seul un développement tenant compte de ces trois piliers pourra être considéré comme durable. Gouvernements, collectivités territoriales, acteurs économiques, associations, institutions publiques ou privées, etc., tous ont un rôle à jouer. La progression vers un développement durable se décline aussi bien au niveau local que global, à l'échelle du village comme à celle de la planète. Elle ne peut réussir que si le citoyen se sent responsable des progrès à accomplir et y participe tant dans ses activités professionnelles que privées.

Pour l'expert Pierre Radanne, il s'agit de rien de moins qu'un changement de civilisation : « Nous serons nombreux, 9 milliards, tous voudront bien vivre, les ressources sont limitées, et la charge sur l'environnement de la planète est déjà trop forte. Y a-t-il une manière de passer au milieu de ces quatre paramètres-là ? Je voudrais vous soumettre l'idée que la valeur fondamentale du XXI^e siècle, au sens moral, au sens écologique, au sens économique, va être l'optimisation des ressources. Que de chaque grain de matière on fasse le meilleur usage possible »

CHAPITRE I

On représente ces 3 piliers, par ce schéma : trois cercles entremêlés avec en leur centre, le «durable».

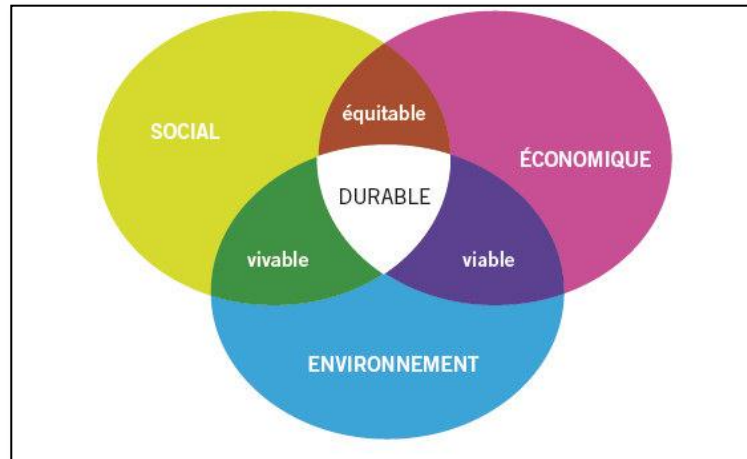


Figure 9: Les 3 piliers du développement durable (Source : <http://mtaterre.fr/>)

I.2.7 Une stratégie nationale :

À la suite des engagements pris à Rio en 1992 et renouvelés à Johannesburg en 2002, la France a bâti une première stratégie nationale de développement durable (SNDD) pour la période 2003-2008, orientée en particulier vers la mobilisation des services de l'État.

Mais la crise qui a déferlé sur le monde en 2008 oblige les États à s'interroger sur les causes des déséquilibres qui ont fait vaciller nos systèmes économiques et financiers. Ce contexte, dans lequel s'inscrit l'élaboration de la nouvelle SNDD 2009-2013, confère à l'exercice des exigences particulières.



Figure 10: Les 9 défis de la stratégie nationale de développement durable (source : <http://www.sante-environnement-travail.fr>)

CHAPITRE I

Il faut apporter des réponses à la détresse sociale et à la montée du chômage, tout en assurant une croissance sobre en termes de ressources naturelles afin de ne pas hypothéquer l'avenir par nos choix, notamment dans le domaine de l'environnement et du climat. La SNDD 2009-2013 est organisée en neuf défis clés, en cohérence avec l'architecture de la stratégie européenne de développement durable (SEDD).

Un plan simple³⁴ et structuré est retenu pour chaque défi, comprenant une présentation du contexte national et international et des enjeux à long terme, les principaux objectifs opérationnels ou chiffrés à l'horizon 2020, une sélection des choix stratégiques pour les atteindre et une liste des principaux leviers d'action devant faciliter la mobilisation des acteurs privés et publics.

Pour conforter la cohérence de la SNDD³⁵ avec la SEDD³⁶, les indicateurs de premier rang sont les onze retenus au niveau européen :

- Taux de croissance du PIB par habitant
- Émissions totales de gaz à effet de serre
- Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie primaire
- Consommation d'énergie des transports et PIB
- Productivité des ressources
- Indice d'abondance des populations d'oiseaux communs
- Part des captures en fonction de l'état des stocks halieutiques
- Espérance de vie et espérance de vie en bonne santé à la naissance
- Taux de risque de pauvreté après transferts sociaux
- Taux d'emploi des personnes âgées de 55 à 64 ans
- Aide publique au développement

I.2.8 Les quatre principes fondamentaux du développement durable :

I.2.8.1 Solidarité : entre les pays, entre les peuples, entre les générations, et entre les membres d'une société : partager les ressources de la Terre avec nos voisins en laissant à nos enfants. Par exemple : économiser les matières premières pour que le plus grand nombre en profite.

³⁴ (IFEN) (www.ifen.fr).

³⁵ La Stratégie nationale de développement durable

³⁶ La Stratégie européenne de développement durable.

CHAPITRE I

I.2.8.2 Précaution : dans les décisions afin de ne pas causer de catastrophes quand on sait qu'il existe des risques pour la santé ou l'environnement. Par exemple : limiter les émissions de CO₂ pour freiner le changement climatique.

I.2.8.3 Participation : de chacun, quel que soit sa profession ou son statut social, afin d'assurer la réussite de projets durables. Par exemple : mettre en place des conseils d'enfants et de jeunes.

I.2.8.4 Responsabilité : de chacun, citoyen, industriel ou agriculteur. Pour que celui qui abîme, dégrade et pollue, répare. Par exemple : faire payer une taxe aux industries qui polluent beaucoup.

I.2.9 Les enjeux du développement durable :

Une première théorie, dite à « durabilité très faible » de Robert Solow en 1974, très proche de la conception économique classique, énonce que les ressources sont substituables entre elles. Le problème ne vient pas que nous puissions dans les ressources, mais que nous n'investissons pas les bénéfices pour trouver des alternatives à ces ressources. Cette vision est notamment défendue par Hartwick dans son ouvrage « *The Economics of Natural Resource Use* » (Hartwick et Olewiler, 1998) où le capital naturel est substitué par le capital artificiel.³⁷

D'autres travaux comme ceux de Gene Grossman et Alan Krueger tendent à démontrer que la croissance économique est une bonne chose pour l'environnement. La solution à l'augmentation de la pollution est le développement de nouvelles technologies. Dans un premier temps, la pollution accroît avec la hausse des revenus, puis tend à la baisse (Bhagwati, 2010). Ces thèses sont appuyées par des constats tels que la diminution des nuages de pollution dans les grandes villes.

La théorie dite de « durabilité forte » considère au contraire que les ressources naturelles ne sont nullement substituables par les ressources artificielles. Les ressources naturelles doivent être maintenues dans un stock constant indépendant du capital artificiel (Cunha et Ruegg, 2003) (Zuindeau, 2000).

Malgré des avis divergeant, un consensus actuel tend vers la nécessité d'un développement qui harmonise, entre autres, la protection environnementale, la pérennité économique et l'équité sociale, indispensable à l'avenir de notre planète et à la qualité de nos vies (Vaillancourt, 1998).

L'enjeu économique est de maintenir une croissance afin de créer des richesses et améliorer les conditions de vie. Les enjeux sociaux ont pour objectif de satisfaire les besoins essentiels

³⁷ THÈSE pour l'obtention du grade de Docteur de l'UNIVERSITÉ DE LORRAINE, par Charline WEISSENSTEIN

CHAPITRE I

pour l'homme (santé, logement, éducation, etc.). Les enjeux environnementaux consistent à préserver un équilibre écologique (climat, diversité biologique, etc.).

Ces trois dimensions sont étroitement liées, une mauvaise gestion de l'une peut entraîner des bouleversements dans les autres. Un juste équilibre est donc nécessaire, et là sont tous les enjeux du développement durable :

- Un changement de vision temporelle : penser sur le long terme.

Une approche transversale et systémique qui tient compte des relations complexes entre les systèmes dans leur ensemble.

- Une démarche interdisciplinaire où la mobilisation de tous est requise, où les initiatives doivent s'effectuer au niveau local, régional, national et mondial, mais la responsabilité est globale.

- Une contextualisation des actions à entreprendre.

Ces problématiques interdisciplinaires, à la fois globales et locales, nécessitent une implication particulière de chacun des acteurs de la vie quotidienne. C'est un défi commun à l'ensemble des habitants de notre planète.

I.3 L'éco-conception :

I.3.1 Définition de la conception « design » :

Le processus de conception en anglais est défini par le verbe design, qui n'a pas de traduction directe en français. « *Concevoir (to design), c'est dessiner, exprimer un dessein par un dessin ou par une forme ou par un système de symboles (...) c'est créer, ou construire, quelque modèle symbolique à l'aide duquel on inférera ensuite le réel.* »³⁸ (Demailly & Lemoigne, 1986).

Les définitions les plus connues de la conception sont données dans l'ouvrage de Christopher Jones « *Design Methods : Seeds of Human Future* »³⁹ :

- trouver les vrais composants physiques de la structure physique (Alexander, 1963)
- la prise de décision dans le contexte d'incertitude avec des risques élevés pour l'erreur. (Asimov, 1962)
- la simulation de ce que nous voulons faire avant de faire. (Booker, 1964)
- « Engineering design » est l'utilisation des principes scientifiques, des informations techniques et de l'imagination dans la définition d'une structure mécanique, une machine ou

³⁸ Bonnardel. N, « Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives », Presses Universitaires de France, Volume 72, 2009

³⁹ Jones. J, *Design Methods: Seeds of Human Futures*, Wiley-Interscience, London, UK, 1970.

CHAPITRE I

un système pour exécuter des fonctions prédéfinies avec une économie et une efficacité maximales. (Feilden, 1963)

- une activité créatrice, autrement dit, produire une chose nouvelle et utile qui n'a pas existé auparavant. (Reswick, 1965)
- le saut d'imagination à partir des faits présents pour les possibilités futures. (Page, 1966)
- la solution optimale pour des besoins réels d'un ensemble de circonstances particulières. (Matchett, 1968).

Ces définitions données par nombreux de théoriciens de la conception diffèrent les unes des autres principalement du fait que les concepteurs définissent la conception sur la base de leurs expériences et le domaine de la conception (mécanique, architecturale...etc.) auquel ils appartiennent.

I.3.2 La conception écologique :

Une conception écologique est un bâtiment qui tire le meilleur parti du rayonnement solaire (en s'en protégeant ou en profitant de ses bienfaits) et de la circulation naturelle de l'air pour maintenir des températures agréables, contrôler l'humidité, favoriser l'éclairage naturel, tout en réduisant les besoins énergétiques⁴⁰.

L'énergie solaire arrivant sur notre planète représente une source d'énergie extraordinaire : la terre reçoit plus de 10 000 fois la puissance énergétique totale installée par l'homme aujourd'hui. Les principaux avantages apportés par l'énergie solaire sont sa propreté et sa disponibilité. Dans une habitation bioclimatique, cette énergie apporte à ses occupants de la lumière et de la chaleur.

I.3.2.1 Définition :

D'après la norme internationale ISO 14062, l'éco-conception peut être définie comme l'intégration des contraintes environnementales dans la conception et le développement de produits (l'agence française de normalisation).

L'éco-conception est une approche systématique et globale permettant de concevoir des produits plus respectueux de l'environnement. Souvent, l'éco-conception est menée avec l'objectif d'améliorer l'impact environnemental de produits existants.

⁴⁰ Construire à la Martinique avec le climat. Élément de conception pour tous. CAUE Martinique, 1982.

CHAPITRE I

L'éco-conception s'inscrit, de ce fait, précisément dans le champ du développement durable. En s'installant à l'interface de deux des trois piliers du développement durable, l'économie et l'environnement, l'éco-conception en forme un outil concret et efficace.

I.3.3 L'éco-conception et l'éclairage naturel :

Le rayonnement solaire apporte naturellement éclairage et chaleur.

Une conception écologique doit être conçue pour profiter de ces deux ressources. L'enveloppe du bâtiment et son orientation jouent des rôles prépondérants. L'enveloppe transforme le climat extérieur instable et inconfortable en un climat intérieur agréable par le biais de quelques astuces et de bon sens.

Les dépenses d'éclairage ne sont pas négligeables et une maison bien conçue permet de réduire les besoins même par ciel couvert. La connaissance de la capacité d'éclairement du site à différentes heures et périodes de l'année aide à organiser l'aménagement et tirer au mieux parti de l'éclairage naturel.

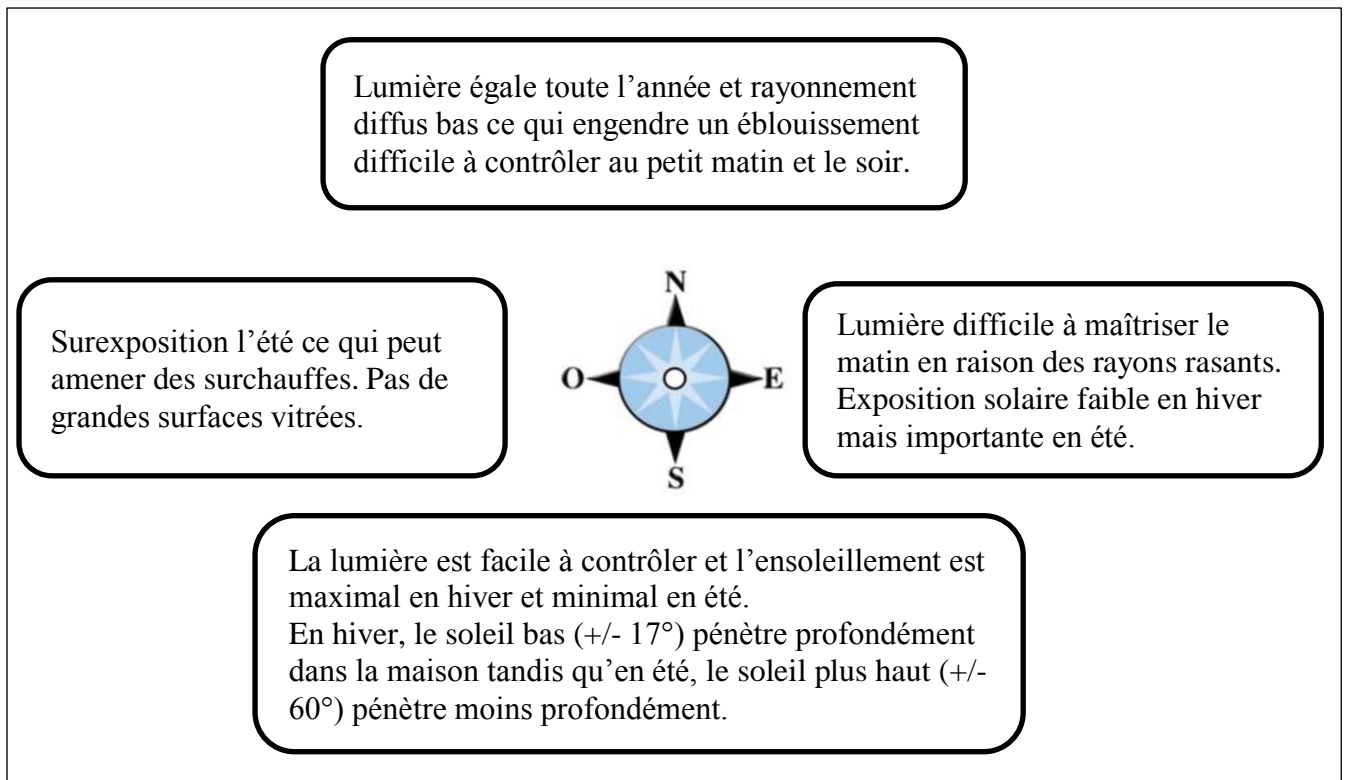


Figure 11: la lumière naturelle et l'orientation (source : auteur)

CHAPITRE I

La lumière naturelle se décompose trois sources d'éclairage :

- provenant du soleil,
- provenant du ciel,
- issu des réflexions de la lumière sur les surfaces intérieures et extérieures.

Pour profiter des apports solaires de façon passive, la maison doit être orientée au sud car le soleil y est disponible toute l'année. Cette façade doit donc s'ouvrir à l'extérieur par de larges surfaces vitrées. Les orientations est-ouest ne sont jamais favorables. En effet, trop de surfaces vitrées à l'ouest engendrent des surchauffes en été. Des vitres à l'est peuvent être envisagées si les brumes matinales sont absentes.

Elles apportent de la lumière et de la chaleur le matin. Enfin, l'orientation au nord n'est jamais favorable et il faut minimiser les ouvertures sur cette façade.

Il convient de souligner que le principal avantage de l'éco-conception est d'abord environnemental (réduction des impacts environnementaux et préservation des ressources). Une telle démarche a pour objectif la réduction des impacts d'un produit sur l'environnement notamment en améliorant le recyclage ou la récupération des ressources.

I.3.4 Conclusion :

Le développement durable concerne le rapport entre l'être humain et la planète. Il prend en compte le développement de la société sans oublier la protection du patrimoine.

Les architectes n'admettent pas fréquemment que construire est une agression pour l'environnement.

L'architecture bioclimatique, Chaleur en hiver, fraîcheur en été, lumière, ... sont les composantes du **confort** dont nous voulons bénéficier dans notre bâtiment. Un confort qui trop souvent coûte cher en énergie. L'architecture bioclimatique tente de répondre aux exigences de confort des habitants en tirant passivement le meilleur parti des éléments du "climat" : ensoleillement, vents, relief, végétation, "Construire avec le climat" permet ainsi de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en **éclairage** de l'habitation.

La prise en compte des stratégies et des concepts de l'architecture bioclimatique vise à harmoniser les rapports de bâtiment (au sens large) aux moyens d'assurer le chauffage, le refroidissement et **l'apport de lumière naturelle**. Elle veut concrétiser des espaces de vie en concordance avec leur environnement.

II. CHAPITRE II : LA LUMIÈRE NATURELLE ET LE CONFORT VISUEL EN ARCHITECTURE :

II.1 La lumière naturelle :

L'éclairage a un effet profond sur la vie des êtres humains. Il facilite la vision qui est notre source d'informations la plus importante sur le monde et il affecte notre fonctionnement biologique. La plupart des renseignements que nous obtenons grâce à nos sens, nous les obtenons par la vue, soit près de 80%. C'est l'homme et sa perception qui décident si un éclairage est efficace ou non. Indépendamment de son efficacité technique, une lumière qui éblouit, entamant la capacité visuelle et le bien-être, représente toujours une perte d'énergie. Par rapport à ces sources de lumière aveuglantes, même les zones fortement éclairées apparaissent alors relativement sombres. Une lumière confortable, non éblouissante, offre au contraire des conditions de perception optimales et un confort pour l'œil humain.

Il est important de bien comprendre l'enjeu de la lumière pour ensuite l'intégrer dans la démarche de création architecturale. Dans ses lieux de vie, l'homme a besoin de sa présence. Il faut donc construire ou rénover en en tenant compte.

Les êtres humains possèdent une extraordinaire capacité à s'adapter à leur environnement immédiat. De tous les types d'énergie naturelles que les humains peuvent utiliser, la lumière est la plus importante. La lumière est un élément nécessaire à la vision et fondamentale pour apprécier la forme, la couleur et l'ambiance de l'environnement qui nous entoure dans notre vie quotidienne et nous permet d'exercer nos travaux dans des situations de confort visuel. Elle donne un sentiment de gaieté et de luminosité qui peuvent avoir un impact positif et significatif sur les personnes.

II.1.1 Définition :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir ».⁴¹

Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes.⁴²

⁴¹ W. C. BROWN et K. RUBERG. «RSB 88 : Facteurs de performance des fenêtres ». Canada.1988 [En ligne] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/rsb.html> (Page consultée le 12 octobre 2004)

CHAPITRE II

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement énergétique provenant du soleil. Sa disponibilité dépend de nombreux paramètres dont la position du soleil et la couverture nuageuse. La distribution de la lumière naturelle provenant du soleil et de la voûte céleste peut être modélisée par différents types de ciel.⁴³

Les grandeurs photométriques permettent de quantifier la lumière naturelle reçue par une surface : l'éclairement, et l'impression visuelle produite : la luminance. L'éclairement est la grandeur la plus utilisée même si elle n'est pas toujours la plus adaptée pour caractériser les ambiances lumineuses.

Au 20ème siècle, la lumière naturelle est devenue une source de créativité pour les architectes tels que Frank Lloyd Wright qui affirmait que « la qualité intérieure d'un espace dépend de la quantité d'espace extérieur qui entre par le truchement de la lumière et de la transparence », Le Corbusier avec sa fameuse citation, « L'architecture est le jeu savant, correct et magnifique des volumes sous la lumière ; les ombres et les clairs révèlent les formes Tadao Ando « La lumière est l'origine de tout être », Jean Nouvel, ...etc. Dans la plupart des projets du Corbusier, la lumière naturelle été un élément clé dans sa conception. La chapelle de Ronchamp (Haute-Saône) est l'une de ses grandes œuvres qu'il a conçus en 1955 comme "une sculpture de lumière et de blancheur inscrite dans le paysage".



Figure 13: La chapelle de Ronchamp

(Source : Le Corbusier)



Figure 12: Vue d'intérieur de la chapelle

(Source : Le Corbusier)

⁴² MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002, p 1-3.

⁴³ <http://www.guide-clea.fr>

CHAPITRE II

Et selon Tadao Ando, La lumière crée tout, elle est la forme fondamentale du sens de l'espace. Elle permet à l'homme de percevoir l'espace qui l'entoure et ainsi définir son propre être. La lumière naturelle définit aussi le temps car elle change avec le moment du jour et de l'année. Dans son projet de l'église de la lumière, Ando coupe deux lignes dans un des murs. A ce moment, un rayon de lumière fracture l'obscurité. Mur, sol et plafond, chacun intercepte la lumière, et leur existence est révélée. Pour transcrire cela en volume, Tadao Ando utilise des fenêtres basses pour créer une lumière diffuse ou des ouvertures zénithales qui produisent une infinité de lumières douces.



Figure 14: L'église de la lumière (source : Tadao Ando)

II.1.2 Sources de l'éclairage naturel :

La source de l'éclairage naturel est d'abord **le soleil** et ensuite **le ciel**. Les constructions qui abritent l'homme sont essentiellement opaques et limitent l'effet de la luminosité du ciel. Il importe donc de connaître les conditions dans lesquelles des baies transparentes ou translucides permettent de répondre aux différents besoins en lumière naturelle à l'intérieur des espaces, pour cela il demeure nécessaire d'apprendre les notions fondamentales et les données de base inhérentes à la lumière naturelle.

II.1.2.1 Le soleil :

Le soleil est la seule origine du rayonnement visible direct, défini comme étant (la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre sous forme de rayons parallèles et qui résulte d'une atténuation sélective par l'atmosphère).

La lumière naturelle sous un ciel clair atteint un éclairement au sol de 60.000 à 100.000 lux qui s'avèrent faciles à capter et à diriger. Cette source présente une dynamique intéressante

CHAPITRE II

qu'on peut utiliser en tant qu'énergie lumineuse et thermique. En revanche le rayonnement solaire direct est souvent une source d'éblouissement et de surchauffe des espaces exposés et même des ombres portés et propres, contrastées qui seront gênant pour l'exécution d'une tâche visuelle.

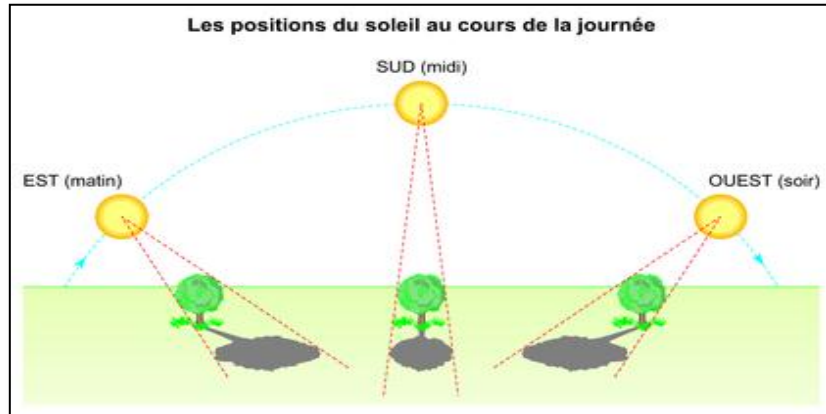


Figure 15: Les positions du soleil au cours de la journée (Source : <http://www.assistancescolaire.com/>)

Il est impératif de prendre en considération d'autres paramètres lors de la conception afin d'améliorer les stratégies de conception pour qu'ils soient efficace et économique. Il s'agit :

II.1.2.1.1 Du système Soleil-Terre :

La terre tourne à l'intérieur du système solaire d'une façon très complexe et c'est au tour de l'axe équateur qu'elle tourne pour une durée de 24H ce qui définit le cycle jour/nuit, alors qu'en même temps, la Terre tourne aussi autour du Soleil ce qui provoque le changement saisonniers pendant 365jours. (fig. 16 et 17)

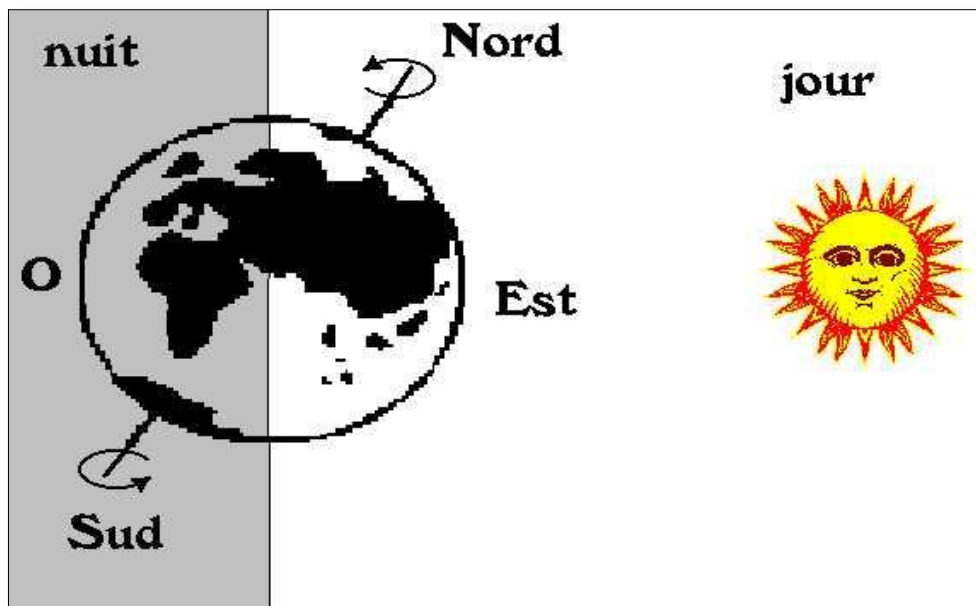


Figure 16: Rotation de la terre autour de son axe.
Source : <http://sirius.astroclub.free.fr/>

CHAPITRE II

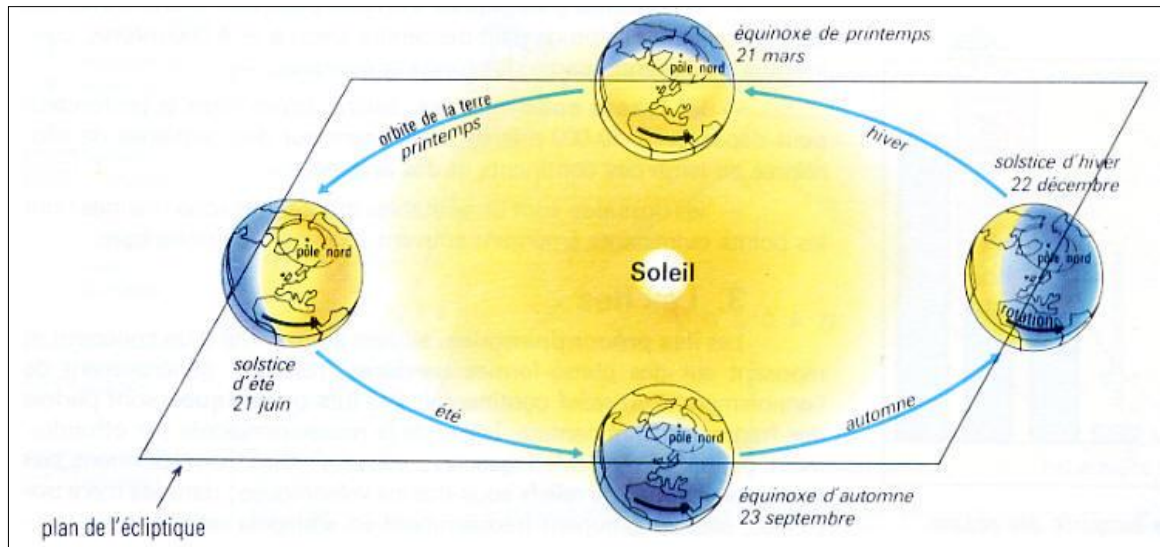


Figure 17: Rotation Terre autour du soleil (source : <http://www.alertes-meteo.com>)

II.1.2.1.2 La course solaire :

L'emplacement du soleil dans le ciel est défini par la course solaire qui est repéré par son azimut et sa hauteur angulaire par rapport au système Terre-Soleil. L'azimut est l'angle horizontal formé par un plan vertical passant par le soleil et le plan méridien du point d'observation. Par convention, l'orientation Sud-Est a une valeur égale à zéro.

La hauteur angulaire du Soleil est l'angle que fait la direction du soleil avec le plan de l'horizon. (fig.18)

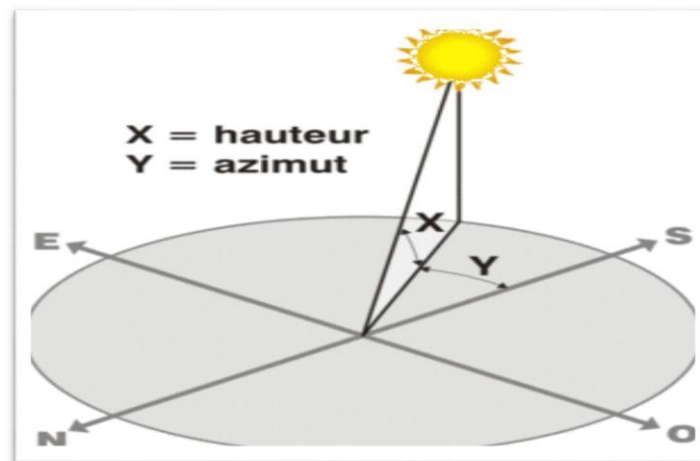


Figure 18 : Coordonnée du Soleil. (Source : <http://sirius.astroclub.free.fr/>)

II.1.2.2 Le ciel :

La lumière diffusée du ciel est une résultante de réflexion et de réfraction des rayonnements diffusés d'abord du Soleil. On considère que la voûte céleste est uniforme bien qu'elle n'est pas à l'origine de la composition spectrale du rayonnement diffus, de la composition de l'atmosphère et des particules en suspension. En effet, la lumière diffusée du ciel est

CHAPITRE II

disponible dans toutes les directions, génère peu d'éblouissement et ne provoque pas de surchauffe. Mais peut être considérée comme insuffisante dans le cas d'un ciel couvert en hiver. IZARD, 1994. Cette période hivernale, est la plus utilisée dans les calculs du fait qu'elle est considérée comme le cas le plus défavorable. Elle permet également un calcul plus simple que celui d'un ciel ouvert à cause des problèmes liés au positionnement variable du soleil.

Parmi les principaux types adoptés pour le calcul de l'éclairage naturel on cite :

II.1.2.2.1 Le ciel uniforme :

C'est un modèle de ciel dont tous les points ont la même luminance. (fig.19) C'est le type de ciel le plus ancien et qui donne des calculs très simples pour établir les abaques. Mais ce type n'est pas retenu pour la normalisation internationale.

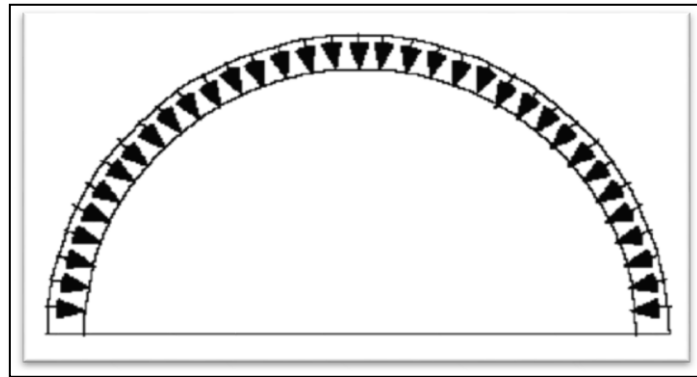


Figure 19: Schéma d'un ciel uniforme. (Source : IZARD J. L. 1994.)

II.1.2.2.2 Le ciel serein ou clair normalisé (C.I.E) :

C'est le type de ciel dont la luminance varie selon le positionnement du luminaire (exp: soleil) pendant la journée et selon les saisons et les latitudes. (fig. 20) Dans ce cas les calculs prennent en considération la variation du positionnement du soleil et donc l'angle d'insolation mais pas la variation de la luminance de la source lumineuse.

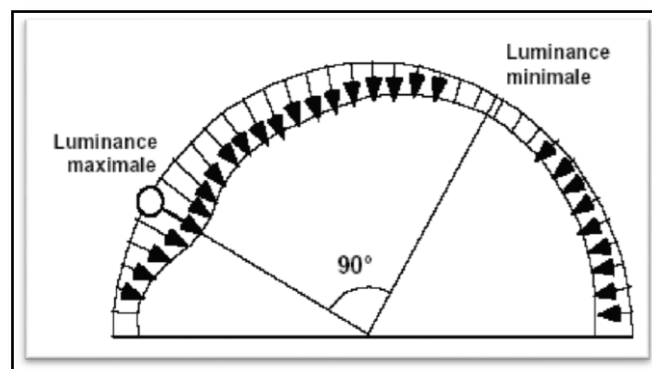


Figure 20 : Schéma d'un ciel serein normalisé. (Source : IZARD J. L. 1994.)

CHAPITRE II

II.1.2.2.3 Le ciel couvert normalisé (C.I.E):

C'est le modèle avec lequel la majorité des abaques solaires ont été établis et pour lequel la répartition des luminances est variable selon la position du soleil. Sur le plan théorique, cette répartition et ce niveau de luminance ont un caractère cyclique annuel, pourtant, ils couvrent une infinité de ciels différents en fonction de la luminance des nuages, de leur surface, de leur position. (HERDE et LIEBARD, 2005.)

II.1.3 Le champ visuel :

On ne peut pas parler de la perception visuelle sans parler du champ visuel qui est la capacité de l'œil à saisir une information visuelle qui dépend de sa position relative dans le champ visuel. Le champ visuel est l'espace délimité par la perception spatiale de l'œil, sans bouger la tête. Sachant que le champ visuel est légèrement différent pour chaque individu, la portée verticale des yeux couvre un angle d'environ 130° ; elle est limitée vers le haut par les arcades sourcilières et vers le bas par les joues. Le champ horizontal total des yeux est d'environ 180° lorsqu'ils sont dirigés vers un objet fixe.



Figure 21 : Le champ visuel (Source : Magali Bodart et al.)

Chaque œil a un angle de vision d'environ 150° . A l'endroit où les champs visuels se recouvrent, l'homme a une vision binoculaire; ils se superposent dans la zone médiane où un même objet est vu simultanément par les deux yeux mais sous un angle différent. La capacité de l'œil à saisir une information visuelle dépend de sa position relative dans le champ visuel.

II.1.4 La perception des couleurs :

La couleur apporte une dimension supplémentaire à l'éclairage. Les comportements humains sont en effet influencés par les réponses émotionnelles à l'environnement et la couleur est l'un des facteurs principaux de sa perception. La couleur d'un objet dépend de la lumière qui l'éclaire : la couleur bleu est une couleur froide (riche en radiations bleues) tandis la couleur rouge est une couleur chaude (riche en radiations rouges). En outre, il faut savoir qu'une pièce

CHAPITRE II

est d'autant plus éclairée que les surfaces qui réfléchissent la lumière sont claires. Pour l'œil humain, la couleur est une sensation. Les récepteurs de l'œil servent à décomposer les informations lumineuses en signaux électriques qui seront envoyés au nerf optique puis au cerveau. Le système récepteur de l'œil (la rétine) est formé d'un ensemble de cônes et de bâtonnets : les premiers étant très sensibles à la lumière sont responsables de la perception des couleurs (bleu, vert, rouge). Les seconds, 100 à 500 fois plus sensibles que les cônes, nous permettent de voir dans des conditions de faible éclairage. L'œil voit les couleurs de façon différenciée. A chaque couleur est associée une longueur d'onde que nous percevons plus ou moins bien. Ainsi, nous sommes très sensibles au jaune et voyons mal les bleus et les rouges. Le schéma suivant montre la perception des couleurs par l'œil humain :

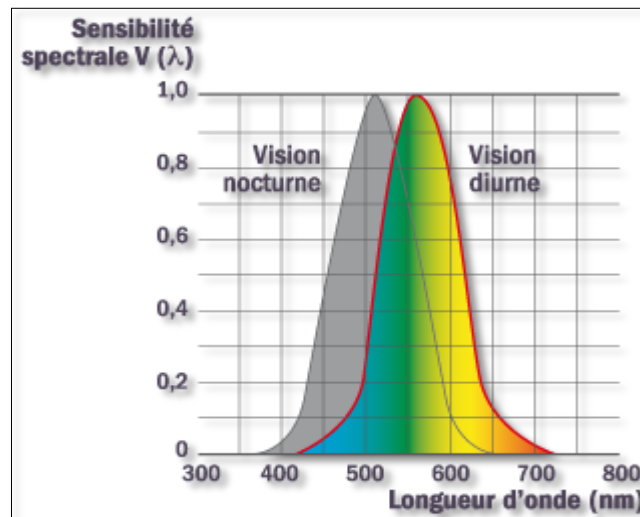


Figure 22 : La perception des couleurs par l'œil humain (Source : <http://www.hagident.eu/>)

La lumière est caractérisée par un facteur de réflexion qui varie d'une couleur à l'autre. Ce facteur est le rapport entre la quantité de lumière L , tombant sur une surface et la lumière I , réfléchi par cette surface. Il s'exprime en %. La figure suivante donne les différents facteurs de réflexion pour des couleurs :

COULEUR		FACTEUR DE RÉFLEXION EN %						
PAPIER BLANC 84%	CRÈME CLAIR 73%	CRÈME FONCÉ 70%	JAUNE CITRON 70%	JAUNE D'OR 62%	CHAMOIS CLAIR 60%	CIMENT 55%	PIERRE (MOYENNE) 40%	BLEU CIEL 48%
GRIS TRIANON 45%	BEIGE 43%	ROSE SAUMON 42%	VERT D'EAU 38%	HAVANE 32%	BLEU TURQUOISE 27%	ROUGE CLAIR 21%	VERT PRAIRIE 19%	NOIR 0%

Figure 23: facteur de réflexion des couleurs (Source : Éclairage et confort visuel)

CHAPITRE II

II.1.5 Les caractéristiques physiques de la lumière naturelle :

II.1.5.1 Le rayonnement et le spectre électromagnétique :

Un rayonnement électromagnétique désigne une perturbation des champs électriques et magnétiques qui a comme vecteur le photon. En physique classique, il est décrit sous la forme d'une onde électromagnétique correspondant à la propagation d'un champ magnétique et d'un champ électrique (l'un étant perpendiculaire à l'autre) en ligne droite à partir d'une source constituée par un mouvement alternatif de charges électriques. La décomposition du rayonnement électromagnétique selon ses différentes composantes en termes de fréquence, d'énergie des photons ou encore de longueur d'onde nous donne un spectre électromagnétique, ou la lumière visible constitue une petite tranche de ce large spectre.

Spectre électromagnétique : Radioélectricité Spectre radiofréquence Bande VHF-UHFS spectre micro-ondes														
Fréquence	9 KHz 1 GHz 300GHz 3 THz 405 THz 480THz 508 THz 530THz 577 THz 812 THz 890 THz 750 THz 30 PHz 30 PHz													
Longueur d'onde	33 km 30 cm 1 mm 100 µm 745 nm 625 nm 590 nm 585 nm 520 nm 490 nm 435 nm 400 nm 10 nm 5 pm													
Bande	Ondes radio	Micro-ondes	térahertz	Infra rouge								Ultraviolet	rayons X	rayons Y
		Rayonnement pénétrants			Lumière visible							Rayonnement ionisants		

Tableau 2: Domaines du spectre électromagnétique en fonction de la longueur d'onde et de la fréquence

(Source: Auteur)

II.1.5.2 Les Spectres lumineux (Light Spectrum) :

Ce qu'on appelle lumière blanche ou solaire est la lumière usuelle, celle du jour. La lumière se décompose en plusieurs ondes qui ont différentes fréquences, et que l'œil l'aperçoit comme des couleurs : rouge, orange, jaune, verte, bleue et violette. Ces ondes forment un faisceau de bandes parallèles qu'on appelle le spectre lumineux. Les couleurs d'un arc-en-ciel sont les couleurs du spectre qui résulte de la décomposition de la lumière du soleil. Autrement dit, le spectre lumineux est la figure obtenue par la décomposition d'une lumière en radiations monochromatiques au moyen d'un système dispersif. Il constitue l'ensemble de toutes les vibrations du champ électromagnétique possibles. Il existe deux principaux types de spectre lumineux, le premier, est appelé le spectre d'émission qui est produit directement par la lumière émise par une source. Le deuxième, c'est le spectre d'absorption qui est obtenu en analysant la lumière blanche qui a traversé une substance gazeuse ou liquide. La lumière

CHAPITRE II

visible par l'œil humain est une partie infime de toutes les vibrations du champ électromagnétique. Le spectre visible correspond aux longueurs d'ondes situées entre 400 nm (vu par l'œil comme la couleur violette) et 700 nm (la couleur rouge). Au-delà de ces longueurs d'onde, l'œil ne détecte plus la lumière.

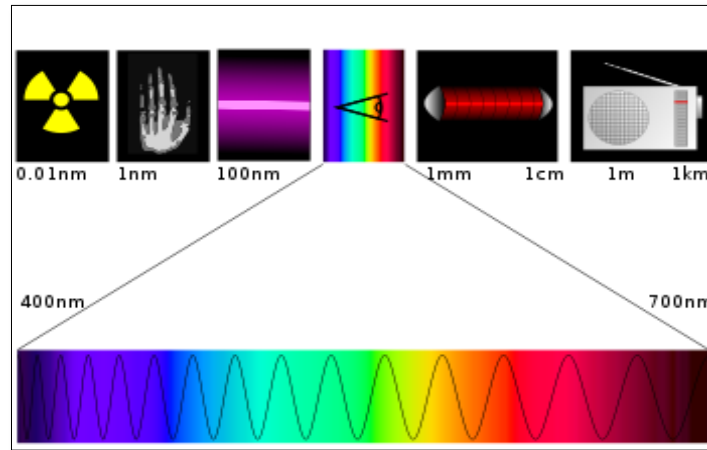


Figure 24: La lumière visible par l'œil humain (Source : <http://www.techno-science.net>)

II.1.6 Les grandeurs photométriques :

II.1.6.1 La photométrie :

La photométrie, ou la mesure de la lumière et des phénomènes lumineux, est une des bases essentielles de l'éclairage. Le but de la photométrie est de quantifier les grandeurs relatives au rayonnement en fonction de l'impression visuelle produite. La photométrie est la science qui étudie le rayonnement lumineux du point de vue de la perception par l'œil humain.

Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage et il en existe quatre fondamentales⁴⁴ :

- **l'intensité lumineuse (candela)**, qui est une des 7 unités du système international mais qui est peu utilisée seule dans l'éclairage à part pour des luminaires très directifs.
- **le flux lumineux (lumen)**, qui est notamment utilisé pour exprimer le flux total émis par une source lumineuse
- **l'éclairement (lux)**, qui peut est notamment utilisé pour exprimer la quantité de lumière souhaitée sur une surface dans une pièce
- **la luminance (candela/m²)**, qui porte la notion d'éblouissement et qui est la seule de ces quatre notions directement appréciable par l'être humain

⁴⁴ <http://leclairage.fr/th-photometrie/>

CHAPITRE II

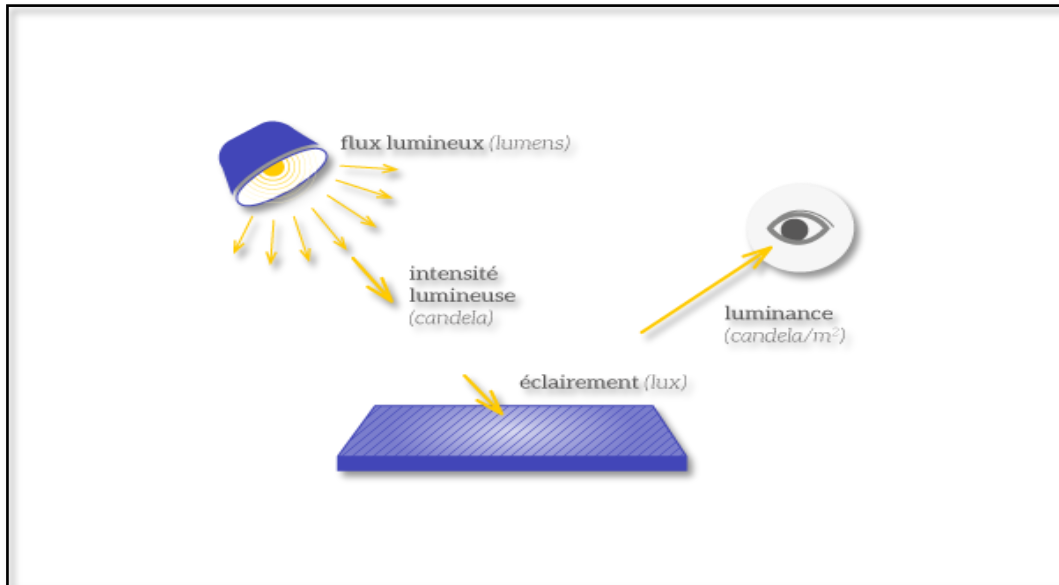


Figure 25: Les quatre notions de la photométrie (source : <http://leclairage.fr/th-photometrie/>)

Ces quatre facteurs sont liés entre eux comme ceci : Une source d'éclairage naturelle ou artificielle rayonne dans toutes les directions de l'espace un flux lumineux dont l'unité est le lumen (lm). Ce flux, dans une direction donnée, a une certaine intensité exprimée en candelas (cd) ; une surface, placée à une distance donnée de la source, reçoit un éclairement qui s'exprime en lux (lx). Enfin, cette surface éclairée renvoie une partie de l'éclairement reçu en direction de l'observateur : c'est la luminance exprimée en candelas par mètre carré (cd/m^2).

II.1.6.1.1 Le flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'œil, de la quantité globale de lumière rayonné dans toutes les directions de l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm). Le flux lumineux décrit la puissance lumineuse totale fournie par une source lumineuse. L'effet optique d'une source lumineuse n'est cependant pas décrit correctement de cette manière, car le rayonnement fourni est saisi sans faire de différence dans l'ensemble de la plage de fréquence, et que la sensibilité spectrale de l'œil n'est ainsi pas prise en compte.

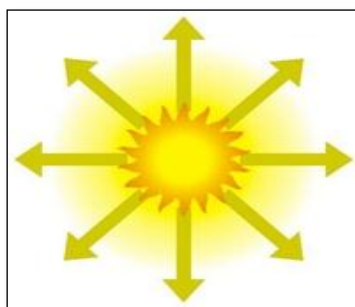


Figure 26: Le flux lumineux (Source <http://www.commerce-eclairage.be/>)

CHAPITRE II

II.1.6.1.2 L'intensité lumineuse :

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candela (cd). Cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source directive. Elle ne dépend pas de la distance d'observation.⁴⁵ En photométrie, l'intensité lumineuse est une mesure de l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse. Une source lumineuse ayant la même intensité lumineuse dans toutes les directions est dite à répartition isotrope.

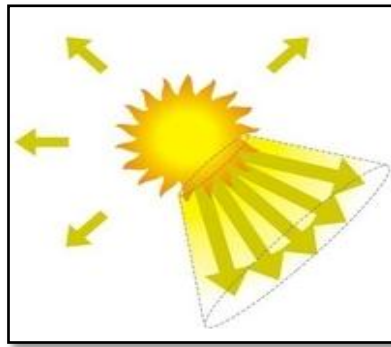


Figure 27: L'intensité lumineuse (Source: <http://www.ruggiu.com>)

II.1.6.1.3 L'éclairement

L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à $1\text{lm}/\text{m}^2$, il correspond à un flux lumineux de 1 lumen (lm) couvrant uniformément une surface de 1 mètre carré (m^2). L'éclairement dépend de l'intensité de la source lumineuse, de la distance entre la source et la surface éclairée et de son inclinaison par rapport aux rayons lumineux. L'éclairement caractérise donc la quantité de lumière reçue par une surface. L'échelle des niveaux d'éclairement disponibles naturellement est très étendue : elle varie de 0,2 à 100 000 lx.

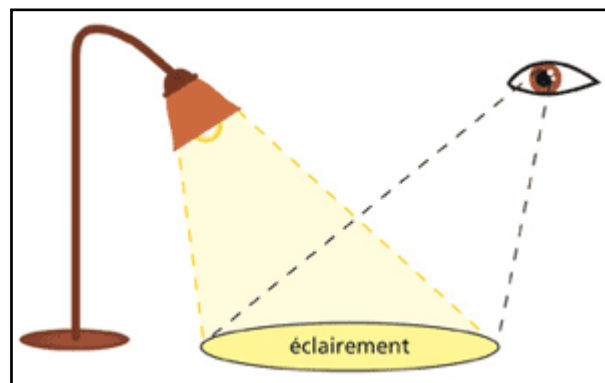


Figure 28: L'éclairement (Source: <http://www.lumiere-spectacle.org>)

⁴⁵ http://leclairage.fr/th-photometrie/#Le_flux_lumineux

CHAPITRE II

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs d'éclairement d'une surface horizontale extérieure :

Source lumineuse	Eclairement (Ix)
Plein lune	0.2
Ciel couvert	5000 à 20 000
Ciel clair sans soleil	7000 à 24 000
Plein soleil d'été	100 000

Tableau 3: L'éclairement des sources lumineuses
(Source: Sigrid Reiter et al.)

II.1.6.1.4 La luminance :

La luminance est la grandeur de photométrie la plus connue du grand public, c'est celle qui correspond le mieux à nos sensations visuelles. Elle exprime le niveau de luminosité qui est une donnée sensorielle sans tenir compte du débit de lumière. La luminance⁴⁶ correspond au nombre de candela par m² de surface apparente. Elle caractérise l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source dans une direction précise. Une source lumineuse primaire (projecteur) ou secondaire (surface réfléchissante) émet vers l'œil des rayons lumineux. La somme de ces rayons lumineux forme l'image de la source de lumière sur la rétine. La luminance d'une surface dépend du flux lumineux reçu, du degré de réflexion de cette surface et de la direction d'observation par rapport à la source lumineuse éclairant cette surface.

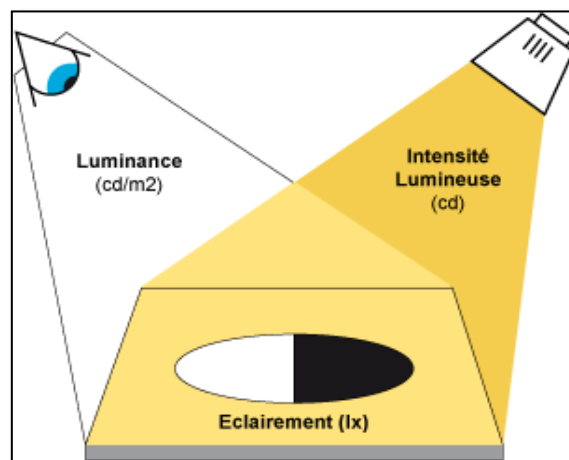


Figure 29: La luminance (Source: <http://michel-vause.infographie-heaj.eu>)

⁴⁶ <http://www.lumiere-spectacle.org/grandeurs-photometriques.html>

CHAPITRE II

La luminance est tout simplement la sensation visuelle qu'on a de la lumière. Il y a plusieurs facteurs qui influencent le niveau de luminance. En premier est l'intensité lumineuse de la source de lumière. Ensuite lorsque la luminance est renvoyée par une surface éclairée, tous les paramètres géométriques qui pondèrent plus ou moins la luminance. Et enfin, la coloration de la source lumineuse influence aussi le niveau de luminance.

II.1.7 Types d'éclairage naturel :

II.1.7.1 L'éclairage latéral :

C'est le type d'éclairage le plus utilisé et le plus ancien et qui répond à trois besoins fondamentaux : la lumière, la vue et la ventilation. Une intégration des dispositifs de protection solaire est souvent mise en place à fin de réduire l'éblouissement grâce à la pénétration du flux lumineux indirecte. Il est impératif de noter aussi que l'éclairage naturel latéral est accompagné de l'effet du contraste qu'on peut diminuer à l'aide de l'éclairage bilatéral ou à l'aide d'autres moyens tel que la taille des ouvertures, leurs dispositions ; etc.

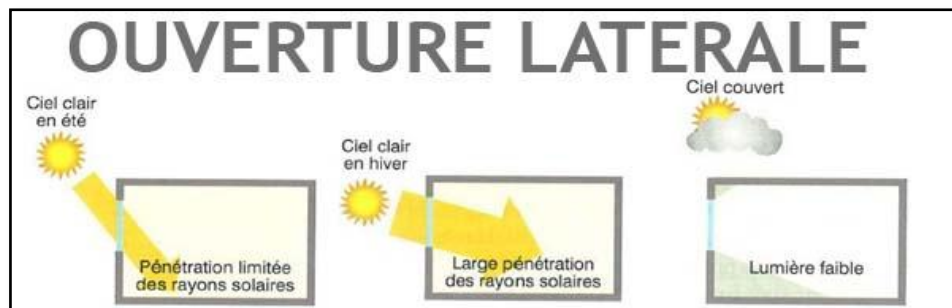


Figure 30: Exemple de l'éclairage latéral. (Source : UCL Architecture et climat)

II.1.7.2 L'éclairage Zénithal :

D'après C. TERRIER et B. VANDEVYVER⁴⁷, le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50 mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.⁴⁷

⁴⁷ TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité,

Paris : ED 82, *Travail et Sécurité*, (Mai 1999), p1 [En ligne] www.inrs.fr (Page consultée le 21 septembre

CHAPITRE II

- Ce type d'éclairage s'avère le plus efficace pour **des espaces à faible et moyenne hauteur** (deux ou trois niveaux) étant donné qu'il est facile d'avoir un éclairage pas très homogène mais plus confortable c'est-à-dire suffisamment intense et uniforme.

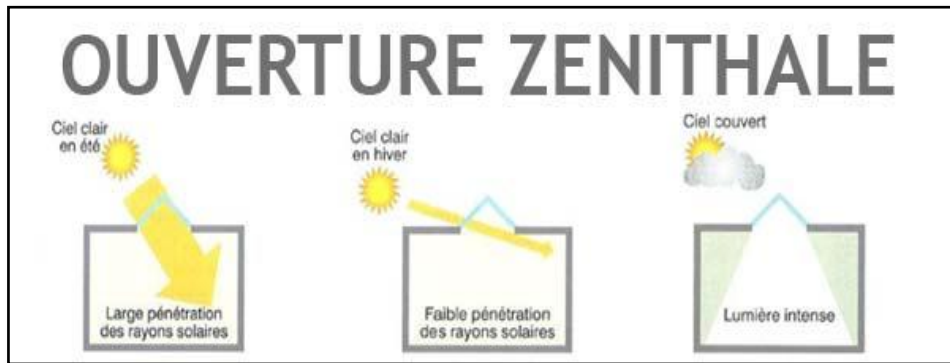


Figure 31: Exemple de l'éclairage zénithal. (Source : UCL Architecture et climat)

II.1.7.3 L'éclairage composé :

D'après son nom, l'éclairage composé est une résultante dans un même local de sources lumineuses latérales et zénithales au même temps.

-L'avantage de ce type d'éclairage, est la possibilité de la combinaison entre les avantages de l'éclairage zénithal et de l'éclairage latéral. Ceci permet d'obtenir une distribution équilibrée de l'éclairage horizontal en réduisant l'effet d'éclairage contrasté et donc l'éblouissement, en plus de la satisfaction des besoins psycho biologiques de contact avec l'extérieur.

Le principe de l'éclairage composé est d'avoir une source zénithale au fond de l'espace là où l'éclairage obtenu par la source latérale est insuffisant. Cela ne veut pas dire que l'éclairage composé est la solution universelle pour tous les problèmes d'éclairage, car le projet comprend plusieurs espaces avec des activités différentes avec des spécificités et des besoins hétérogènes et même complexes parfois, pour qu'il sera impératif de choisir entre les deux systèmes d'éclairage latéral ou zénithal.

II.1.7.4 Ouverture latérale ou zénithale ?

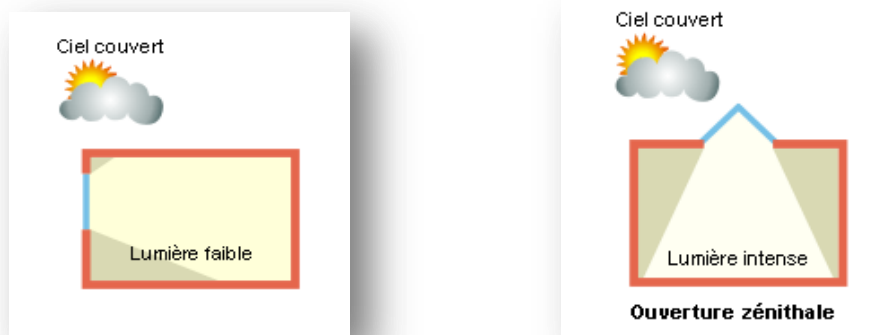


Figure 32: Ouverture latérale et ouverture zénithale. (Source : <http://www.energieplus-lesite.be/>)

Au niveau de l'apport de lumière naturelle, une ouverture zénithale s'ouvre sur la totalité de la voûte céleste. Elle induit une meilleure pénétration de lumière, particulièrement par temps nuageux. La distribution lumineuse obtenue par une ouverture zénithale est aussi beaucoup plus homogène que celle produite par une fenêtre latérale. De plus, la lumière entre dans les locaux par le plafond, ce qui limite a priori les phénomènes d'éblouissement. L'éclairage zénithal convient spécialement à la pénétration de la lumière naturelle dans les bâtiments bas et profonds. Par contre, la lumière latérale est favorable à la perception du relief. L'entretien est également plus facile que pour une ouverture zénithale. De plus, le bilan thermique est en faveur d'une ouverture verticale. En été, les apports peuvent être limités (particulièrement au sud, via une "casquette" architecturale).

II.1.8 Dispositifs de l'éclairage naturel :

"L'expérience plastique que devait représenter l'accès au Panthéon mérite qu'on s'y arrête. (...) L'entrée plongeait le visiteur - comme elle le fait encore de nos jours - dans une sorte de stupeur extatique : l'explosion spatiale, dans le clair-obscur mystique, la stabilité paisible de l'immense coupole suspendue sans effort et tournant lentement autour de l'observateur et enfin l'extraordinaire lumière zénithale baignant l'édifice, comme aspiré vers l'ouverture béante de l'oculus central, ... »⁴⁸

⁴⁸ Henri Stierlin, Hadrien et l'architecture romaine, Payot, Office du livre, 1984, 224 Pages

CHAPITRE II

II.1.8.1 Environnement extérieur :

II.1.8.1.1 Masques : La présence de masques extérieurs se traduit le plus souvent par une réduction importante de la quantité de lumière disponible.

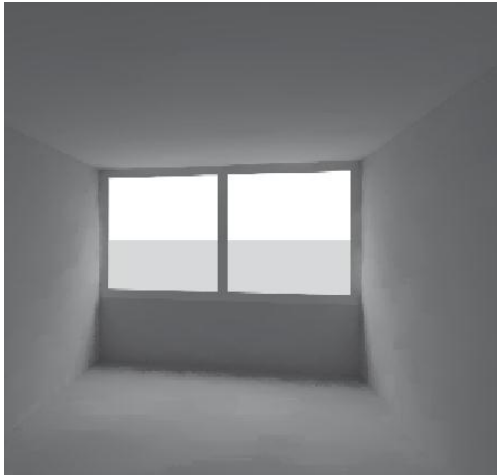


Figure 33: absence d'un masque

(Source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

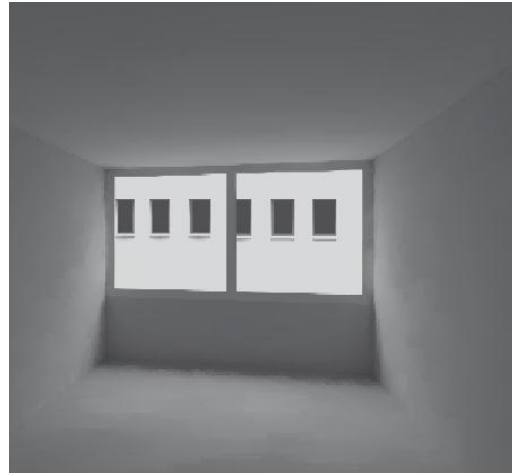


Figure 34: présence d'un masque

(Source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.1.8.1.2 Orientation :

En cumul annuel, la partie Nord de la voûte céleste est la moins lumineuse. En conséquence, les locaux dont les ouvertures donnent sur cette orientation seront nettement défavorisés.

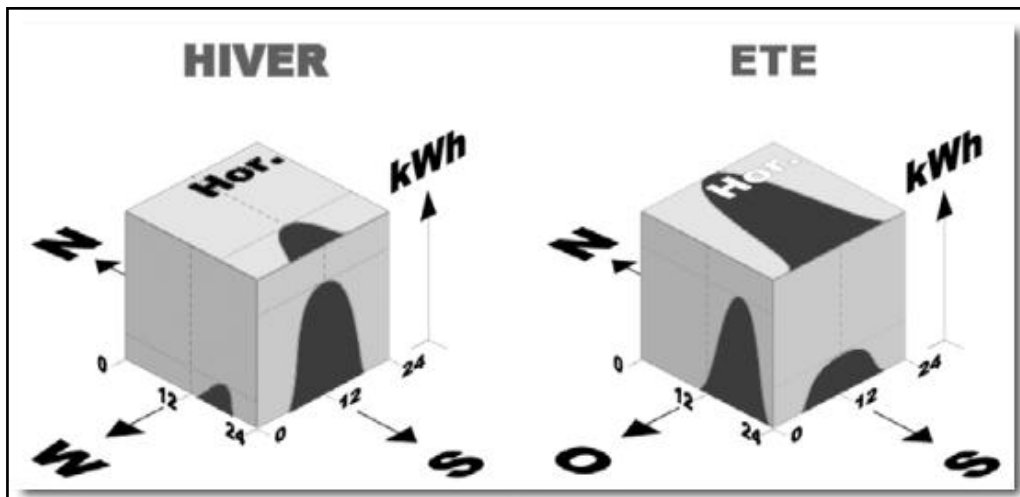


Figure 35: Les variations saisonnières sur les différentes façades (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

Les variations saisonnières sont très marquées sur les différentes façades. Il faut noter que seule la façade sud reçoit, relativement, moins d'énergie en été qu'en hiver.

CHAPITRE II

II.1.8.2 Ouvertures en Façade :

II.1.8.2.1 Indice d'ouverture :

L'indice d'ouverture représente le pourcentage de surface vitrée rapportée à la surface du local.

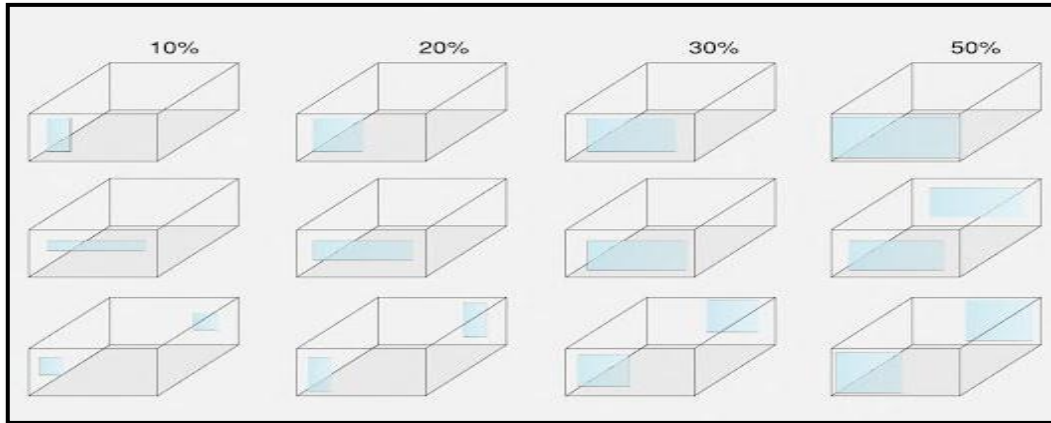


Figure 36: indice d'ouverture pour l'éclairage naturel, augment de gauche à droite (Source : Claude-Alain Roulet, Eco-confort)

L'éclairage naturel dépend directement de la part du ciel vue au travers de l'ouverture. L'indice d'ouverture est le rapport de la surface vitrée d'un local à sa surface de plancher. Il permet d'estimer en première approximation le potentiel de l'éclairage naturel (fig.36). Ce n'est toutefois pas le seul paramètre en jeu car l'orientation, la position ; la forme, et la transparence des ouvertures jouent bien évidemment un rôle non négligeable.⁴⁹

-Un indice de 10% n'est pas suffisant pour procurer un éclairage satisfaisant à l'ensemble du local.

-Un indice de 20% est généralement suffisant pour offrir une couverture satisfaisante des besoins en lumière naturelle (quantitatif + vues), à condition que l'environnement extérieur et l'orientation ne soient pas trop défavorables.

-Un indice supérieur à 30% se traduit par des risques de surchauffe accru en été (pour les façades exposées). En site urbain (masques importants) ou lorsque l'orientation est défavorable, cette valeur est souvent indispensable.

-Un indice de l'ordre de 50% se traduit par des échanges thermiques très importants (hiver et été). La mise en œuvre de triples vitrages est nécessaire pour satisfaire le label Minergie

⁴⁹ C.A. Roulet, "Eco-confort -Pour une maison saine et à basse consommation d'énergie"2012, Lausanne: PPUR

CHAPITRE II

-Un indice de 100% correspond à des espaces extrêmement exposés du point de vue éclairage et thermique.

	Indice de profondeur	Indice d'Ouverture		
		Base	Performant	Très Performant
Chambres	< 2,6	16%	16%	30%
Séjours	< 3,0	16%	20%	30%
Cuisines	< 2,6	16%	25%	30%
Salles de Classe	< 3,5	20%	30%	35%
Bureaux	< 2,6	20%	30%	35%

Tableau 4: Indices d'ouverture et de profondeur en fonction du type de local

(Source : Qualité environnementale des bâtiments – ADEME 2003)

II.1.8.2 Menuiseries :

Les menuiseries représentent un obstacle au passage de la lumière naturelle.

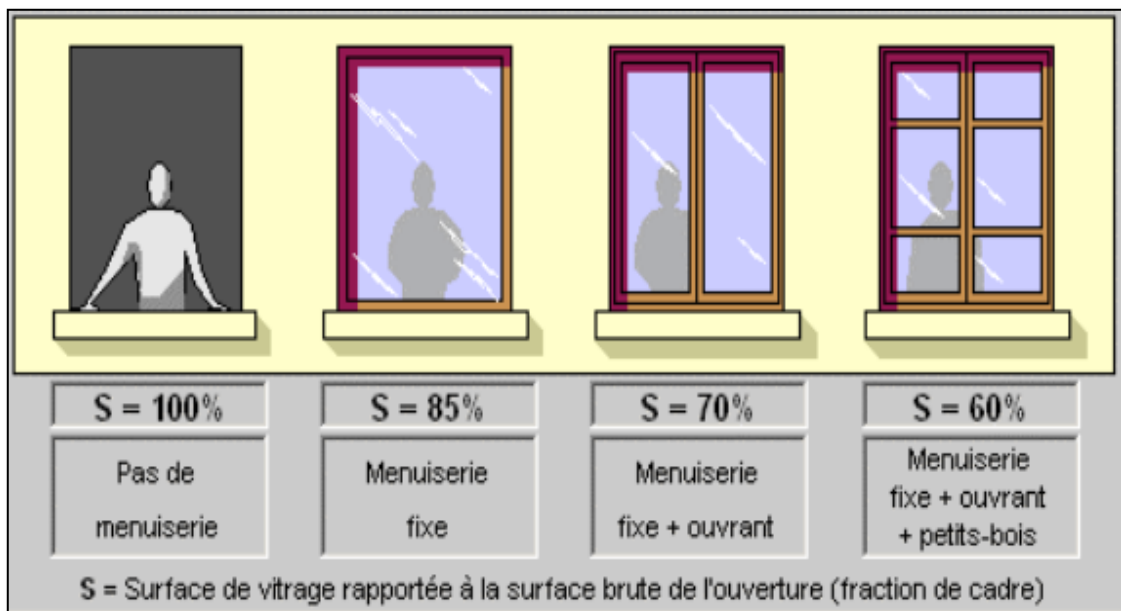


Figure 37: influence des menuiseries sur la surface d'ouverture réelle (source : Bernard Paule)

La simplification des systèmes d'ouverture permet d'augmenter de façon notable la quantité de lumière transmise.



Figure 38: indice d'ouverture = 24.1%

(Source : Bernard Paule)



Figure 39: indice d'ouverture = 16.5%

(Source : Bernard Paule)

II.1.8.2.3 Vitrages clairs :

Appelé aussi clair de jour, c'est la proportion entre la surface vitrée et la surface totale de vos fenêtres, portes fenêtres ou baies vitrées. Plus le clair de vitrage est important, plus les profils de vos menuiseries seront fins et laisseront entrer la lumière.

L'emploi de vitrages clairs permet de maximiser les apports de lumière naturelle en toutes circonstances.⁵⁰

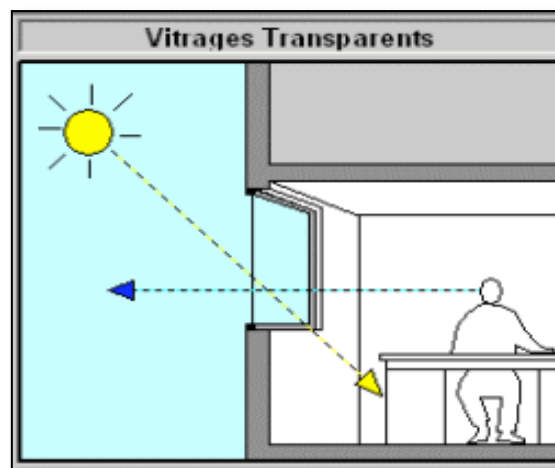


Figure 40: contact visuel avec l'extérieur (source : EPFL-ENAC 2007)

⁵⁰ Bernard PAULE, EPFL-ENAC 2007 Bernard PAULE

CHAPITRE II

II.1.8.2.4 Vitrages teintés ou réfléchissants :

L'emploi de vitrages teintés ou réfléchissants entraîne une sur-utilisation de l'éclairage artificiel sans pour autant résoudre les problèmes d'éblouissement ou de surchauffe estivale.



Figure 41: vitrage teinté (source : <http://www.teinteo.com>)

II.1.8.2.5 Vitrages diffusants

L'emploi de vitrages diffusants ou opaques entraîne la perte de la vision vers l'extérieur. Exposés au soleil, les vitrages peuvent devenir des sources secondaires éblouissantes.

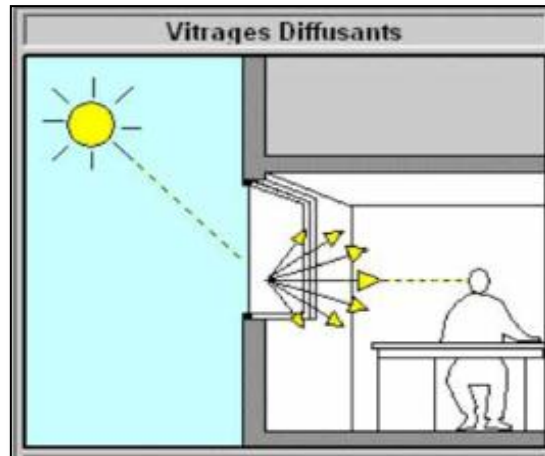


Figure 42: risque d'éblouissement (source : EPFL-ENAC 2007)

II.1.8.2.6 Position latérale ouverture :

Le fait de positionner une ouverture au centre d'une paroi a tendance à renforcer les contrastes de luminance (le mur de la façade, vu à contre-jour, paraît sombre).

CHAPITRE II

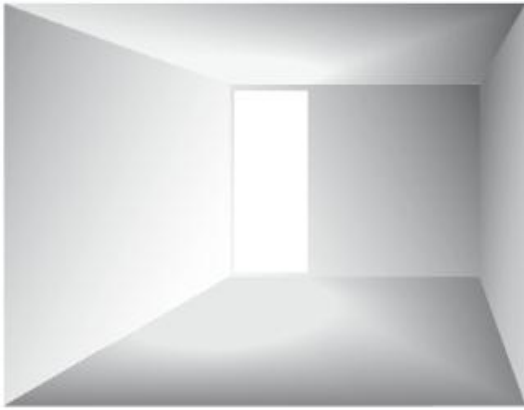


Figure 43 : ouverture au coin
(Source : Bernard Paule)

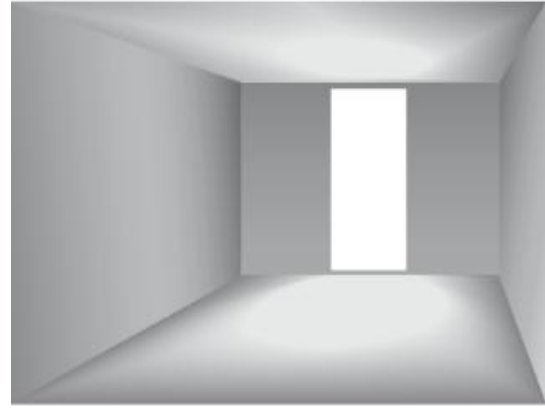


Figure 44: ouverture au centre
(Source : Bernard Paule)

II.1.8.2.7 Ouvertures bilatérales adjacentes :

La présence d'ouvertures sur deux faces contiguës d'une même local entraîne des risques d'éblouissement élevée (en direct ou par réflexion).

II.1.8.3 Ouvertures en Toiture :

II.1.8.3.1 Verrières horizontales :

Du point de vue saisonnier, les ouvertures horizontales se comportent exactement à l'inverse de ce qui est souhaitable.

L'été le soleil est haut dans le ciel, contrairement à l'hiver où son altitude est plus basse. Donc il y a beaucoup de gains en été et un peu en hiver.



Figure 45: verrière horizontale
(Source : EPFL-ENAC 2007)

II.1.8.3.2 Verrières inclinées :

L'inclinaison des ouvertures permet de rééquilibrer les apports solaires entre hiver et été. L'orientation permet de choisir le « risque » de surchauffe estivale.

CHAPITRE II

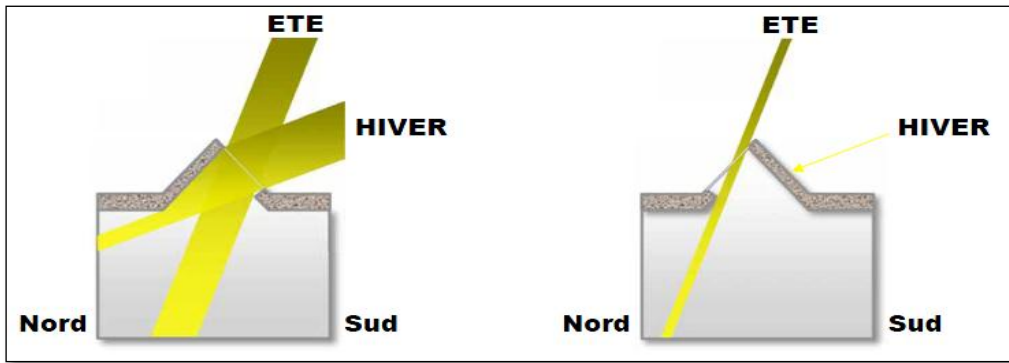


Figure 46: verrière inclinées (source : EPFL-ENAC 2007)

II.1.8.3.3 Sheds verticaux : Orientés au Sud, les sheds verticaux permettent de favoriser les apports en hiver au détriment de l'été. Orientés au Nord, les apports sont extrêmement réduits

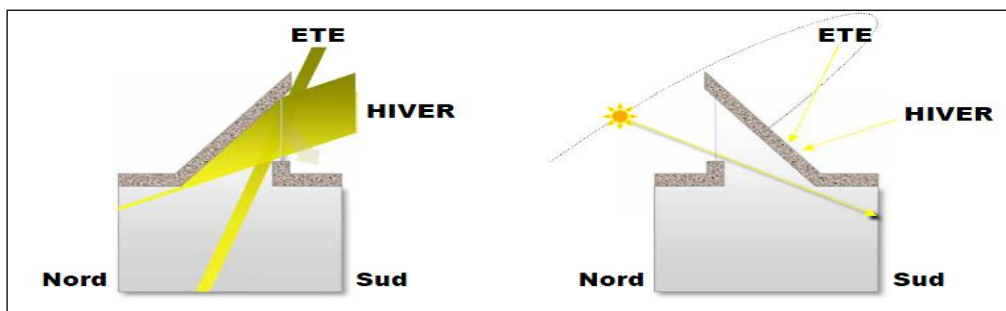


Figure 47: Figure : Sheds verticaux (source : EPFL-ENAC 2007)

II.1.9 La stratégie de la lumière naturelle :

II.1.9.1 Capter :

Capter la lumière du jour consiste à la recueillir pour éclairer naturellement un bâtiment.

La lumière naturelle n'est ni fixe ni toujours égale dans sa qualité et son intensité. Elle dépend d'abord de la localisation choisie, c'est-à-dire de la latitude et de l'altitude du site considéré ainsi que de la pollution de l'air à cet endroit. Pour un bâtiment d'implantation déterminée, la quantité de lumière naturelle disponible est fonction :

- Du type de ciel
- Du moment de l'année et l'heure
- De l'orientation de l'ouverture
- De l'inclinaison de l'ouverture
- De l'environnement physique



Figure 48: capter la lumière naturelle

(Source : <http://art-tech.over-blog.com>)

CHAPITRE II

II.1.9.2 Transmettre :

Transmettre la lumière naturelle consiste à favoriser sa pénétration à l'intérieur d'un local. La pénétration de la lumière dans un espace est influencée par les caractéristiques des ouvertures telles que ses dimensions, sa forme, sa position et le matériau de transmission utilisé. Le matériau de transmission utilisé peut être transparent ou translucide. Le matériau de transmission utilisé peut être transparent ou translucide.

II.1.9.3 Distribuer :

Distribuer la lumière naturelle consiste à diriger et à transporter les rayons lumineux de manière à créer une bonne répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment.

La difficulté d'utilisation de la lumière naturelle par rapport à la lumière artificielle réside dans la grande inhomogénéité des éclairagements qu'elle induit en général. La répartition de la lumière représente un facteur clé pour assurer un éclairage de qualité.

Une répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans un bâtiment peut être favorisée par différentes approches basées sur :

- Le type de distribution lumineuse (direct, indirecte),
- La répartition des ouvertures,
- L'agencement des parois intérieures,

II.1.9.4 Se protéger :

Se protéger de la lumière naturelle consiste à arrêter partiellement ou totalement le rayonnement lumineux lorsqu'il présente des caractéristiques néfastes à l'utilisation d'un local. Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de se protéger de l'éblouissement.

On appelle protection solaire tout corps empêchant le rayonnement solaire d'atteindre une surface qu'on souhaite ne pas voir ensoleillée. Le fonctionnement d'une protection solaire peut être basé sur plusieurs phénomènes physiques:

- L'absorption
- La réflexion
- La réfraction
- La diffraction

En général, les protections solaires sont classées de deux manières différentes : en fonction de leur position par rapport au vitrage (intérieure, en interface ou extérieure) et de leur mobilité (permanente, fixe ou mobile).

CHAPITRE II

Cependant, les deux paramètres les plus importants pour déterminer l'efficacité des protections solaires sont leur transmission lumineuse et leur facteur solaire.

II.1.9.5 Contrôler :

Contrôler la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants.

La gestion de l'éclairage permet, d'une part, de répondre à la variation continue de la lumière naturelle et, d'autre part, d'adapter l'ambiance lumineuse d'un local pour correspondre au mieux aux besoins de ses utilisateurs. On peut diviser les solutions de contrôle de l'éclairage naturel en trois catégories:

- L'utilisation de systèmes d'éclairage naturel adaptables, tels que des éléments de contrôle amovibles.
- Le zonage de l'installation d'éclairage artificiel en fonction de la lumière naturelle disponible.
- La régulation du flux des lampes en fonction de la présence de lumière naturelle.

Contrôler l'éclairage naturel d'un bâtiment participe également à la création d'un environnement qui répond de manière optimale aux besoins de ses utilisateurs. Le **confort visuel** est non seulement lié à l'éclairage d'un local mais aussi à son utilisation. C'est pourquoi, l'ambiance lumineuse d'un local doit pouvoir être adaptée aux différentes activités de ses occupants. Par exemple, un bureau est avant tout un lieu de lecture et de travail sur ordinateur mais il peut aussi servir de salle de réunions. L'adaptabilité de l'éclairage naturel d'un bâtiment est une qualité essentielle qui offre l'opportunité d'optimiser le **confort visuel** et de diminuer les productions de chaud et de froid à l'intérieur de ses locaux.

II.2 Le confort visuel :

II.2.1 Définition du « confort » :

Etymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « confort », fait allusion au « Bien être matériel résultant des commodités de ce dont on dispose » ou à « l'ensemble des éléments qui contribuent à la commodité matérielle et au bien-être » mais également au « Sentiment de bien-être et de satisfaction »⁵¹.

Pour définir le confort visuel on va essayer d'abord de définir le «Confort».

Quant aux spécialistes de l'éclairage, C.A. ROULET le définit comme étant « une sensation subjective fondée sur un ensemble de stimuli »⁵², c'est-à-dire des facteurs internes ou externes qui provoquent une réponse de l'organisme. Selon l'auteur, le critère de confort correspond à la satisfaction des occupants.

Comme nous le voyons, les termes employés pour définir le « confort » (bien être, sentiment, sensation..) attestent du caractère subjectif de ce concept. Les facteurs internes et externes susceptibles de provoquer cette sensation restent indéterminés. En effet, la définition du confort reste ambiguë car tout dépend de l'appréciation personnelle de chaque individu : ce qui est « confortable » pour certains, peut ne pas l'être pour les autres et ceci dépendra de nombreux facteurs à la fois physiologiques et psychologiques.

II.2.1.1 Définition du « confort visuel » :

Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière.

Comme le décrit aussi MUDRI, 2002 « le terme de confort visuel est pris pour indiquer l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension ».⁵³

Selon l'association Haute Qualité Environnementale⁵⁴ (HQE), le « confort visuel » est défini comme la dixième cible du projet de bâtiment. Ses exigences primaires en matière d'éclairage sont les suivantes:

⁵¹ « Confort » dans *Dictionnaire Encyclopédique Larousse*. Paris : Librairie LAROUSSE, 1979, p351.

⁵² ROULET, Claude-Alain. *Energétique du bâtiment II : Prestations du bâtiment, bilan énergétique global*. Collection « Gérer l'Environnement ». Lausanne : Presses Polytechniques Romandes. 1987. p37.

⁵³ MUDRI, Ljubica. *De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: Ambiances lumineuses*. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002, p 2-3.

CHAPITRE II

- relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur ;
- éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques ;
- l'éclairage artificiel doit d'une part être satisfaisant en l'absence d'éclairage naturel et d'autre part n'être qu'un appoint à l'éclairage naturel tant que celui-ci est disponible.

Donc assurer pour l'homme le confort visuel et bien plus difficile que le confort thermique. Les études ont montré que les différences entre les individus peuvent être très grandes et que, statistiquement, il n'est pas possible de satisfaire simultanément plus de 75% des personnes, alors que ce maximum est de 95% pour le confort thermique. (Fig.49). Les appréciations doivent donc être redéfinies et nous parlerons de:

- **confort optimal** lorsque 75% des individus sont satisfaits.
- **confort** si 60% et plus des personnes sont satisfaites.
- **d'inconfort** lorsque plus de 75% des personnes sont insatisfaites (ou moins de 25% satisfaites).

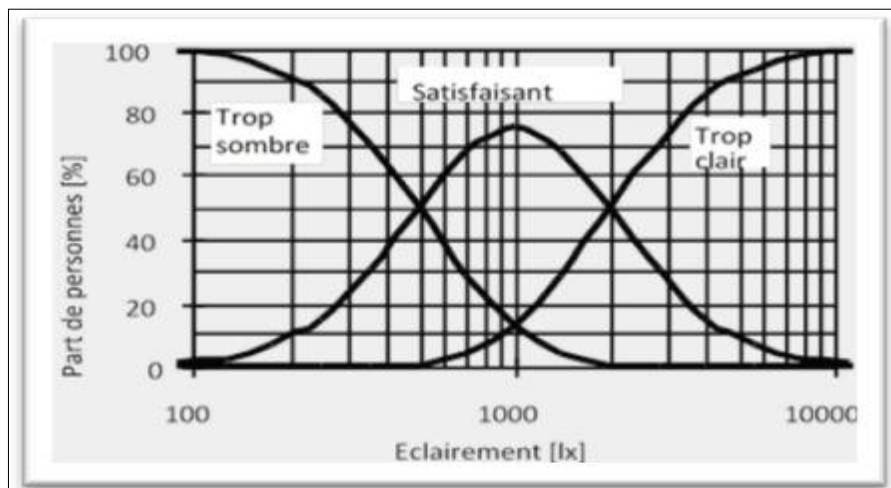


Figure 49: Variation du pourcentage des personnes satisfaites en fonction de l'éclairement.
(Source: guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be)

Trois conditions doivent être simultanément observées afin d'assurer le confort visuel:

- un niveau d'éclairement adéquat.
- des contrastes modérés.
- un bon rendu des couleurs.

⁵⁴ HETZEL. J. Haute qualité environnementale du cadre bâti : enjeux et pratiques. Paris: AFNOR. 2003, p

CHAPITRE II

II.2.2 Les critères du confort visuel :

Le confort visuel est une sensation totalement subjective. Les facteurs significatifs sont, entre autres, l'âge et l'acuité visuelle. Cette sensation de confort dépend également de l'objet à percevoir, de sa taille, de son aspect, de sa couleur. Le confort visuel doit assurer à la fois la visibilité des objets et des obstacles, la bonne exécution des tâches sans fatigue visuelle et une ambiance lumineuse agréable. Il est inséparable de la quantité, de la distribution et de la qualité de lumière disponible dans une pièce. Le confort visuel peut néanmoins se mesurer à travers des critères objectifs qui doivent être bien étudiés pour atteindre le seuil du confort :

- Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur.
- Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation.
- La quantité de lumière naturelle.
- La qualité de l'éclairage naturel qui est mesurée par le facteur de lumière du jour (FLJ).
- La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs.
- La relation visuelle avec l'extérieur.

II.2.3 Les paramètres du confort visuel :

L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable.

L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un local favorise le bien-être des occupants. Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire même des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite.

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques :

-L'éclairement.

-luminance.

-contraste.

-l'éblouissement.

-spectre lumineux.

CHAPITRE II

Auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Le confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu tels que son âge, son **acuité visuelle** ou la possibilité de regarder à l'extérieur.

Les paramètres du confort visuel pour lesquels l'architecte joue un rôle prépondérant sont :

- le niveau **d'éclairement** de la tâche visuelle.
- un rendu des couleurs correct.
- une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- les rapports de **luminance** présents dans le local.
- l'absence d'ombres gênantes.
- la mise en valeur du relief et du modelé des objets.
- une **vue vers l'extérieur**.
- une teinte de lumière agréable.
- l'absence **d'éblouissement**.



Figure 50: Les paramètres du confort visuel (source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques)

CHAPITRE II

Il est cependant très difficile de quantifier les valeurs idéales que ces paramètres devraient atteindre : il n'existe en effet pas de solution universelle au problème du confort visuel car celui-ci sera influencé par le type de tâche, la configuration du lieu, et les différences individuelles. De plus, le jugement de la qualité de la lumière sera influencé par des aspects personnels, culturels et historiques.

II.2.4 Eléments du confort visuel dans les salles de classe

Les principes de mise en œuvre du confort visuel, selon l'association H.Q.E, sont les suivants⁵⁵ :

- disposer de la lumière du jour dans les zones d'occupation situées en fond de pièce.
- rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux extérieur.
- éviter l'éblouissement direct et indirect.
- accéder à des vues dégagées et agréables depuis les zones d'occupation des locaux.
- protéger l'intimité de certains locaux.
- faire appel à des revêtements clairs pour la décoration des locaux.
- optimiser les parois vitrées, en termes de confort visuel, en traitant leur positionnement, dimensionnement et protection solaire.

Un bon éclairage doit garantir à l'habitant qu'il puisse exercer ses activités les plus efficacement possible (performance visuelle), en assurant son bien-être (confort visuel) et en lui apportant un certain agrément visuel (lumière naturelle).

La performance visuelle souhaitable est déterminée par le travail à accomplir et dépend des paramètres suivants :

- le niveau d'éclairage de la surface de travail (fig.51).
- le contraste de luminance entre l'objet observé et son support.

L'éclairage est l'effet produit par le flux lumineux tombant d'une source lumineuse naturelle ou artificielle sur une surface donnée. Il s'exprime en Lux.

L'inconfort visuel est lié à l'éblouissement c'est-à-dire à la présence d'un fort contraste de luminances dans le champ visuel. On distingue deux types d'éblouissement :

- physiologique : apparition d'un voile dans le champ de vision empêchant de distinguer tout objet.
- psychologiquement : la gêne n'altérant pas totalement la vision.

⁵⁵ HETZEL. J. Haute qualité environnementale du cadre bâti : enjeux et pratiques. Paris: AFNOR. 2003, p155.

CHAPITRE II

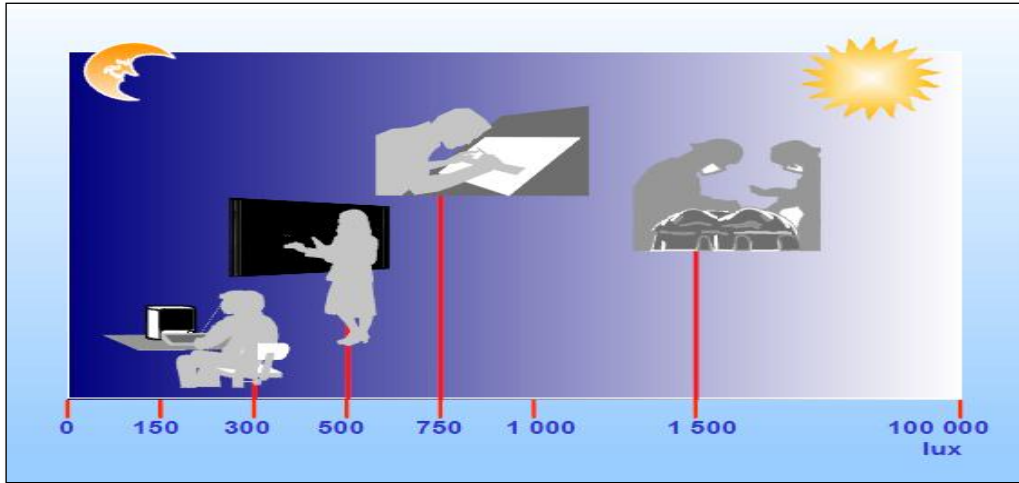


Figure 51: le niveau d'éclairage de référence est adapté à l'activité prévue (source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques)

Pratiquement ce sont le plus souvent les fenêtres et les installations d'éclairage inappropriées qui sont la cause des situations d'inconfort visuel. Un éclairage insuffisant dû à un éclairage déficient est (de 5000 lux pour un ciel couvert à 100000 lux en plein soleil) peut provoquer l'éblouissement.

II.2.5 Conclusion :

Il est certain que la forme et l'espace architectural ne peuvent seuls influencer la sensation de l'ambiance sans l'introduction de la lumière. Selon le changement du temps, la lumière peut donner un ou plusieurs sens à l'espace. Ce sens apporte une ambiance dont la sensation reste subjective qui peut être une sensation d'ouverture, de grandeur, de gaieté, de tristesse, ...etc. L'architecture met en jeu les ambiances. La lumière révèle les formes, les volumes et les textures des matériaux. L'architecture a la capacité de modeler et moduler les qualités de lumière et d'ombre. Souvent liée à la nature du lieu, la lumière joue un rôle fonctionnel car elle doit répondre à un sentiment de confort et à des usages multiples. Elle participe aussi plus largement au sens donné à l'espace et au bâtiment, à sa symbolique, à ses connotations. Donc, la lumière va partager son rôle avec l'espace pour créer des ambiances lumineuses différentes. La lumière et la couleur ont un impact sur la productivité et le psycho-physiologique de l'occupant. C'est pour cette raison que les physiologistes et les ergonomes devraient étudier et déterminer les conditions favorables de la lumière et de la couleur à chaque espace. La combinaison de l'éclairage, le contraste de luminance, la couleur de la lumière, la reproduction des couleurs ou leur choix sont les éléments qui déterminent la couleur du climat et le confort visuel.

CHAPITRE II

DEUXIEME PARTIE : PARTIE ANALYTIQUE

III. CHAPITRE III : METHODES D'EVALUATION ET APPLICATION : LA SIMULATION DES AMBIANCES LUMINEUSES :

III.1 Présentation du corpus d'étude :

C.T. LARSON⁵⁶ a conclu que les salles de classes n'avaient pas d'effets négatifs sur leurs utilisateurs. D'après cet auteur, « la valeur éducative d'un tel point de vue (que les fenêtres sont nécessaires pour l'apprentissage des élèves) devrait être établi contre le coût d'installer et maintenir les fenêtres des classes ».

Notre cas d'études est : Les deux bibliothèques universitaires de Guelma (La bibliothèque centrale de notre université et la bibliothèque de la faculté des langues), c'est une étude comparative entre les salles de lecture des deux bibliothèques.

III.1.1 Exemple 01 :

C'est la bibliothèque de la nouvelle faculté des langues et lettres 8. La bibliothèque située dans l'université des langues 8 Mai 1945 à l'Ouest de la ville de Guelma.

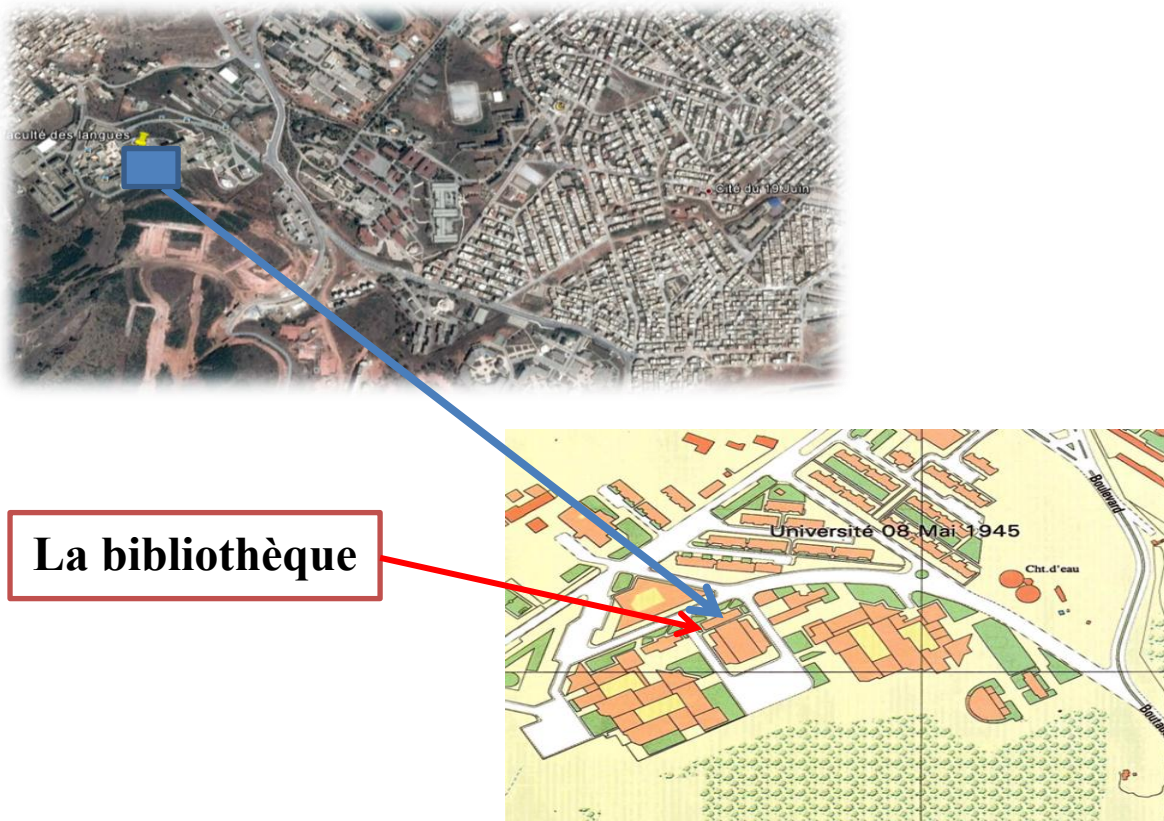


Figure 52: situation de la bibliothèque
(Source : auteur)

⁵⁶ LARSON, C.T. in GROUPE HESCHONG MAHON. Daylighting in schools: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. California: Pacific Gas and Electric Company. Août 1999, p6.

CHAPITRE III



Figure 53: façade principale de la bibliothèque (source : auteur)



Figure 54: Vue d'intérieur sur le Nord (source : auteur)



Figure 55: façade Sud (source : auteur)



Figure 56: Vue d'intérieur sur l'Ouest (Source : auteur)



Figure 57: Vue d'intérieur sur le Sud
(Source : auteur)

CHAPITRE III

III.1.2 Exemple 02 :

C'est la bibliothèque de l'université 8 Mai 1954 Guelma. La bibliothèque est située dans le côté Sud de l'université à l'Ouest de la ville de Guelma.

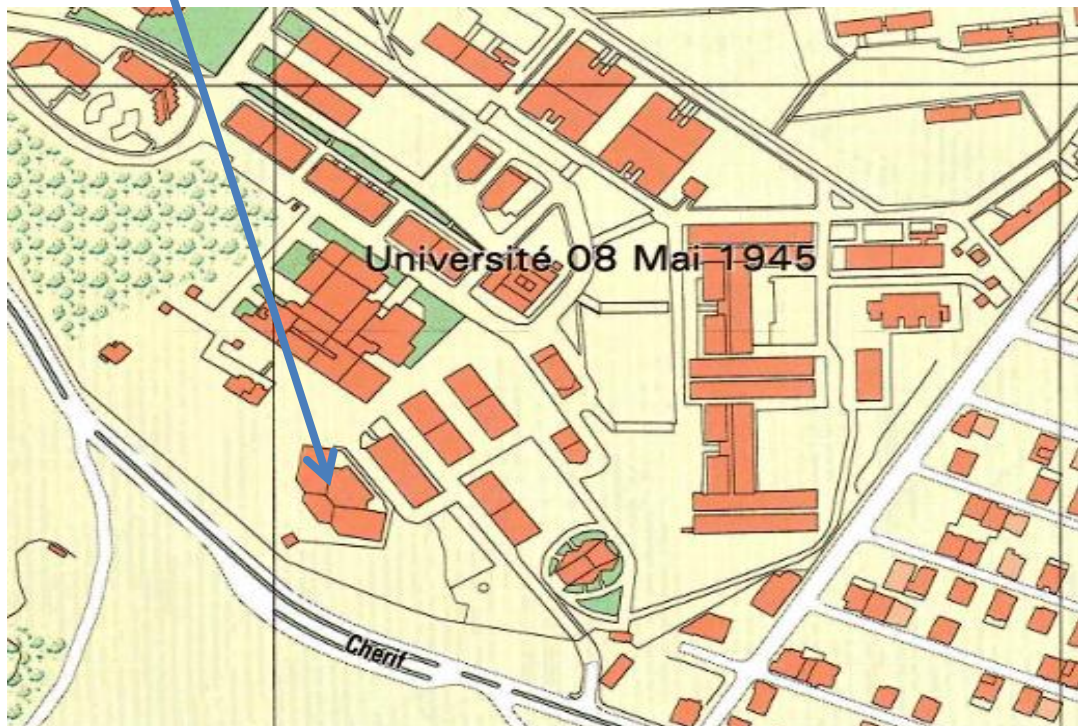


Figure 58: situation de la bibliothèque (Source : auteur)

CHAPITRE III



Figure 59: vue sur la façade Nord (source : auteur)



Elément de protection de façade (sur les 3 façades)



Figure 60: présence de l'élément de protection sur la façade Est (source : auteur)



À l'intérieur, les tables sont organisées d'une manière lignière pour contrôler la lumière en évitant l'effet de l'éblouissement. Les tables sont élevés à 80 cm du sol.

Il existe aussi des stores pour le but d'utiliser les écrans d'ordinateur sur la moitié des tables

Figure 61: vue d'intérieur sur la salle de lecture (Source : auteur)

CHAPITRE III

III.1.3 Critères de choix:

La lumière contribue à « la fabrication de l'espace ». Elle lui délivre son ambiance. « À l'intérieur du bâtiment, ce qu'il y a de merveilleux, ce sont les atmosphères que la lumière confère à l'espace »⁵⁷

Notre recherche se porte sur les salles de lecture situées dans les deux bibliothèques universitaires de la faculté des langues et l'université 8 Mai 1954 à Guelma.

Pour le choix des salles de lecture à étudier, nous avons sélectionné ceux que nous jugeons avec les conditions lumineuses les plus défavorables (orientation et ensoleillement, surface des baies vitrées, éléments de protections et stores manquants...) ainsi que l'utilisation quotidienne de ces salles (documentation sur papier et manipulation sur pc portable). Ces salles de lecture en question sont situées au 2^{ème} étage.

La 1^{ère} image (fig. 62) présente les salles de lecture de la bibliothèque centrale, ces ouvertures sont protégées par un élément décoratif de façade, ce dernier réduit la pénétration de la lumière naturelle. Par contre la 2^{ème} image (fig. 63) présente une salle de lecture exposée directement au soleil en tenant compte de leur orientation Sud, elle reçoit donc plus de lumière que la 1^{ère}.



Figure 62: présence d'un élément de protection

(Source : auteur)



Figure 63: absence de l'élément de protection

(Source : auteur)

⁵⁷ Louis J. Kahn, Silence et lumière, Le Linteau, 1996, p. 216.

CHAPITRE III

III.1.4 Rappel des normes :

Généralement, Les normes actuellement en vigueur dans la plupart des pays sont celles de la CIE (commission internationale de l'éclairage), mais certain pays possèdent leur propres organismes parmi lesquels on citera l'AFE (association française de l'éclairage), l'ICC (institut canadien de conservation) ou encore la DMF (direction des musées de France) dont les normes en matière d'éclairage dans les musées repostent en grande partie sur les recommandations de la CIE⁵⁸.

Ainsi on aura un maximum de 150 à 180 lux pour les objets sensibles, peintures notamment et 50 à 80 lux pour les très sensibles, tapisseries, dessins, spécimens d'histoire naturelle, etc.

Ces seuils sont extrêmement minimes comparativement à la lumière du jour qui dépasse aisément les 10 000 lux)⁵⁹

Pour ce qui est des niveaux d'éclairage moyen selon les Tâches visuelles :

-Activités nécessitant un effort visuel important: dessin de précision, bijouterie 1000 lux

-Activités nécessitant un effort visuel soutenu mais de courte durée: dessin, lecture, etc. 750 lux

-Activités nécessitant un effort visuel moyen mais de longue durée: travaux généraux, réunions, 500 lux

-Activités nécessitant un effort visuel médiocre et de courte durée: stockage, réunion, circulation.

250 lux [TAREB 13].

Et selon la norme NBN EN 12464-1⁶⁰, on a :

-Salle d'art : 500 lux, IRC=80

-Salle d'art dans les écoles des beaux-Arts : 750 lux, IRC = 80, TC > 5000 K

III.1.4.1 Quelles sont les quantités lumineuses nécessaires ?

Salle de réunion 300 lux 500 lux 750 lux

Bureaux (travaux généraux) 300 lux 500 lux 750 lux

Bureau (lecture et écriture continue) 500 lux 750 lux 1000 lux

Parking 50 lux 75 lux 100 lux

Couloir 100 lux 150 lux 200 lux

⁵⁸ MEDDOUR Samir, MEMOIRE de magistère, IMPACT DE L'ECLAIRAGE ZENITHAL SUR LA PRESENTATION ET LA PRESERVATION DES OEUVRES D'ART DANS LES MUSEES, Constantine 2008.

⁵⁹ Pierre QUONIAM : Inspecteur Général des Musées de France ; Techniques de l'Ingénieur, traité Construction. C 4030 P1

⁶⁰ Nomenclature des prescriptions relatives à l'éclairage dans les écoles. Architecture et Climat, DGTRE.

CHAPITRE III

Réfectoires 150 lux 200 lux 300 lux

Sanitaires 100 lux 150 lux 200 lux

	300 lux de 8h à 16h	300 lux de 9h à 15h	500 lux de 8h à 16h	500 lux de 9h à 15h
Janvier		15		25
Février/mars	10,7	6	17,8	10
Avril à Septembre	3,7	2,5	6,2	4,2
Octobre	10,7	6	17,8	10
Novembre	21,4	8,8	35,7	14,7
Décembre		15		25

Tableau 5: Valeurs minimale du Facteur Lumière du Jour nécessaire (en %) pour assurer un certain niveau d'éclairage naturel pendant une plage horaire déterminée (source : UCANSS⁶¹)

La domestication de la lumière peut être conjuguée soit par des éclairages de type zénithal ou pariétal, soit le plus souvent en les croisant, à l'instar de la nouvelle bibliothèque d'Alexandrie où « *la capture et la réflexion maîtrisées de la lumière naturelle ont défini la principale ligne de conduite dans la conception de la salle de lecture*⁶² ». Toutefois, une lumière mal domestiquée peut générer des problèmes d'éblouissement, de chaleur et d'inconfort. Le hall de la médiathèque de Reims est recouvert de carrés de résille noire qui créent un filtre dense, provoquant un déficit d'éclairage naturel et une ambiance évoluant dans des tons verdâtres. L'adjonction d'un éclairage artificiel permanent produit des effets thermiques indésirables.

⁶¹ UNION DES CAISSES NATIONALES DE SECURITE SOCIALE

⁶² Christophe Kapeller, « L'architecture de la nouvelle bibliothèque d'Alexandrie », in *La nouvelle bibliothèque d'Alexandrie*, dir. Fabrice Pataut, Buchet-Chastel, 2003, p. 80.

CHAPITRE III

• **Eclairage des lieux de travail**

Prescriptions relatives à l'éclairage des locaux	Lux
Magasins et entrepôts	100
Magasins de vente, zone de vente	300
Zones de manutention	300
Bâtiments scolaires, salle de classe	300
Halls de sport, gymnases, piscines	300
Assemblage de précision, usinage	500
Bibliothèque – salle de lecture	500
Bureaux – réception, classement	300
Bureaux – dactylographie, ordinateur	500
Bureaux – dessins industriels	750

Figure 64: Normes et quantités de lumière en Lux (source : STI2D Nancy-Metz 2012)

III.1.4.2 Le facteur de la lumière du jour :

FLJ	- de 1 %	1 à 2 %	2 à 4 %	4 à 7 %	7 à 12 %	+ de 12 %
	Très faible	Faible	Modéré	Moyen	Élevé	Très élevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance environ 3 à 4 fois la hauteur de la fenêtre)			A proximité des fenêtres ou sous des lanterneaux		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à clair		Clair à très clair	
Impression visuelle du local	Cette zone semble être séparée de cette zone					
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		

Tableau 6: Facteur de lumière du jour

(Source : <https://www.energieplus-lesite.be>)

-Première estimation du Facteur de Lumière du Jour moyen

A défaut de simulation informatique, il existe des formules approchées pour estimer le Facteur de Lumière du Jour moyen d'un local. Nous reprenons ci-dessous celle proposée par le BRE.

$$FLJ_{moy} = Sf \times TL \times a / (St \times (1 - RxR))$$

CHAPITRE III

Où:

- S_f = surface nette de vitrage (= ouverture de baies moins 10% pour les châssis).
- TL = facteur de transmission lumineuse du vitrage, dont on déduit 10 % pour saleté.
- a = angle du ciel visible depuis la fenêtre, exprimé en degrés. Par exemple, il vaut 90° si aucun masque n'est créé par des bâtiments ou l'environnement en face de la fenêtre. Il vaut 60° si un bâtiment crée un ombrage entre le sol et les 30 premiers degrés (fig. 65).

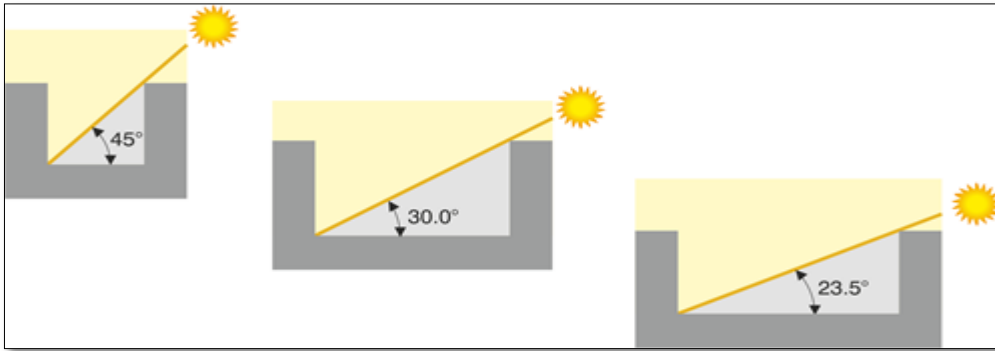


Figure 65: facteur de lumière du jour (source : <https://www.energieplus-lesite.be>)

- S_t = surface totale de toutes les parois du local, y compris celle des vitrages
- R = facteur de réflexion moyen des parois du local (prendre 0,5 par défaut)

III.1.4.3 Evaluer une ambiance lumineuse :

Lors d'un projet d'architecture, tant en construction qu'en rénovation, si l'on souhaite avoir une idée de l'ambiance lumineuse, il faut soit réaliser une simulation informatique, soit construire une maquette. La simulation implique l'achat et l'apprentissage de logiciels spécifiques. Il est donc nécessaire de passer par un bureau d'étude spécialisé.

Cependant, pour qu'elle soit représentative, il est nécessaire de suivre certaines règles de construction, notamment pour éviter les « fuites lumineuses » aux jonctions, ou pour choisir les bons matériaux. Idéalement, la maquette sera étudiée sous un ciel artificiel, pour ne pas être tributaire des conditions météo. De tels outils sont rarement utilisés par les architectes pour les petits projets. Néanmoins, certains bureaux d'étude spécialisés peuvent offrir ce type de mission, mais leur coût se justifie rarement pour des petits bâtiments.

III.1.5 Démarche : outils et méthodes

III.1.5.1 Le logiciel *ECOTECT* :

La simulation informatique, ou simulation, est une série de calculs effectués sur un et reproduisant un phénomène. Elle aboutit à la description du résultat de ce phénomène, comme s'il s'était réellement déroulé. Cette représentation peut être une série de données, une image ou même un film vidéo.

La grande variabilité de l'éclairage naturel en termes d'intensité et de couleurs ne peut être évaluée qu'avec une simulation numérique, car elle est la seule technique qui peut prendre en compte les effets de l'éclairage naturel sur toute une année⁶³

La simulation numérique a pour but d'évaluer la propagation de la lumière sous son aspect qualitatif et quantitatif (Tiziouar, W. 2012).

Il existe actuellement de nombreux outils de simulation numérique, la majorité utilise des algorithmes de calcul physique mais avec un niveau de précision variable. Parmi tous les outils de simulation disponibles, notre choix s'est porté sur Ecotect⁶⁴ dans un premier temps, un outil très complet avec ses analyses solaires, thermiques et acoustiques, et le plus adapté aux attentes des architectes avec ses résultats en formes visuelles (Gallas M-A, 2009).

Ecotect permet même de modéliser l'espace à évaluer, ou bien de l'importer depuis les nombreux logiciels compatibles.

Cependant, Ecotect ne permet pas d'avoir des résultats poussés en termes de photométrie mais seulement des moyennes annuelles. Dans ce sens, ses développeurs lui ont fourni des sorties plus étendues à travers des interfaces d'outils plus spécialisés.

III.1.5.1.1 Avantages de la simulation:

- Prévoir l'état final d'un système connaissant son état initial (problème direct)
- Déterminer les paramètres d'un système connaissant un ou plusieurs couples (état initial - état final)
- Préparer des opérateurs à des conditions plus ou moins rares dans leur interaction avec un système complexe (simulation d'entraînement).

⁶³ Fontoynt 2002. Cité par Cantin, 2008).

⁶⁴ Logiciel commercial de la famille Autodesk. Version éducative limitée,
<http://www.autodesk.fr/adsk/servlet/pc/index?siteID=458335&id=15062033>

CHAPITRE III

III.1.5.2 Configuration et paramétrage des outils :

La première partie de notre simulation commence donc avec le logiciel Ecotect, avant de modéliser nos modèles à évaluer, nous chargeons le fichier climatique de la ville de Guelma qui comporte les différents paramètres influant l'éclairage naturel (latitude, longitude, fuseau horaire, moyennes d'ensoleillement...). (Voir fig. 66)

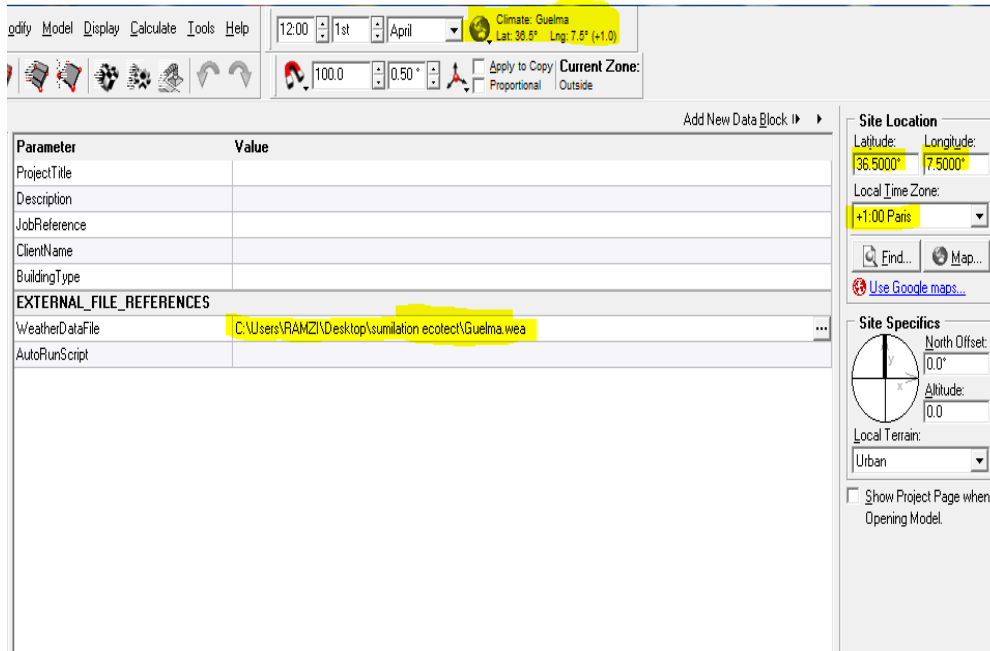


Figure 66: réglages climatiques relatifs à la ville de Guelma sur Ecotect (source : auteur)

III.1.5.3 Protocole de simulation :

Une évaluation idéale tient compte de l'aspect variable de la lumière naturelle, que ce soit sur une journée ou sur l'année. Cependant, simuler toutes les possibilités lumineuses sur une année serait une tâche irréaliste.

Une approche plus réaliste est de choisir quelques jours dans l'année pour simuler l'éclairage naturel, ces jours représentent les valeurs extrêmes et moyennes relevées sur une année, et ce, à travers une simulation de quelques heures selon une journée de travail typique pour chaque jour.

Cette approche est recommandée dans quelques récents protocoles internationaux sur l'éclairage (Atif, Love & Littlefair, 1997 ; Velds & Christoffersen, 2000. Cité par Dubois M-C, 2001b).

Les journées simulées sont donc les 21 juin et 21 décembre pour les solstices d'été et d'hiver, et le 21 septembre pour l'équinoxe d'automne. L'état du ciel sera réglé comme ensoleillé pour l'été, couvert pour l'hiver et intermédiaire pour l'automne. Les heures simulées sur Ecotect seront 9 h, 12h et 15h, qui correspondent une journée de travail typique en atelier.

CHAPITRE III

III.1.5.3.1 Modélisation des salles de lecture et résultats :

La grille d'analyse est disposée à 80 cm du sol, ce qui correspond à la hauteur du plan de travail.

Les résultats représentent le niveau d'éclairage moyen annuel incident sur cette grille, ainsi que l'ensoleillement annuel résultant sur cette grille. Les résultats sont exprimés de façon visuelle en 3D pour apprécier l'espace dans son ensemble, pour les niveaux d'éclairage.

III.1.5.3.2 La salle de lecture 01 :

Cette salle se caractérise par l'orientation de ses vitres sur les quatres orientations surtout au Sud. Les façades sont modélisées pour prendre leurs expositions directes au soleil en compte.

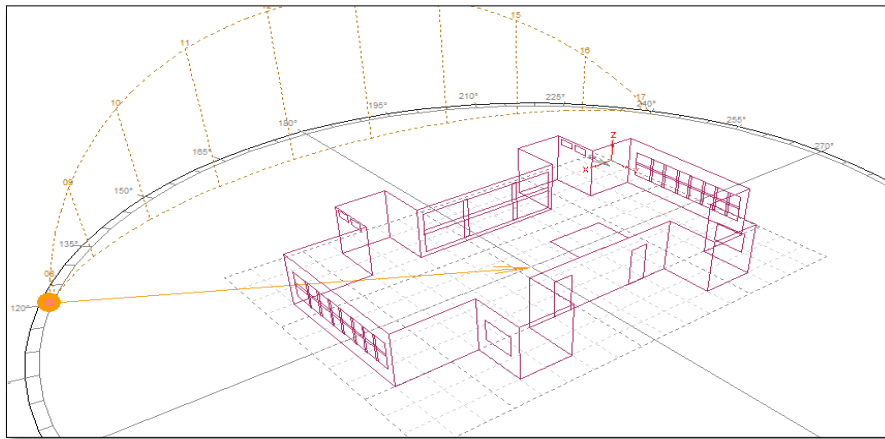


Figure 67: modélisation de la salle de lecture 1 (source : Ecotect 2011)

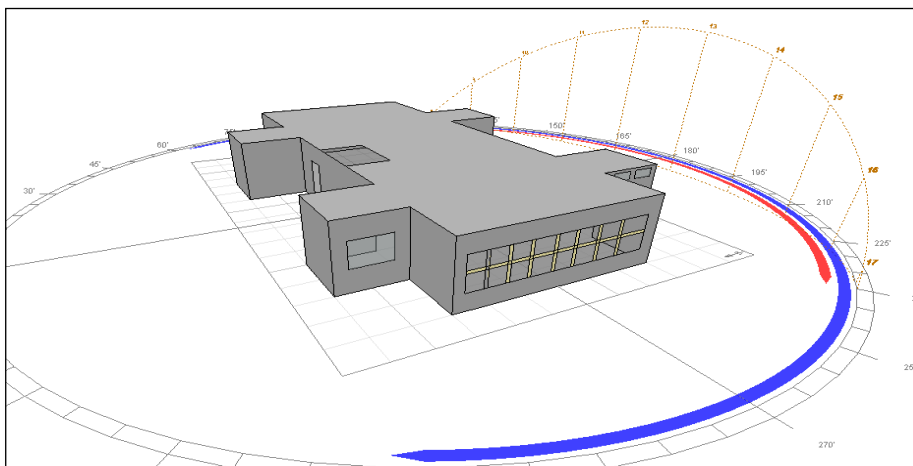


Figure 68: modélisation de la salle de lecture 1 (source : Ecotect 2011)

CHAPITRE III

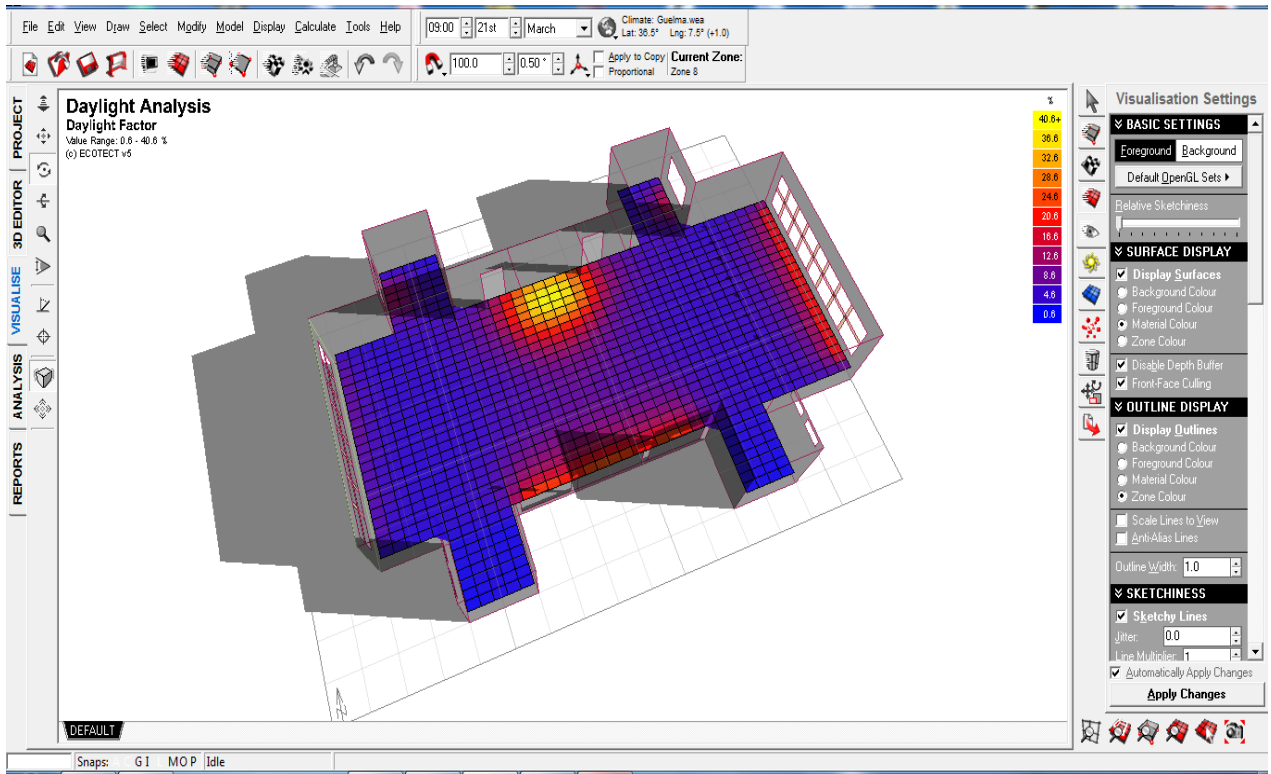


Figure 69: application sur la salle à 9h le 21 mars (source : Ecotect)

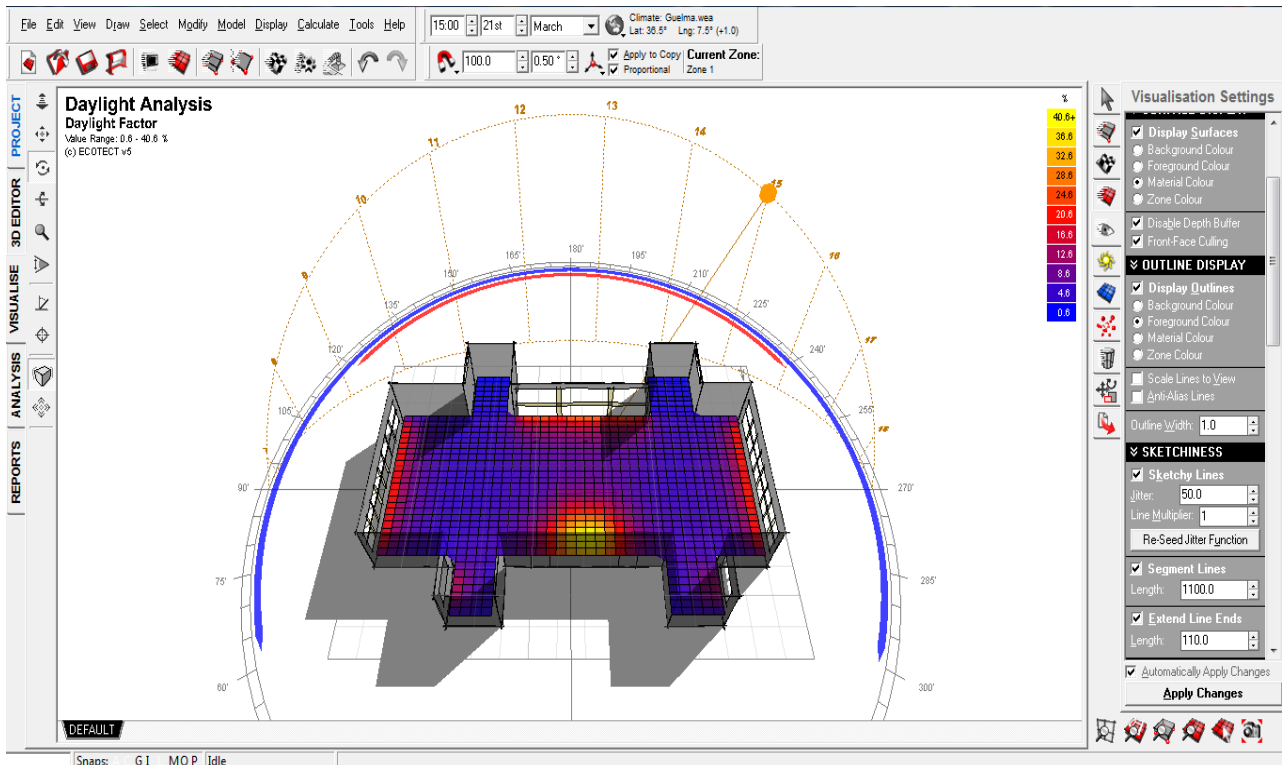


Figure 70: application sur la salle à 15h le 21 mars (source : Ecotect)

CHAPITRE III

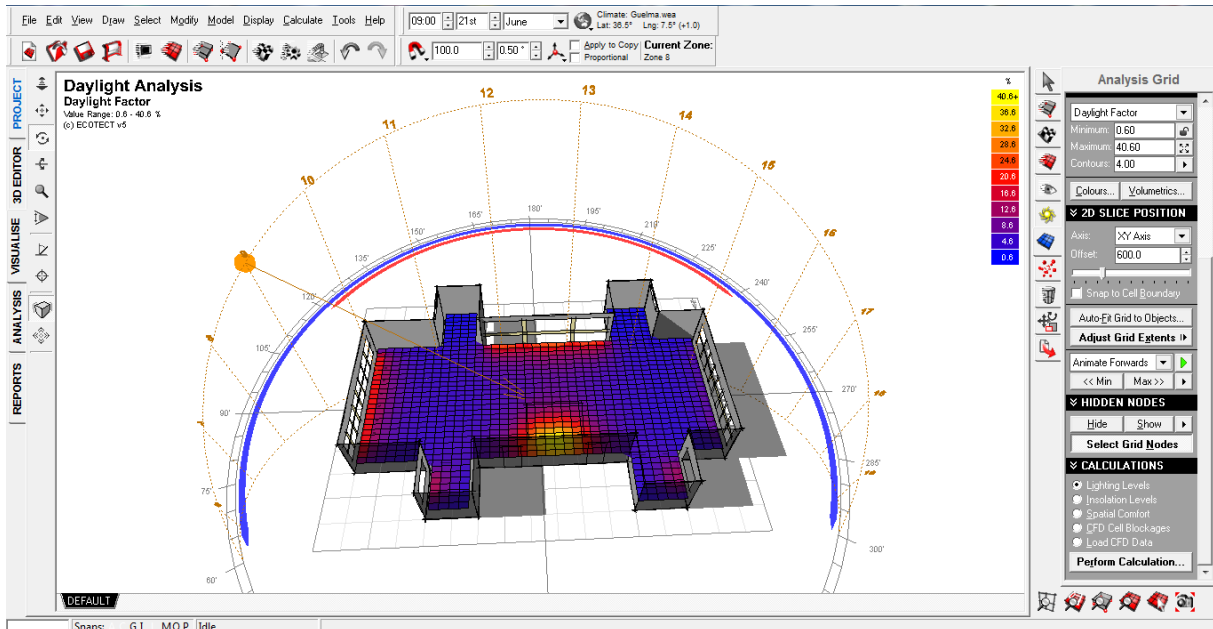


Figure 71: application sur la salle à 9h le 21 juin (source : Ecotect)

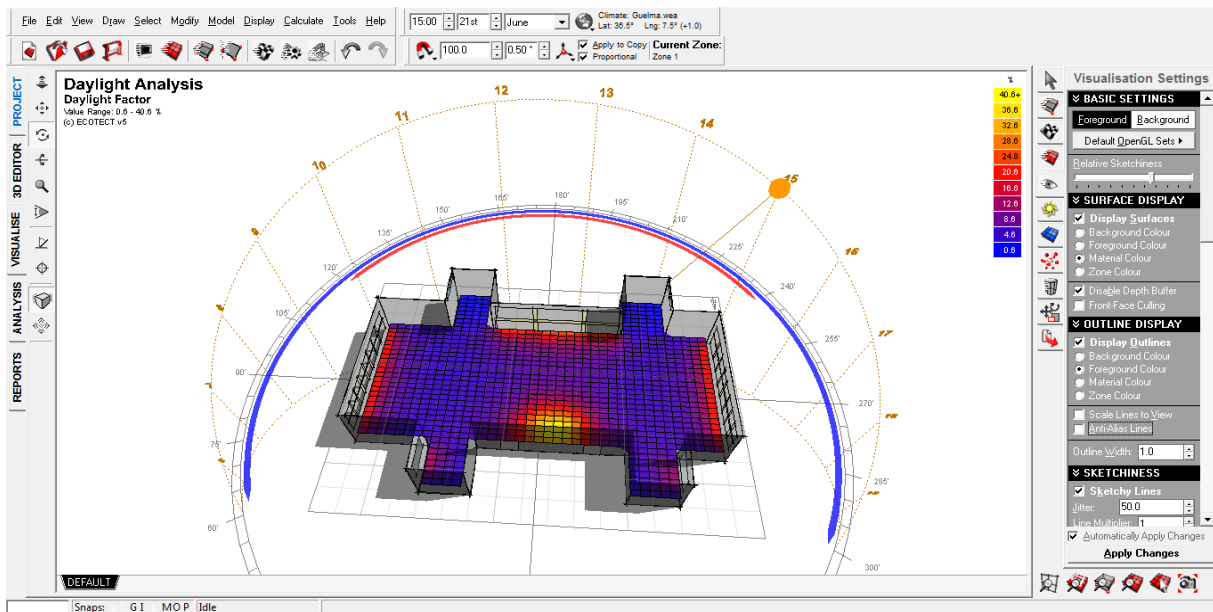


Figure 72: application sur la salle à 15h le 21 juin (source : Ecotect)

- Le résultat de la simulation effectuée sur la salle 01 figurant ci-dessus (fig.72) montre qu'un éblouissement est à remarquer dans la partie exposée au rayonnement zénithal engendré par le patio vitré.

Ainsi, la partie sud de la salle est plus ensoleillée, un éclairage non uniforme, le gradient de luminosité diminue plus vers les parties centrale. Idem pour les parties Est et Ouest.

- On remarque que la valeur du Facteur Lumière du Jour est entre 20.6% et 30.6% Ce qui correspond à une quantité d'environ 1500-1600 Lux (suffisante pour une salle de lecture)

CHAPITRE III

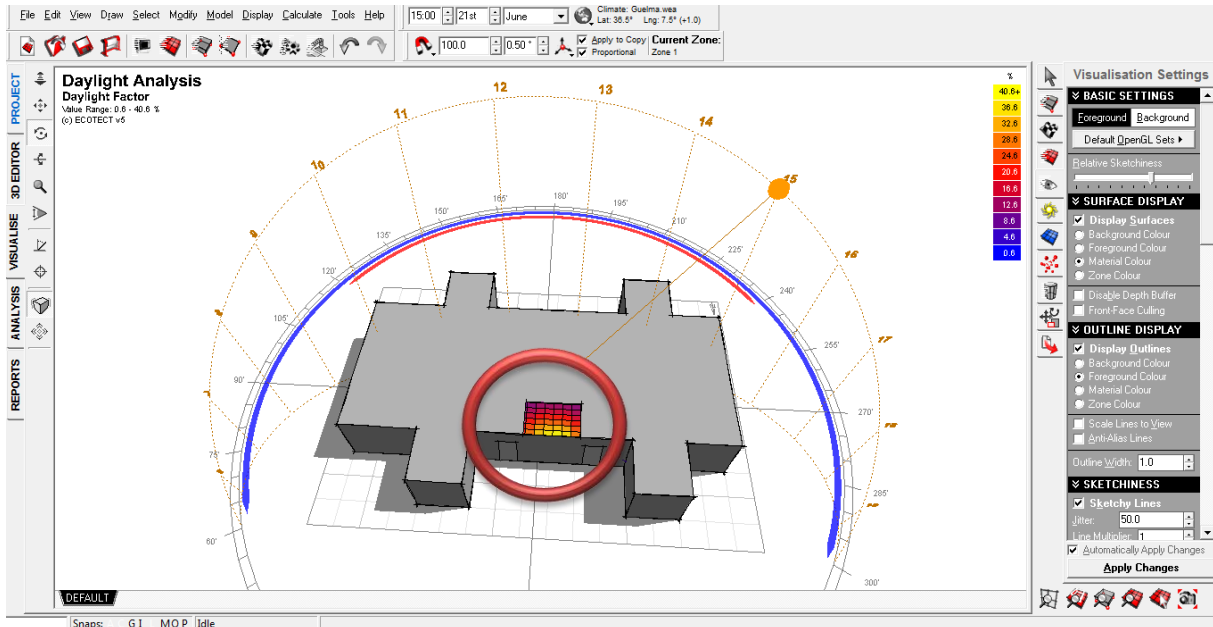


Figure 73: application sur le patio à 15h le 21 juin (source : Ecotect)

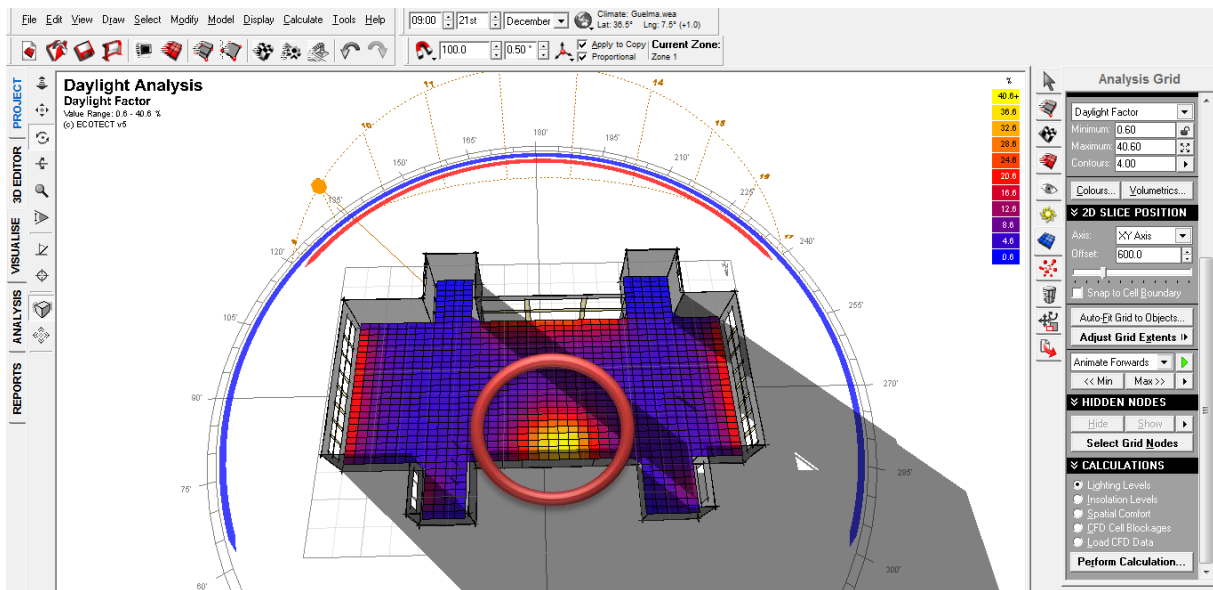


Figure 74: application sur la salle à 9h le 21 déc (source : Ecotect)

-Le patio offre une luminosité d'environ 1500 Lux. L'éclairage moyen actuel est de 446 lux hors la norme d'éclairément RGPT.

- Un problème d'éblouissement est enregistré au niveau du patio qui génère un surchauffé par l'effet de serre influençant négativement l'ambiance thermique intérieure.

CHAPITRE III

III.1.5.3.3 La salle de lecture 02 :

Cette salle se caractérise par l'orientation Est. Les façades sont protégées par un élément de protection. Ce dernier, joue le rôle d'une brise soleil vertical qui réduit la surface de la fenêtre où la pénétration de la lumière soit réduite.

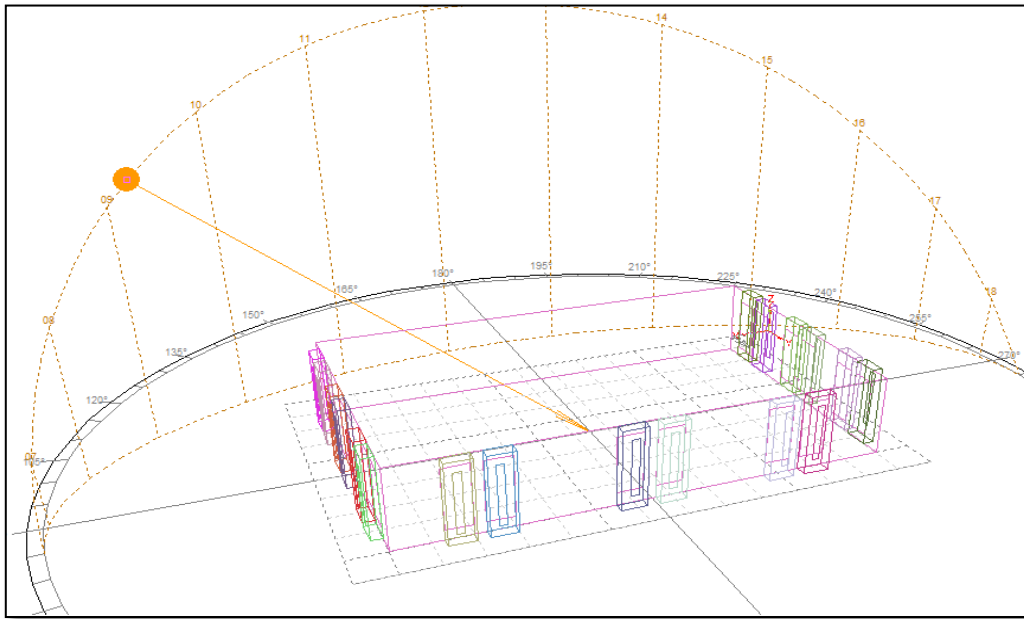


Figure 75: modélisation de la salle de lecture 2 (source : Ecotect 2011)

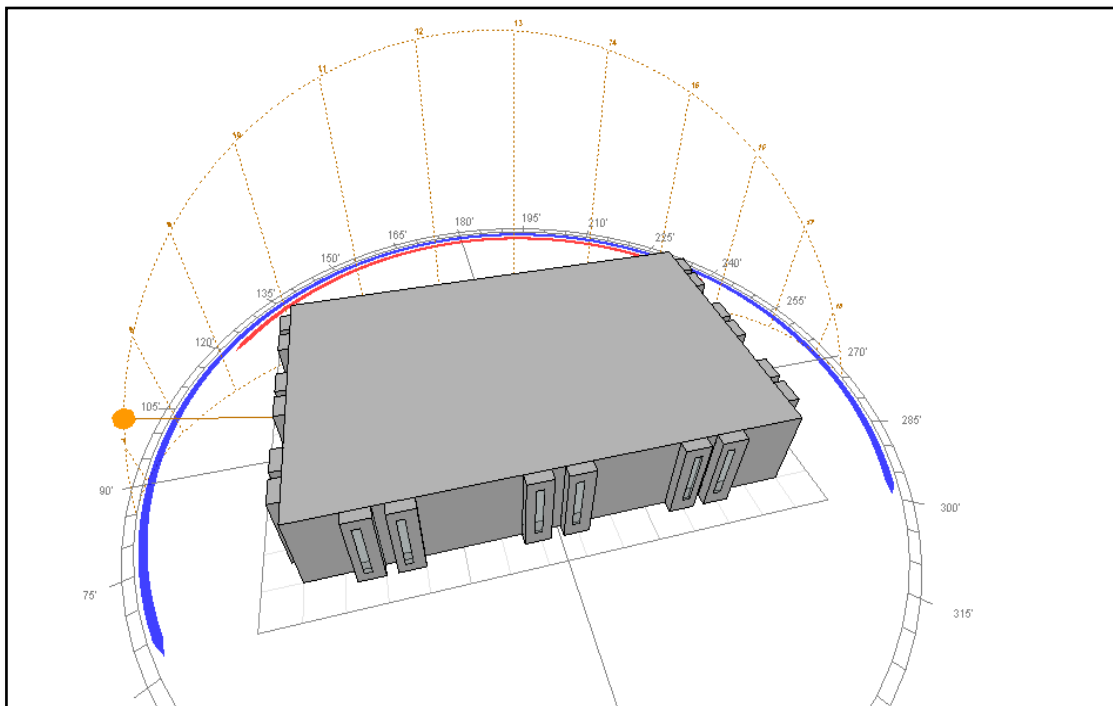


Figure 76: modélisation de la salle de lecture 2 (source : Ecotect 2011)

CHAPITRE III

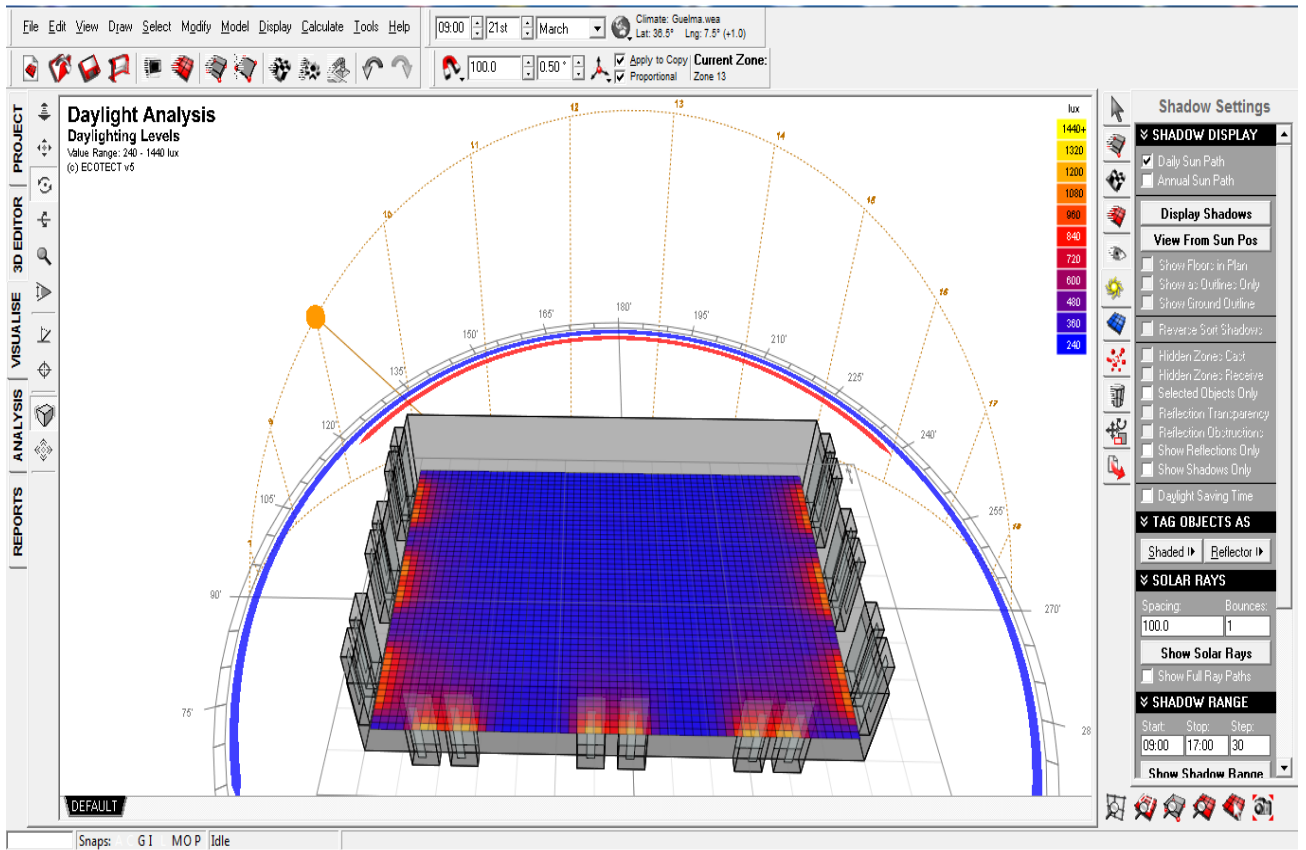


Figure 77: application sur la salle 2 à 9h le 21 mars (source : Ecotecl)

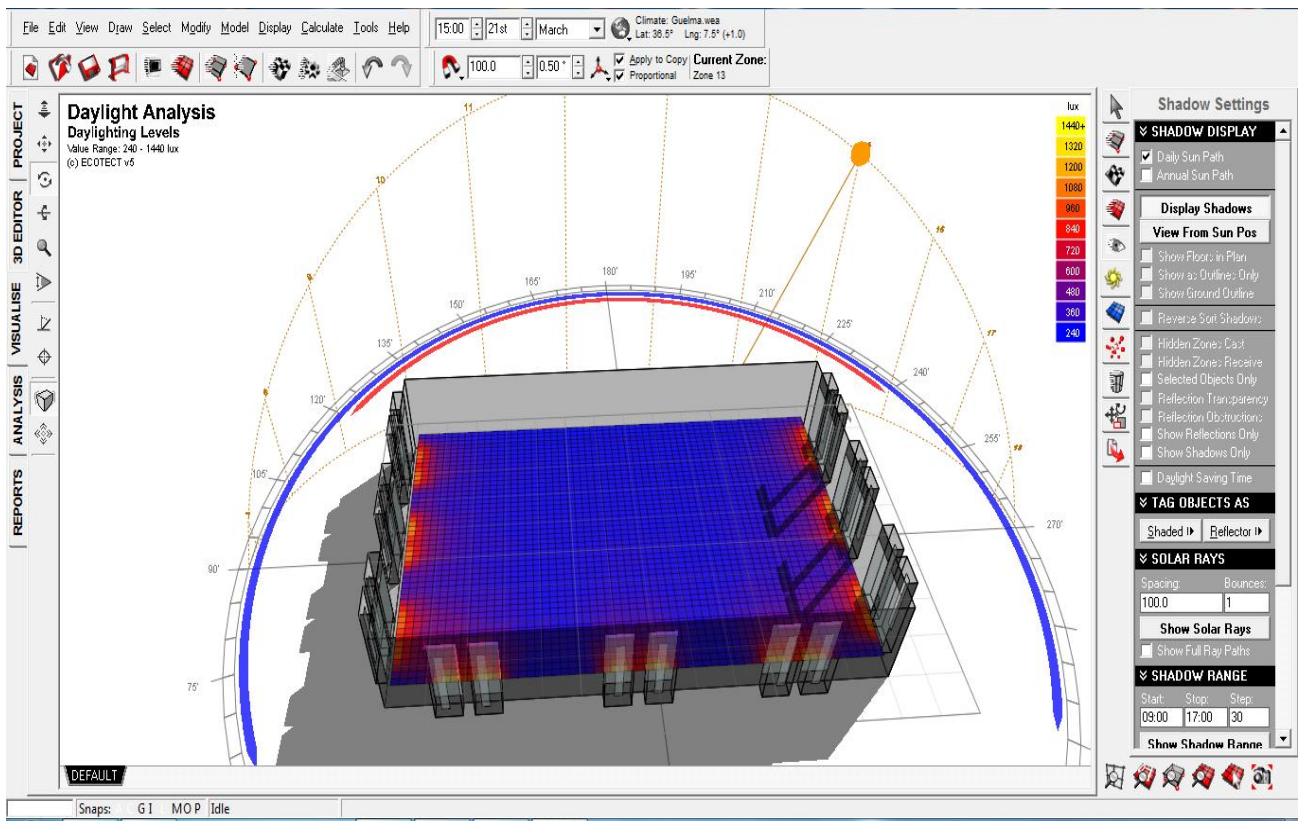


Figure 78: application sur la salle 2 à 15h le 21 mars (source : Ecotecl)

CHAPITRE III

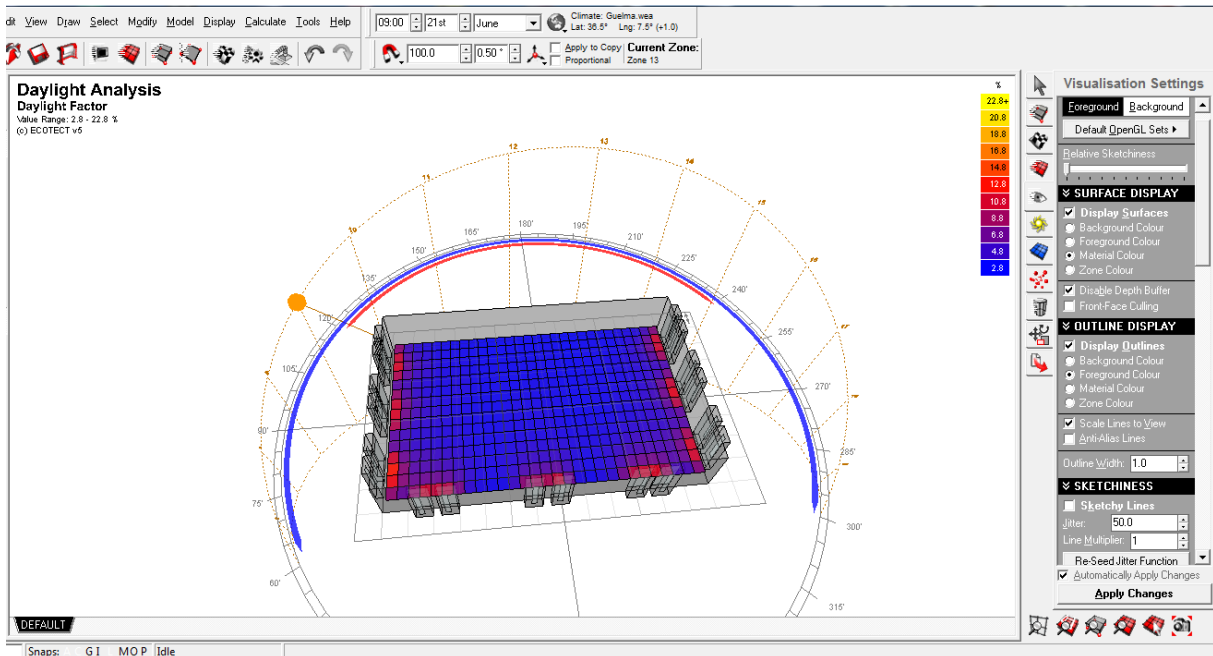


Figure 79: application sur la salle 2 à 9h le 21 juin (source : Ecotect)

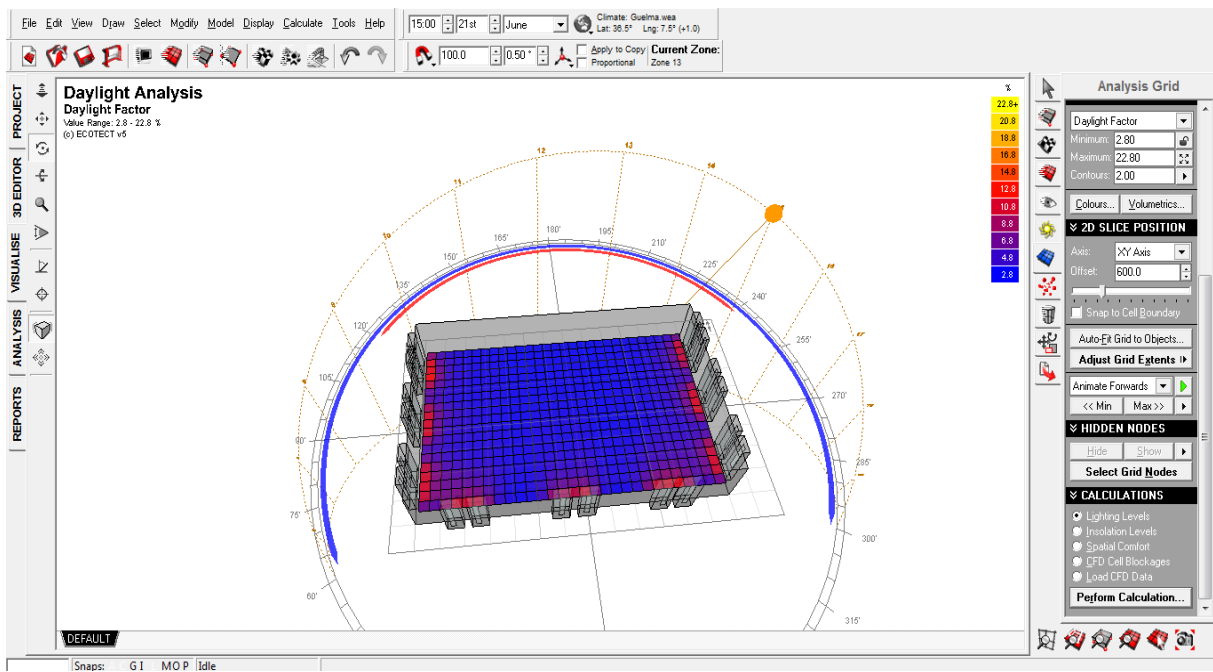


Figure 80: application sur la salle 2 à 15h le 21 juin (source : Ecotect)

-Cette simulation démontre que la salle de lecture 02 (présence d'un élément de protection) reçoit moins d'insolation par rapport à la salle 01 (les fenêtres orientés Sud).

-la valeur de lumière du jour dans ce cas est entre 14% et 16% Ce qui correspond à une quantité d'environ 700-800 Lux.

CHAPITRE III

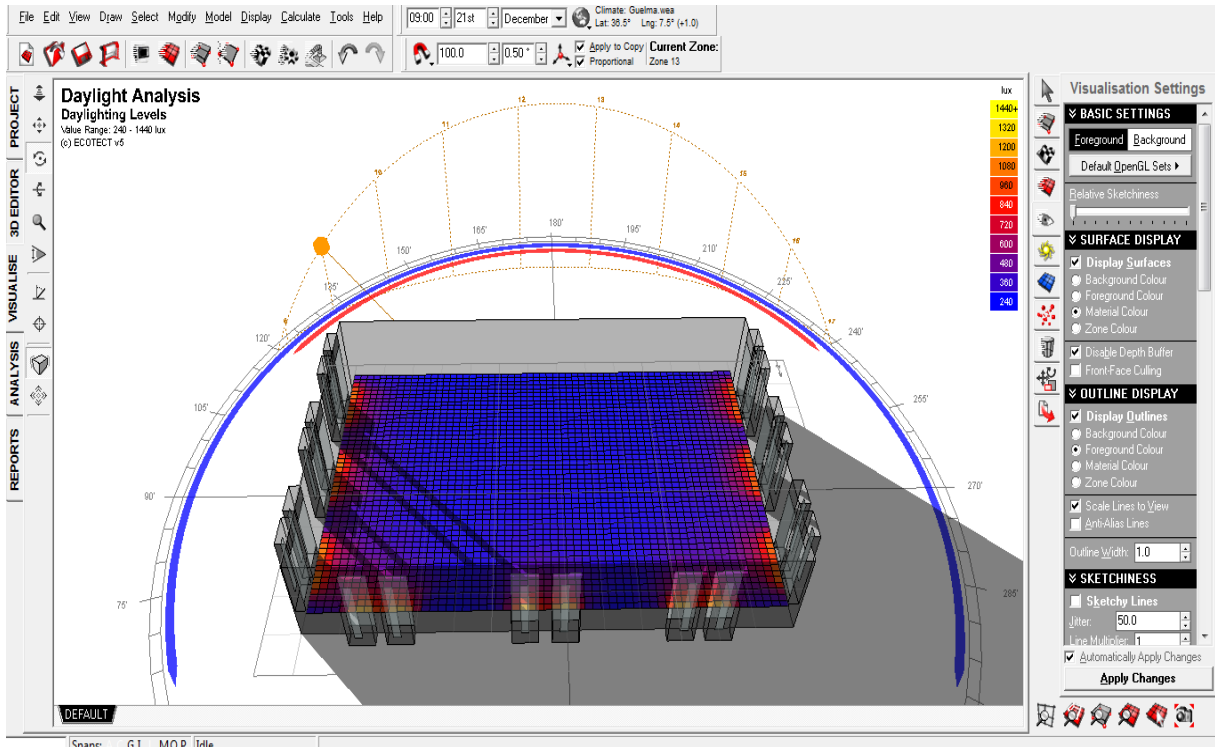


Figure 81: application sur la salle 2 à 9h le 21 déc (source : Ecotect)

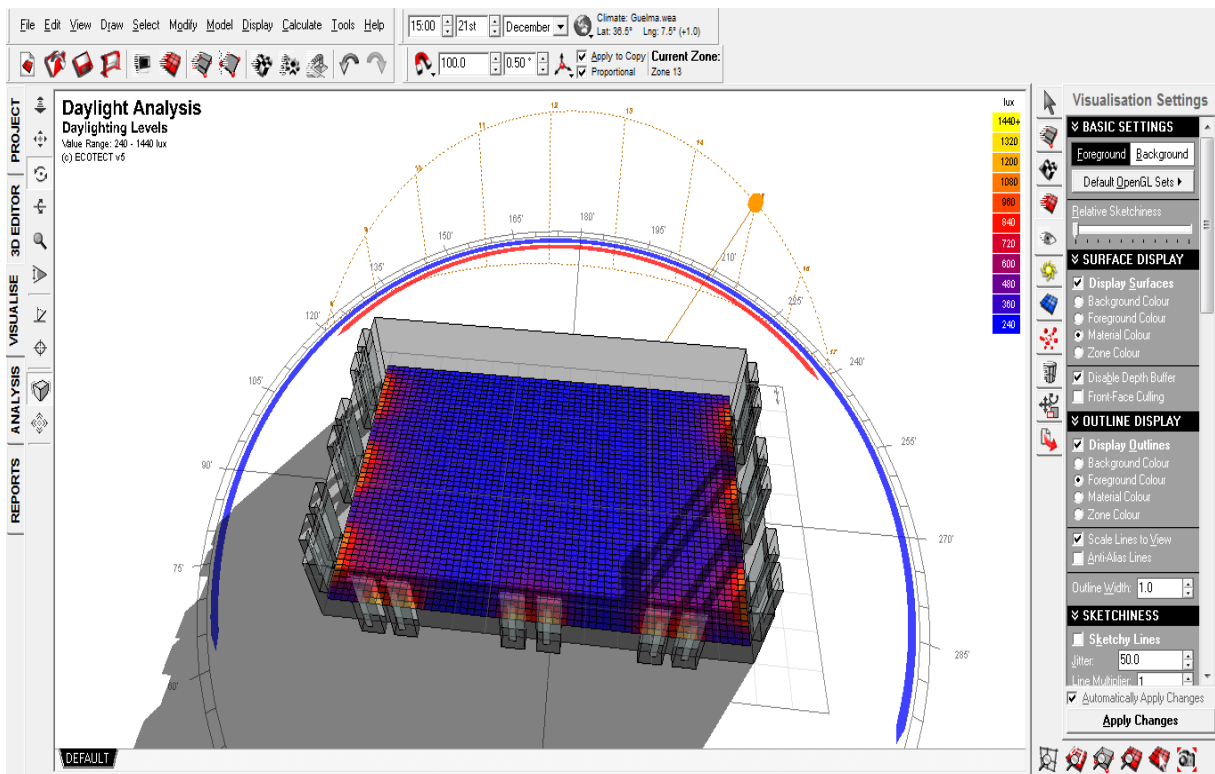


Figure 82: application sur la salle 2 à 15h le 21 décembre (source : Ecotect)

- Cette simulation sur le mois de décembre montre que la quantité de lumière dans la salle 02 est insuffisante par rapport à la salle 01.

CHAPITRE III

III.1.6 Conclusion et recommandations :

Nous avons commencé par analyser l'éclairage des deux salles de lecture d'un point de vue quantitatif, la démarche consiste en des mesures photométriques de l'éclairement lumineux, ceci représente la méthode classique que la présente recherche tend à prouver ses limites.

L'éblouissement touche la totalité des occupants sous différentes formes, il représente donc la gêne visuelle majeure que subissent les occupants des ateliers.

Les supports de travail causant le plus d'éblouissement sont dans l'ordre le patio et l'écran de l'ordinateur. Cependant, le degré de gêne provoquée varie d'une salle à une autre.

Les réflexions sur l'écran qu'elles soient causées par la lumière du jour ou celle des lampes, résultent principalement du non-respect des ratios de luminance recommandés par les chercheurs, et par le mauvais contraste de luminance dans le champ visuel.

Cependant, une approche quantitative de la lumière ignorerait tout l'aspect subjectif de l'occupant, allant de son appréciation de la qualité lumineuse à son confort visuel. La totalité des occupants des salles de lecture sont touchés par l'éblouissement, et ce, en dépit de la grande variété des espaces analysés et de leur éclairage intérieur. Ceci démontre que les gênes visuelles ne sont pas l'apanage des espaces ne recevant pas assez d'éclairement lumineux seulement, même un espace correctement éclairé en quantité n'est pas forcément confortable pour ses occupants.

Le contrôle de l'environnement lumineux est un facteur très important dans le processus de l'appréciation de la qualité lumineuse, un large panel de paramètres peuvent être régulés tels que les stores, l'intensité lumineuse des luminaires, les spots d'appoint... Ces paramètres combinés offrent une marge de manœuvre à l'occupant pour définir facilement l'idéal lumineux dans lequel il aspire à évoluer.

Notre présente recherche nous a permis de nous familiariser avec les techniques à l'éclairage intérieur, cependant, le domaine de la perception visuelle reste un vaste champ de travail où beaucoup d'incertitudes demeurent. L'effet biologique de la lumière naturelle ou son influence sur la performance restent des sujets encore méconnus, ce qui agrandit la marge de progression que pourrait avoir la recherche scientifique dans le domaine.

Afin de mieux optimiser les ambiances lumineuses dans les espaces de lecture et dans une démarche éco-conception, il est utile d'opter avec les recommandations suivantes :

CHAPITRE III

1- Rechercher une meilleure adaptation avec les conditions microclimatiques caractéristiques du site d'intervention :

- Ensoleillement
- Vents dominants

Pour ces deux paramètres, il est recommandé d'analyser le site de point de vue exposition/protection aux rayons solaires et aux vents dominants ;

2- Analyse environnementale du site d'intervention notamment les aspects suivants :

- Géomorphologique
- Topographique
- L'environnement immédiat

Cette analyse nous permettra de rechercher une implantation mieux intégrée et d'optimiser de meilleures orientations du projet d'intervention ;

3- optimiser l'enveloppe architecturale convenablement avec les spécificités fonctionnelles du projet en tenant comptes des conditions climatiques et de la qualité environnementale :

- Choix des matériaux
- Techniques et procédés de réalisation
- Dispositifs architecturaux de protection

CHAPITRE IV

IV. CHAPITRE IV : PROJET ET INTERVENTION

IV.1 Contexte géographique : situation et les limites de la ville de Guelma



Figure 83: situation géographique de la ville de Guelma (source : <http://www.univ-guelma.dz>)

Guelma, ville du nord-est algérien, se situe entre $36^{\circ} 28'$ de latitude nord et $7^{\circ} 25'$ de longitude est. Elle occupe une position médiane entre le nord, les hauts plateaux et le sud du pays. Limitrophe de six wilayas: Annaba au nord, El Taref au nord-est, Souk Ahras à l'est, Oum El Bouaghie au sud, Constantine à l'ouest et Skikda au nord-ouest.

IV.1.1 Situation :

IV.1.1.1 Situation de la ville par rapport à la wilaya :

Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation.⁶⁵

Guelma est une ville sur laquelle les différentes périodes historiques ont laissés d'innombrables empreintes.

⁶⁵ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Guelma#Situation>

CHAPITRE IV

En effet, Guelma a abrité depuis la préhistoire jusqu'à la colonisation française plusieurs civilisations.

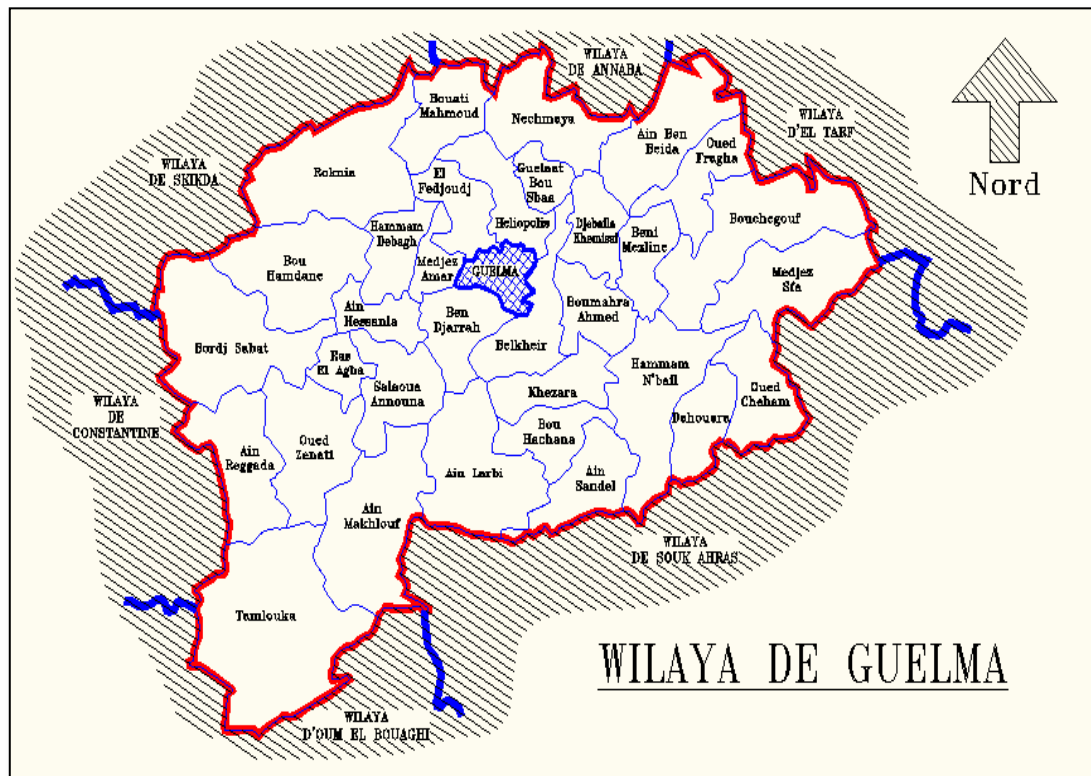


Figure 84: situation de la ville et la wilaya de Guelma (Source : PDAU de Guelma)

La commune est limitée :

1. **au Nord** par la commune de Heliopolis et El Fedjoudj.
2. **à l'Est** par la commune de Belkhir.
3. **au Sud** par la commune de Ben Djerrah.
4. **à l'Ouest** par les communes de MedjezAmar.

IV.1.2 Historique de la ville de Guelma :

Des inscriptions lybiques trouvées à Guelma prouvant que la région a été civilisée bien avant l'arrivée des Carthaginois ou des Romains, aux mentions latines attestant que Guelma portait déjà le nom de « Calama », bien que ce nom soit probablement d'origine phénicienne, l'histoire de Guelma est riche en événements comme son territoire est parsemé de sites d'une étonnante originalité.⁶⁶

D'illustres historiens anciens rapportent les récits de batailles que Jugurtha y livra en 109 avant J.C aux troupes romaines, il aurait vaincu, non loin de la ville de Guelma, précisément

⁶⁶ <http://samcom.services-soft.com>

CHAPITRE IV

dans la mystérieuse Suthul, le général romain Postinius, un de ceux qui firent de l'antique Calama un centre urbain relativement important au cours du 1er siècle de l'ère chrétienne.

Ne fut-elle pas avec Setifis (Sétif) et Hippo-Reggius (Annaba) un des greniers de Rome au cours du IIe et IIIe siècles après J.C. attestant que la période du règne des Sévères fit d'elle une des régions les plus prospères.

Au cours de l'époque chrétienne (4ème et Ve siècles), Calama a eu Possiduss (Possidius) (qui était aussi biographe de Saint-Augustin) comme évêque et appartenait à la province ecclésiastique de Numidie. D'ailleurs Saint-Augustin et Donatus évoquent la prospérité de cette ville. Dès l'invasion vandale, Possiduss alla se réfugier à Hippo-Reggius et Calama tomba au pouvoir de Genséric. Après la reconquête de « l'Afrique du Nord » par les Byzantins, Solomon, général de Justinien, y fit construire une forteresse.

Vint ensuite l'époque de la civilisation arabo-musulmane qui marquera à jamais, l'histoire de Calama appelée désormais « Guelma » selon Ibn Khaldoun, des tribus arabes, en particulier les Banou Hillal, s'étaient déjà installées au cours du IXe siècle dans cette région attractive. L'époque ottomane, quant à elle, n'a pas effectué de changement radicaux dans le paysage socioculturel de la ville, cependant elle a bien laissé des traces elle aussi, ne serait-ce que par quelques noms de famille qu'on retrouve aujourd'hui. Conquise en 1834 par les Français, elle accueillit plusieurs générations de colons et de pieds-noirs, la résistance guelmoise contre le colonialisme finit par payer le prix fort, le 8 mai 1945 la ville connaîtra un massacre sans précédent dans son histoire.



Figure 85: théâtre romain de Guelma (source : Moslim Gasmi)

Et si Guelma parlait, elle dirait : « Je fus une terre de batailles et de passions. Tout au long des siècles, les eaux de la Seybouse ont rougi du sang de mes braves... J'ai vécu les guerres puniques, connu la colonisation romaine, et côtoyé Byzance avant de rentrer dans la spiritualité de l'Islam, pour retomber dans l'emprise des ottomans et replonger dans la

CHAPITRE IV

colonisation française et retrouver enfin l'indépendance. Guelma est Wilaya depuis 1974 et Ville universitaire depuis 1986.

IV.2 Analyse climatique:

Les facteurs climatiques ont un impact permanent sur la vie sociale et économique d'une région, le groupement intercommunal de (Guelma, Belkheir, El Fedjoudj, Ben Djerrah) est dominé par un climat sub-humide.

IV.2.1 Classification du climat en Algérie:

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale, sa superficie dépasse les deux millions de Km². Plus de 4/5 de sa superficie est désertique. D'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales:

Zone A : Littoral marin.
Zone B : Arrière littoral montagne.
Zone C : Hauts plateaux.
Zone D : Présaharien et saharien.

Figure 86: classification du climat en Algérie (Source: MAZOUZ. Saïd, *Eléments de conception architecturale*, Alger: Edition O.P.U, Juillet 2004, p176-177)

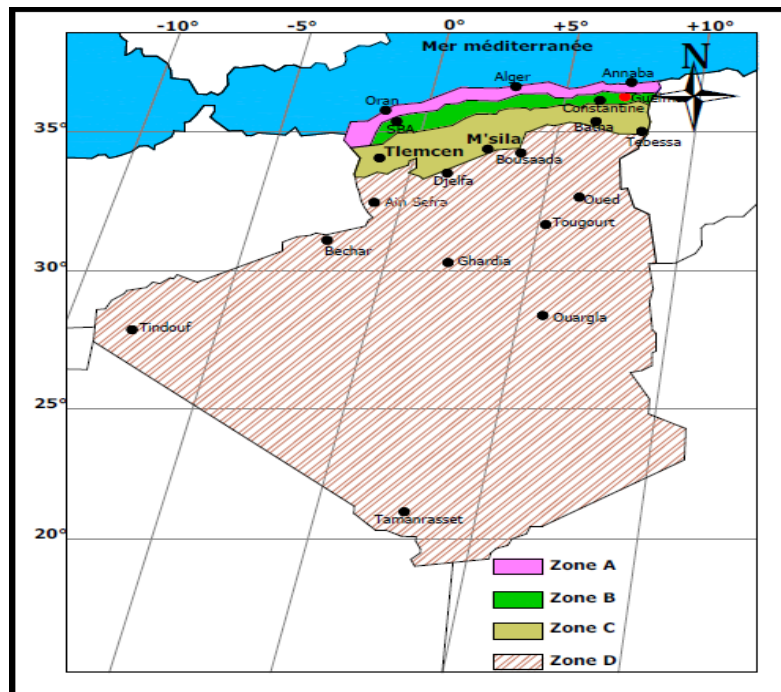


Figure 87: Classification du climat en Algérie (Source: Mazouz Saïd, 2004)

CHAPITRE IV

IV.2.2 Analyse climatique de la ville de Guelma :

Guelma, ville du nord-est algérien, se situe entre **36° 28' de latitude nord** et **7° 25' de longitude est**. **Altitude : 500m.**

- Le climat de Guelma est celui de l'arrière littoral montagne (Zone B)
- Déterminé par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides que ceux du littoral.

IV.2.2.1 La pluviométrie :

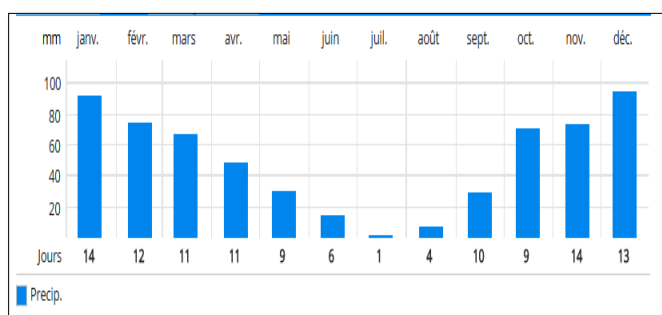
La précipitation est la totalité de la lame d'eau quantifiée par la pluviométrie, elle est d'origines divers : pluie, neige, etc.

IV.2.2.2 Précipitations moyennes annuelles:

La carte pluviométrique de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) (Edition 1993) montre globalement une répartition décroissante de la précipitation du Nord vers le Sud, et de l'Ouest vers l'Est. En effet dans la région de Guelma la précipitation est variée entre 363mm et 1145mm, le tableau suivant mentionne les variations annuelles des précipitations des stations de: Guelma, Héliopolis pour une période (1980-1990) :

	Année	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Station Guelma	P (mm)	468.2	415.2	687.9	363	805.7	445	588.9	511.5	455.8	458.8	633.9
Station Héliopolis	P (mm)	505	1145.5	734	468	1117.4	448.3	723.8	627.7	543.2	500.4	567.8

Tableau 7 : Précipitation annuelle totale en (mm) (source : DUC de Guelma)



-La répartition des précipitations à Guelma est marquée par une durée de **sécheresse durant l'été**, avec un **minimum de 2.8mm** enregistré en **juillet**.
 -Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables. Le total annuel est de 688.3 mm.

Figure 88 : précipitation annuelle à Guelma (source : auteur)

CHAPITRE IV

IV.2.2.3 Les températures :

Le facteur de la température de l'air a une grande influence sur le bilan hydrique du fait qu'il conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration réel.

Les données traitées intéressent la seule station de Guelma d'une période de 11 ans.

saïson	Automne			Hiver			Printemps			Eté		année		
station	Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MA	JU	J	At	
Ain El Bey	T_{max} (°C)	31,15	26,45	20,53	15,86	14,63	16,283	17,81	20,94	25,16	31,14	34,94	33,97	12,09
	T_{min} (°C)	17,59	14,38	9,98	7	5,85	5,34	6,66	9,33	12,5	16,63	19,6	20,18	18,07
	T_{moy} (°C)	24,37	20,42	15,25	11,43	10,08	10,81	12,24	15,14	18,93	23,88	27,27	26,99	24,07
	T_{sais} (°C)	26,05			15,59			21,31			33,35		24,07	

Tableau 8: Températures moyennes mensuelles (Source : DUC de Guelma)

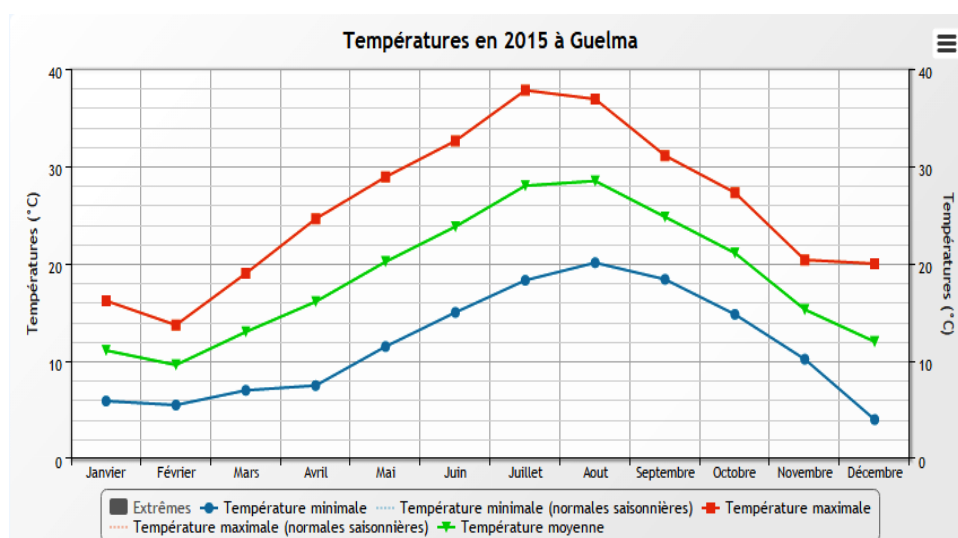


Figure 89: température en 2015 à Guelma (source : <http://www.wofrance.fr/weather>)

-la température annuelle moyenne est de **17.9°C** avec **27. 7°C en août** (le mois le plus chaud) et **10°C en janvier** (le mois le plus froid).

CHAPITRE IV

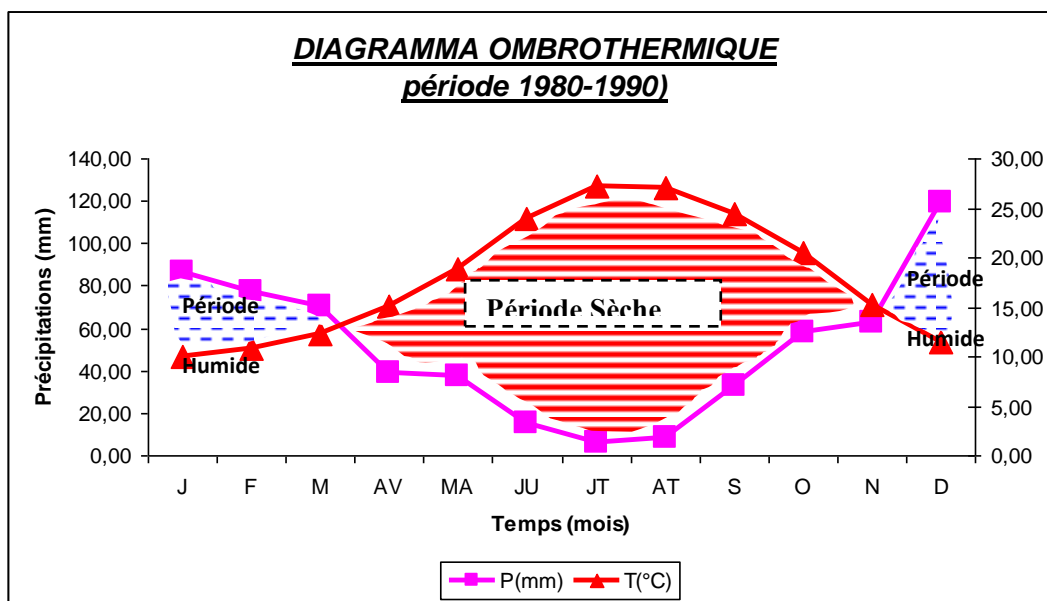


Figure 90: diagramme ombro-thermique de Guelma période 1980-1990 (source : DUC de Guelma)

Pour connaître la période sèche, on applique la méthode ombro-thermique pour GAUSSEN et BAGNOULS, un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne (C°), on obtient donc un diagramme pluviométrique dans lequel les températures sont portées à l'échelle double des précipitations.

Nous constatons que la région de Guelma présente une période sèche qui débute à la dernière semaine du mois de Mars et se prolonge jusqu'à la dernière semaine du mois de Septembre, c'est à dire la période humide s'échelonne pour une durée de 7 mois et 15 jours, et la période sèche pour 4 mois et 15 jours.

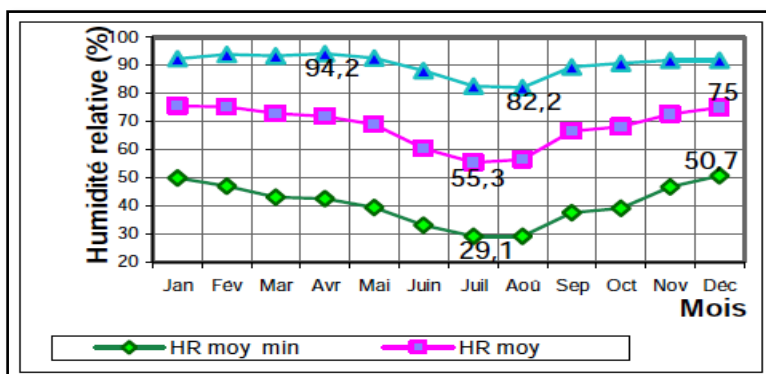
D'après le diagramme Ombro-thermique la période sèche s'étale de la fin de mois de Mai jusqu'à la fin de mois d'Octobre (4mois).

IV.2.2.4 Humidité :

	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité moyenne (%)	77	77	73	72	77	60	55.3	56	67.5	69	72	75

Tableau 9: humidité moyenne de Guelma (source : <http://www.wofrance.fr/weather>)

CHAPITRE IV



Humidité :

HR moy max = 94,2 % en Avril
HR moy min = 29,1 % en juillet

Figure 91: humidité relative % (source : <http://www.wofrance.fr/Algerie.htm>)

-La moyenne mensuelle de l'humidité relative dépasse les 68.3 % avec une moyenne maximale de 94.2% et une moyenne minimale de 29.1%.

IV.2.2.5 Les vents dominants:

jan	fev	mar	avr	mai	juin	
6.8	8.4	9.4	9.2	9.1	9.4	[km/h]
50	48	50	50	50	50	disponibilité de donnés[%]
juillet	août	sep	oct	nov	dec	
8.9	7.9	6.1	5.9	6.5	4.9	[km/h]
49	34	32	33	56	63	disponibilité de donnés[%]
moyenné/e valeur (janvier 2010 - décembre 2016) : 7.7 km/h						

Tableau 10: force des vents par jour (source : <http://www.wofrance.fr/weather>)

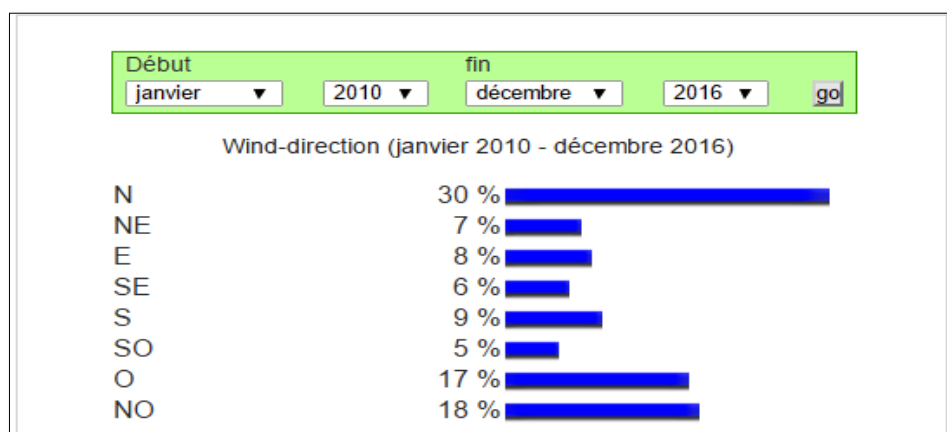


Figure 92: direction du vent (source : <http://www.wofrance.fr/weather/maps/city>)

-Les vents dominants à Guelma sont d'une vitesse moyenne de 7.7 km/h

- Les vents à Guelma sont de diverses directions. Ceux de nord-ouest avec une moyenne de 18%, il atteint leur maximum au mois de décembre. A l'inverse les vents nord-est sont plus fréquents au mois de juillet.

CHAPITRE IV

- Enfin le **sirocco** se manifeste au **sud** plus qu'au nord de la région, surtout en juillet (C'est un vent chaud et desséchant).

IV.2.3 Application de la méthode de S. Szokolay :

Szokolay a défini une zone de confort avec diverses zones de contrôle potentiel en fonction des données climatiques de la région d'étude.

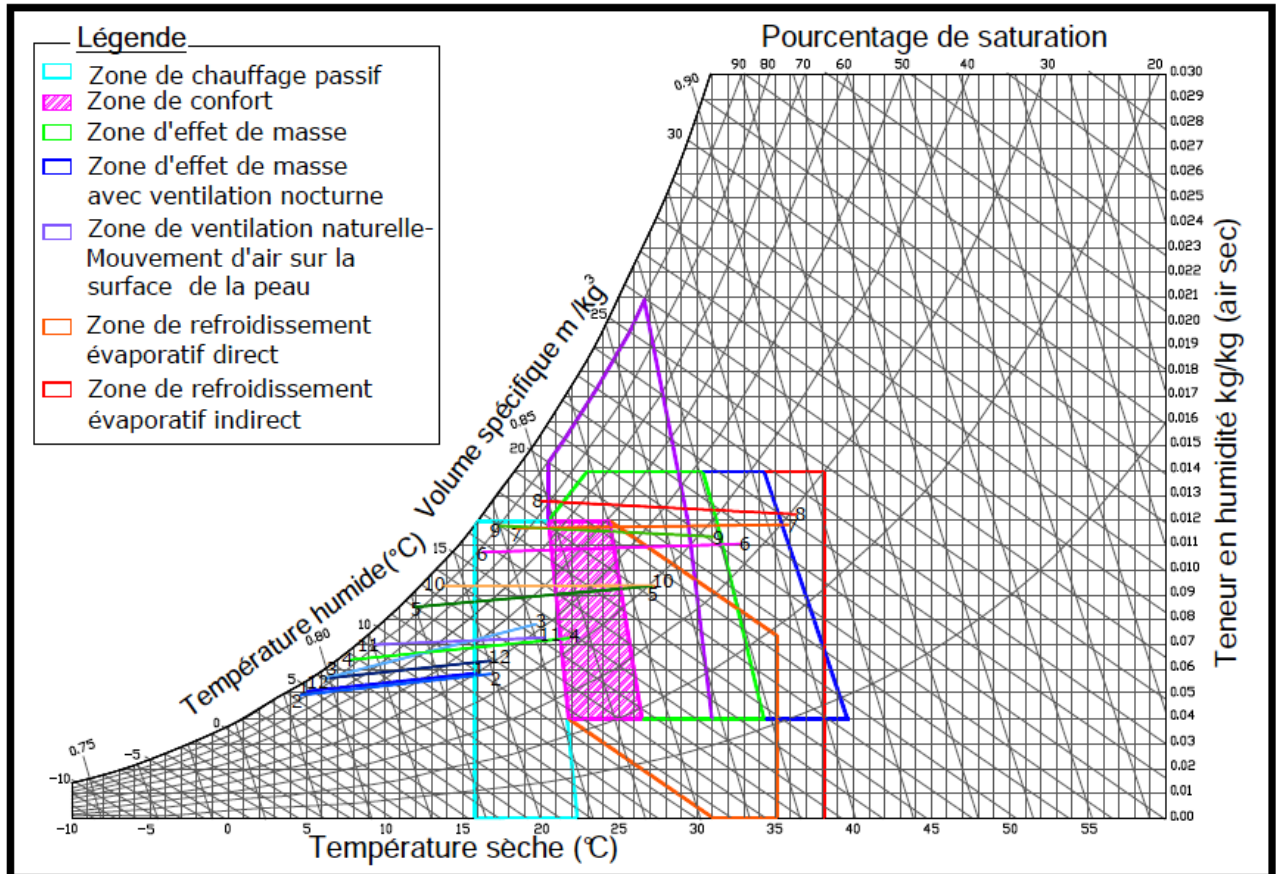


Figure 93: application de la méthode de Szokolay sur la ville de Guelma (source : MEDJELEKH DALEL)

On peut citer Les recommandations suivantes :

-Effet de masse thermique avec ventilation nocturne et un contrôle solaire à partir du mois de juin.

- Une ventilation naturelle pour la saison d'été.

- Le chauffage passif pour les mois froids: octobre, mars, et le chauffage d'appoint pour les mois les plus froids tel que janvier.

CHAPITRE IV

IV.3 Présentation du site:

IV.3.1 Plan de situation du terrain :



Figure 94: situation du terrain (source : Google earth)

Le site est situé au sud de la Wilaya de Guelma, commun de Guelma et au nord du POS SUD

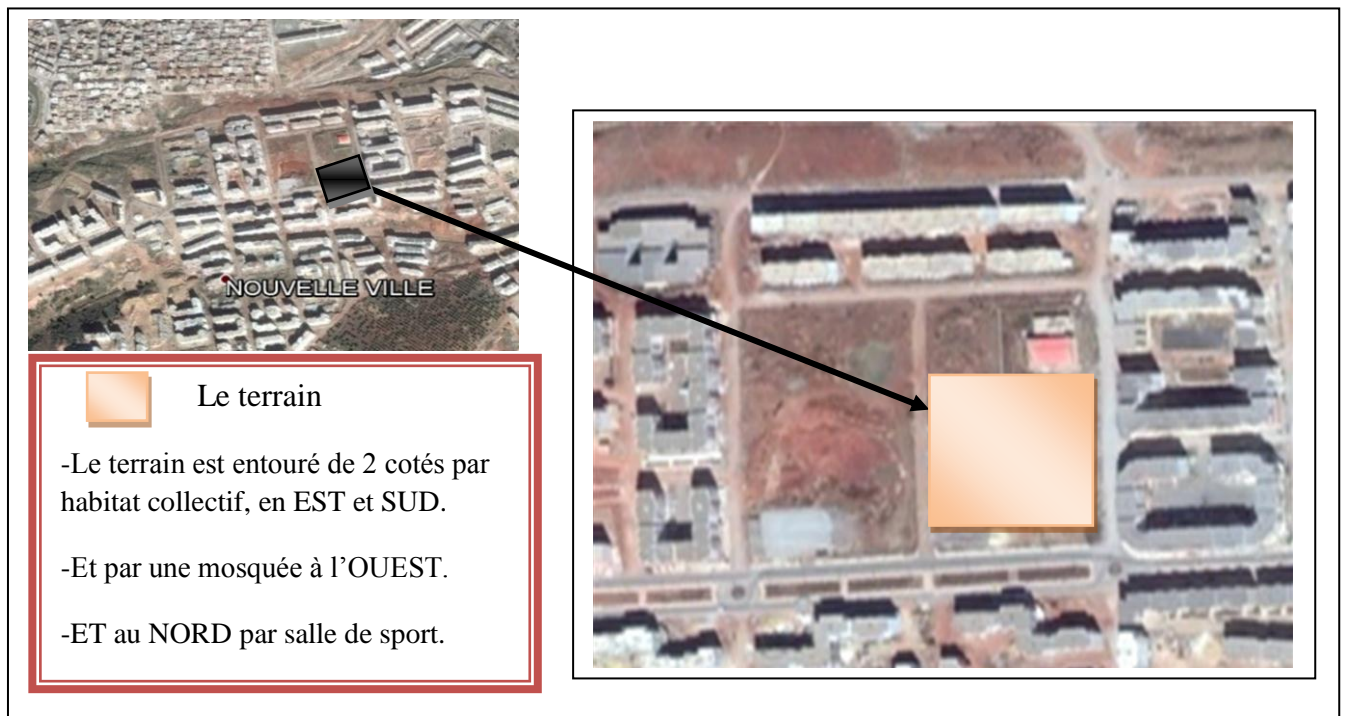


Figure 95: le terrain (source : auteur)

CHAPITRE IV

IV.3.1.1 Accessibilité :

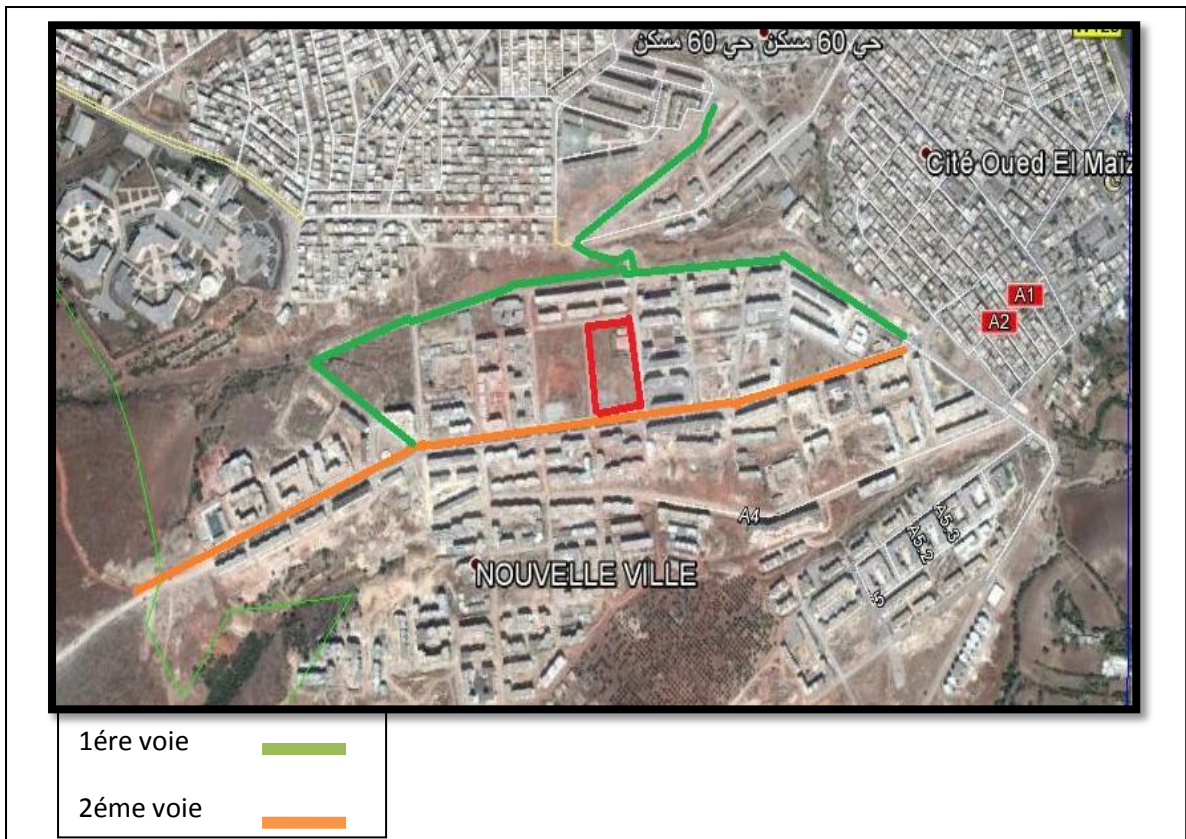


Figure 96: accessibilité de terrain (source : auteur)

-Il a 2 voies : La 1ere c'est la voie qui relie la cité 60 logements et la nouvelle ville.

-La 2eme c'est la voie qui relie la cité Oued Elmaiz et la nouvelle ville.

IV.3.2 Morphologie du terrain :

IV.3.2.1 Forme et surface du terrain :



-La forme du terrain est régulière, c'est un rectangle.

-Et d'une surface de 6500 m².

Figure 97: forme et surface du terrain (source : Google earth)

CHAPITRE IV

IV.3.2.2 Coupe topographique :



Figure 98: coupe topographique du terrain (source : Google earth)

La pente de terrain est relativement faible et ne dépasse pas 5%.

IV.3.3 Environnement immédiat :



Figure 99: Environnement immédiat du terrain (source : auteur)

CHAPITRE IV



Figure 100: vues et modélisation du terrain (source : auteur)

IV.3.4 Climatologie :

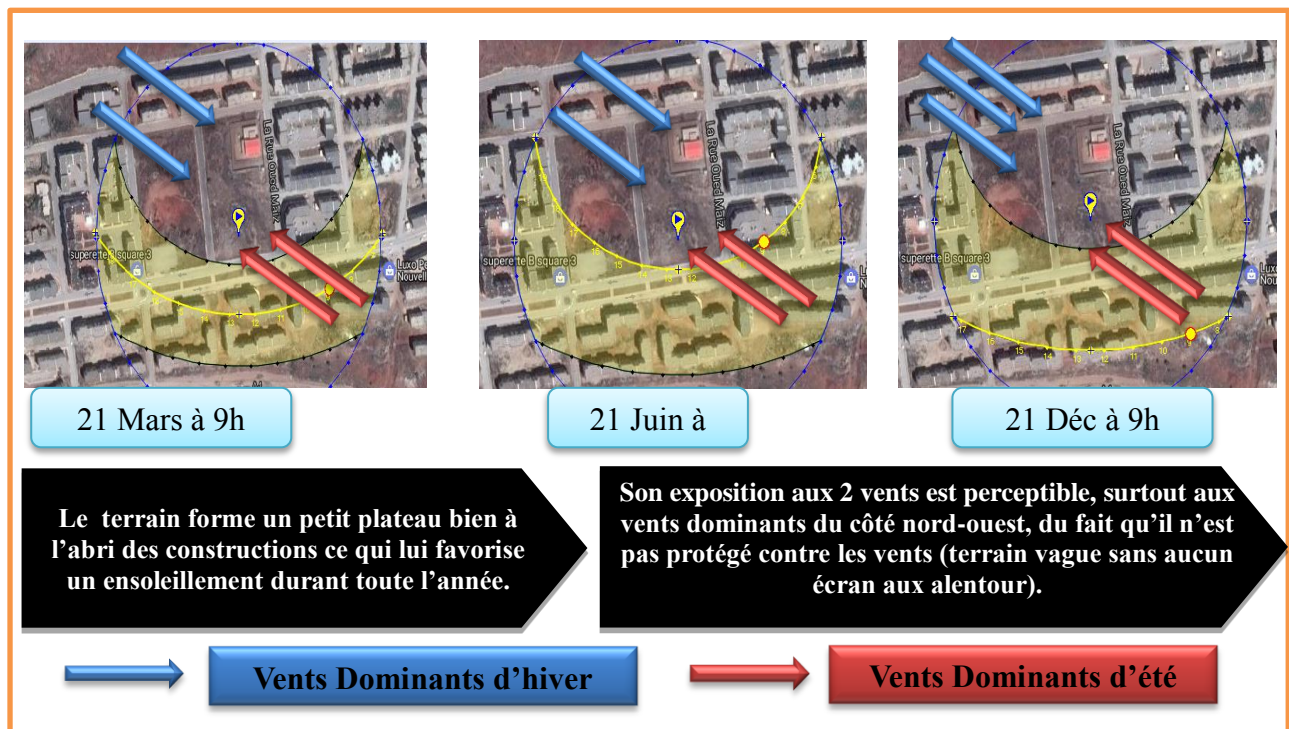


Figure 101: vents dominants et ensoleillements (source : auteur)

CHAPITRE IV

IV.3.5 Synthèse et critères de choix :

-Sa situation géographique; ni loin, ni au milieu du centre-ville « facilement accessible »

-les habitants de la nouvelle ville ont besoins d'un équipement socio-éducatif de type bibliothèque. Cette dernière, pourra jouer un rôle important pour dynamiser la ville de Guelma.

- le terrain est bien ensoleillé ainsi que bien ventilé.

-Il est facilement accessible par différents types de transport (transport public: bus, taxis, privé: voitures personnelles). Grace à la présence des voies mécaniques et piétonne, le site est **bien accessible** de tous les côtés aussi bien pour les véhicules que pour les piétons.

CHAPITRE IV

IV.4 Les bibliothèques publiques : approche théorique

Introduction :

Selon Malek Ben Nabi (sociologie) : « la culture est une ambiance, un milieu où chaque détail est l'indice d'une société, qui marche vers le même destin, ce n'est pas une science particulièrement réservée à une classe ou à une catégorie d'âge mais une doctrine du comportement général d'un peuple dans toute sa diversité et sa gamme sociale ».

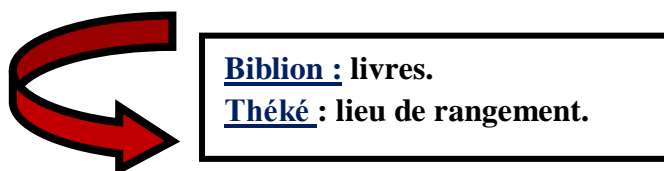
IV.4.1 Généralité et définition :

IV.4.1.1 Définition d'un équipement culturel :

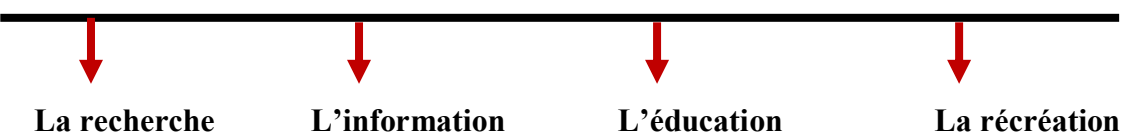
Un équipement culturel est tout établissement chargé de promouvoir et de développer toute activité pouvant contribuer à l'épanouissement de la culture et de l'information.

IV.4.1.2 Définition de la bibliothèque:

Le mot bibliothèque est d'origine grec « bibliothéké » qui signifiait lieu de rangement de livres.



-La bibliothèque est  le lieu ou centre de :



Grace à :



IV.4.1.3 Types de la bibliothèque :

IV.4.1.3.1 Bibliothèques nationales :

Sont principalement financées par l'État et sont destinées à servir les besoins d'un public érudit.

CHAPITRE IV

IV.4.1.3.2 Bibliothèques de recherche :

Servent principalement aux étudiants. Ces bibliothèques contiennent un grand nombre d'ouvrages rares et précieux qui ne peuvent être consultés en général que dans l'enceinte des bâtiments.

IV.4.1.3.3 Bibliothèques universitaires :

Les bibliothèques des universités diffèrent des bibliothèques de recherche en ce qu'elles doivent participer aux programmes de recherche et d'enseignement des institutions auxquelles elles appartiennent.

IV.4.1.3.4 Bibliothèques publiques :

Les bibliothèques publiques ont pour objectif de répondre aux besoins d'une grande variété de lecteurs. En plus de la littérature traditionnelle, De nombreuses bibliothèques publiques organisent des conférences, ainsi que des expositions.

IV.4.1.3.5 Bibliothèques scolaires :

Comme les bibliothèques universitaires, les bibliothèques scolaires contribuent au programme de l'école à laquelle elles appartiennent

IV.4.1.3.6 Bibliothèques spécialisées :

Les bibliothèques spécialisées sont destinées à pourvoir aux besoins spécifiques des professionnels. La plupart d'entre elles font partie intégrante d'entreprises, de corporations, d'organisations et d'institutions

IV.4.2 Rôle de la bibliothèque :

La Bibliothèque est un équipement culturel indispensable à la vie civique, il permet de : Créer et renforcer l'habitude et les réflexes de lecture chez les enfants dès le début de leur scolarité.

- Stimuler l'imagination et la créativité chez les enfants et les jeunes individus,
- Développement du patrimoine culturel, du sentiment pour les arts, des relations et des créations scientifiques.
- Faciliter le développement de la capacité fondamentale pour l'utilisation de l'information et l'informatique.
- L'enrichissement de l'entourage culturel et l'élévation du niveau de civilisation de la région.

CHAPITRE IV

IV.5 Analyse des exemples :

IV.5.1 Bibliothèque universitaire de Constantine:

IV.5.1.1 Présentation du projet :

L'université de Constantine conçu par l'architecte brésilien « OSCAR Niemeyer », en 1970, d'une capacité de 1000 étudiants, sur un site de 25 Ha.

IV.5.1.2 Situation :

La bibliothèque universitaire de Constantine est située à l'est du centre-ville, sur la colline de Boufarik.

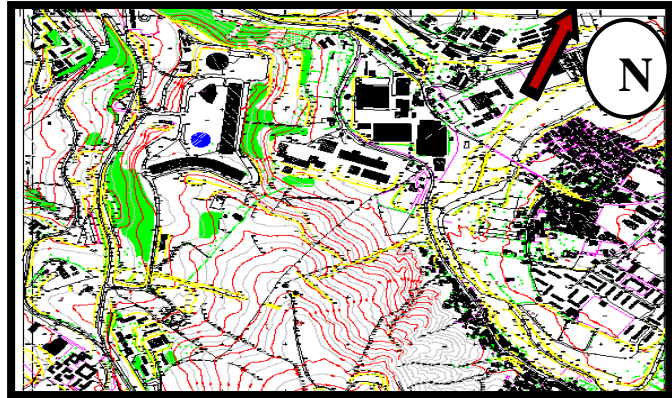


Figure 102: plan de situation (Source : auteur)

IV.5.1.3 Principe d'organisation de l'ensemble :

Selon l'architecte OSCAR Niemeyer : « mon projet est basé sur la centralité et sur la flexibilité, le schéma est si logique..... »

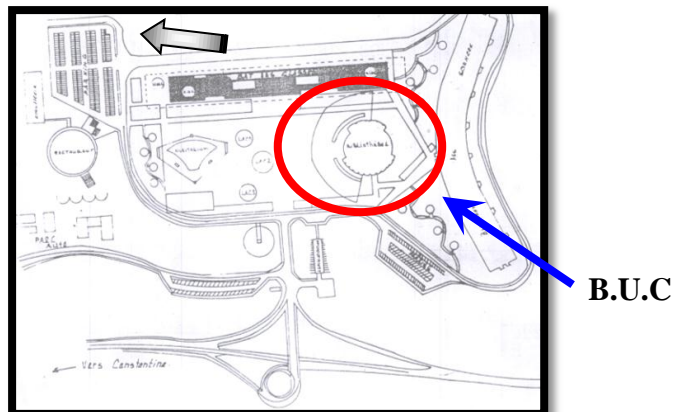


Figure 103: plan d'ensemble Source : auteur

IV.5.1.4 Plan de masse:

La bibliothèque est située au sud du centre de l'université (esplanade) limitée par différentes unités spatiales.

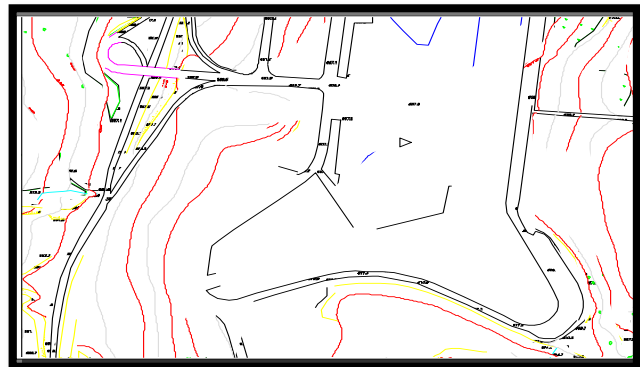


Figure 104: plan de masse (Source : auteur)

CHAPITRE IV

IV.5.1.5 Accessibilité:

On peut atteindre la bibliothèque de tous les chemins, elle est accessible directement par 3 accès : Accès public : on trouve 2 accès :

- Accès public principale : destiné au public lecteur, qui relie l'esplanade et le RDC de la bibliothèque, (salle de lecture).
- Accès public secondaire : qui mène au sous-sol, (banque de prêt).
- **Accès personnel** : qui relie la bibliothèque (sous-sol), avec bloc des lettres (RDC).



Figure 105: Les accès de la bibliothèque (source : auteur)

- Parking : L'existence de 2 types de parking :
 - Parking public : pour étudiants, d'une capacité de 200 véhicules.
 - Parking personnel : d'une capacité de 80 véhicules.

IV.5.1.6 Etude architectural :

IV.5.1.6.1 Composition formelle :

La bibliothèque à une forme circulaire simple, qui répond bien aux besoins du public, assurant une liberté et fluidité spatiale, dans la circulation.

IV.5.1.6.2 Composition volumétrique :

La bibliothèque est constituée d'un cylindre, entouré par des éléments courbés, d'une hauteur de 5m, élevé par un seul niveau (RDC).

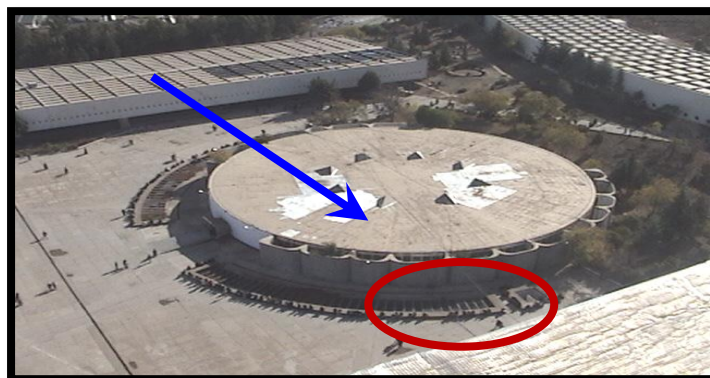


Figure 106 : Forme et Volume (source : auteur)

CHAPITRE IV

IV.5.1.6.3 Les façades :

L'utilisation parfaite du béton brut (sans revêtement), pour exprimer le poids et la masse du projet.

-Un mur en béton, de 5m d'hauteur, sans ouvertures, pour créer une coupure dans le champ visuel des lecteurs entre l'intérieur et l'extérieur.

-Un mur aveugle, avec une entrée centrale, accéder par une rampe, marqué par un élément attractif, en béton armé, avec un espace de regroupement des étudiants (bancs publics), à gauche et à droite de l'entrée.



Figure 107: Façade principale (Source : auteur)

IV.5.1.7 Les plans :

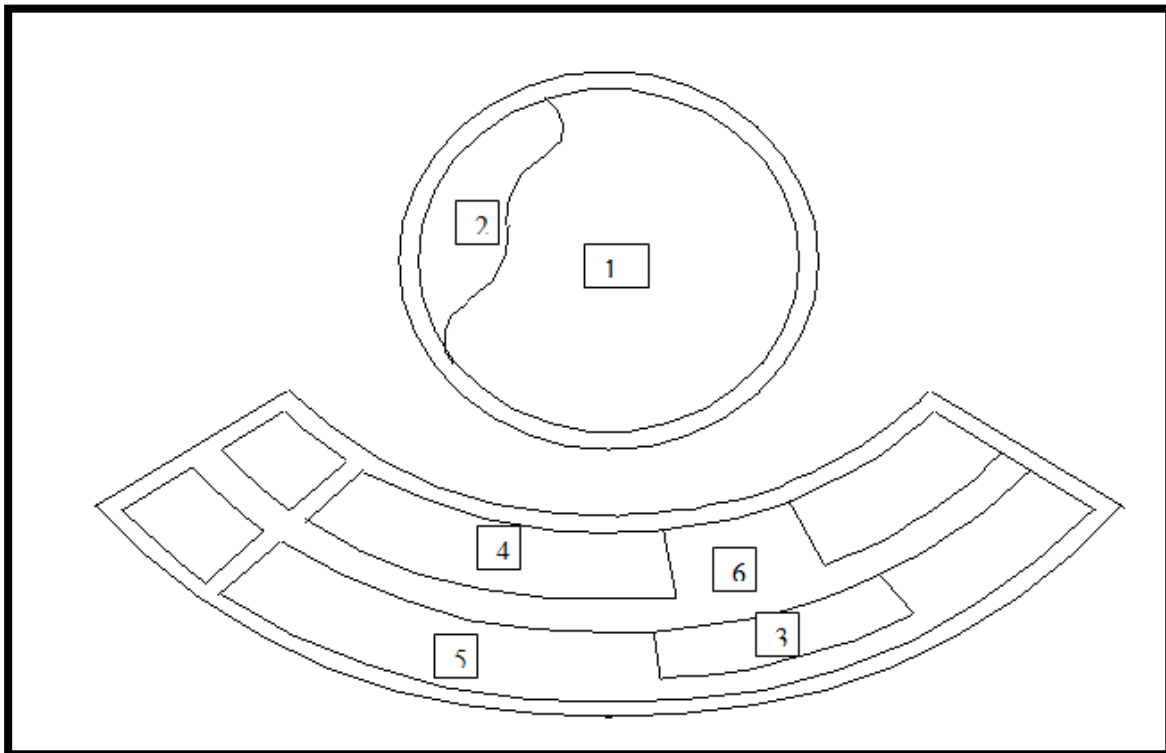


Figure 108: sous-sol
(Source : auteur)

CHAPITRE IV

-Il est considéré comme le niveau le plus important pour la salle de lecture. Le magasin occupe la plus grande surface avec une capacité de 437.460 livres et il est en relation directe avec la salle de lecture par le biais de l'escalier. Son éclairage est mixte, artificiel et naturel. On trouve de différents espaces tel que :

1. La Salle de lecture.
2. la salle de recherche (référence).
3. L'espace du prêt.
4. l'administration.
5. le magasin ou le rayonnage.
6. Le hall de circulation.

IV.5.1.7.1 Schéma RDC :

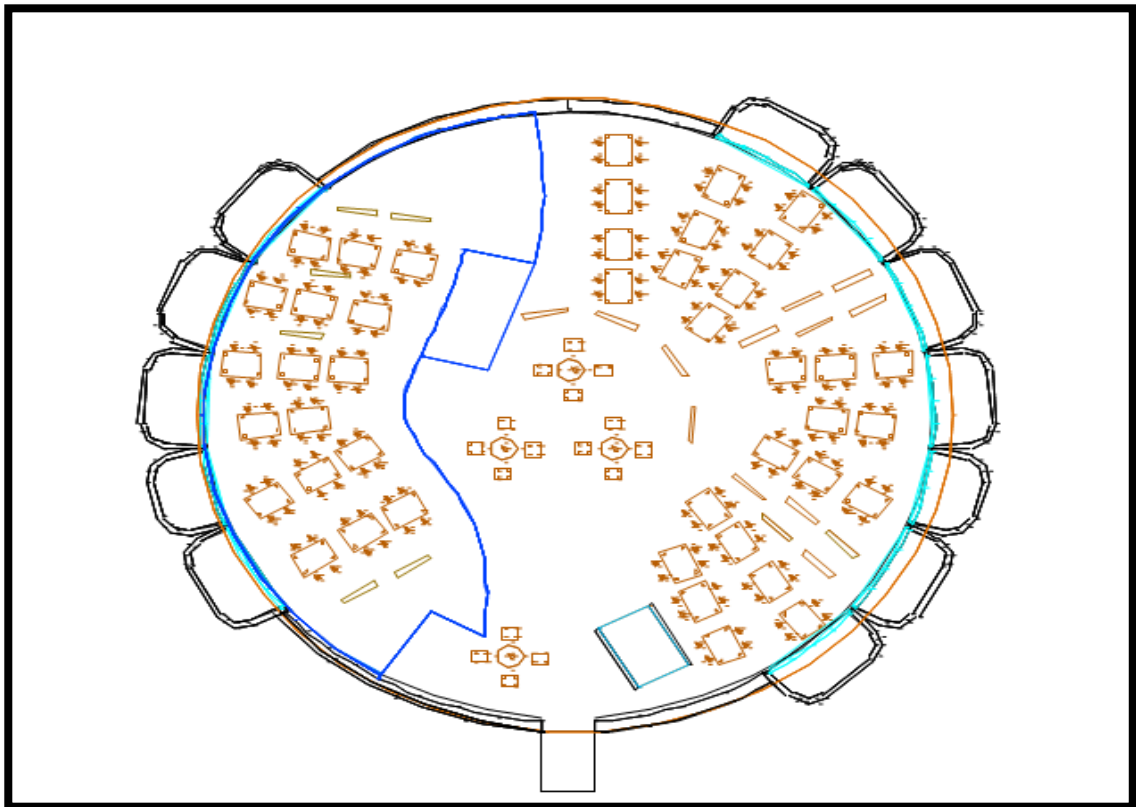


Figure 109: RDC
(Source : auteur)

C'est le niveau principal pour l'étudiant car :

- il comporte deux grandes salles de lecture l'un pour étudier et l'autre pour la recherche.
- On ne trouve pas de cloisons de séparation, car ils ont utilisés comme moyen de séparation des rayonnages qui sont orientés tous vers le centre de la bibliothèque pour mieux s'adapter à la forme circulaire de la bibliothèque.
- On ne trouve pas de table singulière puisque la salle de lecture est aménagée par des tables à quatre personnes pour peut être augmenté la capacité de la salle.

CHAPITRE IV

IV.5.1.7.2 Axonométrie :

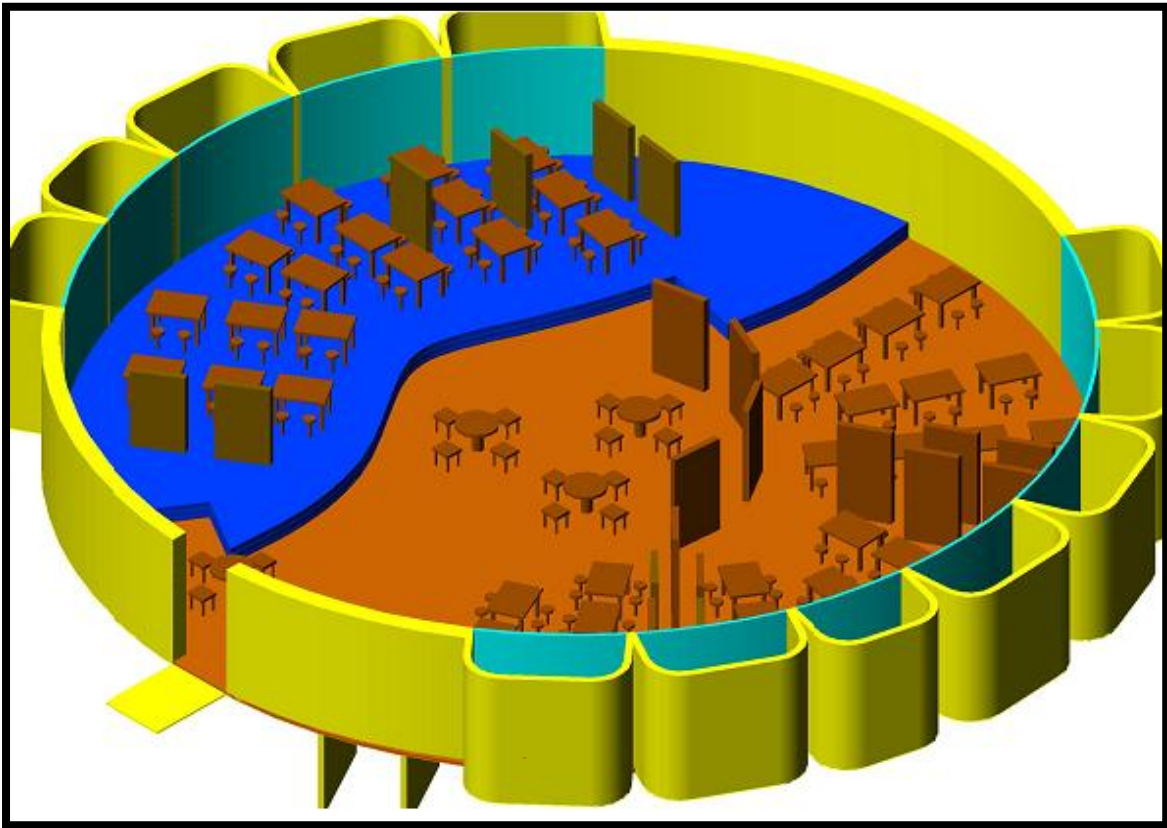


Figure 110: Axonométrie
(Source : auteur)

IV.5.1.8 Synthèse :

On distingue que l'architecte oscar a pensé à deux obstacles principaux pour le bien déroulement de la bibliothèque, et il les a majestueusement surpassés :

- Le premier : C'est l'éclairage.
- Le deuxième : C'est la gestion du bruit extérieur.

-Alors il a fait reculer le mur extérieur en le bâtissant mur aveugle et le mur intérieur là bâtis en verre, le vide entre les deux murs l'a aménagé par des arbres et des verdure.

-En faisant cela l'architecte oscar a gardé le calme dans la salle de lecture par le biais du mur aveugle et a offert un éclairage naturel par le biais des murs de verre, plus que cela il a offert aussi au lecteur une sensation de bien-être et de paisiblement en regardant la verdure qui les entourent. En fin pour couronner le tout il a ajouté l'éclairage zénithal pour mieux éclairé le centre de la bibliothèque.

CHAPITRE IV

IV.5.2 Bibliothèque Municipale De Limoges:

-La bibliothèque se situe dans le cœur de la ville historique de LIMOGES, dans le côté Nord.

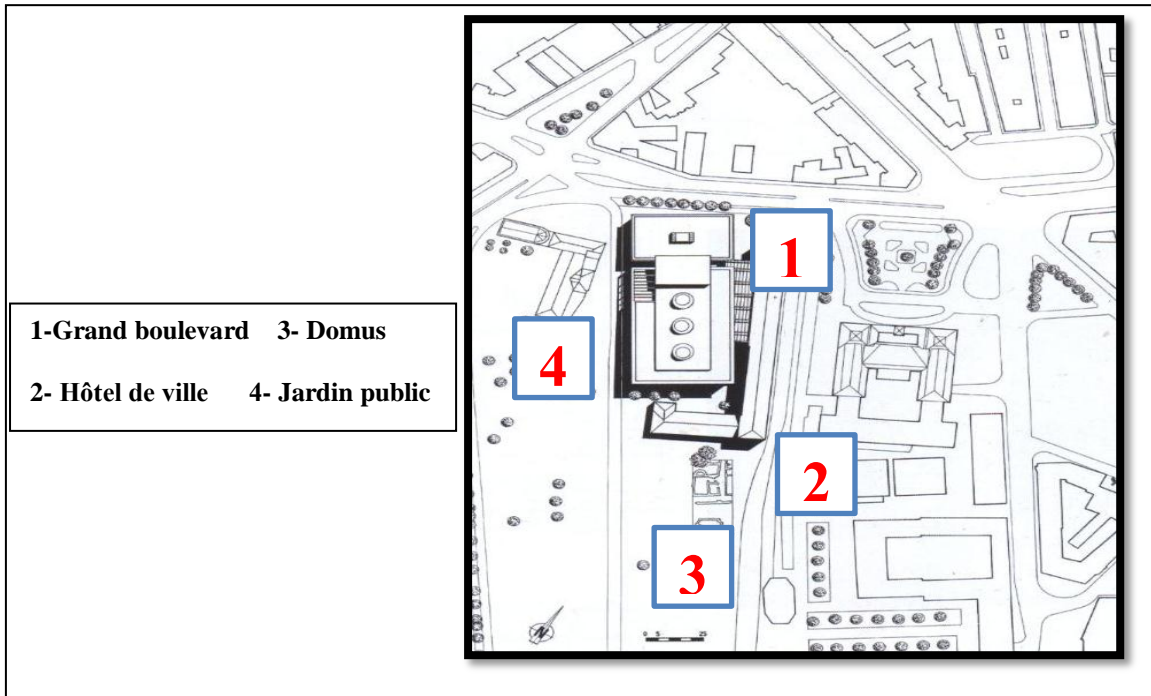


Figure 111: situation de la bibliothèque (source : auteur)

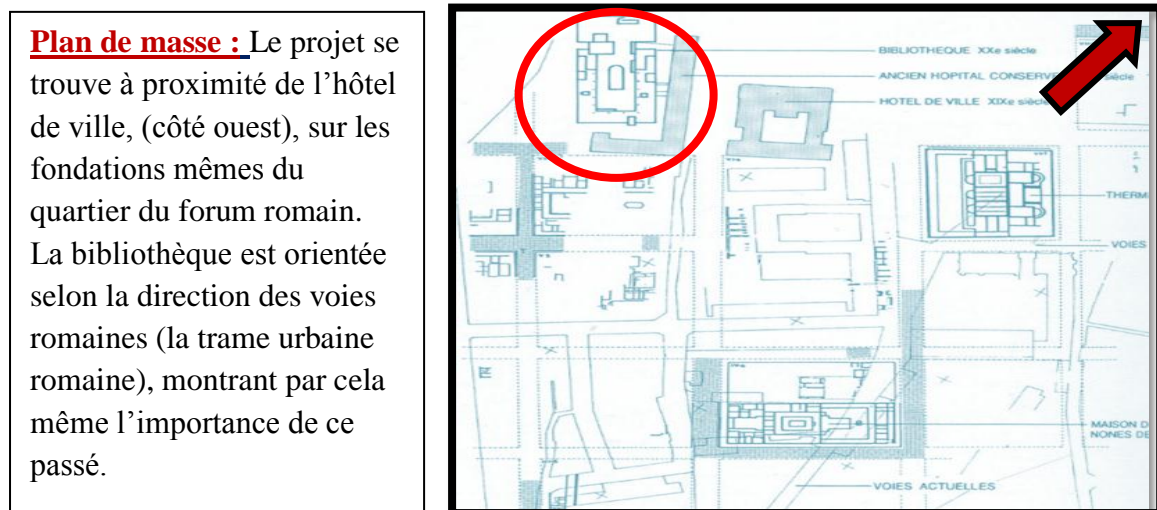


Figure 112: plan de masse (source : auteur)

IV.5.2.1 Etude architecturale :

IV.5.2.1.1 Composition formelle et volumétrique :

IV.5.2.1.1.1 La forme :

La bibliothèque de Limoges, à une forme rectangulaire simple et unitaire. Relier avec l'ancien hôpital, qui a une forme rectangulaire, le non parallélisme entre les deux bâtiments est riche de sens.

CHAPITRE IV

IV.5.2.1.1.2 Le volume :

La bibliothèque se compose de 4 parallélépipèdes, de dimension, et hauteur variées, créant un jeu d'articulation, entres eux, pour donner une richesse au volume.

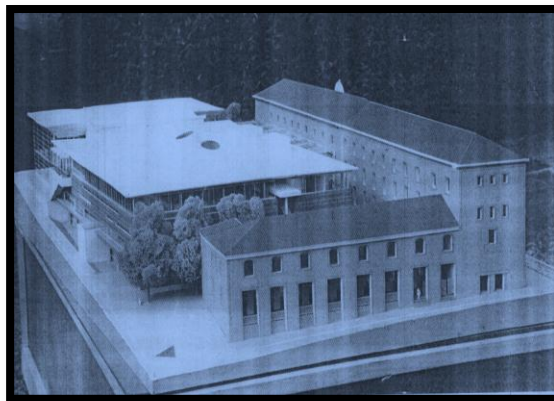


Figure 113: Le volume (Source : Pierre Riboulet)

IV.5.2.1.1.3 La façade :

-Les façades de la nouvelle bibliothèque, se caractérisent avec un style moderne, avec l'utilisation du verre, et du béton, créant un jeu de contraste, avec l'ancien style du vieil hôpital romain qui l'intègre dans son projet, (liaison entre l'enceinté et la nouveauté), d'une façon visuelle et physique.



Figure 114: la façade (Source : Pierre Riboulet)

IV.5.2.1.1.4 Les plans :

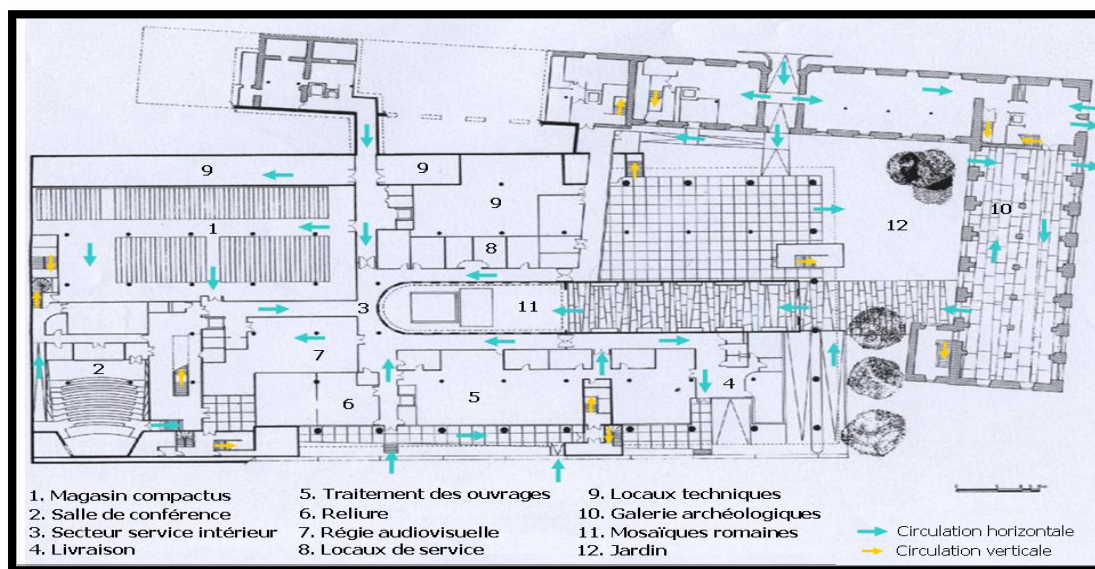


Figure 115: PLAN RDC (Source : Pierre Riboulet)

CHAPITRE IV

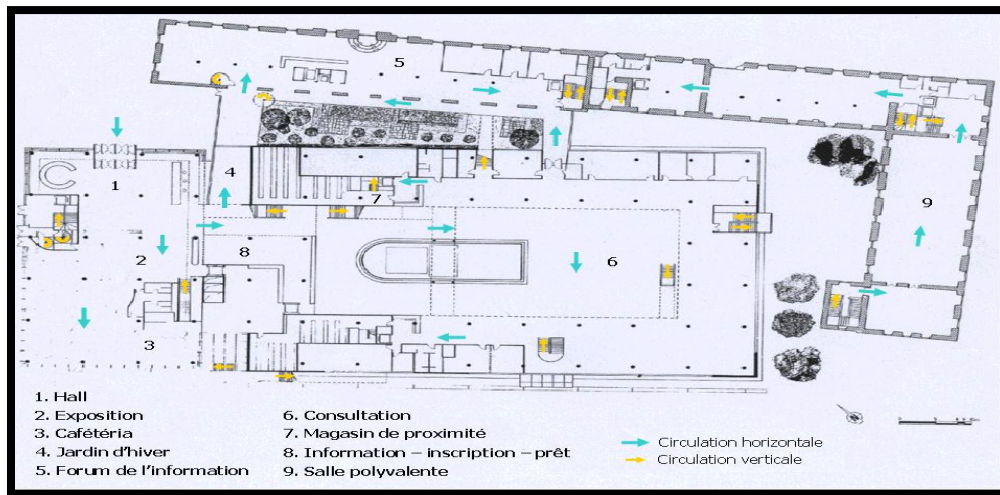


Figure 116: PLAN RDC (Source : auteur)

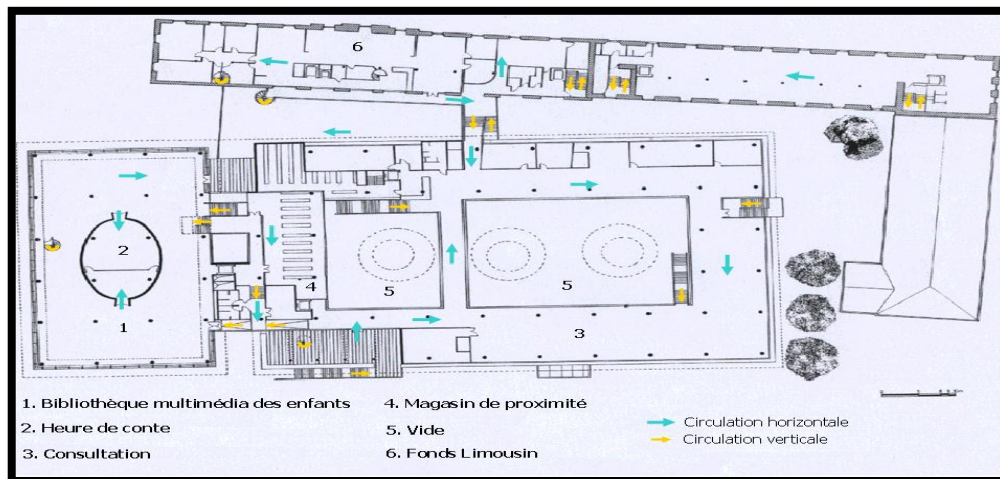


Figure 117: PLAN 1er étage (source : Pierre Riboulet)

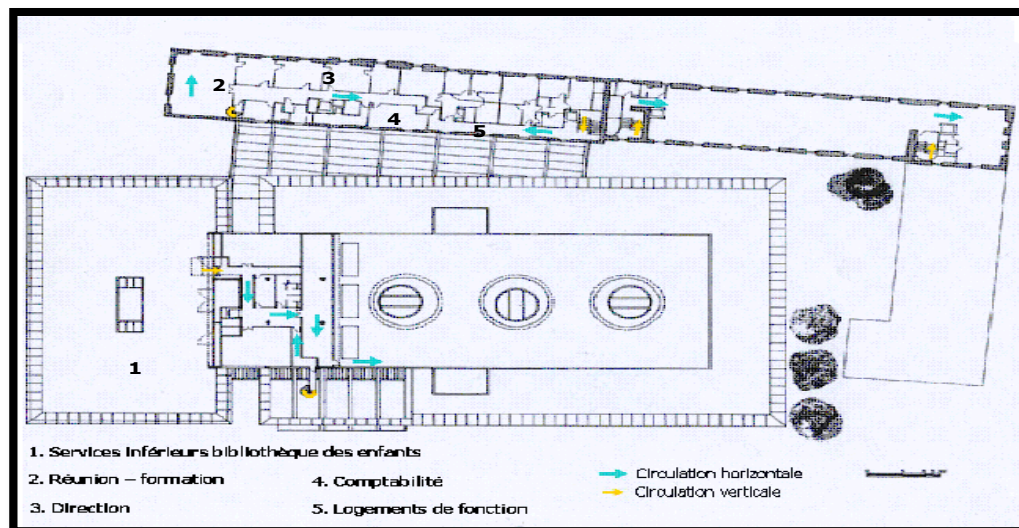


Figure 118: PLAN 2ème étage (source : Pierre Riboulet)

CHAPITRE IV

IV.5.2.1.15 L'organigramme :

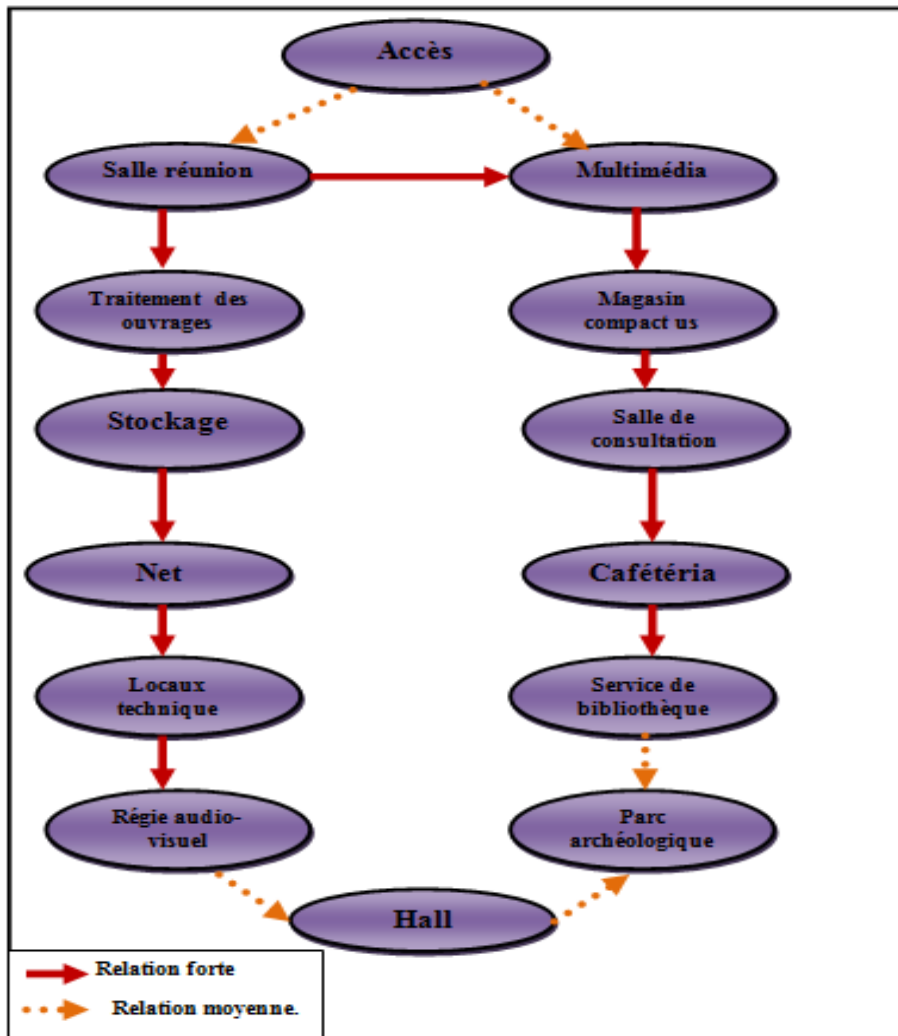


Figure 119: L'organigramme spatial (source : Pierre Riboulet)

IV.5.2.2 Synthèse :

1. Avantage :

- L'existence des espaces verts (le jardin d'hiver)
- Richesse de la façade par un mélange extraordinaire de moderne et antique.
- La séparation totale du flux public.
- Son grand volume intérieur unique.
- la noblesse du vieil hôpital.
- C'est un projet simple, passible d'une lecture directe.

2. Inconvénients :

- La simplicité de la bibliothèque engendre :
 - *Une grande complexité.
 - * une multitude de rapport de sensation et d'émotion.

CHAPITRE IV

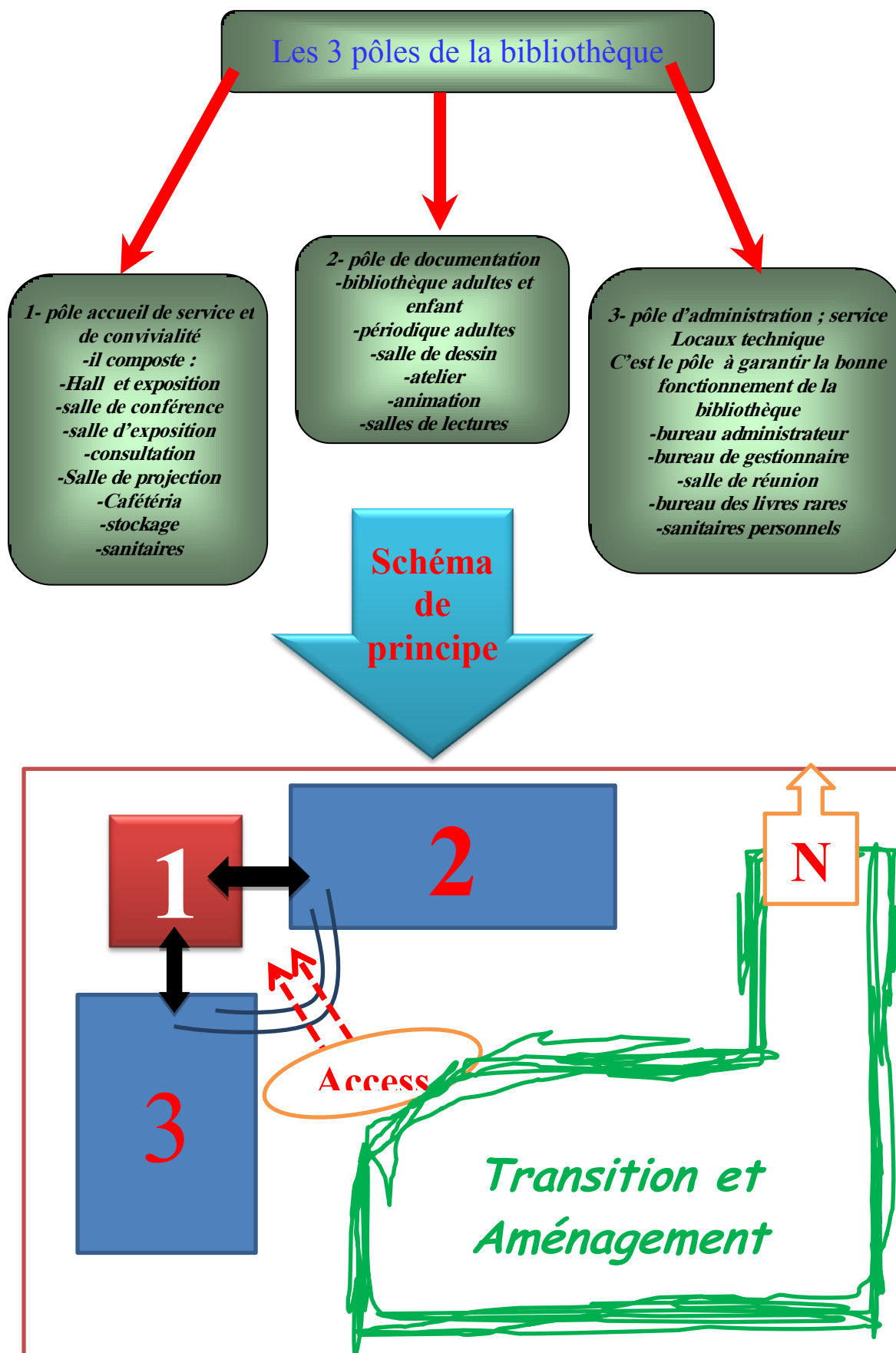
IV.5.3 Programme retenu :

Espaces	Surfaces (m²)
Espace réception avec hall exposition et périodique pour le public.	248.00
Service public	
consultation	20.00
Salle d'exposition	100.00
Sanitaires	32.4
Salle de conférence	396
Salle de projection	150
Salle polyvalente	97
Cafétéria	98
Bureau des livres rares	25
Prêt des livres	25
Périodique	83
sanitaires	33
Salle internet	124
Administration	
Secrétariat	18
Bureau d'administrateur	20
Bureau de gestionnaire	17.5
Salle de réunion	42
Sanitaire personnel	21
Service bibliothèque	
Salle d'apprentissage enfant + atelier dessin	310
Salle de lecture pour les primaires	310
Salle de lecture pour les moyens	310
Salle de lecture pour les secondaires	310
Salle de lecture pour adultes	310
Salle de lecture pour universitaires	310

Tableau 11: programme retenu (source : auteur)

CHAPITRE IV

IV.5.4 Schéma de principe :



CHAPITRE IV

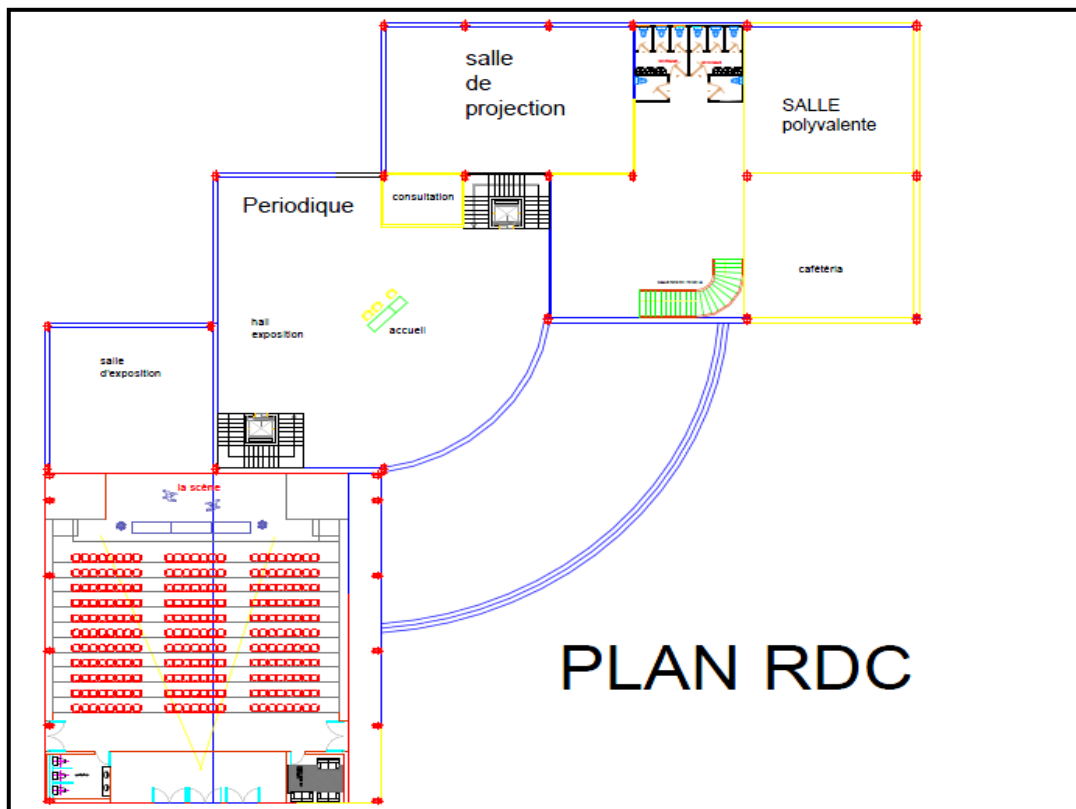
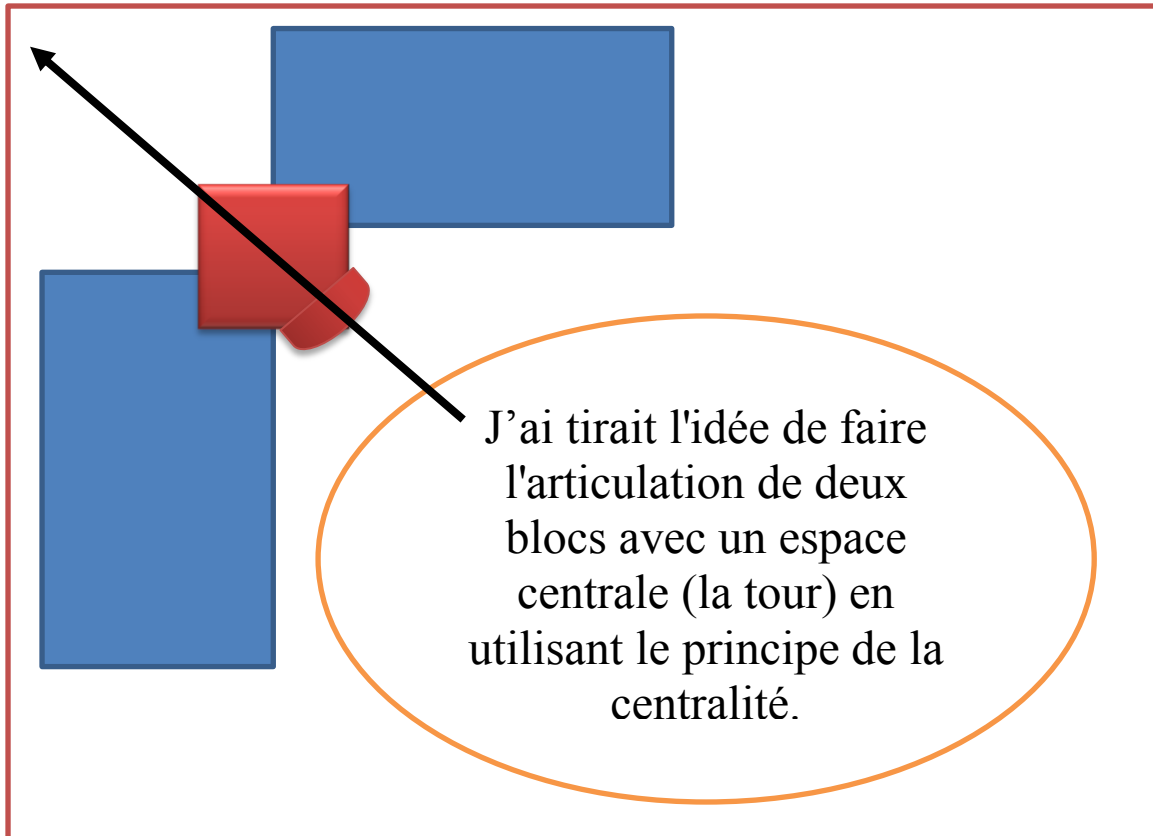


Figure 120: PLAN RDC (source : auteur)

CHAPITRE IV

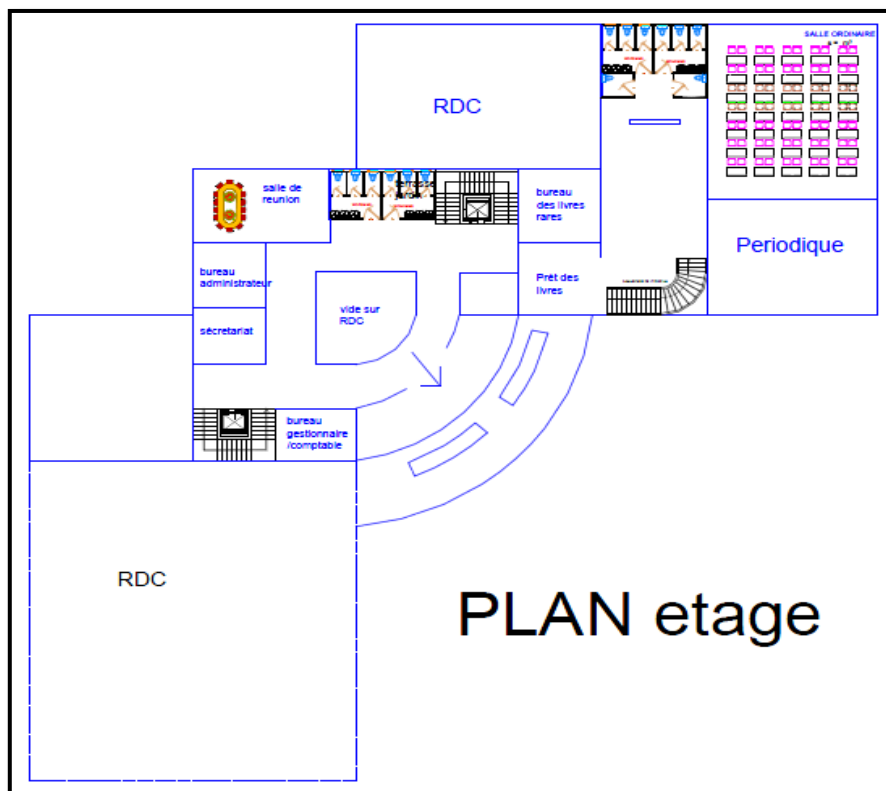


Figure 121: PLAN 1er étage (source : auteur)

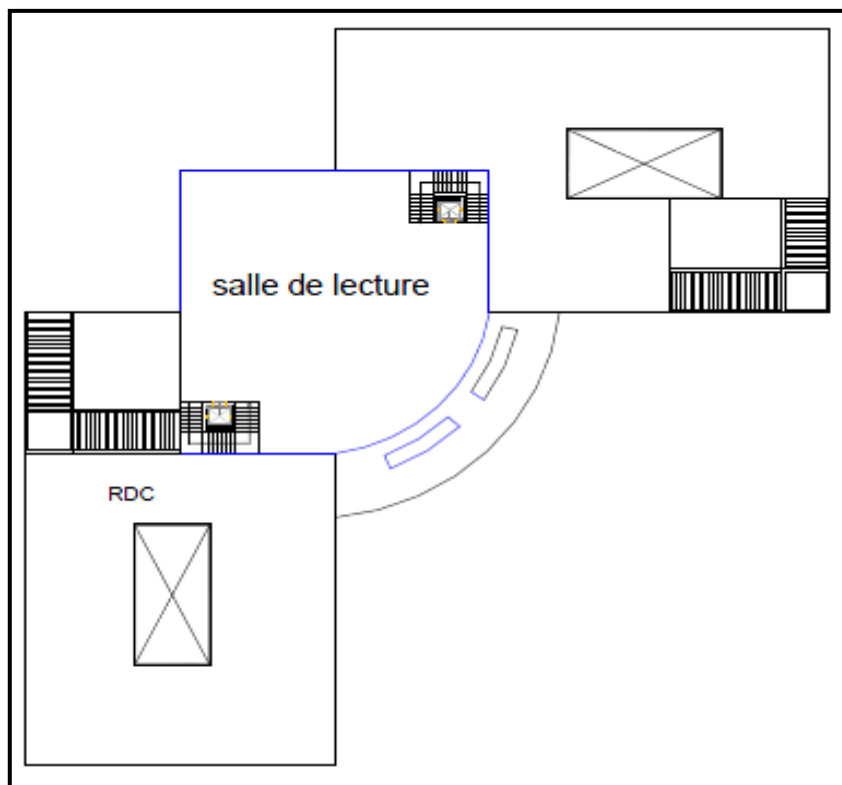


Figure 122: PLAN 2ème étage (source : auteur)

CONCLUSION GÉNÉRAL

Conclusion général :

L'architecture bioclimatique se développe à une époque où de plus en plus de personnes ont conscience des menaces environnementales. C'est donc un moyen efficace de lutter pour la bonne cause tout en faisant des économies sur le long terme. En effet, l'architecture bioclimatique a un coût, mais elle représente bien plus qu'un simple moyen d'économiser de l'énergie. C'est un véritable mode de vie qui témoigne de l'engagement de ses habitants à préserver l'environnement.

L'architecture bioclimatique permet de retrouver les principes de construction d'antan et de les adapter aux progrès effectués en la matière. L'efficacité de tous ces concepts est reconnue et prouvée et permet de proposer des bâtiments exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique et environnementale. Elle valorise en outre les cultures et traditions locales en dégageant une architecture spécifique à chaque région du monde. Plus que de l'architecture, c'est tout un paysage qui est travaillé car l'intégration optimale des bâtiments par le choix des matériaux ou l'implantation d'un quartier respecte le lieu. Finalement, elle s'inscrit dans un cadre global de développement durable.

Le développement durable est en quelque sorte une question d'équilibre entre les besoins des générations présentes et ceux des générations qui suivront. Cet équilibre prend tout son sens lorsqu'il est placé dans un contexte d'intégration économique, social et environnemental.

L'histoire de l'architecture accorde une place prépondérante à la lumière dans l'architecture. La lumière est l'élément essentiel qui nous permet de percevoir les objets architecturaux, de l'extérieur comme de l'intérieur, jour et nuit, ..., Elle peut être considérée comme une quatrième dimension avec le temps car elle peut générer des changements qui aboutissent à plusieurs lectures.

Donc, la lumière du jour constitue une ressource naturelle et inépuisable qui peut, lorsqu'elle est utilisée de manière intelligente et appropriée, assurer le confort visuel, accroître le facteur de productivité d'un espace, améliorer considérablement son esthétisme et réduire de beaucoup les coûts énergétiques. A l'inverse, une mauvaise utilisation de cette lumière peut avoir des effets inverses et amener les occupants à vouloir exclure la lumière du jour de diverses manières, à savoir, par des rideaux ou l'élimination des ouvertures tout en recourant à l'énergie électrique, chose qui annule les bienfaits qu'elle offre. Actuellement, il existe plusieurs technique et logiciels qui vont l'aider pour concevoir un bon éclairage qui s'adapte

CONCLUSION GÉNÉRAL

avec les besoins quantitatifs et qualitatifs de la lumière afin de maintenir les occupants dans un état de confort visuel et d'ambiance lumineuse agréable.

Pour résoudre des problèmes d'éclairage naturel, des architectes contemporains, parmi les plus célèbres, ont proposé des solutions architecturales basées sur des baies placées en toiture, ou en imposte périphérique, associées à des surfaces jouant le rôle de diffuseur afin de concilier entre le confort lumineux et le confort thermique, surtout dans les climats chauds. Citons en particuliers José Luis Sert, Alvar Aalto, Le Corbusier, Roland Simonet et Oscar Niemeyer. Certaines de ces solutions se sont avérées efficaces mais d'autres le sont moins.

Notre présente recherche nous a permis de nous familiariser avec les techniques à l'éclairage intérieur, cependant, le domaine de la perception visuelle reste un vaste champ de travail où beaucoup d'incertitudes demeurent. L'effet biologique de la lumière naturelle ou son influence sur la performance restent des sujets encore méconnus, ce qui agrandit la marge de progression que pourrait avoir la recherche scientifique dans le domaine.

Les différents documents réglementaires tels que les normes d'éclairement pourraient incorporer le volet qualitatif à travers les ratios de luminances par exemple. Nous avons également vu l'apport que pouvait avoir la technique de la simulation numérique de l'éclairage intérieur. Contrairement aux autres techniques utilisées, cette dernière pourrait constituer un appui considérable pour les architectes comme outil d'aide à l'élaboration de l'éclairage pour les futurs projets.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE :

1. Alain. L et André D. H, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Observ'ER, Paris, 2005.
2. Bernard PAULE, *dispositif de l'éclairage naturel*, cours (en ligne) http://moodle.epfl.ch/file.php/3371/DOCUMENTS/COURS_THEORIE/Dispositifs_Eclairage.pdf EPFL-ENAC 2007.
3. Bonnardel. N, *Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives*, Presses Universitaires de France, Volume 72, 2009
4. C.A. Roulet, *Eco-confort -Pour une maison saine et à basse consommation d'énergie*, 2012, Lausanne: PPUR
5. CAMOUS Roger, WATSON Donald, *L'habitat bioclimatique*, Éd. L'Étincelle, Canada, 1979.
6. CAUE Martinique, *Construire à la Martinique avec le climat. Élément de conception pour tous*. 1982.
7. Christophe Kapeller, « L'architecture de la nouvelle bibliothèque d'Alexandrie », in *La nouvelle bibliothèque d'Alexandrie*, dir. Fabrice Pataut, Buchet-Chastel, 2003, p. 80.
8. Claudio V. F, *The sun*, Natural History Museum, London, UK, 2008.P.61
9. Collection « *Gérer l'Environnement* ». Lausanne : Presses Polytechniques Romandes. 1987. p37.
10. Confort dans *Dictionnaire Encyclopédique Larousse*. Paris : Librairie LAROUSSE, 1979, p351.
11. Daniel E. W, *Sustainable Design, Ecology architecture, and planning*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007. P103.
12. De Asiain. A, et al., “*Reflections on the Meaning of Environmental Architecture in Teaching*”, the 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Eindhoven, The Netherlands, 19 – 22 September 2004,
13. E R I C KRUMMENACHER TPF 2005 EAN.
14. Evans. J. M, *The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design*, thèse de doctorat, Delft University, 2007.
15. Fontoynt 2002. Cité par Cantin, 2008).
16. Gaouas Oussama, « *Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architecturale* », Mémoire de magister, Biskra.2014.

BIBLIOGRAPHIE

17. Haigh J. D. et al. *The sun, solar analogs and the climate*, Swiss society of astrophysics and astronomy, 2004
18. Henri Stierlin, *Hadrien et l'architecture romaine*, Payot, Office du livre, 1984, 224 Pages
19. HETZEL. J. *Haute qualité environnementale du cadre bâti : enjeux et pratiques*. Paris: AFNOR. 2003, p155.
20. Hyde. R(ed), *Bioclimatic Housing, Innovative designs for warm climates*, USA, 2008.
21. J, D, Haigh et al. *The sun, solar analogs and the climate*, Swiss society of astrophysics and astronomy, 2004
22. Jones. J, *Design Methods: Seeds of Human Futures*, Wiley-Interscience, London, UK, 1970.
23. L'Agence Méditerranéenne de l'Environnement-AME-, Salomon, 2000.
24. LARSON, C.T. in GROUPE HESCHONG MAHON. *Daylighting in schools: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance*. Californie: Pacific Gas and Electric Company. Août 1999, p6.Lavigne.
25. Louis J. Kahn, *Silence et lumière*, Le Linteau, 1996, p. 216.
26. Mat Santamouris (Ed), *Environmental design of urban buildings : An Integrated Approach*, Earthscan,London,UK, 2006.
27. MEDDOUR Samir, *Impact de l'éclairage zenithal sur la présentation et la préservation des oeuvres d'art dans les musées*, MEMOIRE de magistère, Univ. Constantine 2008.
28. MUDRI, Ljubica. *De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses*. Paris. Ecole d'architecture de Paris-Belleville. Novembre 2002, p 1-3.
29. NADJI Mohamed Amine, (Sciences de l'Environnement & Climatologie), *Réalisation d'un éco-quartier*, Mémoire de Magister,Univ. Oran, 2015.
30. P. Et Fernandez. P, *Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes*, Le moniteur, Paris, 2009.
31. Pierre QUONIAM : Inspecteur Général des Musées de France ; *Techniques de l'Ingénieur, traité Construction*. C 4030 P1.
32. Roberto Gonzalo Karl J. Habermann, *Architecture et efficacité énergétique, principes de conception et de construction*, Birkhauser Verlag AG, Berlin, Allemagne, 2008.
33. ROULET, Claude-Alain. *Energétique du bâtiment II : Prestations du bâtiment, bilan énergétique global*. Collection « *Gérer l'Environnement* ». Lausanne : Presses Polytechniques Romandes. 1987. p37.
34. Szokolay. S, *Introduction to architectural science, the basis of sustainable design*, Published by Elsevier, 2008
35. TERI et TVPL, *Environmental Building Guidelines for Greater Hyderabad*, 2010.

BIBLIOGRAPHIE

36. TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris : ED 82, *Travail et Sécurité*, (Mai 1999), p1 [En ligne] www.inrs.fr (Page consultée le 11 janvier)
37. Thomas, F, *Micrometeorology*, Carmen J. Nappo, Germany, 2008
38. W. C. BROWN et K. RUBERG. «RSB 88 : *Facteurs de performance des fenêtres* ». Canada.1988 [En ligne] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/rsb.html>

Sites internet :

1. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Guelma#Situation>
2. <http://leclairage.fr/th-photometrie/>
3. http://leclairage.fr/th-photometrie/#Le_flux_lumineux
4. <http://mtaterre.fr/>
5. <http://samcom.services-soft.com>
6. <http://www.fiabitat.com/la-construction-bioclimatique-et-le-bioclimatisme-1>
7. <http://www.guide-clea.fr>
8. <http://www.lumiere-spectacle.org/grandeurs-photometriques.html>
9. <http://www.regioncentre-valdeloire.fr/>
10. <http://www.wmo.int>
11. <http://www.wmo.int>
12. <https://www.unimes.fr>
13. IFEN (www.ifen.fr).

Résumé :

L'essor technologique et industriel constaté durant ces deux derniers siècles a généré des modes de production progressistes caractérisés par une exploitation excessive des ressources naturelles au détriment de l'environnement. En effet, la production du cadre bâti suivant ces modes progressistes qui adopte des modes mécaniques énergivores pour répondre aux besoins des utilisateurs en matière de confort: des solutions et des procédés coûteux et nocifs à l'environnement.

A cet égard, l'architecture bioclimatique s'impose de plus en plus ces dernières décennies, cette architecture, par essence écologique, cherche à assurer l'équilibre entre l'homme, le climat et l'environnement dans une démarche passive pour une meilleure exploration des ressources naturelle.

Dans cette perspective, notre étude vise à mettre en évidence la lumière naturelle dans la conception et la maîtrise des ambiances lumineuses notamment dans les salles de lecture qui reçoivent d'une manière perpétuelle des multitudes de lecteurs. Nous tenterons d'évaluer les qualités lumineuses des salles de lectures des deux bibliothèques universitaires de l'université de Guelma avec une démarche méthodologique s'appuyant sur les outils de la simulation architecturale.

ملخص:

التطور التكنولوجي والصناعي المشهود خلال القرنين الماضيين أدى إلى إنتاج أنماط تدريجية تتسم بالاستغلال المفرط للموارد الطبيعية علي حساب البيئة. والواقع ان إنتاج الإطار بني وفقا لهذه الأساليب التقدمية التي تعتمد أساليب ميكانيكية تستهلك الطاقة لتلبية احتياجات المستخدمين من حيث الراحة: الطول والعمليات المكلفة والضارة للبيئة.

وفي هذا الصدد ، أصبح البنين البيولوجي أكثر اهمية في العقود الأخيرة. ويسعى هذا الهيكل الايكولوجي أساسا إلى ضمان التوازن بين البشر والمناخ والبيئة في نهج سلبي لاستكشاف الموارد الطبيعية علي نحو أفضل. وفي هذا المنظور ، تهدف دراستنا إلى إبراز الضوء الطبيعي في تصميم ومراقبة الأجواء المضيئة ، ولا سيما في غرف القراءة التي تستقبل القراء علي الدوام. سنحاول تقييم الصفات الضوئية لقاعات المطالعة في المكتبتين الجامعيتين التابعتين لجامعه قالمه باتباع نهج منهجي يستند إلى أدوات المحاكاة المعمارية.