

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 de : Architecture

Spécialité : Architecture

Option : Architecture, Environnement et Technologie

Présenté par : GHOUL Rayenne

**Thème : Ecoconception et optimisation énergétique des
équipements commerciaux à Guelma**

Sous la direction de : MEDDOUR Larbi

Juillet 2021

Remerciement :

Sincères remerciement s'adresse au dieu ALLAH le tout puissance de m'avoir donné, la santé, la volonté, le courage d'entamer et de terminer ce mémoire.

Je tiens à remercier mes encadrants, Mr. DECHAICHA Assoul et Mr. MEDDOUR Larbi, pour avoir accepté de m'encadrer tout au long de ce travail, pour leurs patiences, leurs aides, leurs disponibilités et leurs conseils

Je tiens à remercier sincèrement les membres du jury qui me font le grand honneur d'évaluer ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, et les enseignements de département d'architecture Guelma et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes études.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma famille : à mes parents pour l'amour, l'éducation, l'encouragement et le support financier à mes sœurs et mon frère .

Mes remerciements les plus chaleureux vont à tous mes camarades au Master Ainsi que tous mes autres camarades pour les meilleurs moments j'ai passés avec eux tout au long mes études

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents ma mère et mon père, source de vie pour leur soutien, leur patience, leur encouragement durant mon parcours scolaire. Merci pour votre présence, votre soutien, et surtout votre amour

A mes sœurs DOUAA et WISSAL et mon frère AKREM je leurs souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.

A mes amie DOUNIA et BOUTHIANA pour les meilleurs moments j'ai passés avec eux, de me comprend et a toujours été à mes côtés, que dieu lui donne du bonheur, santé et réussite.

A tous mes amis, mes camarades pour leur encouragement, leur soutien.

A tous mes familles mes Oncles, mes tantes, mes cousins.

À tous ceux qui m'aiment... je les remercie tous.

RAYENNE

Résumé

Le secteur du bâtiment est aujourd'hui considéré comme un levier important pour limiter la crise environnementale et ses conséquences. Les architectes sont donc appelés à participer pertinemment pour la réduction des charges écologiques à travers l'adoption d'une approche basée sur les démarches d'écoconception et d'optimisation afin de pouvoir développer des meilleures solutions conceptuelle et constructive.

La présente recherche à montrer le rôle important que peut jouer les architectes en adoptant des approches d'écoconception pour mettre en œuvre une architecture écologique dans le but de réaliser des bâtiments moins polluants et moins consommateurs d'énergie. Dans ce sens, les outils de la simulation architecturale s'avèrent un outil méthodologique efficace permettant l'optimisation et l'estimation des meilleures solutions architecturales qui répondent aux normes énergétique et environnementales. Les résultats de l'évaluation énergétique d'un centre commercial à Guelma ont montré l'importance de l'application des principes de l'architecture environnementale et des méthodes d'optimisation énergétique pour le développement et l'évaluation des solutions conceptuelles proposées.

Cette étude montre également l'utilité de la simulation architecturale. Les outils de la simulation architecturale peuvent constituer des moyens efficaces d'aide à l'évaluation et la prise de décision conceptuelle.

Mots clés : Architecture écologique, écoconception, optimisation, simulation énergétique, centre commercial.

abstract

The building sector is today considered as an important lever to limit the environmental crisis and its consequences. Architects are therefore called to participate pertinently in the reduction of ecological burdens through the adoption of an approach based on ecodesign and optimization approaches in order to develop better design and construction solutions.

This paper seeks to show the important role that architects can play by adopting eco-design approaches to implement an ecological architecture in order to achieve less polluting and less energy consuming buildings. In this sense, architectural simulation tools are proving to be an effective methodological tool for optimizing and estimating the best architectural solutions that meet energy and environmental standards. The results of the energy assessment of a shopping center in Guelma have shown the importance of applying the principles of environmental architecture and energy optimization methods for the development and evaluation of proposed design solutions.

This study also shows the usefulness of architectural simulation. Architectural simulation tools can be an effective means of assisting in the evaluation and design decision making.

Key words: Ecological architecture, eco-design, optimization, energy simulation, shopping center.

ملخص

يعتبر قطاع البناء اليوم رافعة مهمة للحد من الأزمة البيئية وعواقبها. لذلك، يُطلب من المهندسين المعماريين المشاركة بفعالية في تقليل الأعباء البيئية من خلال اعتماد نهج قائم على مناهج التصميم الإيكولوجي والتحسين من أجل التمكن من تطوير أفضل الحلول التصميمية.

تسعى هذه الورقة الى إظهار الدور المهم الذي يمكن أن يلعبه المهندسون المعماريون في تبني مناهج التصميم الإيكولوجي لتنفيذ العمارة الخضراء من أجل تحقيق مباني أقل تلويثاً وأقل استهلاكاً للطاقة. بهذا المعنى، تثبت أدوات المحاكاة المعمارية أنها أداة منهجية فعالة لتحسين وتقدير أفضل الحلول المعمارية التي تلبي معايير الطاقة والبيئة. أظهرت نتائج تقييم الطاقة لمركز التسوق في قالة أهمية تطبيق مبادئ الهندسة البيئية وأساليب تحسين الطاقة لتطوير وتقييم حلول التصميم المقترحة. توضح هذه الدراسة أيضاً فائدة المحاكاة المعمارية. يمكن أن تكون أدوات المحاكاة المعمارية وسيلة فعالة للمساعدة في التقييم المفاهيم واتخاذ القرار.

الكلمات الرئيسية: العمارة البيئية، التصميم الإيكولوجي، التحسين، محاكاة الطاقة، مركز التسوق

Sommaire

Chapitre introductif	
Introduction générale :.....	1
Problématique :.....	2
Hypothèse :.....	3
Objectifs :.....	3
Méthodologie :.....	3
Chapitre I : Consommation énergétique et enjeux environnementaux	
I) Chap. I. Consommation énergétique et enjeux environnementaux	6
Introduction :.....	6
I.1 La consommation énergétique dans le monde :.....	6
I.1.1 La production mondiale d'énergie primaire.....	6
I.1.2 Evolution de la demande énergétique mondiale :.....	8
I.1.3 La consommation énergétique 2020 :.....	9
I.2 La situation énergétique en Algérie :.....	10
I.2.1 La consommation énergétique par secteur.....	10
I.2.1.1 La consommation finale du secteur résidentiel en 2015.....	10
I.2.1.2 La consommation finale dans le secteur tertiaire :.....	10
I.3 La répartition des consommations énergétiques dans un centre commercial :.....	11
I.4 Énergie et émissions dans le secteur des bâtiments et de la construction.....	13
I.4.1 Tendances énergétiques :.....	13
I.5 Les facteurs qui influent sur la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment : ...	15
I.6 Le changement climatique :.....	15
I.6.1 En quoi consiste l'expérience des changements climatiques exactement ?.....	15
I.6.2 Impact de concentration de l'effet de serre sur le climat.....	16
I.6.2.1 - l'eau :.....	17
I.6.2.2 Précipitation, sécheresse et climat extrême.....	17
I.6.2.3 Santé :.....	17
I.6.2.4 4- Impact du changement climatique sur la biodiversité :.....	17
I.6.3 Scénario de changements climatiques pour l'Algérie :.....	18
I.6.4 La pensée environnementale en architecture :.....	18
I.6.4.1 Le rapport entre la pensée et les enjeux environnementaux dans l'architecture : ...	18
I.6.4.2 - Le défi actuelle pour l'architecture et l'architecte :.....	20
Conclusion :.....	21

Chapitre II : la démarche écoconception.....
II) Chap. II. La démarche écoconception	23
Introduction :	23
II.1 Les paramètres d'un projet architecturale en phase d'esquisse :	23
II.2 La conception et le développement durable :	25
II.3 L'écoconception :	26
II.3.1 Définition de l'écoconception :	26
II.3.2 Pourquoi l'écoconception	26
II.3.3 Ecoconception du cadre bâti :	28
II.3.4 Les principes de l'écoconception :	29
II.3.4.1 L'écoconception est une démarche multi-étapes :	29
II.3.4.1.1 Analyse de cycle de vie :	29
II.3.4.1.2 Difficultés liées à l'ACV et à son usage :	30
II.3.4.2 L'écoconception est une démarche multicritère : (approche multicritère) :	31
Définition :	31
II.3.4.2.1 L'objectif et le rôle de l'approche :	32
II.3.4.2.2 Caractéristique l'approche multicritère :	33
II.3.4.3 L'écoconception est une démarche multi-acteurs :	34
II.3.5 Les piliers de l'écoconception :	34
II.3.6 Les cibles de l'écoconceptions :	35
II.4 Outil d'aide à la décision par solution.....	37
II.4.1 L'architecture bioclimatique :	37
II.4.1.1 La conception bioclimatique	37
II.4.1.2 L'architecture bioclimatique :	38
II.4.2 Les principes de l'architecture bioclimatique :	39
II.4.2.1 L'intégration architecturale :	39
II.4.2.2 Choix de lieu d'implantation :	39
II.4.2.3 Connaitre Le climat	39
II.4.2.4 Analyse bioclimatique :	40
II.4.2.4.1 Le diagramme de GIVONI et MILNE :	41
II.4.2.4.2 La méthode d'Olgyay :	42
II.4.2.4.3 Les tables MAHONEY :	44
II.4.2.5 L'orientation	46
II.4.2.6 La forme architecturale :	48
II.4.2.7 Structure :	49
II.4.2.8 Les matériaux de construction :	50

II.4.2.9	Compacité :.....	52
II.4.2.10	La disposition de baies vitrées :.....	52
II.4.2.11	La ventilation intérieure :.....	53
II.5	L'architecture bioclimatique et L'optimisation énergétique :.....	54
II.5.1	Le bilan énergétique :.....	55
II.5.1.1	Théorie générale du transfert de chaleur	55
II.5.1.1.1	Par conduction :.....	56
II.5.1.1.2	Par convection :.....	56
II.5.1.1.3	Par rayonnement :.....	56
II.5.1.2	Dépense énergétique :.....	56
II.5.1.2.1	Dépense par les parois.....	58
II.5.1.2.2	Dépense par ponts thermiques :.....	58
II.5.1.2.3	Dépense par renouvellement d'air /	59
II.5.1.3	Les apports énergétiques :.....	59
II.5.1.3.1	Apports énergétiques internes :.....	59
II.5.1.3.2	Apports énergétiques externes	60
II.5.1.4	Les besoins énergétiques :.....	60
II.5.1.4.1	Besoins en chauffage :.....	60
II.5.1.4.2	Besoins en Eau chaude sanitaire (ECS)	61
II.5.1.4.3	Le besoin de ventilation :.....	61
II.5.1.4.4	Besoin d'éclairage :.....	61
II.5.1.5	La consommation énergétique :.....	61
II.5.2	L'optimisation énergétique :.....	62
II.5.2.1	Définition de l'optimisation énergétique :.....	62
II.5.2.2	L'efficacité énergétique :.....	62
II.5.2.3	La performance énergétique :.....	63
II.5.2.4	Les enjeux de L'optimisation énergétique dans conception architecturale :.....	63
II.5.2.4.1	Phase de programmation :.....	64
II.5.2.4.2	La réglementation :.....	64
II.5.2.4.3	Implantation :.....	65
II.5.2.4.4	La morphologie :.....	65
II.5.2.4.5	Matérialité :.....	65
II.5.2.4.6	Spatialité :.....	66
II.5.2.4.7	Systèmes :.....	66
II.5.3	La démarche d'optimisation énergétique :.....	66
II.5.3.1	La démarche passive (LÖW Tech) : l'architecture bioclimatique :.....	66

II.5.3.1.1	Capter / se protéger de la chaleur	67
II.5.3.1.2	Transformer, diffuser la chaleur	71
II.5.3.1.3	Conserver la chaleur ou la fraîcheur	72
II.5.3.2	La démarche active (high-tech).....	75
II.5.3.2.1	L'énergie renouvelable :	75
II.5.3.2.2	Pompe à chaleur :	76
II.5.3.2.3	Puits canadien :	78
II.5.3.2.4	La ventilation mécanique contrôlée :	78
II.5.3.2.5	La toiture et le mur végétalisé :	79
Conclusion :	80
Chapitre III :	Etude thématique du projet	
III)	Chap. III. Etude thématique du projet	81
Introduction :	81
III.1	Motivation de choix :	81
III.2	Le commerce :	81
III.2.1	Définition de commerce :	81
III.2.2	L'origine de commerce :	82
III.2.3	L'architecture commerciale :	83
III.2.3.1	Evolution de l'espace commerciale :	84
III.2.4	Les formes des commerces :	85
III.2.5	La typologie des équipements Commerciaux :	85
III.2.6	L'historique des centres commerciaux :	88
III.2.7	Les différents types de Centres Commerciaux :	88
III.3	Loisir	89
III.3.1	Définition de loisir :	89
III.3.2	Fonction de loisir :	89
III.3.3	Classification de loisir :	90
III.4	L'intégration du loisir dans les complexes commerciaux récréatifs :	90
III.5	L'intégration de développement durable dans les centres commerciaux :	91
III.6	Etude thématique des exemples :	92
III.6.1	Exemple existant : centre de commerce et de loisir à Bâb Ezzouar – Alger	92
a)	La situation de projet :	92
III.6.1.1	Environnement immédiat	93
III.6.1.2	Accessibilité de quartier d'affaire et leur effet sur le projet :	94
III.6.1.2.1	Les routes et les flux (mécaniques et piéton) :	94
III.6.1.2.2	Le transport :	95

III.6.1.3	L'intégration de la nature :.....	95
III.6.1.4	Analyse spatial de projet :.....	96
III.6.1.4.1	Accessibilité de projet :.....	96
III.6.1.4.2	La forme architecturale :	96
III.6.1.4.3	La circulation et organisation spatial :	97
III.6.1.4.4	Organisation intérieur :.....	99
III.6.1.4.5	Le mode de fonctionnement visuelle du projet.....	100
III.6.1.4.6	Le bilan énergétique :	101
III.6.2	Wooden Orchids, le centre commercial éco-responsables.....	102
III.6.2.1	Fiche technique.....	102
III.6.2.2	Politique de création :.....	102
III.6.2.3	Analyse de plan de masse	103
III.6.2.3.1	L'architecture de volume	104
III.6.2.3.2	Architecture des façades :	106
III.6.2.4	Analyse spatial et fonctionnelle :.....	106
III.6.2.4.1	Accessibilité de projet :.....	107
III.6.2.5	Les 8 technologies clés intégrées dans le design vert :	107
III.6.2.5.1	Mobilité faible en Carbone	108
III.6.2.5.2	Paysage pro-actif	108
III.6.2.5.3	Écolte de l'eau urbaine par les jardins de pluie :	109
III.6.2.5.4	Système de refroidissement et de chauffage géothermique passif :.....	109
III.6.2.5.5	Sources d'énergie renouvelables :	110
III.6.2.5.6	Jardins et jardins communautaires sur les toits :.....	111
III.6.2.5.7	Matériaux durables et technologies de construction innovantes.....	112
III.6.2.5.8	La ventilation et l'éclairage naturelle ;.....	113
III.6.2.5.9	Programme	113
III.6.3	Exemple 3 : Zorlu – Istanbul – Turkey plan	114
III.6.3.1	L'aménagement paysager est devenu l'élément le plus important. Sur le site du projet : 114	
III.6.3.1.1	Accessibilité piéton et mécaniques:.....	116
III.6.3.2	Architecture paysagère de zorlu centre :.....	117
III.6.3.2.1	Les toits végétalisés : intensif et extensif.....	119
III.6.3.2.2	système d'irrigation automatique.....	121
III.6.3.2.3	La ventilation naturelle.....	122
III.6.3.2.4	L'éclairage naturelle	123
III.6.3.3	Analyse fonctionnelle :	123

III.6.4	Recommandation :	126
III.6.5	Programmation :.....	127
III.6.5.1.1	Programme retenu :	127
III.7	Etude contextuelle et bioclimatique de site	129
III.7.1	Présentation de wilaya de GUELMA	129
III.7.2	Le limites de Willaya	130
III.7.3	Le relief :.....	130
III.7.4	Potentialités forestières	130
III.7.5	Situation de la ville de Guelma :	131
III.7.6	L’histoire de la ville de Guelma.....	131
III.7.6.1	Période d’avant 1830,.....	131
III.7.6.2	Période de 1836 à 1962,	132
III.7.7	L’étude bioclimatique de la ville :	132
III.7.7.1	Le climat en Algérie.....	133
III.7.7.2	Les zones climatiques	133
III.7.7.3	Climat de Guelma	134
III.7.7.4	Les données climatiques.....	134
III.7.7.4.1	Écart de température	135
	135
III.7.7.4.2	B- moyennes diurnes mensuelles	135
III.7.7.4.3	Gamme d’éclairage :	137
III.7.7.4.4	Gamme de couverture de ciel.....	137
III.7.7.4.5	l’humidité relative.....	138
III.7.7.4.6	Precipitation	138
III.7.7.4.7	la diagramme solaire (ensoleillement).....	139
III.7.7.4.8	Les vents dominant.....	139
III.7.7.5	Outils d’aide à la décision dans la conception :	140
III.7.7.5.1	Le diagramme de GIVONI :	140
III.7.7.5.2	Les stratégies bioclimatiques selon les recommandations de tableau de MAHONY	141
III.8	Analyse de site d’intervention :	142
III.8.1	Motivation de choix de site	142
III.8.1.1.1	Situation de site :	143
III.8.1.1.2	Les limites de zone d’étude	144
III.8.1.1.3	L’accessibilité de terrain	144
III.8.1.1.4	La forme de terrain	146

III.8.1.1.5	Etude l'ensoleillement de terrain	149
III.8.1.1.6	Etude des masques	150
Recommandation		151
Chapitre IV : conception architecturale		
Chap. IV: conception architecturale		154
Introduction :		154
IV.1	Etapas de schéma de principe	154
Chapitre V : des outils d'aide à l'évaluation et à la décision		
V) Chap. V : Outils d'aide à la décision par évaluation		159
V.1	Labels et Références énergétiques :	159
V.1.1	Le code énergétique :	159
V.1.2	Le label énergétique	159
V.1.3	La certification environnementale	159
V.1.4	Passive house :	160
V.1.5	Label « zéro net) :	160
V.1.6	BREEM :	160
V.1.7	LEED :	160
V.1.8	BOMA BEST :	161
V.1.9	HQE :	161
V.1.9.1.1	Label BBCA :	161
V.1.9.2	La référence commerce :	162
V.1.9.3	HQE Commerce :	162
V.2	Les outils de mesure et simulation énergétique	163
V.2.1	La simulation énergétique et l'écoconception	163
V.2.1.1	Phase de préconception :	164
V.2.1.2	Phase d'esquisse :	164
V.2.1.3	Dossier préliminaire :	164
V.2.1.4	Dossier définitif :	164
V.2.2	Les paramètres conceptuels identifier pour la simulation :	164
V.2.3	Définition de simulation énergétique :	165
V.2.4	Les critères de choix les outils :	167
V.2.5	Les limites de simulations :	167
V.3	Archlwizard :	168
V.3.1	Définition de logiciel	168
V.3.2	Les étapes de la simulation énergétique :	170
V.4	Etude expérimentale de projet : simulation énergétique du cas d'étude	171

V.4.1	Présentation de cas d'étude	171
V.4.1.1	Les données de projet :	172
V.4.1.1.1	Les plans	172
V.4.1.1.2	Modélisation énergétique de projet.....	174
V.4.1.1.3	Données et matériel utilisés	175
	Données climatiques	175
	175
V.4.2	Déroulement de la simulation	176
V.4.2.1	Définition les paramètres	176
V.4.2.2	Paramétrage des fenêtres :.....	177
V.4.2.3	Configuration des parois.....	177
V.4.3	Résultat et interprétation	179
V.4.3.1	Les indicateurs de performance	179
V.4.3.2	Le taux de l'inconfort :	180
V.4.3.3	Les déperditions thermiques :	181
V.4.3.4	Le besoin énergétique	182
V.4.3.4.1	Le besoin de chauffage.....	183
V.4.3.4.2	L'éclairage naturelle et le confort visuelle.....	183
V.4.3.4.3	Le besoin en eau chaud sanitaire	190
V.4.3.4.4	Besoin de refroidissement.....	192
	1 – réduire l'inertie thermiques des matériaux de construction :	192
	Conclusion.....	195
	Bibliographie:.....	198

Listes des figures

Figure 1:la démarche méthodologique	5
Figure 2: Production mondiale d'énergie primaire en 2017 en millions de tep (Mtep)	7
Figure 3: la consommation mondiale d'énergie primaire avec les missions de CO2	7
Figure 4: : Evolution de la production d'énergie primaire en Mtep par type de source d'énergie	8
Figure 5: Prévisions de consommation d'énergie en 2040, selon les secteurs et le scenario	8
Figure 6 : Estimation de la consommation mondiale d'énergie en 2020 par rapport à 2019	9
Figure 7 : la consommation énergétique du secteur résidentiel	10
Figure 8: la consommation énergétique du secteur résidentiel par type de logement ,	10
Figure 9 : repartition de la consommation du secteur tertiaire par barnche ,.....	11
Figure 10 : repartition de la consommation du secteur tertiaire par type d'énergie	11
Figure 11: La répartition des consommations énergétique dans un commerce	11
Figure 12: Répartition des consommations énergétique dans les centres commerciaux.....	12
Figure 13: Part de la consommation d'énergie finale et d'émissions mondiales des bâtiments et de la construction, 2017	13
Figure 14 :influence des facteur sur la consommation mondiale d'énergie des batiments.....	15
Figure 15:schéma explicatif de phénomène de l'effet de serre	16
Figure 16: représente simplement une vision à long termes de l'évolution du climat futur algérien	18
Figure 17: La caractère déterminant de la phase amont de la conception	20
Figure 18: L'importance de la phase amont dans la créativité de la forme architecturale	21
Figure 19: La caractère déterminant de la phase amont de la conception	24
Figure 20:les étapes de analyse de cycle de vie.....	30
Figure 21: processus de conception architecturale.	40
Figure 22: Diagramme bioclimatique du bâtiment : Limites de la zone du confort thermique.	42
Figure 23: Présentation d'un diagramme d'OLGYAY	43
Figure 24: schéma explicatif de millieur orientation de bâtiment.....	47
Figure 25: La compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits	49
Figure 26:diagramme représente la température ex et in par rapport déphasage et le temps	51
Figure 27:l'impact la forme urbain sur le microclimat source :	52
Figure 28: Influence de l'implantation de l'écope en toiture	53
Figure 29:la surventilation.....	54
Figure 30: Maoucharabiehs d'une maison du Caire (Égypte)	54
Figure 31: Le bâtiment est un tonneau des Danaïdes.....	57
Figure 32:les ponts thermiques	58
Figure 33:: exemple d'une calcul de déperdition thermique par renouvellement d'air	59
Figure 34: Phases de conception du proje	64
Figure 35: exemple de marché avec une serre bioclimatique	68
Figure 36 : Les différents murs solaires à effet de serre 1	69
Figure 37:détail de façade double peau	69
Figure 38:la phénomène de stratification d'air	71
Figure 39 : l'effet de cheminée dans un atrium	73
Figure 40: Cycle thermodynamique d'une PAC	77
Figure 41:principe de fonctionnement de pompe à chaleur	77
Figure 42: composition de toit végétalisé	80
Figure 43: le mur végétalisé	80
Figure 44: les pourcentages de répartition les types de commerce dans la ville de GUELMA, source :Auteur	81
Figure 45: L'Agora d'Athènes	84
Figure 46:forum romain de rome	84
Figure 47: Le Al-Hamidiyeh Bazar Souk (marché couvert), Damas	84
Figure 48:les espaces commerciaux (la place civique de l'hôtel de ville, la place religieuse de la cathédrale et la place du marché).....	84
Figure 49: Galerie de la madeleine ; Paris 1845.....	84

Figure 50: commerce a l'époque	85
Figure 51: épicerie , la France	86
Figure 52: superette 8 à Huit : supérette à Châtillon-en-Diois , France source https://www.sarl-perrier.fr/ : 86	86
Figure 53: magasin YVES ROCHER FRANCE	86
Figure 54: supermarché.....	86
Figure 55: souk de la médina de Tunis	87
Figure 56:Supermarché Carrefour Istanbul Turquiel	87
Figure 57: la foire	87
Figure 58: Centre commercial Stratford londrès	88
Figure 59: l'ambiance intérieur dans les centres commerciaux.....	91
Figure 60: centre commercial BA Ezzouar ALGER	92
Figure 61: carte de situation de centre commercial	93
Figure 62 : les limites de projet	94
Figure 63: accessibilité de quartier d'affaire	94
Figure 64:carte de transport source	95
Figure 65: statistique sur les espaces verts en Algérie	95
Figure 66: la carte des espaces vert.....	96
Figure 67: l'accessibilité de projet	96
Figure 68: La forme du centre commercial et les différentes formes qui la composent.....	97
Figure 69:les pourcentages de commerce dans chaque étage	97
Figure 70: la circulation et organisation spatial.....	97
Figure 71 :plan RDC	99
Figure 72:la circulation dans le centre commercial	99
Figure 73: plan 1 étage	100
Figure 74:plan 2ème étage	100
Figure 75: la consommation énergétique de centre ,	101
Figure 76:wooden orchidxs= centre commercial /	102
Figure 77:le politique de création de projet	102
Figure 78: le plan de masse de projet	104
Figure 79:les pétales d'orchidées	104
Figure 80: la structure finale de projet	105
Figure 81: pétale en bois préfabriqué	105
Figure 82:la boite a orchidées en bois préfabriqué	105
Figure 83: les parcelles nord et sud de projet.....	105
Figure 84: les façades de projet.....	106
Figure 85: plan de masse de projet	106
Figure 86: plan d'ensemble	107
Figure 87: les coupes de centre commercial Wooden Orchids	107
Figure 88: vue d'intérieur du projet	107
Figure 89:jardin pluviale.....	109
Figure 90:principe de fonctionnement le PAC	110
Figure 92: plan de masse de projet	111
Figure 92: vue à l'intérieur de centre	111
Figure 93: vue à l'intérieur de bibliothèqu	112
Figure 94: la structure de centre	112
Figure 95: l'énergie éolienne intégré dans le centre commercial	113
Figure 96: centre commercial zorlu centre	115
Figure 98:schema explicatif de l'intégration de projet dans son environnement	115
Figure 99: l'idée conceptuelle.....	116
Figure 100: schéma explicatif l'idée conceptuelle de projet	116
Figure 101: l'accessibilité de projet	116
Figure 102:coupe sur le parking sous sol	116
Figure 103: carte de transport et les aires de stationnement	117

Figure 104: l'architecture paysagère de zorlu	117
Figure 105: les esplanades et les aires de jeux de zorlu centre	118
Figure 106: le pourcentage des espaces vert et le bâtis dans le centre	118
Figure 107:les places et les jardins de Zorlu centre	119
Figure 108: toit végétalisé en pente	119
Figure 109: détail de toit végétalisé	120
Figure 110 détail de toit végétalisé	120
Figure 110 : type de végétation.....	121
Figure 111: système d'irrigation automatique	122
Figure 112:la principe de ventilation et refroidissement par écran végétale	122
Figure 113: les puis Lumineux dans le centre commercial zorlu	123
Figure 114:distribution intérieur de projet.....	124
Figure 115:la circulation intérieur de projet.....	124
Figure 116: distribution intérieur de 2 étage.....	124
Figure 117: la circulation horizontal et les espaces de détente	124
Figure 118:distribution intérieur du 3 étage.....	125
Figure 119: le réseau de circulation dans le centre	125
Figure 120: carte de wilaya de Guelma	129
Figure 121:les pourcentages de reliefs de wilaya de Guelma	130
Figure 122: carte climatique de monde:.....	132
Figure 123: carte des climats de l'Algérie selon classification de Koppen	133
Figure 124: les zones climatique de l'algérie	133
Figure 125: carte bioclimatique de l'Algérie	134
Figure 126:ecrat de température source : climate consultant.....	135
Figure 127: La figure ci- dessus montre le Moyennes diurnes mensuelles de Guelma source : climate consultant.....	135
Figure 128: la gamme d'éclairage.....	137
Figure 129: La figure ci- dessus montre le pourcentage de la couverture de ciel au cour de l'année source : climate consultant	137
Figure 130: La 12 figure représente la température bulb sec	138
Figure 131: pluviométrie mensuelle moyenne de GUELMA	138
Figure 132:diagramme solaire de la ville de GUELMA	139
Figure 133: Rose de vent de la ville de GUELMA	140
Figure 134:diagramme de GIVONI t.....	140
Figure 135:concentration de flux dans la ville de Guelma	142
Figure 136: pourcentage des équipements commerciaux a Guelma	142
Figure 137: Photo arienne	143
Figure 138: les limites de zone d'étude	144
Figure 141: les voies existants	144
Figure 141: vois existants	144
Figure 141:vois existants	144
Figure 142: les voies projetés	145
Figure 143: les nœuds existants	145
Figure 144: les points de repères projetées.....	146
Figure 145: point de repère existants.....	146
Figure 146: la forme de terrain.....	146
Figure 147: le maillage urbain	147
Figure 148:la trame vert	148
Figure 149: la trame bâtis et les équipement qui entoure le terrain	148
Figure 150: la topographie de terrain.....	149
Figure 151:coupe schématique.....	149
Figure 152: coupe schématique.....	149

Figure 153:coupe schématique.....	150
Figure 154:masque solaire source climate consultant.....	150
Figure 155: les masques solaires sur le terrain.....	151
Figure 156: genèse de la forme étape 1.....	154
Figure 157: genèse de la forme étape 2	155
Figure 158: genèse de la forme étape 3.	155
Figure 159: manière d'intégration dans la pente	156
Figure 160: zoning de notre projet ,	156
Figure 161: la premier étape de processus de conception	157
Figure 162: premier forme de projet ,	157
Figure 163: développement de la forme ,	157
Figure 164: schéma de principe . Source :	158
Figure 165:règlemente RT 2005.....	162
Figure 166: les paramètres architecturaux identifier pour la simulation	165
Figure 167:le principe de fonctionnement de ARCHIWIZARD	170
Figure 168: plan de masse de projet.....	172
Figure 169:plan RDC	172
Figure 170:plan 1ère étage	173
Figure 171:plan 2 étage	173
Figure 172: plan 3 étage	174
Figure 173:3D de projet réaliser par logiciel ARCHICAD	174
Figure 174: diagramme de éclairement . source : ARCHWIZARD	175
Figure 175: diagramme de température . Source : ARCHIWIZARD	175
Figure 176: diagramme de vent . source : ARCHIWIZARD	175
Figure 177: diagramme de irradiation solaire .source : ARCHIWIZARD	175
Figure 178:diagramme de humidité relative . source : ARCHIWIZARD	175
Figure 179: démarche suivie . Source : auteur.....	176
Figure 180:caractéristique des fenêtres ,source :ARCHWIZARD.....	177
Figure 181: configuration des murs extérieur . Source : ARCHWIZARD	178
Figure 182: configuration de mur intérieur . Source : Archiwizard	178
Figure 183: configuration de plancher intermédiaires . Source : ARCHIWIZARD	178
Figure 184: configuration de plancher bas . Source / ARCHWIZARD	179
Figure 185:les indicateurs de performance, source :ARCHWIZRAD.....	179
Figure 186: tableau de indicateur de performance de projet, source :ARCHWIZARD	179
Figure 187: tableau d 'information sur le projet, source : ARCHIWIZARD	180
Figure 188: le ratio et la valeur de pont thermique, source :ARCHIWIZARD	180
Figure 189: taux de l'inconfort dans le projet , source ARCHWIZARD	181
Figure 190: pourcentage de déperdition thermique , source : ARCHWIZARD	181
Figure 191: tableau de besoin énergétique source : ARCHWIZARD	182
Figure 192: diagramme de besoin énergétique ,source : ARCHWIZARD	182
Figure 193: le besoin de chauffage et climatisation selon les moins , source :ARCHWIZARD.....	183
Figure 194: la consommation énergétique dans les centres commerciaux	184
Figure 195: carte d' éclairage de RDC , source : ARCHWIZARD	185
Figure 196: carte d'éclairage de 1 ère étage , source ARCHIWIZARD	186
Figure 197: autonomie lumineuse de 1 ère étage , source ARCHWIZARD	186
Figure 198: carte d'éclairage de 2ème étage , source : ARCHWIZARD.....	187
Figure 199: Autonomie lumineuse de 2ème étage , source : ARCHWIZARD.....	187
Figure 200: carte d'éclairage de 3 é étage , source ARCHWIZARD	188
Figure 201: Autonomie lumineuse de 3é étage , source : ARCHWIZARD.....	188
Figure 202: les caractéristiques de panneau solaire intégré, source :ARCHIWIZARD	189
Figure 203: la répartition de l'éclairage naturelle par année, source ARCHWIZARD	189
Figure 204: le besoin d'éclairage après l'intégration les panneaux photovoltaïque source : ARchwizard	190
Figure 205: la production annuelle des panneaux photovoltaïque, source :ARCHWIZARD.....	190

Figure 206: tableau de besoins énergétique, source :ARCHWIZARD	190
Figure 210: les panneaux solaires , source :ARCHWIZARD	191
Figure 207: le besoins d'eau chaude sanitaire après l'installation les panneaux solaires , source :ARCHIWIZARD	191
Figure 208: caractéristique des panneaux solaire , source :ARCHIWIZARD	191
Figure 209: le besoins annuels de solaire thermique , source :ARCHIWIZARD	191
Figure 211: le besoin de refroidissement , source :ARCHIWIZARD	192
Figure 212: caractéristique de matériaux de construction (mur extérieur), source :ARCHWIZARD	192
Figure 213: caractéristique de matériaux de construction (cloison intérieur, source :ARCHWIZARD	192
Figure 214:caractéristique des ouverture avant le changement, source :ARCHWIZARD.....	193
Figure 215: caractéristiques des bais après le changement , source :ARCHWIZARD	193
Figure 216: l'intégration de la végétation , source: ARCHIWIZARD	193
Figure 217: l'intégration de la végétation.....	193
Figure 218:le principe de fonctionnement l'atrium bioclimatique	194
Figure 219:classification énergétique.....	195

Listes des tableaux :

Tableau 1:les paramètres prise en compte dans la phase de conception	25
Tableau 2:les 3 acteurs principaux dans la démarche d'écoconception.....	34
Tableau 3: les cibles de l'écoconception	35
Tableau 4: bilan énergétique d'un bâtiment.....	57
Tableau 5: Tableau : les indices d'inertie des principes matériaux de construction	75
Tableau 6 :l'histoire l'histoire et l'origine de commerce a traves les civilisations	82
Tableau 7: évolution de l'espace commerciale.....	84
Tableau 8: les typologies des équipements commerciaux,	86
Tableau 9: l'énergie grise des matériaux de construction	101
Tableau 10: tableau de comparaison des surface.....	127
Tableau 11: programme retenu	128
Tableau 12: tableau de température sèche et humide de la ville	136
Tableau 13: tableau de rayonnement de la ville	136
Tableau 14: recommandation de diagramme de GIVONI.....	140
Tableau 16: le besoin énergétiques	194

Chapitre introductif

Introduction générale :

L'impact de l'activité anthropique s'aggrave de plus en plus. De sérieuses menaces pèsent considérablement sur notre biosphère, sur la santé des populations, sur leur accès aux besoins rudimentaires (habitat, aliment, etc.), sur les économies et sur la stabilité géopolitique du monde. Le développement de mode de consommation dans les différents domaines considérés comme la cause suprême des dommages endurés par l'environnement. L'adoption de développement durable tel qu'il est exposé dans le rapport de Brundtland et manifestement adopté en tant que fondement politique par la communauté internationale lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, se confère comme but de « répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité, pour les générations à venir, de pouvoir répondre à leur propres besoins ». ¹

Le développement durable associe trois objectifs : efficacité économique, équité sociale et préservation de l'environnement. L'intégration de cette stratégie dans les différents domaines constitue un enjeu majeur pour tous les acteurs et à différents niveaux. La matérialisation de la durabilité architecturale concerne principalement le secteur de la construction et de l'aménagement ainsi que les secteurs correspondants. Dans cette perspective, les architectes et les constructeurs sont orientés à adopter des pratiques dites écoresponsables qui se conforment avec les principes et les objectifs du développement durable. Le concept d'écoconception se présente comme une démarche clé dans cette tendance qui vise à mieux intégrer l'architecture dans la sphère de la préservation et protection du capital environnemental dans la production du cadre bâti.

L'écoconception consiste à intégrer les enjeux environnementaux dans le processus de conception de projet en vue de réduire ses impacts environnementaux le long de son cycle de vie, de la production jusqu'à l'exploitation et fin de vie. Les équipements commerciaux, étant receveurs de grands publics, et étant consommateurs d'énergie, peuvent contribuer à la réduction des charges environnementales en se basant sur l'écoconception architecturale qui, elle-même, est basée sur la démarche d'optimisation pour une meilleure maîtrise de consommation énergétique.

En s'inscrivant dans cette optique, les architectes mettent en œuvre des stratégies variées permettant la rationalisation de la consommation énergétique dans le secteur de bâtiment et de

¹ MILED, Nadia. L'écoconception : une opportunité d'innovation dans le respect de la nature. 2ème Congrès TRANSFORMARE, 2012, p. 25.

construction en faisant référence aux normes et labels énergétiques (BBC, BOP, HQE, BREEM), et les outils d'aide à la conception dans la phase d'esquisse comme les outils de mesure et de simulation énergétiques qui permettent d'estimer et de visualiser notre projet dans le plan énergétique.

Problématique :

Le secrétaire général des Nations unies António Guterres 2020 : « *J'appelle aujourd'hui les responsables du monde à déclarer l'état d'urgence climatique dans leur pays jusqu'à ce que la neutralité carbone soit atteinte* ». Tous les pays de monde sont responsables de cette augmentation au niveau de gaz de l'effet de serre d'une part et la diminution les énergies fossiles (pétrole, gaz). L'évolution de la consommation mondiale d'énergie dans les bâtiments due à la consommation finale, la croissance de la climatisation, la croissance de la demande de l'électricité, la consommation d'énergie pour le refroidissement et le chauffage ; la plus parts des pays ont inclus le secteur de bâtiment et de construction en tant que domaine.

Les bâtiments présentent actuellement une consommation irrationnelle d'énergie et de ressources non renouvelables. Cette consommation apparaît dans les espaces de grande vergeures et qui considérés comme le centre de dynamisme des villes contemporaines telles que les centres commerciaux qui s'impose un lieu de consommation sur tous les plans et surtout le plan énergétique , Aujourd'hui l'implantation de ce type d'équipement devient une opportunité pour le développement économique de pays et redynamisé les villes, ce type d'équipement est connues une évaluation et croissance dans le temps et devient des problèmes internationale .

En Algérie plusieurs centres commerciaux a été implanté dans les grandes villes et surtout dans les régions côtières, la ville de Guelma comme se trouve à l'intérieur de pays, elle n'a pas bénéficier de ce genre d'équipement vue que Guelma est une ville avec une grande potentialité touristique et a forte activité commerciale, donc l'implantation de ce genre d'équipement va permettre de :

- Créé un lieu de l'échange et de rencontre et la mixité sociale, relier le centre et le périphérique de la ville
- Participé à la création d'une attractivité économique dans la ville
- Créé une bâtiment durable écologique moins consommé l'énergie.

Pour se conformer aux impératives du développement durable, Il est nécessaire de mettre en avant des démarches conceptuelles visant l'amélioration du profil énergétique et

Chapitre introductif

environnemental du projet architectural, notamment les équipements recevant les différentes catégories du public. Le rôle des architectes est très important, ils peuvent contribuer efficacement à la réconciliation du cadre bâti avec son environnement.

Notre questionnement tourne autour de la question de la maîtrise de l'énergie et de l'amélioration du comportement environnementale des bâtiments commerciaux. Donc il faut mettre une nouvelle approche de conception pour prise en compte les paramètres environnementale, sociale, économique et la préservation des ressources naturelles « la question qui s'impose :

- Quelle démarche conceptuelle peut être adoptée pour mieux maîtriser la consommation énergétique des équipements à vocation commerciale à Guelma ?
- Comment intégrer les aspects environnementaux dans la phase de conception pour un éco-performance ?

Hypothèse :

Une démarche d'écoconception permet d'optimiser la consommation énergétique des équipements commerciaux.

Les outils d'aide à l'analyse et à la conception permettent la visualisation et évaluation des solutions énergétiques proposées.

Objectifs :

- Participer à la réduction de la consommation énergétique et la protection de l'environnement.
- D'adopter une démarche préventive en intégrant les aspects environnementaux le plus tôt possible.
- Maitre en valeur l'architecture bioclimatique comme alternative du développement durable.
- Evaluer l'activité de l'architecte dans la phase esquisse de projet.
- Développer une méthode efficace pour intégrer les différents critères pour un projet architectural cohérent
- Assurer une optimisation maximale dans l'architecture des centres commerciaux

Méthodologie :

Nous avons structuré notre thème de recherche en 3 sections : théorique, pratique après une étude de contexte global de notre thème :

Partie théorique :

Chapitre introductif

Dans cette partie nous allons essayer pour mieux connaître le terme écoconception et leur relation avec la conception architecture et nous montrons également l'architecture bioclimatique comme un outil d'aide par solution dans la phase de conception et l'objectif de l'optimisation énergétique, nous montrons également l'architecture bioclimatique comme un outil d'aide par solution dans la phase de conception et l'objectif de l'optimisation énergétique, avec un lecteur, interprétation et la collecte des données et des informations travers une série de bibliographie

Partie analytique : consiste à

- Étudier de 3 exemples de centres commerciaux : un exemple existant (centre commercial à Bâb Ezzouar) et 2 exemples écologiques livresques afin de tirer les recommandations sur le plan fonctionnel, écologique, et la gestion d'énergie.
- Effectuer une analyse bioclimatique de notre site d'intervention avec utilisation des outils d'aide à la décision (DIAGRAMME DE GIVONI, TABLEAU DE MAHONY)
- Améliorer notre travail par une application de la simulation énergétique sur notre partie de projet par le logiciel de ARCHIWIZARD

Selon la méthodologie expliquée nous avons organisé notre travail de recherche en 4 chapitres :

- Chapitre introductif : comporte l'introduction générale, la problématique et principaux objectifs ;
- Première Chapitre 1 : intitulé « consommation énergétique et enjeux environnementaux » ;
- Deuxième Chapitre 2 : porte sur la l'écoconception et l'optimisation énergétique qui collecte un maximum d'information nécessaire ;
- Troisième Chapitre 3 : nous étudions la thématique du commerce et l'Eco commerce. Nous développons par la suite l'étude contextuelle et bioclimatique de de notre site d'intervention ;
- Quatrième Chapitre 4 : nous exposons les outils de mesures et de simulation avec les labels et les références énergétiques et aussi une étude du bilan énergétique de notre projet à travers le logiciel de simulation ArchIwizard.

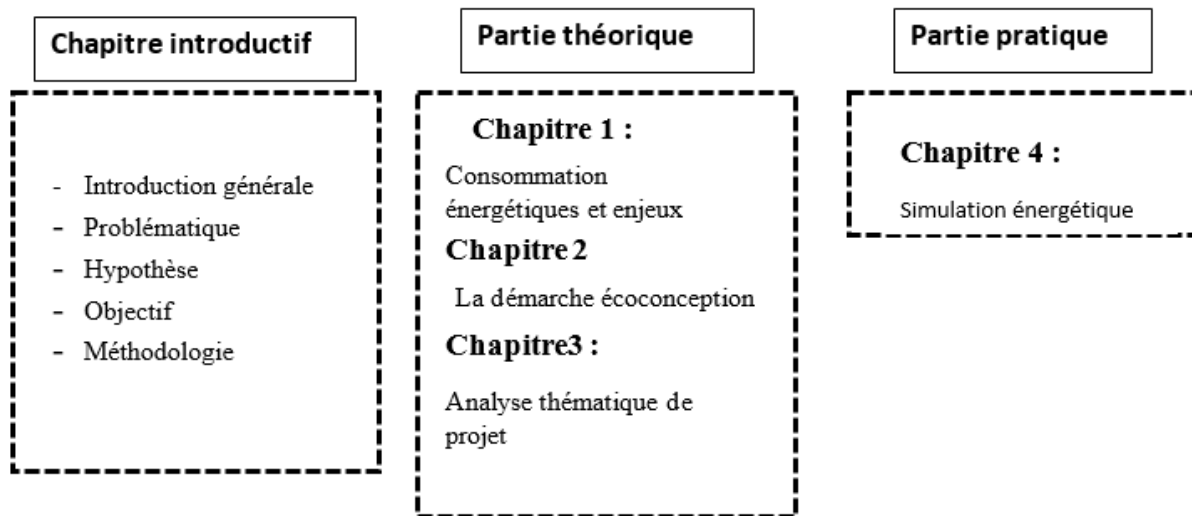


Figure 1: la démarche méthodologique

Chapitre I : Consommation énergétique et enjeux environnementaux

I) Chap. I. Consommation énergétique et enjeux environnementaux

Introduction :

L'architecture, la consommation énergétique, et le développement durable sont trois éléments qui construisent un paradigme complexe et incertain parce que la relation entre ces trois éléments est l'une des questions perturbantes et l'une des enjeux dans le domaine de la construction et de la durabilité.

Le premier niveau pour résoudre les enjeux actuels est de définir les éléments du problème, connaître les relations entre ces éléments, identifier les causes. Donc dans ce chapitre nous nous intéressons à identifier les enjeux environnementaux et les problèmes de consommation énergétique dans le monde, et nous montrons notamment les voies et la pensée environnementales dans la conception architecturale et l'importance de la prise en compte des enjeux environnementaux dans la phase de conception.

I.1 La consommation énergétique dans le monde :

I.1.1 La production mondiale d'énergie primaire

L'énergie primaire est l'énergie disponible dans la nature avant toute transformation comme le sont les combustibles (charbon, bois, hydrocarbures), les énergies mécaniques (hydraulique, éolienne, Gravitation), thermiques (géothermique, solaire thermique), électromagnétique (photovoltaïque) et nucléaire (radioactivité de l'uranium transformée en chaleur par la fission nucléaire).

Il ressort de ce tableau que plus de 80% de la production mondiale d'énergie a été basée en 2017 sur les combustibles fossiles avec une augmentation sensible de la production de charbon au détriment des autres sources. On constate, par ailleurs, que 86,8% de la production mondiale d'énergie primaire provient de ressources non renouvelables, une situation sans changement par rapport à 2010².

² "Situation mondiale de l'énergie" association française pour l'hydrogène et les piles à combustible mai 2020
site web <http://www.afhypac.org>

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

Source primaire	Mtep	%
Pétrole	4 471	32
Charbon	3 786	27,1
Gaz naturel	3102	22,2
Nucléaire	685	4,9
Hydraulique	349	2,5
Renouvelables + déchets	1 579	11,3
TOTAL	13 972	100

Figure 2: Production mondiale d'énergie primaire en 2017 en millions de tep (Mtep)

Source: Key World Energy Statistics, IEA - 2019

La consommation mondiale d'énergie primaire a atteint 13 972 Mtep en 2017(2) selon les dernières données « définitives » de l'AIE. Cette consommation a encore reposé à 81,3% sur les énergies fossiles cette année-là (32% pour le seul pétrole).

Les émissions mondiales de CO₂ relatives à la combustion d'énergie ont atteint 32,8 Gt en 2017, soit plus du double du niveau de 1973 (15,5 Gt CO₂).

L'EIA américaine (Energy Information Administration) estime que la consommation mondiale d'énergie primaire - portée en particulier par la forte croissance économique et démographique des pays en voie de développement - pourrait augmenter de 46,9% entre 2018 et 2050³



Figure 3: la consommation mondiale d'énergie primaire avec les missions de CO₂ liée à cette consommation , source : Les chiffres clés de l'édition 2019 des « Key World Energy Statistics » de l'AIE

³ Les chiffres clés de l'édition 2019 des « Key World Energy Statistics » de l'AIE

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

I.1.2 Evolution de la demande énergétique mondiale :

Sous l'effet de :

- l'accroissement de la population mondiale (9 à 10 milliards d'habitants à l'horizon 2050).
- des efforts des pays en voie de développement pour combler leur décalage économique (croissance de 8 à 10% en Chine et en Inde).
- du maintien d'une légère croissance de la demande énergétique dans les pays développés, la demande d'énergie primaire poursuit sa croissance.

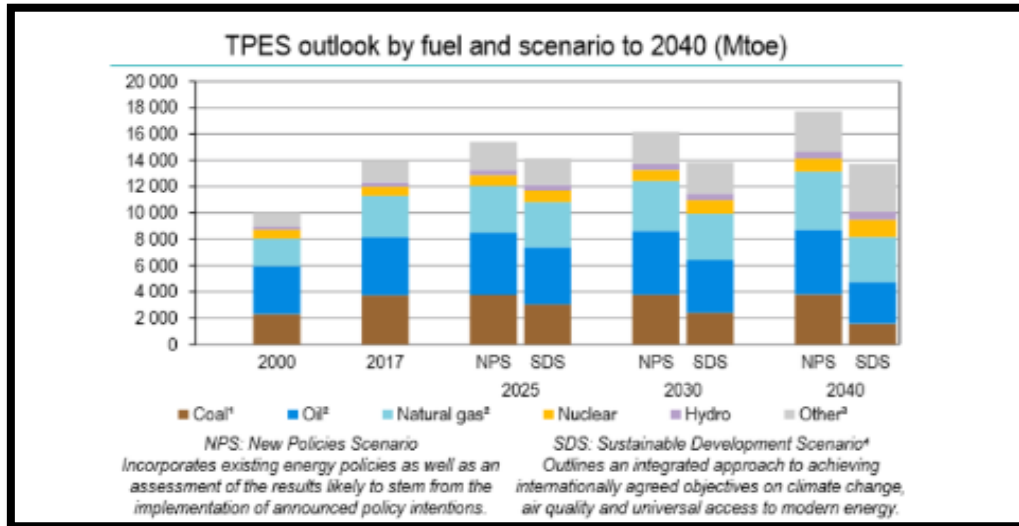


Figure 4 : Evolution de la production d'énergie primaire en Mtep par type de source d'énergie

Source: Key World Energy Statistics, IEA – 2019

Les experts tablent sur une croissance moyenne de l'ordre de 1,5 - 1,7% par an pour les prochaines décennies ce qui conduit à prévoir une *production mondiale* de l'ordre de 15 milliards de tep dans les années 2040 – 2050.

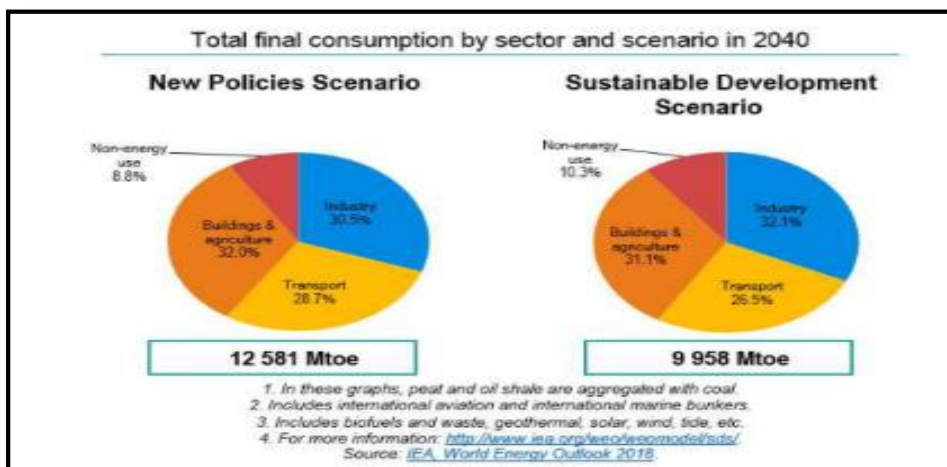


Figure 5: Prévisions de consommation d'énergie en 2040, selon les secteurs et le scénario , source : Key World Energy Statistics, IEA – 2019

I.1.3 La consommation énergétique 2020 :

Au premier trimestre 2020, la demande mondiale d'énergie primaire (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire et énergies renouvelables) a baissé de 3,8 % par rapport à la même période en 2019. La majeure partie de l'impact fut ressentie en mars, Le jeudi 30 avril 2020, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a publié un rapport dans lequel elle met en garde contre « le plus grand choc pour le système énergétique mondial depuis plus de 70 ans ».⁴

Grace à cette crise sanitaire et le choc dans la consommation de l'énergie fossiles Au début du mois de mars 2020, des images de la NASA montraient une chute très importante de la pollution en C, selon le dernier rapport de l'AIE, « les émissions mondiales de dioxyde de carbone reviendront à des niveaux jamais vus depuis 2010, avec un recul inédit de 8 % en 2020 », effaçant la croissance mondiale de ces émissions des dix dernières années (figure 6) .

Au début du mois de mars 2020, des images de la NASA montraient une chute très importante de la pollution en Chine et, selon le dernier rapport de l'AIE, « les émissions mondiales de dioxyde de carbone reviendront à des niveaux jamais vus depuis 2010, avec un recul inédit de 8 % en 2020 », effaçant la croissance mondiale de ces émissions des dix dernières années⁵

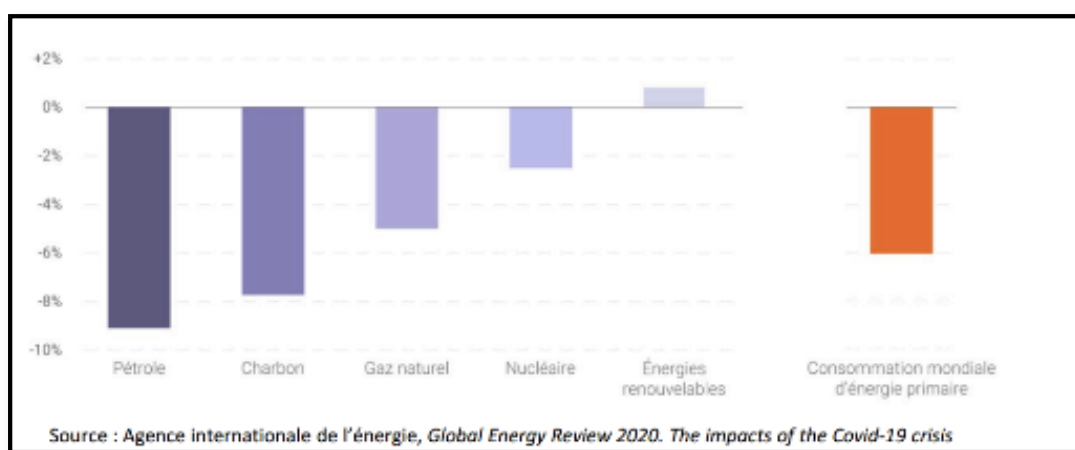


Figure 6 : Estimation de la consommation mondiale d'énergie en 2020 par rapport à 2019 , source : Agence internationale de l'énergie, *Global Energy Review 2020. The impacts of the Covid-19 crisis*

on global energy demand and CO2 emissions, Op. Cit., p. 17

⁴ Les répercussions (provisoires) de la crise de COVID-19 sur le système énergétique mondial
Regards de l'IEIM | Juin 2020

⁵ Les répercussions (provisoires) de la crise de COVID-19 sur le système énergétique mondial
Regards de l'IEIM | Juin 2020

I.2 La situation énergétique en Algérie :

L'énergie et l'environnement représentent deux éléments de base pour étudier un développement durable d'un pays, l'Algérie est un grand pays de la méditerranéenne avec une population qui dépasse 38 millions d'habitants (ONS, 2015), possède de grandes capacités énergétiques notamment dans le secteur des hydrocarbures. Face à un environnement climatique changeant, qui a besoins des actions et des programmes adoptés à long terme pour la protection de l'environnement. En Algérie, le secteur des hydrocarbures représente un secteur stratégique pour l'énergie, mais pas à long terme, parmi les produits pétroliers : les combustibles fossiles ; on y trouve, le pétrole brut, le gaz naturel.....ces derniers se classent dans les énergies non renouvelables, n même temps l'Algérie rentre dans une nouvelle transition énergétique et pense à d'autres énergies pour son développement durable tel que les énergies renouvelables, le soleil représente la source de base de ces énergie.⁶

I.2.1 La consommation énergétique par secteur

I.2.1.1 La consommation finale du secteur résidentiel en 2015

a atteint 10,5 millions de TEP⁷.

La consommation électrique du secteur résidentiel a atteint 1690 KTep. Elle représente 40% de la consommation totale d'électricité. Il a atteint 8756 KTep en produits gazeux soit 60% de la consommation totale des produits gazeux, Il représente, de ce fait, le premier secteur grand consommateur d'énergie au niveau national.

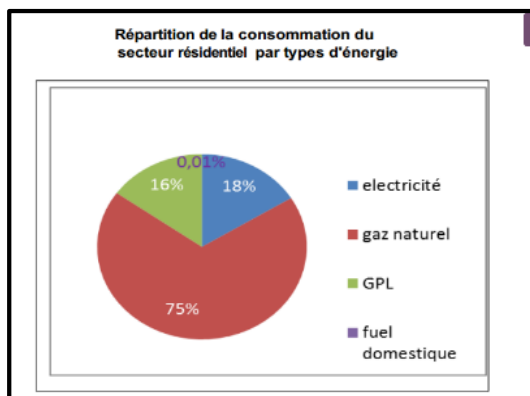


Figure 7 : la consommation énergétique du secteur résidentiel, source : Consommation Energétique Finale de l'Algérie Chiffres clés : 2015

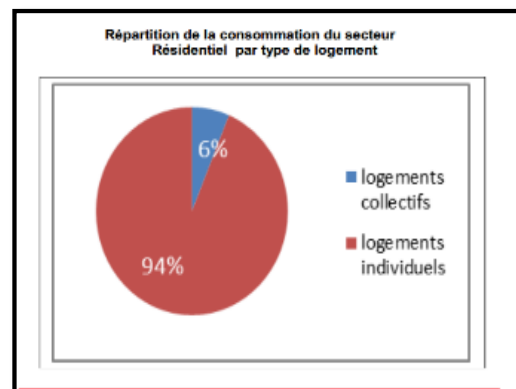


Figure 8: la consommation énergétique du secteur résidentiel par type de logement , source : Consommation Energétique Finale de l'Algérie Chiffres clés : 2015

I.2.1.2 La consommation finale dans le secteur tertiaire :

⁶ LEILA, LOUKIL. Les energies fossiles en Algérie face à un environnement changeant Fossil Energy in Algeria in the face of a changing environment.

⁷ Consommation Energétique Finale de l'Algérie Chiffres clés : 2015

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

Par branche, le nombre d'infrastructures par activités se répartie comme suit : Commerces : 544201 ; Administrations centrales : 26631 ; Tourisme : 49000 ; Communication : 12065 ; Education : 3950 ; Finances : 320 ; santé : 10390 ; Agences immobilières : 9717 ; Auxiliaire de transport : 123623. Entre 2000 et 2015, la consommation finale du secteur a progressé annuellement de 7%/an. Ce sont l'électricité, le gaz naturel, le GPL, le gasoil, le charbon qui ont contribué à cette évolution avec des tcam respectifs : 7.75% ; 8.33% ; 3.06% ; 6.81% ; -7.44%.

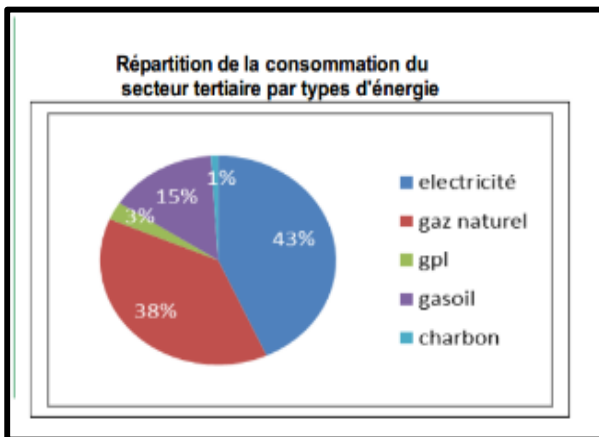


Figure 10 : répartition de la consommation du secteur tertiaire par type d'énergie, source : Consommation Energétique Finale de l'Algérie Chiffres clés : 2015

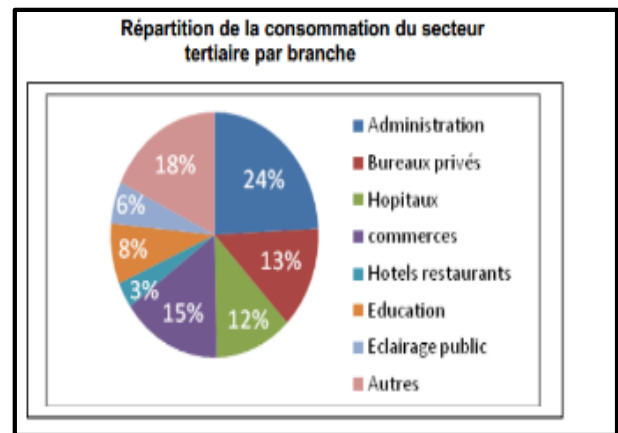


Figure 9 : répartition de la consommation du secteur tertiaire par branche, source : Consommation Energétique Finale de l'Algérie Chiffres clés : 2015

I.3 La répartition des consommations énergétiques dans un centre commercial :

La répartition des consommations énergétiques dans un centre commercial est spécifique à ce type d'actif et à l'activité commerciale qui y est exercée par les preneurs.



Figure 11: La répartition des consommations énergétique dans un commerce, source : BET Barbanel et CNCC

En termes d'énergie, un centre commercial est très complexe : contexte de la copropriété et « mixité des énergies et organisations techniques » 17 ... Pour les actifs soumis au régime de

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

la copropriété, « le propriétaire d'un centre commercial est généralement responsable de la climatisation de l'ensemble du centre commercial, de la ventilation et de l'éclairage des parties communes, comme le « mall », les toilettes publiques et les aires de chargements et parkings. Les enseignes sont responsables de la gestion de la ventilation, de l'éclairage, de l'eau et des déchets relatifs au local commercial qu'ils louent ».

Comme tout bâtiment, la performance globale d'un centre commercial est « intimement liée à son utilisation »¹⁹. Or aujourd'hui, on constate qu'il n'y a pas une utilisation rationnelle des centres commerciaux classiques puisque les bailleurs et les enseignes sont de gros consommateurs d'énergie. D'une part, les parties communes représentent 20 % de la consommation énergétique totale d'un centre commercial. La différence, soit 80 %, est directement imputable aux enseignes, et principalement à l'éclairage de leurs parties privées. En effet, le poste éclairage représente 50 % de la consommation totale d'énergie et accroît sensiblement le besoin de climatisation, comme en témoigne les graphiques ci-dessous.⁸

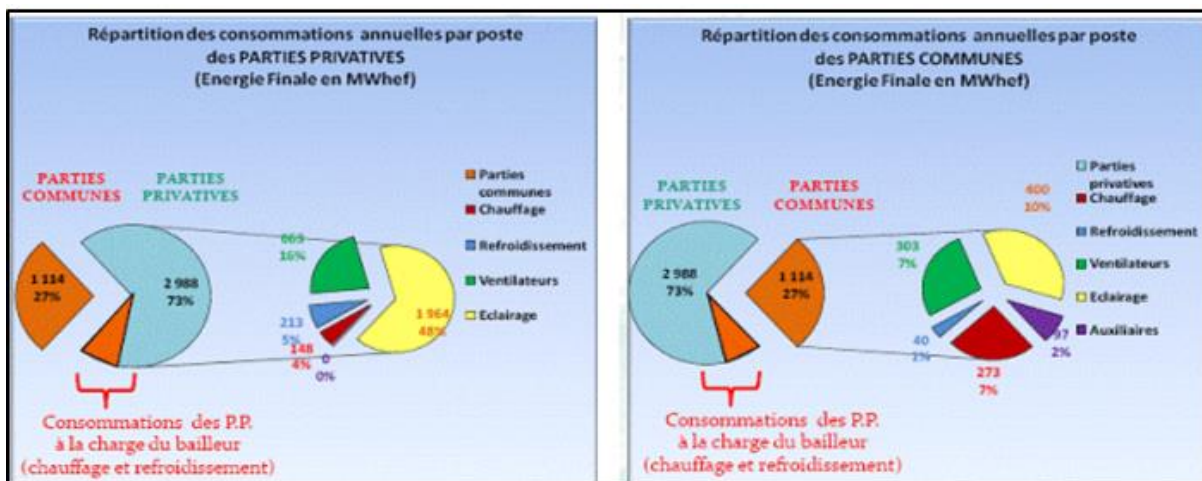


Figure 12: Répartition des consommations énergétique dans les centres commerciaux source : BET Barbanel et CNCC

⁸ BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX : AUJOURD'HUI, ET DEMAIN?. Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009.

I.4 Énergie et émissions dans le secteur des bâtiments et de la construction

Les tendances récentes en matière d'énergie et d'émissions de carbone liées à l'énergie pour le secteur mondial des bâtiments et de la construction sont variées, avec une consommation d'énergie croissante et une croissance limitée des émissions liées aux bâtiments. La construction et l'exploitation de bâtiments représentaient 36% de la consommation d'énergie finale mondiale et 39% des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) liées à l'énergie en 2017. Le secteur des bâtiments et de la construction représente donc la plus grande part de la consommation énergétique et des émissions, même en excluant l'énergie liée à la construction utilisée pour le transport de matériaux de construction sur les chantiers.

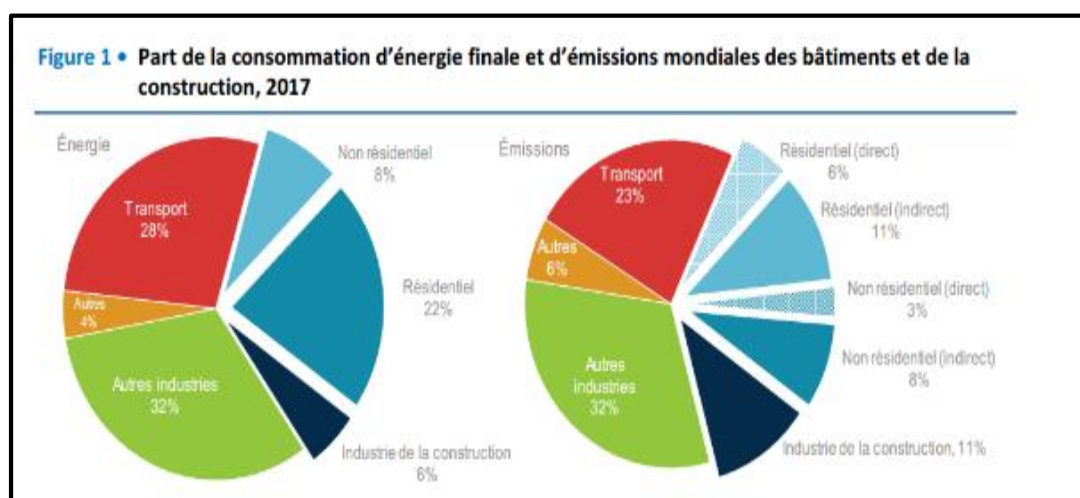


Figure 13: Part de la consommation d'énergie finale et d'émissions mondiales des bâtiments et de la construction, 2017, source : bilan mondiale « Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient »

Point clé • Le secteur des bâtiments et de la construction est un acteur clé dans la lutte contre le changement climatique ; il comptait pour 36% de la consommation d'énergie finale et 39% des émissions de CO₂ du secteur énergétique en 2017.⁹

I.4.1 Tendances énergétiques :

La croissance de la consommation électrique dans les bâtiments se conjugue avec celle des sources d'énergie renouvelables, dont la consommation a augmenté de 14% entre 2010 et 2017.

La consommation de gaz naturel a augmenté de près de 5% au cours de cette période, une partie de celle-ci ayant remplacé l'utilisation moins efficace de charbon, qui a chuté de près de 8% au niveau mondial depuis 2010. La consommation des autres types de combustibles, notamment

⁹ Bilan Mondial « Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient », France, Germany and Switzerland.,2018 .

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

le pétrole et la biomasse (l'utilisation traditionnelle), est restée stable au cours de la même période.

L'évolution de la consommation mondiale de combustibles dans les bâtiments est en partie due à l'évolution de la consommation finale, la croissance de la climatisation des locaux et des appareils électroménagers entraînant la croissance de la demande d'électricité dans les bâtiments. La consommation d'énergie pour le refroidissement des locaux a augmenté de plus de 20% dans le monde entier entre 2010 et 2017, tandis que la demande d'électricité des appareils ménagers a augmenté de 18% et que le chauffage des locaux a diminué d'environ 4%. La réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux, compte tenu de la forte utilisation de combustibles fossiles pour la production de chaleur par rapport à d'autres utilisations finales, contribue également à la part la plus importante de la consommation d'électricité dans les Bâtiments.

L'évolution de l'intensité énergétique des bâtiments par unité de surface de plancher, utilisée comme indicateur de l'efficacité énergétique, montre que les intensités énergétiques moyennes globales pour le chauffage et l'éclairage des locaux se sont le plus améliorées depuis 2010 (Figure 3). Cela a compensé la croissance de la population et l'augmentation de la richesse afin de réaliser d'importantes économies d'énergie par surface de plancher au cours des dernières années. Le passage à des technologies économes en énergie, telles que les diodes électroluminescentes (LED) et les pompes à chaleur sur certains marchés, a joué un rôle dans l'amélioration de l'intensité énergétique. Les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment ont également contribué à améliorer les intensités énergétiques de chauffage et de refroidissement par mètre carré (m²), en améliorant les performances thermiques (par exemple, le choix des matériaux) et en améliorant la conception et l'orientation du bâtiment.¹⁰

¹⁰ Bilan Mondial « Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient », France, Germany and Switzerland.,2018.

I.5 Les facteurs qui influent sur la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment :

La séparation des impacts des facteurs influents de la consommation énergétique mondiale des bâtiments illustre l'influence de la population, de la surface de plancher et des autres activités liées à la demande de services énergétiques sur la consommation énergétique du secteur des bâtiments (une propriété croissante des appareils ménagers et une utilisation croissante des équipements de refroidissement). À l'échelle mondiale, les mesures de l'enveloppe du bâtiment (à titre d'exemple, l'amélioration des fenêtres et de l'isolation) et l'amélioration des performances des systèmes énergétiques (par exemple, le chauffage, le refroidissement et la ventilation) et des composants (par exemple, les équipements de cuisine) ont tous permis de compenser les effets de la population, de la surface de plancher et des activités des services énergétiques dans les bâtiments (Figure 4). Les effets climatiques des hivers plus chauds ont également limité la croissance énergétique mondiale. Toutefois, les étés chauds de 2017 et 2018 ont entraîné une croissance de la climatisation (non visible étant donné la part plus faible de la consommation d'énergie de refroidissement dans le monde)¹¹.

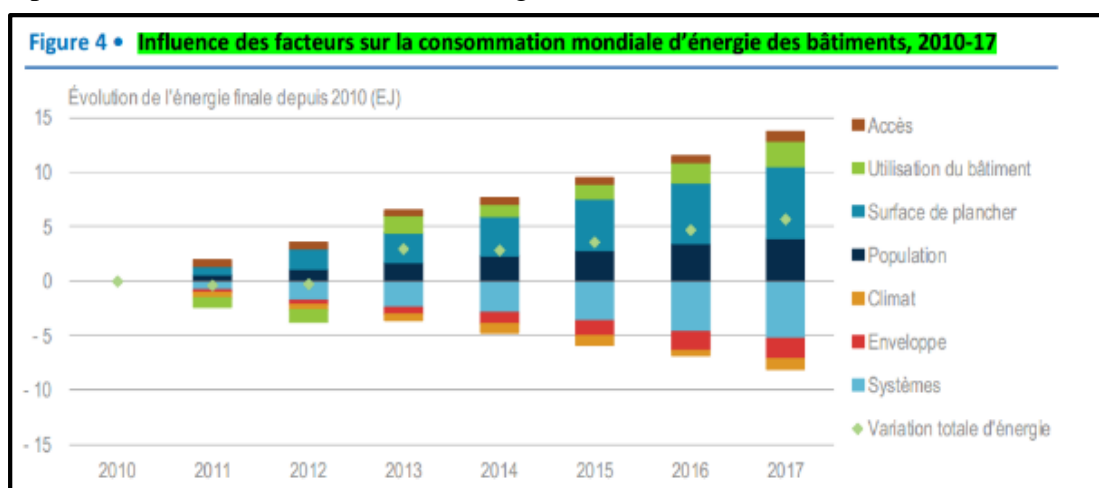


Figure 14 : influence des facteurs sur la consommation mondiale d'énergie des bâtiments source : bilan mondiale Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient

I.6 Le changement climatique :

I.6.1 En quoi consiste l'expérience des changements climatiques exactement ?

¹¹ Bilan Mondial « Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient », France, Germany and Switzerland., 2018.

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

On sait que l'atmosphère de la Terre laisse passer la lumière du soleil qui réchauffe la surface du globe. La chaleur qui s'élève de la surface est en partie absorbée par les gaz et la vapeur d'eau présents dans l'atmosphère – on appelle ce processus naturel « effet de serre ». En l'absence de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄) et oxyde nitreux (N₂O)), la plus grande partie de la chaleur pénétrant dans l'atmosphère terrestre serait directement réémise dans l'espace, et la température moyenne de la Terre serait de -18 °C au lieu de 15 °C (figure 1). Au cours des 10 000 dernières années, la quantité de ces gaz à effet de serre présents dans notre atmosphère est demeurée relativement constante et a permis à la Terre de conserver un climat relativement stable. La concentration de ces gaz a commencé à grimper avec l'avènement de l'industrialisation, la hausse de la demande en énergie, la croissance démographique et les changements dans l'utilisation du territoire. L'expérience, qui a donc débuté avec l'industrialisation, consiste donc à maintenir l'augmentation dans la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre en brûlant d'énorme quantité de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel qui génère d'importante quantité de CO₂) et en poursuivant la déforestation (la forêt débarrasse l'atmosphère de CO₂). L'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre accentue l'effet de serre naturel et fait monter la température moyenne de la surface du globe. Ce réchauffement de la planète cause des changements climatiques pour l'ensemble des paramètres du climat car il déclenche une modification des circulations atmosphériques et des autres sous-systèmes du système climatique¹².

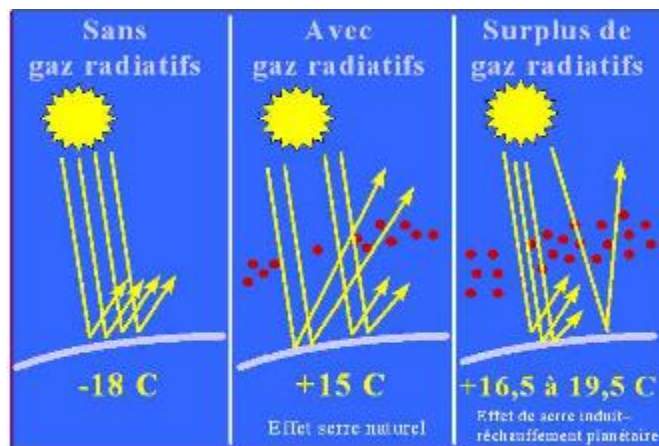


Figure 15:schéma explicatif de phénomène de l'effet de serre ,
source : BOURQUE, Alain. Les changements climatiques et leurs
impacts. Vertigo-la revue électronique en sciences de
l'environnement, 2000, vol. 1, no 2

I.6.2 Impact de concentration de l'effet de serre sur le climat

¹² BOURQUE, Alain. Les changements climatiques et leurs impacts. Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement, 2000, vol. 1, no 2.

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

L'augmentation des GES dans l'atmosphère a déjà provoqué des modifications du climat mesurable. On en observe déjà les impacts, avec des événements qui se produisent à une vitesse et une ampleur plus élevées que prévues. Les changements climatiques affectent de différentes façons l'environnement, la planète et les humains qui l'habitent.

I.6.2.1 - l'eau :

Les changements climatiques sont responsables de la fonte des glaces, dont le rythme s'est accéléré depuis les 15 dernières années. La fonte massive des glaces augmente la masse d'eau, occasionnant une élévation du niveau de la mer. Les élévations prévues sont de 9 à 88 cm entre 1990 et 2100. Cette situation aura des conséquences néfastes sur les basses terres côtières où vit une très grande partie de la population mondiale.

I.6.2.2 Précipitation, sécheresse et climat extrême

Les changements climatiques bouleversent déjà les patrons de précipitations. Ces bouleversements seront accompagnés d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes : sécheresses, inondations, canicules, pluies fortes et abondantes, tornades... Ces événements climatiques, souvent à l'origine de catastrophes, pourraient se produire plus fréquemment dans le futur.

I.6.2.3 Santé :

La plupart des scientifiques reconnaissent maintenant que les changements climatiques auront de graves conséquences sur la santé humaine. Comme des maladies respiratoires comme l'asthme, des cancers de la peau, des malaises et des mortalités liées à des chaleurs intenses

I.6.2.4 4- Impact du changement climatique sur la biodiversité :

Il est admis que près de 10 millions d'espèces vivent sur la terre. Les forêts tropicales hébergent 50 à 90 % de cette diversité biologique. Actuellement, 17 millions d'hectares de forêts tropicales sont détruits chaque année et les spécialistes estiment qu'à ce rythme, 5 à 10 % des espèces de la forêt tropicale disparaîtront. La réduction de cette biodiversité est une conséquence inévitable du développement humain il y a un lien entre le changement climatique et la diversité biologique Les liens entre la diversité biologique et les changements climatiques sont bidirectionnels : les changements climatiques menacent la diversité biologique et la diversité biologique peut réduire les conséquences des changements climatiques.

Les changements climatiques : Une menace pour la diversité biologique Il existe des preuves à l'effet que les changements climatiques ont déjà commencé à affecter la diversité biologique et qu'ils continueront à le faire. Quelques conséquences des changements climatiques sur le volet espèces de la diversité biologique peuvent être citées comme suivant :

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

- Des changements dans la répartition.
- Un taux d'extinction accru.
- Des changements dans les périodes de reproduction.
- Des changements dans la durée des saisons de culture des plants.

Certaines espèces déjà menacées sont particulièrement vulnérables aux conséquences des changements climatiques¹³

I.6.3 Scénario de changements climatiques pour l'Algérie :

Le tableau suivant, relatif à un scénario de changements climatiques attendus sur l'Algérie à l'horizon 2030, a été établi sur la base des informations disponibles et moyennant un Jugement d'expert. Ce scénario représente simplement et uniquement une vision à long termes de l'évolution du climat futur algérien¹⁴.

Facteurs ou composantes du climat	Changements attendus à l'horizon 2030	Remarques
Température		
moyenne	Entre 0.9 et 1,3 °C (allant de 0,75 à 1,5 °C)	Tendance à la hausse de la température confirmée par l'ensemble des modèles.
variabilité	Augmentation de la fréquence des vagues de chaleur difficile à quantifier	Une plus grande variabilité se traduisant par plus de jours chauds est difficile à quantifier.
saisonnalité	Voir tableau	
Pluviométrie		
moyenne	Une diminution entre 9 et 14 % (allant de 7 à 16 %)	La diminution des précipitations est faible et difficile à dissocier de la variabilité naturelle.
variabilité	Difficile à quantifier	Une plus grande variabilité de la pluviométrie est confirmée mais difficile à quantifier.
saisonnalité	Voir tableau	
Extrêmes		
Episodes sèches	Augmentation de la fréquence de 10 %	L'augmentation de la fréquence des extrêmes est probablement l'aléa climatique le plus influent sur la biodiversité. Malencontreusement, c'est l'aléa qui est le plus difficile à quantifier.
Episodes humides	Augmentation de la fréquence de 10 %	
tempête	Difficile à quantifier	
Feux de forêts	Difficile à quantifier	
Elévation du niveau de la mer	+ 13 cm par rapport à la période (1986-2005).	
Augmentation de la concentration de GES dans l'atmosphère	Une concentration de 460 ppm en 2030, soit une augmentation voisine de 25 % par rapport à l'an 2000 (370 ppm)	Evaluation basée uniquement sur des données au niveau global.

Figure 16: représente simplement une vision à long termes de l'évolution du climat futur algérien , source : Etude diagnostique sur la Biodiversité & les changements climatiques en Algérie 2015

I.6.4 La pensée environnementale en architecture :

I.6.4.1 Le rapport entre la pensée et les enjeux environnementaux dans l'architecture :

¹³ Support pédagogique de la matière « Biodiversité et changements globaux », 2020

¹⁴ Etude diagnostique sur la Biodiversité & les changements climatiques en Algérie 2015 « PLANIFICATION NATIONALE SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE ET MISE EN OEUVRE EN ALGERIE DU PLAN STRATÉGIQUE DE LA CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE 2011-2020 ET DES OBJECTIFS D'AICHI »

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

L'architecture change parce que le monde change. Le secteur du bâtiment est aujourd'hui considéré comme un levier important pour résoudre la crise environnementale et la nécessité pour l'architecture d'être pensée en lien avec une nouvelle culture environnementale. L'architecture doit produire du sens pour les sens et être porteuse de nouvelles visions pour une société en transition. Elle doit traduire morphologiquement et symboliquement le changement de paradigme environnemental, afin de continuer d'inscrire dans le territoire, dans les usages et dans l'imaginaire collectif, l'histoire des sociétés. L'architecture est création.

Objet complexe, l'architecture se réalise dans une forme qui « va perpétuellement de sa nécessité à sa liberté¹ ». Nécessité des contraintes qui encadrent la résolution. Liberté des idées qui stimulent la création. Alors que la transition énergétique et la problématique environnementale s'imposent aujourd'hui comme une nécessité, leur impact sur la pensée, sur les idées et sur les formes architecturales¹⁵

La création de nouvelle pensée, une nouvelle démarche et une nouvelle voie qui intégré les enjeux environnementaux dans la pensée architecturale c'est' l'une des problématiques majeurs dans ces dernières années ; une nouvelle formulation ou une reformulation qui conduit à la fabrication d'un nouveau regard, d'une nouvelle vision.

L'histoire de l'architecture et la dimension environnementale développe au cours des siècles , la question de l'environnement se manifeste dans la pratique vernaculaires par des multiples paramètres tels que le choix du site, les ressources locales, la réutilisation de l'existant , la meilleure orientation (e.g. arbre, falaise, dénivelé), le climat, etc. La considération de l'environnement dans l'architecture vernaculaire⁷, avant le XVIIe siècle, suit une continuité à travers les siècles. Faisant une analogie entre l'être humain et sa capacité d'adaptation à l'environnement⁸ [Roaf et al., 2005] mentionnent que : « *Vernacular buildings have evolved over time to make the best use of local materials and conditions to provide adequate, and often luxurious, shelter for populations inhabiting even the most extreme climates of the world.* » [Roaf et al., 2005]. « *L'architecture vernaculaire a continuellement évolué afin de promouvoir la meilleure utilisation des matériaux locaux et adaptation aux conditions régionales, dans le but de fournir*

¹⁵ MIRA, Pascale. *Penser l'architecture environnementale, des idées aux formes et des formes aux idées : dans quel processus de néomorphisation sommes-nous ?* Thèse de doctorat. Lyon 2 ,2015

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

des habitats adéquats, quelques fois luxueux même à des populations localisées dans les climats les plus extrêmes de la planète. » [Roaf et al., 2005] traduit par¹⁶

I.6.4.2 - Le défi actuelle pour l'architecture et l'architecte :

L'intégration du développement durable dans le monde de la construction n'est plus une question, c'est une « évidence et un impératif » (Mayne et al., 2010) la démarche environnementale, dans le secteur de la construction, doit être réalisée en association étroite entre les collaborateurs, avoir des implications sociales, écologiques et économiques et faire l'objet d'une réflexion globale, objective et rationnelle comme l'énonce (Gauzin-Müller et al., 2001) :

la démarche environnementale influence sur le choix de site , le programme , la conception et le mise en œuvre et en met l'accet sur la conception architecturale parce que Dans un projet nouveau, , près de 80 % du profil environnemental d'un produit est fixé durant la phase de création de concept d'un produit nouveau¹⁷ , architecture et l'architecte s'intéresse bien à la processus de conception et à l'esquisse que d'autre disposition technique selon XAVIER MARSAULT « *l'architecture s'intéresse bien à la démarche (processus de conception qu'a l'objet (analyse , étude , construction ,suivi dans le temps), son sujet d'étude est l'edifice, entendu comme forme , matière , usage et juste durabilité donc la composition doit produire un*

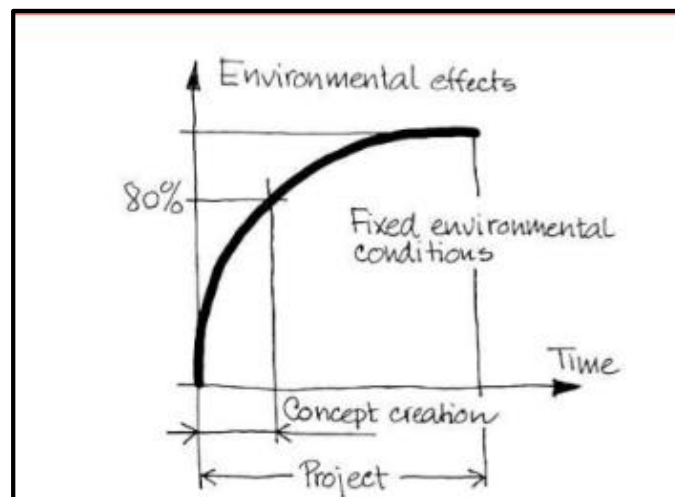


Figure 17: La caractère déterminant de la phase amont de la conception dans le profil environnemental d'un

Produit nouveau [McAloone et Bey, 2009]

¹⁶ GHOLIPOUR, Vida. *Ecoconception collaborative de bâtiments durables*. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine, 2011

¹⁷ McAloone, T., Bey, N., 2009, *Environmental improvement through product development - a guide*, Press: SvendborgTryk, Denmark, 2009

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

bâtiment *Eco-performant* *agréable* à *habiter* »

En effet, pendant la phase de conception et plus particulièrement les premières phases, les libertés de choix sont maximales pour le concepteur. C'est-à-dire l'architecte nécessite une degrés de liberté avec l'intégration des contraintes dans leur conception on peut réduire cette liberté le concepteur travaille à partir des données floues et de problèmes imprécis. et des multi contrainte qui va peut-être atteindre le niveau de performance par l'ajout des disposition technique pour corriger des défauts ou faiblesses de conception, ou bien s'inspirer de modèles jugés performants ces pratiques ont conduit notamment à ignorer ou presque la stratégie bioclimatique à l'origine d'une conception performante¹⁸.

Lorsque les données environnementales sont intégrées dès les phases de conception, cette démarche est alors appelée « écoconception », ou encore « éco-design »¹⁹ et c'est notre thème de recherche.

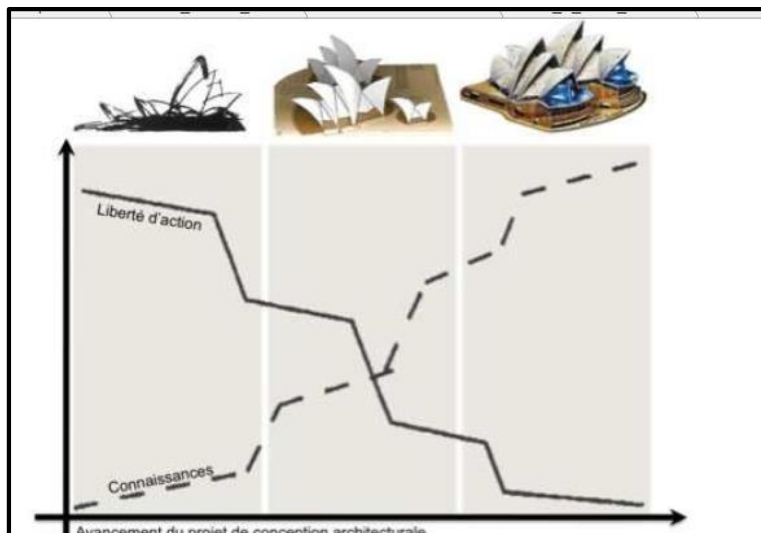


Figure 18: L'importance de la phase amont dans la créativité de la forme architecturale - adapté de [Midler, 1993] pour un exemple de la conception architecturale

Conclusion :

Ce chapitre a donné une vision sur la consommation énergétique dans le monde plus spécifique la répartition énergétique dans l'Algérie selon les secteurs, le secteur de bâtiment et de construction représente le plus grand secteur qui consomme l'énergie et l'émission de GES pour bien résoudre les problèmes liés à la gestion d'énergie dans le secteur du bâtiment il faut connaître la répartition de l'énergie dans chaque secteur c'est pourquoi on représente la

¹⁸ MARSAL, Xavier. *Écoconception générative : Phase amont du projet d'architecture*. ISTE Group, 2018

¹⁹ GHOLIPOUR, Vida. *Éco-conception collaborative de bâtiments durables*. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine, 2011.

Chapitre I : L'énergie et les enjeux environnementaux

répartition de la consommation d'énergétique dans les centre commerciaux (l'éclairage , climatisation et le chauffage) .

Dans la dernière partie on représente la pensée de l'enjeux environnementale dans l'architecture et leur défit dans la démarche de la conception architecture et leur Applicabilité dans la première phase de conception.

Chapitre II : la démarche écoconception

II) Chap. II. La démarche écoconception

Introduction :

L'impact avéré de l'activité humaine sur notre environnement associé aux coûts évalués des différentes catastrophes écologiques et du changement climatique motivent fortement au changement de comportement une réflexion globale sur la phase de conception architecturale qui est l'étape la plus intéressante dans l'élaboration de projet d'architecture définitive ; cette réflexion est définie comme une solution efficace à travers l'intégration de la notion de durabilité, la conception durable dite écoconception est une méthodologie de l'intégration des enjeux environnementaux et énergétiques dans la première phase d'élaboration de projet architectural.

II.1 Les paramètres d'un projet architectural en phase d'esquisse :

dans le domaine de la conception environnementale de bâtiment, le processus de conception selon [ADEME, 2002] est composé des étapes suivantes :

Esquisse

APS : avant-projet sommaire

APD : avant-projet définitif

PRO et DCE : étude de projet et dossier de consultation des entreprises

Durant l'étape d'esquisse, l'architecte, en prenant en compte les exigences du maître d'ouvrage - y compris les exigences environnementales - décide de certaines options générales mais déterminantes comme : l'implantation du bâtiment dans son site, l'orientation du bâtiment vis-à-vis des éléments naturels, la volumétrie générale, la répartition des espaces extérieurs et intérieurs.

À l'étape de l'APS, les réflexions s'effectuent sur la distribution des espaces, les façades, les principes constructifs, les solutions techniques et le choix des principaux matériaux. À ce stade de conception, la proposition durant l'étape d'esquisse doit être complétée par les exigences particulières du programme.

L'étape d'APD a pour objectif d'affiner les choix effectués à l'étape d'APS et de les accompagner de justificatifs techniques. À ce stade du processus de conception, on commence à s'interroger sur les détails constructifs tels que, la nature des matériaux de second œuvre, les précisions sur les équipements techniques, etc.²⁰.

²⁰ GHOLIPOUR, Vida. Éco-conception collaborative de bâtiments durables. 2011. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine.

Chapitre II : la démarche écoconception

De point de vue écologique ,dans un projet nouveau, près de 80 % du profil environnemental d'un produit est fixé durant la phase de création de concept d'un produit Prenant l'hypothèse que chaque bâtiment, sauf dans les cas de construction en masse ou des plans types, est considéré comme un projet nouveau, la conception joue un rôle important vis-à-vis de son profil environnemental²¹.

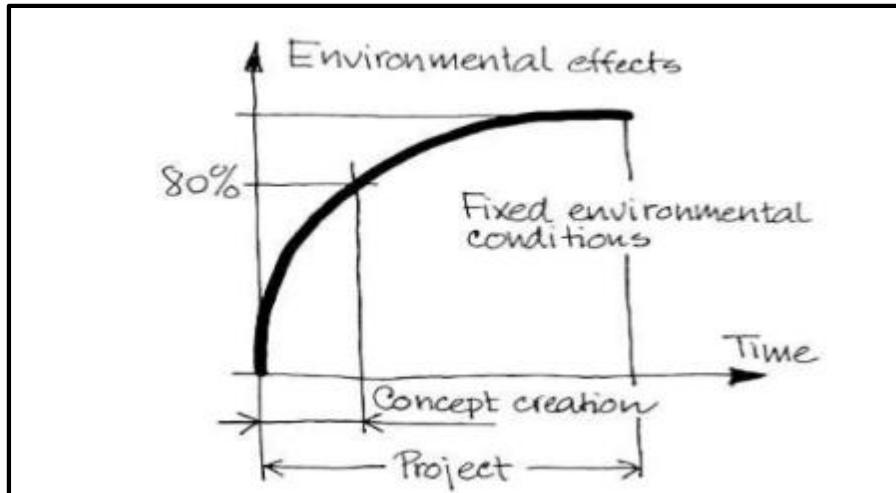


Figure 19: La caractère déterminant de la phase amont de la conception dans le profil environnemental d'un

Produit nouveau [McAloone et Bey, 2009]

En phase d'amont de projet, la phase la plus importante pour l'architecte et l'architecture, conjuguent incertitude des choix et recherche potentielle d'innovation impliquant de nouvelles technologies, de nouveaux matériaux, de nouveaux procédés de production et de mise en œuvre. Elles définissent les orientations fondamentales d'un projet (Tableau 1) ,22

²¹ McAloone, T., Bey, N., Environmental improvement through product development - a guide, Press: SvendborgTryk, Denmark, 2009

²² MARSALUT, Xavier et LEQUAY, Hervé. Ecoconception pré-architecturale générative : jusqu'où peut-on aller ? Enjeux, possibilités, méthodes. In : SCAN 2016. 2016

Chapitre II : la démarche écoconception

Tableau 1: les paramètres prise en compte dans la phase de conception

<u>contexte et programme</u>	<u>Possibilité morphologique</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Site et maître d'ouvrage, - Contexte climatique, - Contraintes urbanistiques (gabarit, orientation, positionnement, volume capable (Koolhaas) contraignant la construction (Emprise au sol, hauteurs), - Type d'usage : public (école, hôpital,) - Logement, individuel, mixte - Données programmatiques (surface, volume, nombre d'étages, % par type d'usage, % d'ouvertures en façade, type de toiture), - Paramètres de confort : thermique (hivernal / estival), aéraulique, hygrométrique, lumineux, acoustique, choix des énergies 	<ul style="list-style-type: none"> - Type architectural : vernaculaire, standardisé - Différenciation : approche architecturale / Ingénierie constructive (en phase amont, la Notion de composant de construction Semble trop précoce), - Prise en compte des protections solaires, Acoustiques ou au vent, - Travail sur l'enveloppe du bâtiment plus Que sur les "milieux" (espaces homogènes). - Espaces et fonctions inspirées d'éco modèles : atrium, vérandas, ... - Orientation, exposition, enveloppe, forme, Matérialité : soleil (apports hivernaux, protection estivale), surface expo sée/protégée, vents dominants, masques Environnants existants / à créer, param. constructifs

II.2 La conception et le développement durable :

La conception durable se définit, quand on se réfère à la définition originale de la durabilité, comme la conception d'un bien, d'un service ou d'un processus ayant des caractéristiques « soutenables », dans la durée, des points de vue économiques, sociétaux et environnementaux. Depuis quelques années, la conception durable bouleverse considérablement les industries de biens et de services,

- La conception de produits dans le cadre du développement durable est nommée écoconception. La notion d'écoconception a été progressivement développée alors que des

Chapitre II : la démarche écoconception

conceptions respectueuses de L'environnement ont été réalisées depuis les premiers temps de la conception .²³

La conception durable se définit, quand on se réfère à la définition originale de la durabilité, comme la conception d'un bien, d'un service ou d'un processus ayant des caractéristiques « soutenables », dans la durée, des points de vue économiques, sociétaux et environnementaux²⁴.

II.3 L'écoconception :

II.3.1 Définition de l'écoconception :

Il existe de nombreuse définition de l'écoconception selon plusieurs sources :

« L'écoconception du cadre bâti s'entend comme l'ensemble des outils et méthodologies minimisant l'impact environnemental inhérent à toute construction ». ²⁵ Dans notre propos, l'écoconception architecturale générative a d'abord pour objet la création de solutions bioclimatiques à faible impact environnemental, contextualisées, obtenues en mixant des apports pluridisciplinaires de l'architecture, de l'écologie, des sciences de l'ingénieur et des technologies informatiques. Elle doit aider à donner des priorités aux objectifs qu'on se donne d'atteindre durant le cycle de vie, souvent contradictoires et dont le nombre peut être important en fonction de l'échelle du projet et du degré d'analyse requis²⁶.

- la directive 2009/125/CE du 21 octobre 2009, déterminant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie, définit l'écoconception comme « l'intégration des caractéristiques environnementales dans la conception du produit en vue d'améliorer la performance environnementale du produit tout au long de son cycle de vie »²⁷

II.3.2 Pourquoi l'écoconception

L'écoconception, (en anglais éco-design), se caractérise par une vision globale, c'est une approche multicritères qui implique de prendre en compte tous les impacts environnementaux les plus pertinents (eau, air, sol, bruit, déchets, matières premières,

²³ Shu-Yang F., Freedman B., Cote R., "Principles and practice of ecological design", Environmental Review, vol. 1 2004

²⁴ YANNOU, Bernard, BERTOLUCI, Gwenola, LEROY, Yann, et al. La conception durable (Partie I): enjeux et outils. Centraliens, 2011, no 609, p. 50-55.

²⁵ Gobin C. Éco-conception marqueur d'un reengineering de la construction. L'ingénierie de la construction, base doc.TIB236DUO (ref. c3020),(2011).

²⁶ MARSAULT, Xavier et LEQUAY, Hervé. Éco-conception pré-architecturale générative : jusqu'où peut-on aller ? Enjeux, possibilités, méthodes. In : SCAN 2016. 2016.

²⁷ Ecoconception, guide pratique pour une démarche responsable

Chapitre II : la démarche écoconception

énergie,...) et une approche multi-étages qui repose sur l'ensemble du cycle de vie (extraction des matières premières, production, distribution, utilisation, fin de vie).

L'écoconception 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 efficace²⁸.

Impacts environnementaux liés à la conception

-A ce niveau des remarques importantes s'imposent :

- Jusqu'à 70% des coûts et 80% des impacts environnementaux et sociétaux d'un produit sont ressentis au moment de sa conception. Pour optimiser les résultats, c'est donc durant le processus de conception et de développement du produit qu'il faut intervenir.
- 52% des émissions de GES des ménages sont la conséquence aux produits consommés (fabrication, mise à disposition et traitement en fin de vie des produits et services) .

Plus généralement, toute conception de produit touche l'environnement dans le sens où il requiert notamment :

- l'extraction de matières premières.
- l'utilisation d'énergie : lors du processus de fabrication, lors de l'utilisation du produit s'il nécessite une source d'alimentation, et en logistique (transport amont / aval du site de fabrication...).
- l'utilisation de consommables pour l'entretien.
- un traitement ajusté en fin de vie du produit.

Démarche particulière, l'Eco conception puise sa source de raison d'être à travers trois niveaux :

***philosophiques** : il s'agit de soutenir l'évolution fondamentale de la société vers des styles de production et de consommation plus responsables.

***stratégiques** : suivre aujourd'hui cette démarche c'est tirer profit de sa force d'innovation en prévoyant les évolutions de la société et particulièrement les évolutions du contexte légal. C'est pareillement un facteur de différenciation sur un marché très concurrentiel.

***Economiques** : un processus consistant à produire mieux (Plus de polyvalence, plus de durabilité) en consommant mieux (d'énergie, de matière première) est inéluctablement rentable, découlant ainsi d'une approche classique d'analyse de la valeur avec une conscience plus écologique.

²⁸ MILED, Nadia. L'éco-conception: une opportunité d'innovation dans le respect de la nature. *2ème Congrès TRANSFORMARE*, 2012, p. 25

Chapitre II : la démarche écoconception

A ce niveau, il s'avère être utile d'insister sur le fait que L'écoconception s'intéresse à diminuer les impacts environnementaux des étapes de fabrication du produit mais aussi des étapes amont et aval, même en dehors des frontières de l'entreprise.

L'écoconception vise donc le développement du produit et intègre la performance environnementale de celui-ci durant le processus de conception ²⁹

II.3.3 Ecoconception du cadre bâti :

- 1867- 1959 l'architecte FRANK Lloyd Wright fut l'un des rares précurseurs de l'écoconception (levin house , fallingwater , usnian houses) et de l'introduction du concept d'organicité dans la démarche de projet mais dans les années 1970 l'architecture environnementale et écologique, travaillant avec des matériaux proche de La nature et s'intéressant fortement aux relation entre l'homme et son milieu naturel était encore considérée comme idéaliste , malgré les conseils prodigués par certain architectes comme ken Yeang « il faut étudier un site d'un point de vue écologique pour déterminer la meilleure façon d'aménager l'espace sans créer de rupture dans son équilibre naturel » peu a peu , l'idée d'une conception architecturale bioclimatique plutôt qualitative a fait son chemin .
- Au début des années 1990, une étape importante est franchie avec l'apparition du volet quantitatif dans l'écoconception environnementale des édifices ; la performance constructive, qui était depuis longtemps synonyme d'économie de moyen, se voit désormais complétée par la performance environnementale, source elle aussi d'économies : il s'agit de commencer à limiter les impacts ingèrent à nos constructions sur la nature et les milieux de vie.
- Les premiers travaux sur l'analyse du cycle de vie et ses prémisses méthodologique débutent en 1992, mais on oublie que c'est l'économie david novick qui est à l'origine du concept, lequel fut utilisé au départ par l'armée des états –unis pour améliorer le management de leur budget ! Désormais « l'écoconception se révèle une démarche qui mobilise de nombreux apports scientifique, elle repose sur un principe très simple qui est de se focaliser sur la réduction effective des flux génères par la fonctionnement d'une construction .

²⁹ MARSAULT, Xavier et LEQUAY, Hervé. Éco-conception pré-architecturale générative : jusqu'où peut-on aller ? Enjeux, possibilités, méthodes. In : SCAN 2016. 2016.

Chapitre II : la démarche écoconception

- En fin , l' écoconception générative « la création de solutions bioclimatique à faible impact environnemental , contextualisées , obtenues en mixant des apports pluridisciplinaires de l'architecture , de l'écologie , des sciences de l'ingénieurs et des technologies informatique » (MAR16)³⁰

II.3.4 Les principes de l'écoconception :

Eco concevoir un produit nécessite de respecter quelques règles fondamentales afin d'avoir une démarche crédible et pérenne. Pour cela, cinq principes fondamentaux viennent appuyer la démarche d'écoconception :

L'écoconception se caractérise par une démarche multi-étapes, multicritères et multi-acteurs.

II.3.4.1 L'écoconception est une démarche multi-étapes :

Il prend en compte les diverses étapes du cycle de vie du produit (extraction des matières premières, production, distribution, utilisation et fin de vie),

II.3.4.1.1 Analyse de cycle de vie :

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) permet d'évaluer les impacts environnementaux d'un produit, depuis sa fabrication jusqu'à sa fin de vie. Cette méthode a été utilisée par différents fabricants de matériaux de construction et plusieurs outils sont proposés pour les bâtiments (Peuportier et al., 2004).

³⁰ MARSAULT, Xavier. *Écoconception générative : Phase amont du projet d'architecture*. ISTE Group, 2018.

Chapitre II : la démarche écoconception

L'ACV s'insère dans un cadre de réflexion large qui est celui du concept ou de la pensée du cycle de vie (life cycle thinking)³¹. Selon l'UNEP, la pensée du cycle de vie correspond à la logique de production et consommation durable dans laquelle les aspects économiques, sociaux et environnementaux sont pris en compte pendant tout le cycle de vie d'un produit³².

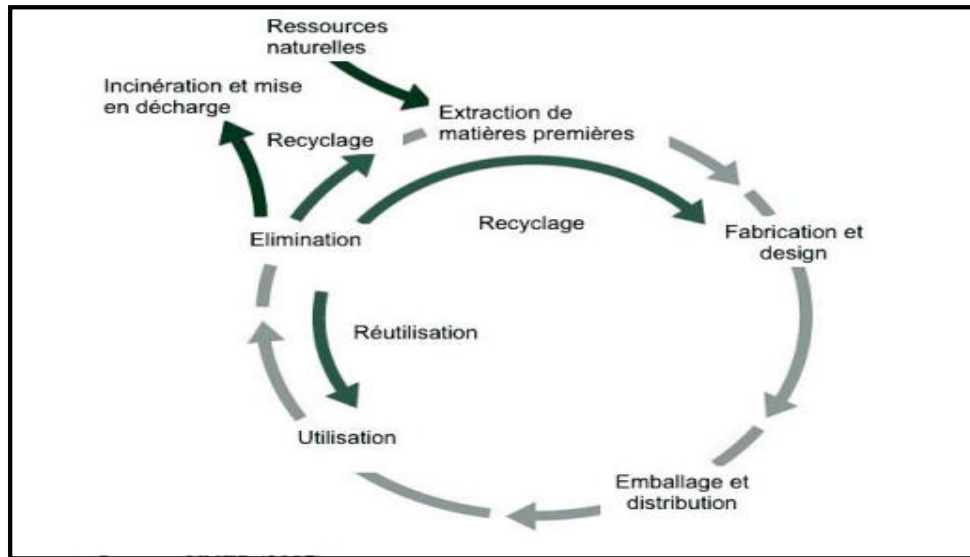


Figure 20: les étapes de analyse de cycle de vie ,source : UNEP (2007), *Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability*, United Nations Environmental Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Paris, p 51

II.3.4.1.2 Difficultés liées à l'ACV et à son usage :

Les outils d'écoconception du bâtiment, dont le développement est pourtant en nette progression, ne sont pas aussi largement diffusés qu'on pourrait l'attendre, comme le montre l'article de [Lamé et al., 2015] qui, tente d'en identifier les raisons. L'ACV n'est pas encore un outil adapté à la phase d'esquisse ; les données, provenant de nombreuses bases, sont difficiles à rassembler ; pour un même édifice, les résultats sont souvent différents, ce qui réduit la confiance de l'utilisateur ; une ACV coûte cher, alors qu'elle n'est pas assez valorisée dans les processus de certification, et il n'existe pas encore de référentiel de comparaison stable. De plus, aborder la conception sous l'angle du coût global est une posture plutôt récente, la compétition économique ayant trop longtemps survalorisé la variable financière. Enfin, peu

³¹ UNEP (2007), *Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability*, United Nations Environmental Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Paris, 51p.

³² BICALHO, Tereza. Les limites de l'ACV. Etude de la soutenabilité d'un biodiesel issu de l'huile de palme brésilienne. 2013. Thèse de doctorat. Université Paris Dauphine-Paris IX.

Chapitre II : la démarche écoconception

d'architectes et de petites agences disposent d'outils adéquats, de moyens suffisants et de temps à allouer aux études complètes d'écoconception.

Tout d'abord analyse de cycle de vie se fait quand le projet d'étude on phase d'esquisse est terminé donc cette analyse a une relation forte entre l'étude globale de projet dans la phase amont de projet et la phase de réalisation , Cette problématique constitue un champ de recherche actif. En phase d'esquisse, on va trouver des outils passifs génériques comme les référentiels et les réglementations (HQE-Performance, RT2012, LEED, BREEAM, THPE, Bepos-Effinergie), et des outils actifs liés à la résolution d'un problème en phase opérationnelle (Éco.mod, EcoGen, ESQUAAS,...), la plupart étant en développement permanent. Il semble n'exister encore aucune démarche sommaire d'ACV utilisable dans cette phase, même avec des outils comme EQUER ou ELODIE, dont ³³ relève des limites : plutôt adaptés aux phases de conception avancée (large expertise requise, grande quantité de données précises à fournir), impossibilité de modéliser des formes évoluées Ensuite, deux exigences majeures peuvent être relevées pour réaliser une ACV : l'exigence de qualité des données et l'exigence d'une revue critique dans le but d'apporter une cohérence et une crédibilité supplémentaires aux résultats. Enfin, l'ACV présente des limites pratiques et conceptuelles. La récolte de données peut en effet être laborieuse, et le choix des hypothèses ou de la méthode d'analyse de l'impact peut également être soumis à une certaine subjectivité de l'auteur de l'étude, et conduire éventuellement à des controverses. La non prise en compte d'aspects qualitatifs comme l'atteinte aux paysages ou le niveau d'incertitude actuellement encore élevé dans l'évaluation de certains indicateurs (p. ex. toxicité humaine) représentent également des limitations à cette méthode³⁴.

II.3.4.2 L'écoconception est une démarche multicritère : (approche multicritère) :

Définition :

La prise de décision multicritère recouvre toutes les formes des approches et des méthodes multicritères. Ces approches structurées ont pour objectif la détermination des préférences parmi les choix, les alternatives ou les options qui répondent au mieux à plusieurs objectifs. De nombreux termes, comme l'aide à la décision multicritère, analyse multicritère, l'évaluation multicritère, MCDM « multicriteria decision making », MCDMA « multicriteria decision

³³ GHOLIPOUR, Vida. Éco-conception collaborative de bâtiments durables. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine, 2011.

³⁴ RECHT, Thomas. Étude de l'écoconception de maisons à énergie positive. 2016. Thèse de doctorat. Paris Sciences et Lettres.

Chapitre II : la démarche écoconception

making analysis » sont trouvés dans la littérature. Ils sont définis au sein de leurs groupes respectifs de partisans, mais il n'y a pas vraiment de différenciation claire entre eux. Ce que ces approches ont en commun c'est le fait qu'elles essaient d'examiner simultanément plusieurs critères conflictuels et elles sont plus réalistes que les approches monocritères³⁵.

L'analyse de la décision multicritère n'est pas un outil qui offre la solution à un problème de décision car aucune solution n'existe. Mais, plutôt, elle est une aide à la prise de décision qui permet aux décideurs d'organiser l'information disponible, d'explorer leurs propres souhaits et de minimiser la possibilité d'une déception après la décision³⁶.

L'une des définitions phares est celle donnée par (Roy et al, 1993)³⁷ : *"L'aide à la décision est l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponses aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision et normalement à recommander, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service à partir desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part"*.

II.3.4.2.1 L'objectif et le rôle de l'approche :

L'objectif général de MCDM est d'aider le décideur à sélectionner les meilleures alternative à partir d'un certain nombre d'alternatives réalisables en présence de choix multiples critères et priorités³⁸ autrement dit, chercher une solution acceptable et réaliste en tenant compte l'environnement dans lequel elles se situent. Donc, elles pourraient réduire la complexité et aider les acteurs du projet architectural à comprendre leurs préférences et établir un dialogue ouvert, explicite et transparent entre eux. De ce fait, le décideur reste attaché au contrôle de l'environnement de la décision plutôt qu'à la méthodologie.³⁹

L'aide à la décision à, comme son nom l'indique, pour finalité d'aider un décideur à prendre une décision. Cette « aide » consiste principalement à collecter et formaliser un maximum d'information pertinente sur le sujet traité, identifier quels sont les leviers d'actions possibles, définir et évaluer des critères permettant de comparer les différentes actions

³⁵ Omann ,I, Multi-criteria decision aid as an approach for sustainable development analysis and implementation, thèse de doctorate, der Karl-Franzens Universität,2004

³⁶ Danae. D et Stelios. G, Multi-criteria Analysis, Final Report, 2004

³⁷ Diaby. M et al, « Utilisation d'une méthode multicritère d'aide à la décision pour le choix des clones d'hévéa à planter en Afrique », Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2010, 14 (2), 299-309.

³⁸ KROPP, Walter W. A Spatial Multicriteria Decision Analysis Approach for Evaluating Sustainable Development. 2010. Thèse de doctorat. Ohio University.

³⁹ OUSSAMA, Gaouas. Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural. 2014.Université de biskra

Chapitre II : la démarche écoconception

envisageables. L'aide à la décision multicritère base son analyse sur plusieurs critères de décision. Chaque critère représente une facette d'une même problématique (ex : coûts financiers, temps de mise en œuvre, amélioration du confort...). À l'inverse d'une approche monocritère qui recherche un optimum, l'approche multicritère recherche quant à elle un compromis

Un problème requérant l'utilisation de n'importe quelle méthode d'aide à la décision multicritère doit réunir 4 prérequis pour être traité :

- Définir le type de problématique à traiter (Choix, Tri, Rangement...)
- Réunir un ensemble d'actions potentielles à comparer (décisions, solutions, plans, variantes, alternatives...)
- Construire des critères pour évaluer l'intérêt de chaque action sur un plusieurs aspects. Les critères manipulés peuvent être quantitatifs (issus de mesures, calculs) mais aussi qualitatifs (avis d'experts).
- Définir les préférences d'un ou plusieurs décideurs (pondération des critères, attributions de seuils, actions de référence...)⁴⁰

II.3.4.2.2 Caractéristique l'approche multicritère :

- Les problèmes de la décision multicritère sont mathématiquement mal définis.
- La variété des échelles exigées pour mesurer les critères. Les informations contenues dans les critères et celles qui concernent les effets de la décision peuvent être incertaines et fortement qualitatives. Quelques critères peuvent être transformés en indicateurs quantitatifs, d'autres emploient des paramètres qualitatifs. Les paramètres qualitatifs peuvent être employés directement en tant que variables linguistiques ou peuvent être transformés en variables cardinales et ensuite employées en tant que variables quantitatives.
- Les approches multicritères ne sont pas des systèmes axiomatiques purs, mais leurs modèles ont une base mathématique et dépendent de différents axiomes. Elles sont également factuelles, autrement dit, elles sont basées sur des hypothèses réalistes Elles emploient également des modèles mathématiques qui contiennent des hypothèses restrictives, mais pas dans un sens exclusif. Ces

⁴⁰ THOREL, Mathieu. Aide à la décision multicritère pour la prescription de scénarios d'amélioration énergétique via une approche globale. 2014. Thèse de doctorat. Université de Grenoble.

Chapitre II : la démarche écoconception

modèles ne sont pas employés pour remplacer les décideurs, mais plutôt pour aider à l'identification de la solution⁴¹.

II.3.4.3 L'écoconception est une démarche multi-acteurs :

une démarche d'écoconception est mise en œuvre par une entreprise ou un organisme public, mais elle implique l'ensemble des parties prenantes pour qu'elle soit réussie. Les fournisseurs, ainsi que les recycleurs, réparateurs et récupérateurs font partie intégrante du cycle de vie d'un produit ainsi que les consommateurs, acheteurs ou utilisateurs qui influencent la phase d'usage⁴².

3 acteurs principaux participant dans la démarche d'écoconception⁴³ :

Tableau 2: les 3 acteurs principaux dans la démarche d'écoconception

Maitre d'ouvrage	Concepteur	entreprise
Le maître d'ouvrage qui se fixe des objectifs. Il joue un rôle clé par son implication et sa volonté d'intégrer du développement durable aussi bien en terme conceptuel (thématiques et choix médiatiques de l'exposition) que matériel (réalisation de l'exposition).	Les concepteurs et la maîtrise d'œuvre qui prennent en compte les objectifs et qui doivent donc être informés des objectifs et proposer des solutions en conséquence	Les entreprises qui réalisent l'exposition et qui doivent pouvoir répondre aux contraintes spécifiques des cahiers des charges et être performantes sur les aspects environnementaux.

II.3.5 Les piliers de l'écoconception :

La responsabilité sociétale de l'entreprise (RSE) est le versant du développement durable appréhendée par l'entreprise, qui doit donc s'appuyer sur les trois piliers ; l'environnement, le social et l'économique.

L'écoconception s'intègre dans la notion plus large de la RSE, et embrasse les trois piliers :

⁴¹ OUSSAMA, Gaouas. Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural. 2014. Université de Biskra

⁴² Eco-conception Guide pratique d'une démarche responsable

⁴³ Guide d'écoconception des expositions conçu en collaboration avec Artemia www.atemia.org

Chapitre II : la démarche écoconception

Le pilier économique : l'écoconception est un levier de croissance pour les PME grâce à une réponse aux besoins des acheteurs et des consommateurs et une plus grande innovation

le pilier environnemental : l'écoconception, c'est réduire l'utilisation des matières premières, diminuer la pollution de l'air et de l'eau...

Le pilier social : les problématiques sociales en lien avec l'écoconception sont nombreuses avec le lieu de la fabrication du produit, l'objectif de transparence pour mieux informer les consommateurs.⁴⁴

II.3.6 Les cibles de l'écoconception :

Tableau 3: les cibles de l'écoconception

Source : guide d'écoconception des expositions conçu en collaboration avec Artemia www.atemia.org

Les cibles	Définitions	Sous cibles
Intégration de l'écoconception dans la méthode de travail	Implanter pour la durée du projet un processus de management assurant la bonne tenue des objectifs d'éco-conception de l'exposition et de développement durable. Cette cible dépend directement du profil environnemental déterminé pour l'exposition.	<ul style="list-style-type: none"> - Identification d'une personne référent ou structure ressource au sein du projet. - Application d'une politique de développement durable dans la phase de conception (déplacements, impressions...) - Intégration des enjeux d'écoconception dans l'ensemble des documents d'études de définition et de programmation - Intégration des enjeux d'écoconception dans l'ensemble des documents contractuels - Actualisation du livret 3 et des annexes à la suite de l'ensemble des projets
Légèreté	Penser « léger » dans les choix de conception. Limiter le recours à la matière pour un rendu de qualité équivalent	<ul style="list-style-type: none"> - Intégration conceptuelle de la légèreté - Optimiser le recours à la matière - Minimiser le conditionnement - Optimiser les volumes pour faciliter le transport (expositions itinérantes)

⁴⁴Blue Pylons, « Guide pratique d'une démarche responsable », agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

Chapitre II : la démarche écoconception

		-
Réutilisation/optimisation/adaptabilité	limiter la consommation de matières et d'énergies en limitant le recours au neuf et au jetable	<ul style="list-style-type: none"> - Réutilisation optimale des supports ou éléments existants et récupérés - Conception de supports polyvalents et modulables pour une utilisation multiple - Intégration de la maintenance du support dès sa conception - -Intégration de la fin de vie du support dès sa conception -
Intégration du choix écologique pour les matériaux et procédés de fabrication et de montage	Connaître les matériaux, labels et normes éco-responsables afin d'en favoriser l'utilisation dans l'ensemble du cycle de vie de l'exposition	<ul style="list-style-type: none"> - Privilégier les matériaux à faible impact environnemental (Les matériaux sont • les matériaux renouvelables • les matériaux recyclés ou et recyclables • les matériaux réutilisables • les matériaux biodégradables ou compostables • les produits locaux : réduction des transports • les produits économes en énergie) - Agir sur les procédés de mise en œuvre - Intégrer la durabilité des supports lors de leur conception -
Confort de visite	Favoriser une visite agréable et saine pour les visiteurs.	<ul style="list-style-type: none"> - Optimiser le volume sonore des salles d'exposition - Limiter les émanations toxiques et la pollution intérieure - Renforcer l'accessibilité pour tous (physique et intellectuelle) des expositions .

Chapitre II : la démarche écoconception

Gestion de l'énergie	Limiter au maximum la consommation d'énergie des expositions.	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser les dispositifs basse consommation pour l'éclairage et le multimédia - Favoriser les énergies renouvelables
Chantier à faible nuisance et gestion des déchets	Réduire les nuisances des chantiers de montage et démontage des expositions et assurer un traitement optimal des déchets.	<ul style="list-style-type: none"> - Intégrer les critères de gestion environnementale lors des chantiers d'installation/désinstallation. - Limiter l'ensemble des documents matérialisés remis/utilisés pendant l'exploitation. - Implanter la stratégie des 3RV pour les déchets .
Sensibilisation des publics aux problématiques du développement durable	Utiliser le potentiel « sensibilisation » du médium exposition pour contribuer à l'éducation au développement durable et valoriser les engagements de la DE/CSI	<ul style="list-style-type: none"> - À travers les messages diffusés. - À travers la lisibilité des choix écologiques opérés dans la conception de l'exposition

II.4 Outil d'aide à la décision par solution

II.4.1 L'architecture bioclimatique :

II.4.1.1 La conception bioclimatique

La protection contre les conditions défavorables de l'environnement extérieur, ainsi que la conservation des variables environnementales favorisant le confort, peuvent être obtenue par deux mécanismes alternatifs : l'utilisation de ressources de conception bioclimatique ou de l'installation mécanique pour fournir un conditionnement artificiel. Cependant, la protection climatique et profiter de la des conditions favorables implique non seulement la recherche de confort et de bien-être, mais aussi la réduction de la demande d'énergie fossile et non renouvelable, ainsi qu'une meilleure utilisation des énergies renouvelables provenant de sources naturelles telles que le soleil et le vent. Un projet architectural, grâce à une conception

Chapitre II : la démarche écoconception

bioclimatique appropriée, peut offrir un meilleur confort thermique de la même manière qu'il peut procurer un plaisir visuel et spatial (Heschong, 1996). Les différentes qualités qu'offre l'architecture, initialement proposées par Vitruve (1914) * en un de ses premiers traités d'architecture, qui spécifiait «la marchandise, la fermeté et le plaisir», peut être également liée à la conception thermique de l'environnement bâti⁴⁵.

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 de la 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'architecte.⁴⁶

II.4.1.2 L'architecture bioclimatique :

Redécouverte au début des années 70, l'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien-être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Le concept « bioclimatique » fait référence à la bioclimatologie qui est une partie de l'écologie. Elle étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat. D'où une définition générale de l'architecture bioclimatique se résumant à ceci :

« Cette expression 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 et de fonctionnement. L'intérêt de la 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 construire »⁴⁷

Donc une construction **bioclimatique** est un bâtiment dans lequel le confort est assuré en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire, de l'inertie thermique des matériaux et du sol

⁴⁵ EVANS, John Martin. The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design. 2007.

⁴⁶ Lavigne. P. Et Fernandez. P, Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes, Le moniteur, Paris, 2009.

⁴⁷ LAVIGNE Pierre : « Architecture climatique une contribution au développement durable Tome2 : concepts et dispositifs » EDISUD Aix en Provence France 1998 p 10.

Chapitre II : la démarche écoconception

et de la circulation naturelle de l'air. Cela passe par une meilleure mise en adéquation de la construction avec le comportement de ses occupants, avec son environnement et son climat, pour réduire au maximum les besoins de chauffage, de rafraîchissement et de traitement de la qualité de l'air.

Une construction bioclimatique peut assurer les besoins de confort thermique et hygrométrique uniquement grâce au soleil. Ce résultat est obtenu par un choix rigoureux dès la conception, prenant en compte l'orientation et les ouvertures au soleil, mais aussi la qualité des matériaux et des formes architecturales, et les méthodes de renouvellement de l'air intérieur.⁴⁸

II.4.2 Les principes de l'architecture bioclimatique :

II.4.2.1 L'intégration architecturale :

Le problème de l'insertion d'un bâtiment avec ces volumes et ses formes dans un ensemble d'autres bâtiment et sans doute celui qui le mieux perçu par le public : « ce bâtiment ne convient pas à cet endroit », « cette architecture jure avec celle des autres bâtiments », « ce bâtiment est beau, vu à l'état isolé mais il ne va pas ici », « il n'ya pas adéquation au lieu n en tout cas, l'environnement »

Pour trop de personnes, l'intégration architecturale signifier unicité de l'architecture, ce qui serait un appauvrissement, on exige qu'il n'y ait que des bâtiments modernes auprès de bâtiments baroques. C'est là un conception trop facile, sécurisante, de l'intégration architecturale, l'intégration ne peut signifier la disparition de l'identité du bâtiment⁴⁹

II.4.2.2 Choix de lieu d'implantation :

La sélection du lieu d'implantation est la première étape importante dans laquelle on peut prendre en compte l'environnement. Le site doit être évidemment constructible mais aussi compatible avec le projet envisagé.⁵⁰

II.4.2.3 Connaitre Le climat

1- Le climat est l'ensemble des données caractérisant l'état moyen de l'atmosphère dans une région déterminée tel que le climat tropical, le climat équatorial, ... etc. Ainsi, il est défini

⁴⁸ <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Architecture-bioclimatique.html>

⁴⁹ WOITRIN, Michel. Intégration en architecture et urbanisme. In : *Les annales de la recherche urbaine*. Centre de Recherche d'Urbanisme, 1979. p. 15

⁵⁰ BAGDAD, Tunis. L'architecture bioclimatique.

Chapitre II : la démarche écoconception

comme une atmosphère ou l'ambiance par contre à l'échelle sociale on s'intéresse au climat social. (Une définition partagée entre tous les dictionnaire)

3- Le climat l'ensemble des éléments météorologiques qui caractérisent les conditions moyennes et extrêmes de l'atmosphère sur une longue période de temps, sur une région donnée de la surface du globe. (Le dictionnaire de l'environnement) ⁵¹.

II.4.2.4 Analyse bioclimatique :

L'une des méthodes les plus intéressantes dans la prise de décision dans la conception architecturale : l'approche climatique .

analyse climatique : c'est une approche décisionnaire qui permet aux architectes d'évaluer les contraintes liées au climat et son environnement et tirer les meilleures stratégies dans le contexte physique et climatique du projet .

- outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement, puis le chauffage ou la climatisation .⁵²

Il est reconnu que les architectes ont tendance à négliger la composante climatique dans le processus de conception architecturale. ci-dessous présente le processus de conception conventionnel.

la prise en considération des éléments climatiques et les recommandations bioclimatiques dans la phase de esquisse de projet pour une meilleure formulation de solutions adaptées à son problème.

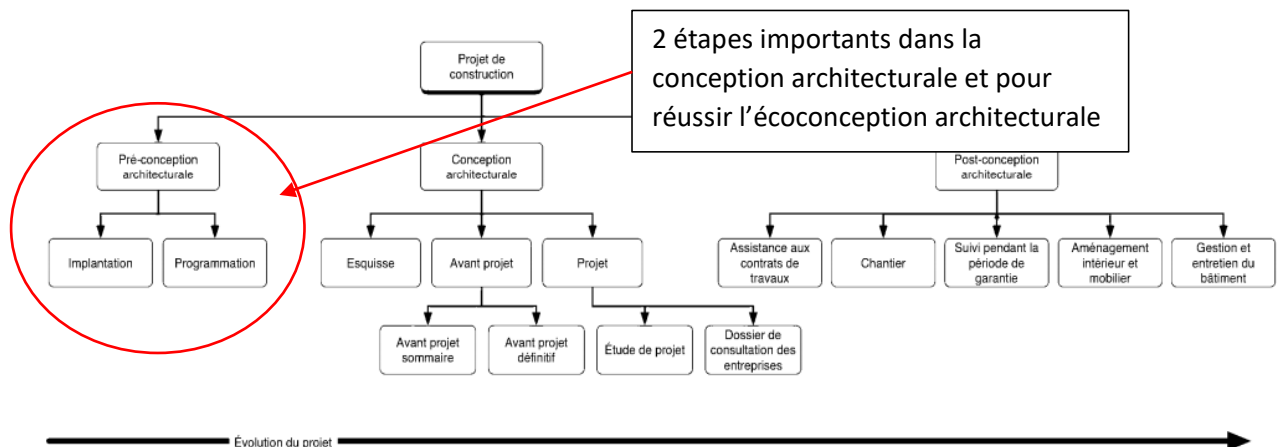


Figure 21: processus de conception architecturale , source : GHOLIPOUR, Vida. Éco-conception collaborative de bâtiments durables. 2011. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine.

⁵¹ BENHARRA H, Architecture, « Les données climatiques et l'architecture », Université de Guelma, 2^e année master, cours, 5-14 p

⁵² Jean-Louis IZARD, ENVIROBAT-Méditerranée : Le diagramme bioclimatique

Chapitre II : la démarche écoconception

II.4.2.4.1 Le diagramme de GIVONI et MILNE :

Givoni (1978) a remis en cause le diagramme d'Olgyay du fait que l'application de cette méthode est valable juste pour les climats chauds et humides et les constructions légères seulement Givoni a étudié les différents indices thermiques qui affectent le confort humain et il a employé ses résultats pour construire un indice de stress thermique (Index of Thermal Stress « I.T.S. »).

Le premier auteur de ce diagramme est Baruch Givoni qui l'a utilisé en climat semi-aride où l'inertie thermique est requise en hiver comme en été. Il est souvent mis en avant par les auteurs désireux de faire preuve d'efficacité pédagogique dans l'explication des phénomènes liés à l'architecture « bioclimatique ». Il est donc tout à fait adapté pour traiter de l'intelligence thermique d'un projet en face des conditions climatiques d'un site

Le diagramme bioclimatique est construit sur un diagramme psychrométrique (appelé aussi diagramme de l'air humide). Sur ce diagramme sont représentées :

- La zone de confort hygrothermique tracée pour une activité sédentaire, une vitesse d'air minimale (en général 0,1 m/s) et les tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été.
- L'extension de la zone de confort hygrothermique due à la ventilation par augmentation de la vitesse d'air de 0,1 à 1,5m/s.
- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique associée à la protection solaire et à l'utilisation d'enduits clairs.
- la zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique associée à la protection solaire et à l'utilisation d'enduits clairs que l'on cumule avec une ventilation nocturne
- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'utilisation de systèmes passifs de refroidissement par évaporation.
- La zone des conditions hygrothermiques qui nécessitent l'humidification de l'air.
- La zone des conditions hygrothermiques compensables par une conception solaire passive du bâtiment⁵³.

⁵³ Jean-Louis IZARD, ENVIROBAT-Méditerranée : Le diagramme bioclimatique

Chapitre II : la démarche écoconception

Le diagramme bioclimatique n'est pas un outil de dimensionnement précis du projet, comme peuvent l'être des outils de simulation numériques mais il constitue bien un guide pour aider l'architecte à prendre les bonnes décisions en phase esquisse⁵⁴

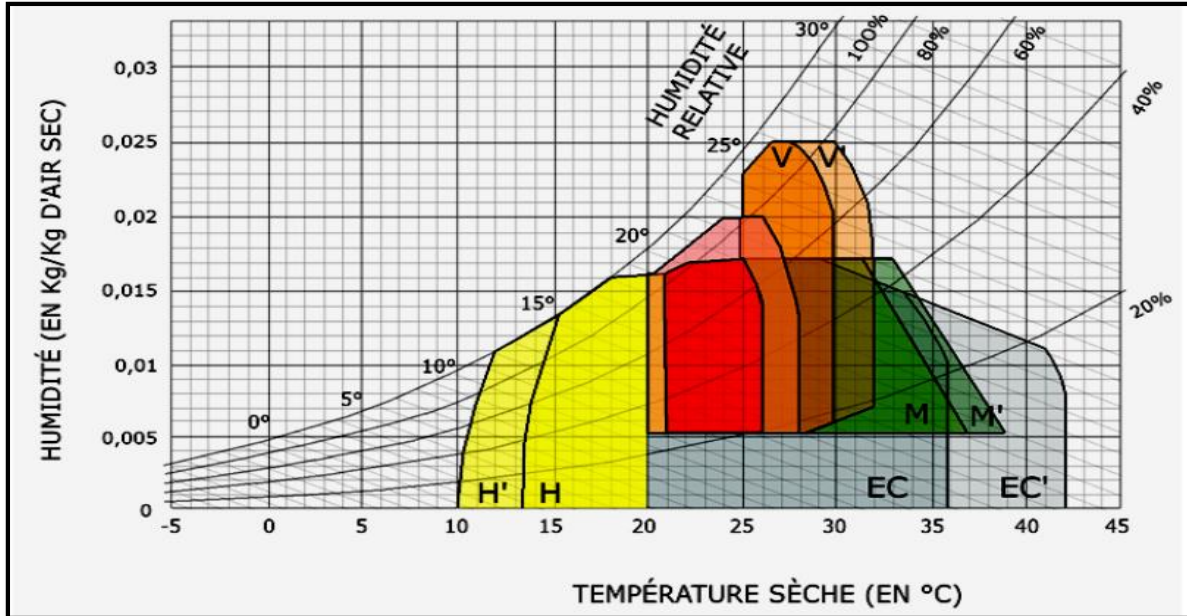


Figure 22: Diagramme bioclimatique du bâtiment : Limites de la zone du confort thermique (rose), de la zone d'influence de la ventilation à 0,5m/s (VV' orangé) et de l'inertie thermique (MM' vert), de la zone d'influence du refroidissement évaporatif (EC et EC' gris), de la zone de non chauffage par la conception solaire passive (H et H' jaune).

II.4.2.4.2 La méthode d'Olgay :

La méthode d'Olgay fut la première procédure systématique de l'intégration du savoir climatique et environnemental dans le processus de la conception architecturale

Olgay (1962) se réfère aux paroles de Le Corbusier, où il a souligné que l'adaptation d'un bâtiment à son environnement fût un problème pendant des siècles. Le Corbusier a dit «

La symphonie du climat ... n'a pas été comprise ... Le soleil diffère le long de la courbure du méridien, son intensité varie sur la croûte de la terre en fonction de son incidence ... Dans ce jeu, de nombreuses conditions sont créées et qui attendent des solutions adéquates. C'est à ce moment qu'un régionalisme authentique ait sa place. »

En adoptant les recherches faites par Houghton et Yaglou (1923) aux Etats-Unis², la méthode d'Olgay a été élaborée au moyen d'essais expérimentaux dans des zones climatiques aux Etats-Unis. Elle est basée sur la zone de confort en fonction des paramètres climatiques : température ambiante, l'humidité, la vitesse de l'air et la température radiante moyenne, le rayonnement solaire et le refroidissement par évaporation.

⁵⁴ ENVIROBAT-Méditerranée : Le diagramme bioclimatique – Jean-Louis IZARD

Chapitre II : la démarche écoconception

Avec une humidité relative sur l'échelle horizontale et la température sur l'échelle verticale, Olgyay (1962) a montré trois zones : les conditions extérieures du climat, la zone du confort au centre avec une zone de confort d'hiver et une autre d'été indiquées séparément prenant en compte les adaptations saisonnières.

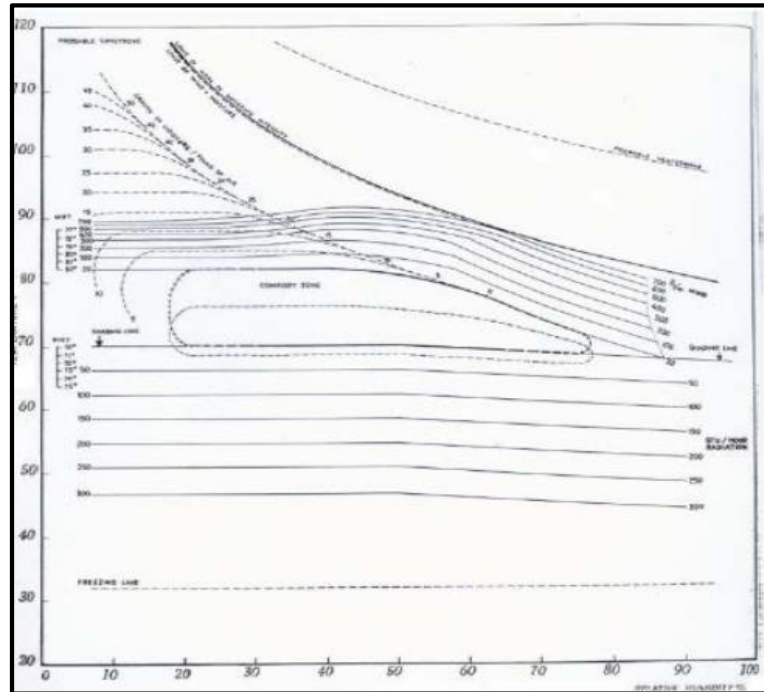


Figure 23: Présentation d'un diagramme d'OLGYAY. Source :(MAZOUZ S. page :13)

La zone de confort déterminée par Olgyay définit les conditions dans lesquelles l'homme réussit à arriver au « point à partir duquel un minimum de dépenses énergétique est nécessaire pour s'adapter à son environnement ». La limite inférieure de la zone du confort est également la zone limite au-dessus de laquelle il est nécessaire de fournir l'ombrage. Avec des températures supérieures au niveau du confort, le diagramme indique la vitesse d'air nécessaire pour rétablir le confort en relation avec l'humidité. Si la situation dominante est chaude et sèche, le diagramme indique le refroidissement par évaporation nécessaire pour arriver au confort. Le rayonnement solaire est exigé quand la température ambiante sèche est basse. La méthode se déroule comme suit : Les données climatiques au niveau régional et local sont analysées sur une base annuelle et mises sous forme graphique indiquant la distribution annuelle des éléments climatiques. La superposition des données, spécialement la température de l'air et l'humidité relative sur le diagramme bioclimatique permet de déterminer les conditions de confort. Enfin les mesures correctives seront déterminées comme la forme, l'orientation, et l'ombrage⁵⁵.

⁵⁵ OUSSAMA, Gaouas. Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural. 2014.

Chapitre II : la démarche écoconception

II.4.2.4.3 Les tables MAHONEY :

L'interprétation des données climatiques à l'aide d'une série de tableaux permet de déboucher assez rapidement sur des recommandations concernant les éléments architecturaux d'un projet cette méthode fait intervenir en plus de la température et l'humidité , la notion de confort diurne et nocturne⁵⁶ .

Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour concevoir des bâtiments adaptés aux conditions climatiques⁵⁷. Elles introduisent les recommandations nécessaires pour arriver au confort hygrothermique dans le bâtiment. Elles présentent également l'avantage d'intégrer certaines variables sociales et fonctionnelles en fonction des variations climatiques. Elles ont été élaborées par l'architecte Carl Mahoney, qui a travaillé avec John Martin Evans et Otto Königsberger.

Elles ont été publiées en 1971 par le département des Nations Unies des affaires économiques et sociales. Le concept développé par Mahoney (1968) au Nigeria a fourni la base des tables de Mahoney. La méthode de C. Mahoney est basée sur un nombre important de facteurs climatiques et la Durée de leur effet, tels que les températures, humidité relative, précipitation, orientation des vents, ainsi que la notion du confort diurne et nocturne.

Ces tableaux caractérisent l'impact climatique général en relation avec le confort en Utilisant les indicateurs de l'aridité et de l'humidité. Evans (1999) a proposé l'ajout d'un Troisième indicateur « la froideur ». Selon les conditions du confort, l'aptitude thermique, L'humidité et les précipitations mensuelles, les indicateurs d'aridité et l'humidité sont Établis⁵⁸

Elles sont en totalité de six tables, quatre sont utilisées pour entrer les données climatiques. Afin de comparer les limites du confort et le climat.

Les deux dernières tables, on tire des recommandations architecturales pour une intégration Climatique d'un bâtiment

- Les tables de MAHONEY utilisées dans l'analyse de préconceptions.
- Les tables de MAHONEY sont utilisées pour :

La collecte des données.

L'analyse des contraintes thermiques.

La détermination des actions correctives nécessaire.

La spécification des détails de l'esquisse.

⁵⁶ HAMEL. K, Architecture, « confort thermique » université de BISKRA, 1 année master, travaux dirigés, 1- 4 p

⁵⁷ BENHARRA H, Architecture, « analyse bioclimatique », Université de Guelma, 2 année master, cour, 4 p

⁵⁸ OUSSAMA, Gaouas. Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural. 2014.

Chapitre II : la démarche écoconception

Recommandation de conception

Donne des recommandations appropriées pour :

- Le plan de masse.
- L'espace entre les bâtiments.
- Le déplacement d'air.
- La taille des ouvertures.
- La protection des ouvertures.
- La conception des murs.
- La conception des toits et des planchers.
- Endormissement extérieur.
- Protection contre la pluie⁵⁹.

Utilisation des tables de MAHONEY :

Les tables de mahoney peuvent être réparties en deux ensembles : les tables diagnostique et les tables recommandation

Diagnostique

- Noter dans le table 1 les température moyennes mensuelles maximales et minimales ; dans les cases de droite reporter la plus grande valeur des maximas et la plus petite valeur des minimas enregistrer dans l'année, en additionnant ces deux valeurs et en divisant par 2, on obtient la température moyenne annuelle tam , la différence des deux valeurs extrêmes représente l'écart moyen annuel de température EAT
- Table 02 Indique sur la table les humidités relatives ; déterminer, selon les critères indique sue le tableau, le groupe des humidités auquel correspond chacun des moins ; compléter le tableau en inscrivant le niveau des précipitations ainsi que les deux directions les plus fréquentes du vent.
- Le table 3 donne le diagnostic du climat en fonction de la valeur TAL et du groupe d'humidité, déterminer la zone de confort diurne et nocturne pour chacun des douze mois, reproduire les températures extrêmes de confort diurne ainsi que les températures mensuelles maximales⁶⁰

Recommandation :

⁵⁹ BENHARRA H, Architecture, « analyse bioclimatique », Université de Guelma, 2 année master, cour, 4 p

⁶⁰ HAMEL. K, Architecture, « confort thermique » université de BISKRA, 1 année master, travaux dirigés, 1- 4 p

Chapitre II : la démarche écoconception

Les différents remèdes à apporter dépendront des indices d'humidité ou d'aridité attribués pour chaque mois les différentes disposition architecturales et constructives sont ensuite déterminées en fonction des contraintes thermique diagnostique précédemment ⁶¹.

II.4.2.5 L'orientation

Autour de 33 J.C, les dix livres de MARCUS VITRUVIUS POLLIO influent sur la théorie architecturale en occident. Vitruve insiste sur l'orientation des maisons et des villes en fonction de la course solaire et la direction des vents vers l'Est et l'Ouest où les températures les plus modérées. Alors, faciliter la circulation de vents et protéger les habitations. Il déclare que : " L'aspect du ciel, par rapport à l'étendue, de la terre, fait naturellement sentir à notre globe une influence différente, selon l'inclinaison du zodiaque, et le cours du soleil ; il en résulte que l'emplacement des maisons doit être approprié à la nature des lieux et à la différence des climats"⁶²

L'orientation d'un bâtiment est la direction vers laquelle sont tournées ses façades. C'est- à-dire la direction perpendiculaire à l'axe des blocs ; L'orientation se rapporte à l'angle d'azimut d'une surface à Nord vrai relatif., la direction générale dans laquelle une surface fait face. Tandis que l'orientation réelle est habituellement donnée en degrés du nord (à partir de l'orientation nord), elles peuvent également être données en général des directions telles que (N) du Nord, (S) du Sud, (NE) du Nord Est, (O) de L'Ouest.

L'orientation est la disposition d'un bâtiment ou d'un aménagement urbain par rapport aux éléments d'un site ou au point cardinal

L'orientation d'un logement est désignée par celle de sa face principale, c'est-à-dire en générale celle qui comporte la plus grande surface de vitrage.

Le choix de l'orientation d'après GIVONI. B (1980) est soumis à de nombreuses considérations, telles que :

- La vue
- La position par rapport aux voies
- La topographie du site
- La position des sources des nuisances et la nature du climat (facteurs climatiques ;

Les radiations solaires et le vent.

⁶¹ HAMEL. K, Architecture, « confort thermique » université de BISKRA, 1 année master, travaux dirigés, 1- 4 p

⁶² HEITZ, Carol. *Vitruve et l'architecture du Haut Moyen Age*. Centro italiano di studi sull'alto medioevo, 1975. Consultation en ligne

Chapitre II : la démarche écoconception

La marginalisation des conditions climatiques et énergétiques, le résultat final un habitat caractérisé par : une forme éparpillée, exposée aux différentes contraintes climatiques. Une orientation arbitraire, aléatoire, ne prend pas en considération ni le rapport de la surface vitrée par rapport à celle de la façade, ni la région d'insertion de ce projet. Alors des constructions extraverties résultent de ce souci de construire rapidement. Le mal traitement de tissu urbain influe directement sur les surfaces externes du bâtiment.

Le type des matériaux utilisés dans la construction dont la plupart sont non adaptés aux exigences climatiques. Par conséquent, La bonne implantation prend en considération les Apports énergétiques solaires et la meilleure position par rapport aux vents dominants, La décision de la bonne orientation de chaque édifice se fait par le retour aux conditions climatiques de la région. La variation dans les positions du soleil en été et hiver, la direction et le type des vents dominants sont les bases principales pour choisir l'orientation optimale de la construction. La question du choix d'une orientation optimale est fondamentale. Alors, le choix base sur : le type du climat ; s'il est en besoin de chauffage passif ou de ventilation passive ou de leurs combinaisons, les besoins de chauffage et de ventilation et la comparaison entre les besoins énergétiques d'été et d'hiver des usagers de ce bâtiment. Il faut que la recherche climatique de bâtiment prenne en considération : les températures de chaque saison diurne et nocturne, l'humidité relative, les directions des vents dominants, le choix du site à partir les conditions climatiques existantes, les caractéristiques des saisons et l'impact de l'environnement immédiat de la construction⁶³.

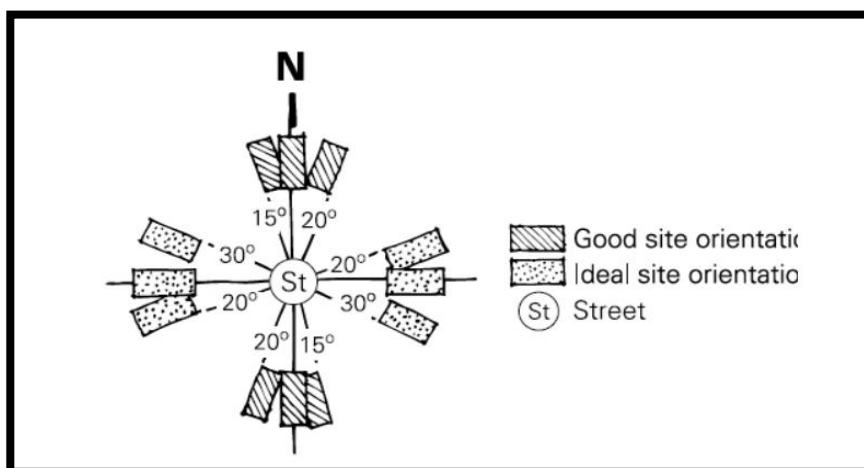


Figure 24: schéma explicatif de millieur orientation de bâtiment source : L'architecture bioclimatique fiche, L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, édition Communications Science-Impact, 2008

⁶³ BEHHARA HOUDA, l'impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment, biskra, 2016

Chapitre II : la démarche écoconception

II.4.2.6 La forme architecturale :

La compacité est généralement une règle en architecture bioclimatique car elle permet de limiter les surfaces déprédatives ou soumises à un éclairage solaire important. On passera outre cette règle en climat désertique où une cour intérieure totalement ouverte) est souhaitable, l'objectif étant de créer le plus d'ombre possible. Cette disposition est d'autant plus efficace dans le cas de logements groupés (elle peut alors être complétée par la mise en place de nombreuses ruelles).

La forme géométrique à proprement parler peut être pensée urbanistiquement pour permettre la ventilation naturelle d'un ensemble de bâtiment soumis au vent.⁶⁴

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact.

La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites le varie suivant la forme, la taille et le mode de contacts des volumes construits. En effet, la mitoyenneté et l'habitat collectif favorisera la réduction des surfaces de déperditions une très bonne compacité. La figure 36 propose, à partir d'une analyse purement géométrique, de comparer la variation de la compacité par rapport à :

- la forme (à volume constant),
- la taille (à forme constante),
- au mode de contact (à forme et volume constants).

L'intérêt des formes sphériques a largement suscité l'imagination des architectes

Dans les années 70 : dômes, demi-sphères, structures polygonales complexes, visant toutes à économiser les matériaux et l'énergie en réduisant l'enveloppe. L'architecture vernaculaire, elle aussi, a toujours cherché à optimiser le rapport surface / volume, notamment par le travail de la toiture (à brisis, à deux ou quatre pans, etc.). La taille influence aussi directement la compacité : cela signifie qu'elle n'a de valeur pour les architectes qu'à leur échelle d'intervention. Le mode de contact entre volumes détermine également la compacité. Pour le même volume, la compacité de maisons mitoyennes est inférieure à celle d'un pavillon car les deux murs mitoyens sont disposés entre deux espaces chauffés et ne doivent donc plus être comptés dans la surface déprédative. C'est pourquoi, la législation de nombreux pays encourage certaines typologies urbaines (rangées de maisons mitoyennes, immeubles collectifs) en

⁶⁴ L'architecture bioclimatique fiche, L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, édition Communications Science-Impact, 2008

Chapitre II : la démarche écoconception

abaissant les niveaux d'isolation globale requis si la compacité du bâtiment est inférieure à un niveau de référence⁶⁵

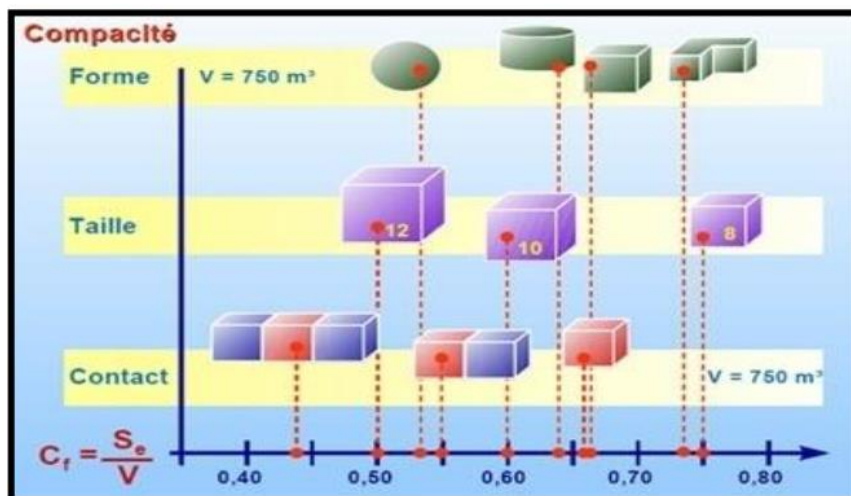


Figure 25: La compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits. Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

II.4.2.7 Structure :

Le système porteur a une influence sur le contrôle climatique par l'intermédiaire des masses thermiques qu'il permet de porter. Ces masses thermiques sont en général constituées par des planchers lourds, des refends lourds et, dans une moindre mesure, par des façades lourdes.

En matière de confort thermique d'été, la présence des masses thermiques constitue un élément favorable si la protection solaire est assurée (en été), mais aussi en période de "captage solaire" pendant la saison de chauffage. Leur rôle dans ce cas est d'absorber les flux parvenant à pénétrer à l'intérieur des locaux, ce qui a pour effet de limiter les élévations de température. En été, associée à un refroidissement nocturne par ventilation, la masse thermique permet de conserver des températures intérieures diurnes proches de la moyenne extérieure, ou même inférieures.

Les "éléments constructifs" ne sont ici concernés que par les masses thermiques

Dont ils sont porteurs. La forme de ces éléments peut cependant être invoquée : à masse thermique totale équivalente, un voile de B.A. porteur peut emmagasiner une quantité de chaleur plus grande qu'un poteau de grosse section, car sa surface d'échange est plus grande.

⁶⁵ DE HERDE, André et LIÉBARD, Alain. *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*. 2005.

Chapitre II : la démarche écoconception

D'une manière générale, une répartition régulière des éléments constructifs présentant une masse thermique est préférable à une concentration en des points singuliers⁶⁶.

II.4.2.8 Les matériaux de construction :

L'architecture bioclimatique s'attache à construire un habitat sain, par l'utilisation de matériaux écologiques, qui offrent plusieurs avantages :

- Impact limité sur l'environnement. Bon nombre de ces matériaux sont des « puits de carbone » (bilan CO₂ négatif). Ils sont d'autant plus écologiques qu'ils sont produits localement, ce qui permet aussi de pérenniser et/ou développer des filières locales d'emplois.
- Absence de polluants organiques ou de COV* garantissant la qualité de l'air intérieur.

Capacité d'hygrorégulation*. Chacune des couches qui composent les parois (éléments de structure, isolants, enduits, peintures) permettent la migration de l'humidité entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui est essentiel à la pérennité des ouvrages, notamment les charpentes et les ossatures en bois.

⁶⁶ IZARD, Jean-Louis et ZACEK, Milan. Conception architecturale bioclimatique et parasismique. 1989. Thèse de doctorat. Ministère de l'équipement et du logement/Bureau de la recherche architecturale (BRA); Ministère de la recherche et de la technologie; Ecole nationale supérieure d'architecture de Marseille-Luminy/Groupe ABC-Laboratoire Architecture Bioclimatique et Constructions exposées aux risques naturel

Chapitre II : la démarche écoconception

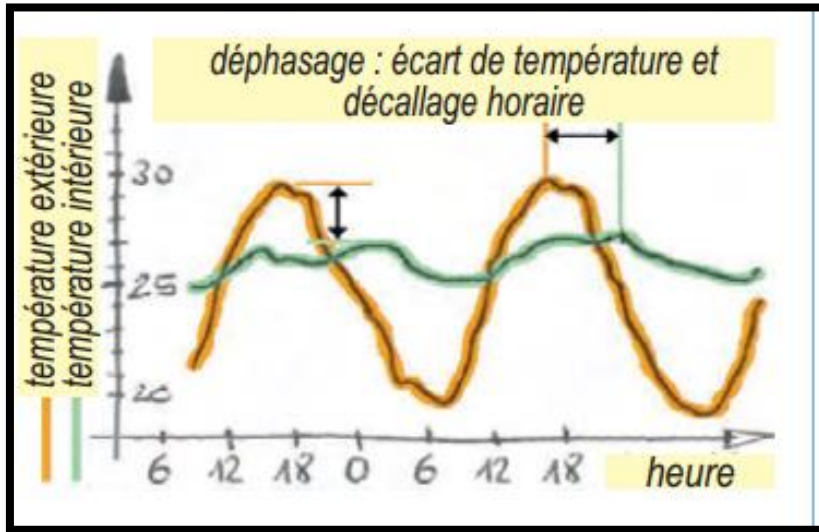


Figure 26:diagramme représente la température ex et in par rapport déphasage et le temps

- Performants thermiquement, notamment pour le confort d'été où leur inertie est primordiale pour emmagasiner puis diffuser avec un décalage dans le temps les calories accumulées ; c'est le principe du déphasage (Cf graphique ci-contre)⁶⁷.

La matériau courant le plus performant est le béton ($C=640\text{Wh}/\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$). Puis viennent la pierre ($C=635\text{Wh}/\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$), la terre cuite ($C=450\text{Wh}/\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$), la terre crue $C=370\text{Wh}/\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$). Le béton cellulaire est nettement moins bon ($C=200\text{Wh}/\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$). Le bois, lui, appartient déjà à la catégorie des matériaux isolants ($C=180\text{Wh}/\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$) sans être le plus performant dans le domaine ($X = 0,15\text{W}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$).

Choix de matériaux et la conception :

Le paradoxe de la prise de décision dans la phase de conception intervient aussi à l'échelle du choix des matériaux où les décisions prises dans les phases initiales de projets sont indissociables du choix des matériaux. Par exemple :

- La dimension technique de mise en œuvre correspond aux choix constructifs, comme les filières sèches ou humides, les systèmes constructifs, etc. Elles participent par ailleurs aux questionnements sur l'implantation et la forme du bâti (résistance des Matériaux).
- La dimension écologique des matériaux définit les performances énergétiques des parois qui sont indissociables des choix architecturaux. Elles participent à la création de conditions de confort (thermique, acoustique) dans le bâtiment. L'analyse du cycle de

⁶⁷ Construit bioclimatique « [tps://www.caue67.com/wp-content/uploads/downloads/2013/09/Fiche_Construire_bioclimatique-sept-2013](https://www.caue67.com/wp-content/uploads/downloads/2013/09/Fiche_Construire_bioclimatique-sept-2013) »

Chapitre II : la démarche écoconception

Le choix des matériaux permet de mesurer parallèlement l'impact environnemental du choix des matériaux.

- La dimension sensible des matériaux traite autant des questions d'implantation (insertion du bâti dans un contexte donné), que de la morphologie de l'édifice où le choix de matériaux à la faculté d'accentuer ou, au contraire d'affaiblir la perception de la forme du bâti par des jeux d'effet d'optique.

Il paraît donc essentiel de considérer le choix des matériaux au sein des questionnements architecturaux dès les premières phases de conception. Les informations nécessaires aux phases initiales de projet doivent être adaptées au mode opératoire des concepteurs.⁶⁸

II.4.2.9 Compacité :

Les formes urbaines denses et compactes peuvent modérer le microclimat et améliorer les conditions de confort pour les habitants par la réduction des surfaces exposées à l'extérieur.

Le principe de compacité correspond, pour un volume donné, à la minimisation des

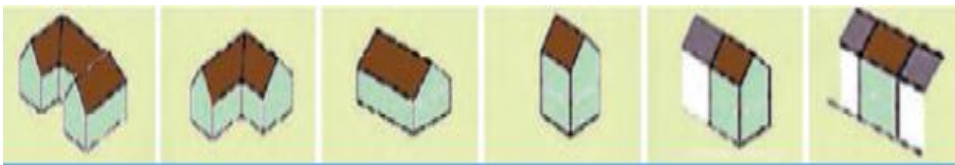


Figure 27: l'impact de la forme urbaine sur le microclimat source :

surfaces de paroi en contact avec l'extérieur, pour diminuer les déperditions thermiques. De la forme complexe (ci-dessous à gauche) au bâti compact et accolé (à droite) le rapport entre les surfaces de déperditions et le volume habitable peut couramment varier selon un facteur de 1 à 5. La compacité permet aussi de réduire les quantités de matériaux, ainsi que la complexité du bâtiment ; elle réduit donc les coûts de construction et de maintenance.⁶⁹

II.4.2.10 La disposition de baies vitrées :

La disposition des ouvertures est essentielle à la conception bioclimatique et à l'intégration de la composante énergétique dans le projet. Elle détermine l'accessibilité au soleil par les occupants, les conditions de confort thermique, acoustique et visuel.

Nous pouvons affirmer que la régulation des ambiances réside dans la configuration et la disposition des baies vitrées. Un vitrage classique permet, grâce à l'effet de serre, de récupérer plusieurs centaines de kWh par an : 10 à 25 % des besoins de chauffage (selon l'orientation et les caractéristiques du logement) sont apportés par l'énergie solaire pénétrant par les vitrages

⁶⁸ TORNAY, Nathalie. Vers des outils d'aide à la conception pour intégrer les dimensions techniques, écologiques et sensibles des matériaux de construction. 2011. Thèse de doctorat. Toulouse, INSA.

⁶⁹ Fiche construire bioclimatique

Chapitre II : la démarche écoconception

d'une habitation. Une conception bioclimatique permet d'optimiser cette part d'apports solaires en jouant sur les orientations, la nature des vitrages et l'inertie thermique. 2/3 des apports en chaleur en été se font par les vitrages⁷⁰.

II.4.2.11 La ventilation intérieure :

En climat chaud, particulièrement, la ventilation naturelle est le cœur de la conception bioclimatique. Elle permet non seulement de limiter l'utilisation d'un système de ventilation mécanique pour apporter la juste quantité d'air neuf mais aussi d'éviter le plus souvent le recours à la climatisation. Avant toute chose, il faudra évaluer le potentiel de ventilation, éloigner le bâti des obstacles à l'écoulement, protéger l'abord et l'enveloppe du bâtiment des rayonnements solaires et anticiper l'aménagement intérieur afin de limiter les pertes de charges du courant d'air.

Une conception optimale de la forme et de l'emplacement du bâtiment, d'une part, et du positionnement et de la taille des ouvertures, d'autre part, permettra de créer la différence de pression entre les façades du bâtiment nécessaire à la création du courant d'air. Cette différence de pression est créée soit par l'admission et l'extraction du vent sur deux façades judicieusement orientées, soit par une différence de température entre deux façades (avec ouvertures) soit par une différence de hauteur (effet cheminée).

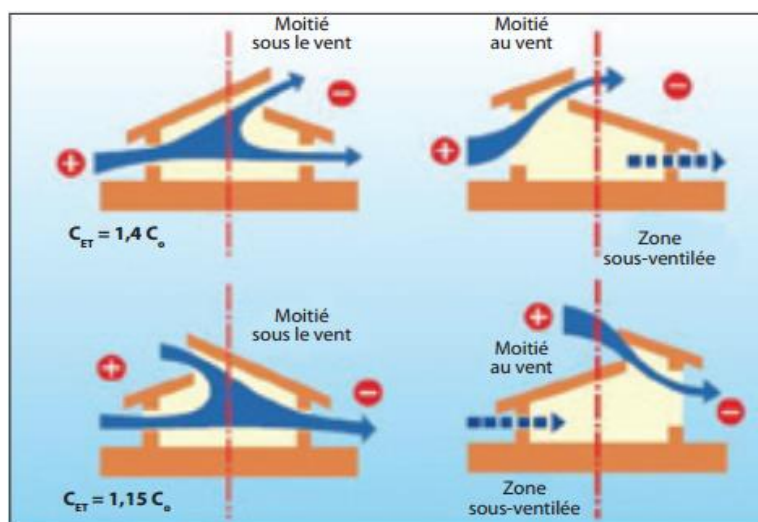


Figure 28: Influence de l'implantation de l'écope en toiture, source : BAGDAD, Tunis. L'architecture bioclimatique.

La sur ventilation nocturne couplée à une forte inertie du bâtiment peut s'avérer très efficace lorsque les températures extérieures sont importantes (même la nuit). Cette sur ventilation peut se faire transversalement ou par effet cheminée Les murs lourds ayant accumulé

⁷⁰ MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

Chapitre II : la démarche écoconception

leur chaleur durant la journée verront leur température diminuer plus vite. Toutes sortes de dispositifs sont envisageables et il serait difficile d'en effectuer un inventaire. Les références bibliographiques permettent d'aller plus loin dans cette démarche.

La porosité à l'air des parois est une alternative lorsque la surface disponible pour disposer des ouvertures est limitée. Ainsi en Égypte, l'utilisation de Moucharabiehs est fréquente. Ce dispositif a l'avantage de créer une protection contre les radiations solaires, les intrusions et les insectes tout en permettant la circulation d'air.

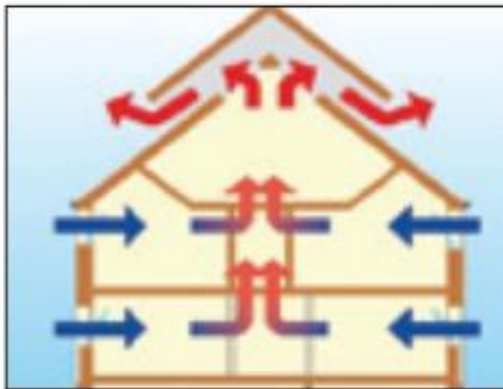


Figure 29: la surventilation source : BAGDAD, Tunis.
L'architecture bioclimatique.

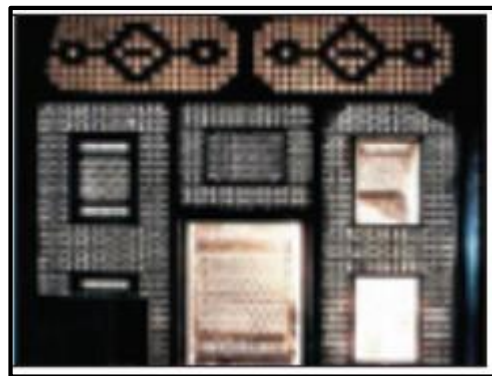


Figure 30: Maoucharabiehs d'une maison du Caire (Égypte), source : BAGDAD, Tunis.
L'architecture bioclimatique.

La ventilation naturelle en climat sec peut être couplée à une humidification de l'air qui créera une sensation de fraîcheur. Cette dernière peut se faire par la mise en œuvre de fontaines, de jarres humides ou de végétation sur le parcours de l'air. Les tours à vent ou Malqaf (figure 11) utilisées en climat désertique, permettent lorsqu'elles sont bien conçues (forme d'entonnoir, orientées face aux vents dominants) une climatisation naturelle par humidification⁷¹.

II.5 L'architecture bioclimatique et L'optimisation énergétique :

La question de la conception énergétique en architecture a été abordée sous différentes Perspectives. Dans un premier temps ces questionnements ont suivi une logique de réduction de la consommation d'énergie après les chocs pétroliers. Les réglementations ont d'abord imposé des mesures d'ordre technique dans un objectif de réduction des déperditions d'énergie, et plus tard elles ont intégré progressivement les préoccupations environnementales qui tiennent compte du contexte climatique, urbain et architectural du projet dans une logique d'optimisation de la consommation énergétique.

⁷¹ BAGDAD, Tunis. L'architecture bioclimatique.

Chapitre II : la démarche écoconception

Pour mieux connaître la situation énergétique dans un bâtiment ou bien un produit il faut connaître le flux énergétique, la quantité d'énergie et la consommation énergétique pour une meilleure évaluation énergétique : le bilan énergétique.

II.5.1 Le bilan énergétique :

Dans un bâtiment, le bilan énergétique se définit comme étant l'étude de tous les apports thermiques et de toutes les déperditions thermiques. En d'autres termes, le bilan énergétique est une analyse de la performance énergétique d'un logement. Pour cela, il repose sur plusieurs facteurs, notamment sur la description du bâti, des systèmes de ventilation et surtout des systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire. Pour assurer la fiabilité d'un bilan énergétique de son habitat, il est recommandé de faire appel au service d'un professionnel pour examiner dans un premier temps l'état de la toiture ainsi que des murs et fenêtres dans le but de déterminer la qualité de l'isolation du bâtiment. En outre, ce spécialiste vérifie l'état du système ventilation, de l'installation du chauffage, du système de production d'eau chaude et des installations d'éclairage afin de s'assurer que le fonctionnement de ceux-ci ne consomme pas trop d'énergie plus qu'il ne le faut.⁷²

Le bilan énergétique du bâtiment est basé sur le fait que pratiquement toute l'énergie entrant dans un bâtiment finit par être transformée en chaleur. Étant donné qu'en moyenne, l'intérieur du bâtiment est à température constante, toute cette énergie finit par en sortir. Le bâtiment peut être comparé à un tonneau des Danaïdes dans lequel on maintient un niveau d'eau en le remplissant continuellement. Le niveau correspond au confort demandé et le débit d'eau aux flux d'énergie. Une partie de l'énergie est perdue, parce que versée à côté du tonneau.

Le bilan énergétique est une comptabilité des entrées et des sorties d'énergie du bâtiment pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit évidemment être équilibré, par conservation de l'énergie. Le bilan énergétique détaille donc toutes les pertes et tous les gains, les sommes des gains et des pertes étant égales si la période de consommation est suffisamment grande (par exemple une année, voire un mois s'il n'existe pas de capacité de stockage particulièrement grande).⁷³

II.5.1.1 Théorie générale du transfert de chaleur

Le transfert de chaleur se produit entre deux corps dont les températures sont différentes, la chaleur se déplaçant du corps le plus chaud vers le corps le moins chaud jusqu'à ce que les

⁷² Site internet « <https://www.bcipoirier.fr/le-bilan-energetique-et-la-classe-energie/> »

⁷³ ROULET, Claude-Alain et DAURIAT, Arnaud. Énergétique du bâtiment. Presses polytechniques romandes, 1987. page 79

Chapitre II : la démarche écoconception

températures des deux corps soient équilibrées. Le transfert de chaleur à travers une paroi s'effectue de trois manières différentes :

II.5.1.1.1 Par conduction :

La chaleur se propage en traversant la paroi de la face la plus chaude vers la face la plus froide. C'est par la conduction que la chaleur traverse les parois de notre habitation. Nous verrons plus tard que le rôle d'un isolant est de freiner ce transfert. On parlera de la résistance thermique du matériau.

II.5.1.1.2 Par convection :

L'air en contact avec la surface des parois s'échauffe ou se refroidit ce qui crée un flux d'air qui transporte la chaleur. On verra dans notre étude thermique que c'est l'un des facteurs d'échange thermique superficiel.

II.5.1.1.3 Par rayonnement :

Le transfert de chaleur par rayonnement se produit entre deux corps non en contact, ayant une température différente. C'est d'ailleurs le seul mode naturel de propagation de chaleur au travers du vide. Contrairement à la convection, ce n'est pas l'air qui transporte l'énergie mais les rayons de chaleur. C'est le deuxième facteur d'échange thermique superficiel⁷⁴ .

II.5.1.2 Déperditions énergétiques :

Les déperditions d'énergie dans un bâtiment correspondent principalement à des pertes de chaleur. Dans les systèmes en déséquilibre, l'énergie contenue dans l'enveloppe se déplace sous forme de flux vers les régions plus froides. Dans un bâtiment d'habitation la température intérieure est – en hiver – plus élevée que la température extérieure. On considère que le bilan thermique est équilibré car l'énergie fournie est équivalente à l'énergie dissipée dans une durée de temps donnée, selon la loi de conservation de l'énergie. Cependant, l'énergie fournie provient de sources externes et le bâtiment peut être considéré comme déprédatif, principalement à cause de plusieurs facteurs : les déperditions par les parois, les déperditions par ponts thermiques, les pertes par renouvellement d'air et les pertes par les systèmes de production et distribution de la chaleur.⁷⁵

Le calcul des déperditions doit être effectué pour répondre à trois préoccupations :

⁷⁴ http://www.bilan-thermique-28.fr/theorie_generale.html

⁷⁵ MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

Chapitre II : la démarche écoconception

- La plus évidente étant le dimensionnement : ce calcul nous fournira la puissance émise vers l'extérieur et donc la puissance des radiateurs nécessaire.
- Le calcul des déperditions est également un outil de vérification. En effet, il faut essayer de limiter les déperditions du bâtiment dans la mesure du possible (en choisissant des matériaux adaptés pour les parois), afin d'éviter le gaspillage d'énergie.
- Enfin, le calcul des déperditions nous permettra d'avoir accès au calcul des consommations d'énergie, celles-ci lui étant proportionnelles, et donc nous permettra de vérifier que ces consommations restent raisonnables et conformes à la Réglementation Thermique RT 2005⁷⁶

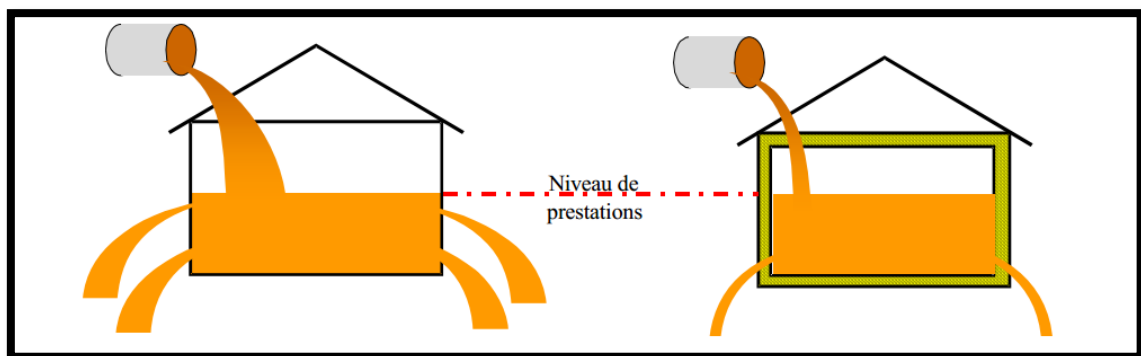


Figure 31: Le bâtiment est un tonneau des Danaïdes: on maintient le confort grâce à un flux d'énergie. A gauche, bâtiment mal isolé, à droite, bâtiment correct.

Tableau 4: bilan énergétique d'un bâtiment

Déperdition	Gaine
<ul style="list-style-type: none"> - Transmission de chaleur au travers de l'enveloppe - Transmission de chaleur au travers du sol - Pertes de chaleur dans l'air vicié - Pertes de chaleur dans les égouts (eau chaude) - Chaleur accumulée dans la structure 	<ul style="list-style-type: none"> - Rayonnement solaire entrant par les fenêtres et autres systèmes de captage passifs - Chaleur métabolique des habitants - Capteurs solaires - Chaleur restituée par la structure
<ul style="list-style-type: none"> - Déperditions des installations techniques 	<ul style="list-style-type: none"> - Apport d'énergie : électricité combustibles
Total des pertes =	Total des gains

⁷⁶ Cour bilan thermique

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.1.2.1 Déperditions par les parois

Les déperditions surfaciques représentent environ 75% des pertes totales d'énergie. Elles correspondent aux pertes à travers les parois opaques, les parois vitrées, les portes et d'autres composantes de l'enveloppe. On détermine les pertes en fonction du coefficient de transmission thermique U, soit la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par degré d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur.

II.5.1.2.2 Déperditions par ponts thermiques :

Déperditions par les ponts thermiques ou linéiques (Fig.45) ont lieu dans des zones ponctuelles d'un bâtiment, généralement à la jonction de deux parois verticales, à l'union entre une paroi horizontale et une verticale (un mur et un plancher), ou dans tout point où la continuité de l'isolation est interrompue (murs, fenêtres, toiture).

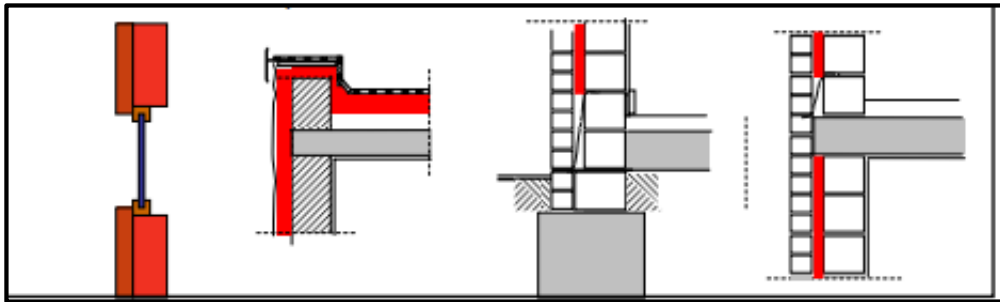


Figure 32: les ponts thermiques, source : Site internet : « <https://energieplus-lesite.be/theories/enveloppe9/autres-phenomenes-thermiques/ponts-thermiques-d3> »

Les ponts thermiques sont des points faibles dans l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment ; À ces endroits, en hiver, la température superficielle de l'enveloppe est plus basse que celle des surfaces environnantes.

Ils découlent, en général de :

- Contraintes constructives
- Contraintes géométriques

Ils vont provoquer :

- Des dépenses énergétiques
- Un inconfort sur le plan de l'hygiène
- La détérioration des matériaux⁷⁷

⁷⁷ Site internet : « <https://energieplus-lesite.be/theories/enveloppe9/autres-phenomenes-thermiques/ponts-thermiques-d3/> »

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.1.2.3 Déperditions par renouvellement d'air /

Le renouvellement de l'air intérieur est nécessaire dans tous les espaces d'un bâtiment. D'une part, la quantité d'air inspiré par personne et par heure est nettement plus faible que la quantité d'air nécessaire pour diluer, à une concentration acceptable, les polluants émis par cette même personne : gaz carbonique, vapeur d'eau, chaleur, odeurs corporelles. D'autre part, les composants des matériaux de construction constituent également une source de pollution olfactive⁷⁸

Type de ventilation	Smea _{conv}	Qvarep _{conv}
Ventilation par ouverture des fenêtres	0	1,2
Système de ventilation par entrées d'air hautes et basses	4	2,145
Ventilation mécanique auto réglable « avant 1982 »	2	1,8975
Ventilation mécanique auto réglable « après 1982 »	2	1,65
Ventilation mécanique à extraction hygroréglable	2	1,2375
Ventilation mécanique gaz hygroréglable	2	1,4025
Ventilation mécanique à extraction et entrées d'air hygroréglables	1,5	1,0725
Ventilation mécanique double flux avec échangeur	0	1,65
Ventilation mécanique double flux sans échangeur	0	1,65
Ventilation naturelle par conduit	4	2,145
Ventilation hybride	3	2,0625
Extracteur mécanique sur conduit non modifié de ventilation naturelle existante	4	2,2425
Ventilation naturelle par conduit avec entrées d'air hygroréglables	3	2,145
Ventilation hybride avec entrées d'air hygroréglables	2	2,0625
Puits climatique (canadien ou provençal)	0	1,65

Figure 33:: exemple d'une calcul de déperdition thermique par renouvellement d'air source : [tps://www.diagnosticpro.fr/diagnostiqueur-drome-ardeche/methode-de-calcul-3CL-DPE-calcul-des-deperditions-par-renouvellement-d-air.php](https://www.diagnosticpro.fr/diagnostiqueur-drome-ardeche/methode-de-calcul-3CL-DPE-calcul-des-deperditions-par-renouvellement-d-air.php)

II.5.1.3 Les apports énergétiques :

Les apports énergétiques du bâtiment correspondent aux sources de chaleur positives dans le bilan énergétique. On distingue les apports internes et les externes. Les apports internes (occupants, éclairage, électroménager et autres,) varient en fonction du nombre d'occupants du logement, de leur comportement et de leur mode de vie. Les apports externes correspondent aux apports d'énergie solaire à travers les parois, principalement vitrées⁷⁹

II.5.1.3.1 Apports énergétiques internes :

Sont des gains de chaleur "gratuits" proviennent de la chaleur métabolique des habitants et de la chaleur provenant des appareils, éclairage, etc; qui ne sont pas spécifiquement consacrés au chauffage, mais dont l'énergie consommée se transforme en chaleur générée à l'intérieur du volume chauffé.

⁷⁸ [tps://www.diagnosticpro.fr/diagnostiqueur-drome-ardeche/methode-de-calcul-3CL-DPE-calcul-des-deperditions-par-renouvellement-d-air.php](https://www.diagnosticpro.fr/diagnostiqueur-drome-ardeche/methode-de-calcul-3CL-DPE-calcul-des-deperditions-par-renouvellement-d-air.php)

⁷⁹ MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

Chapitre II : la démarche écoconception

On peut rajouter à cela, l'ensemble d'apports énergétiques liés à l'éclairage, les appareils électroménagers et depuis quelques années, aux appareils dits de « bureautique ». On doit compter ainsi les ordinateurs, écrans télé, appareils wi-fi, enceintes, consoles de jeu, etc. qui depuis quelques années prennent de plus en plus de place dans le ménage. L'énergie émise par les appareils électroménagers se quantifie également en W/m^2 et se rajoute à ei pour obtenir des kWh en fonction du temps d'occupation du logement⁸⁰.

II.5.1.3.2 Apports énergétiques externes

Les apports énergétiques externes correspondent principalement aux apports solaires incidents sur un bâtiment.

Les apports solaires dépendent de l'ensoleillement normalement présent sur le site concerné, de l'orientation des surfaces réceptrices, de l'ombrage permanent et des caractéristiques de transmission et d'absorption solaires des surfaces réceptrices. Les surfaces qui captent l'énergie solaire sont principalement les vitrages, mais aussi les parois et planchers intérieurs des surfaces ensoleillées, les parois situées derrière un revêtement transparent ou une isolation transparente, et même toute surface opaque exposée au soleil⁸¹.

II.5.1.4 Les besoins énergétiques :

A partir des apports énergétiques internes et externes, ainsi que des informations concernant les conditions d'utilisation du logement, il est possible d'estimer la quantité d'énergie nécessaire à chauffer un bâtiment ou à produire de l'eau chaude. On appelle ceci les besoins en chauffage et les besoins en Eau chaude sanitaire.

II.5.1.4.1 Besoins en chauffage :

Les besoins de chauffage du logement sont directement liés aux conditions climatiques, d'occupation, d'ensoleillement et à la qualité des matériaux. On peut établir ces besoins en définissant :

- Les apports externes (solaires) et internes (apports par pertes récupérables sur l'ECS et apports des occupants).
- La période ou saison de chauffage.
- La capacité thermique quotidienne (C_m) qui dépend de l'inertie thermique quotidienne.
- Le coefficient de déperdition du logement, en W/K .

⁸⁰ MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

⁸¹ ROULET, Claude-Alain et DAURIAT, Arnaud. Énergétique du bâtiment. Presses polytechniques romandes, 1987. page 92

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.1.4.2 Besoins en Eau chaude sanitaire (ECS)

La réduction de nos besoins en eau chaude constitue un poste non-négligeable d'économie d'énergie. En effet, lorsque l'on met en place des systèmes d'économie d'eau, le besoin en eau chaude baisse, et la facture énergétique également. Il faut donc penser à intégrer l'énergie solaire particulièrement efficace pour l'ECS

II.5.1.4.3 Le besoin de ventilation :

Le développement de la climatisation augmente significativement les consommations d'énergie et les émissions de gaz fluorés, qui n'existent pas à l'état naturel et dont l'impact sur l'effet de serre est de 1 000 à 8 000 fois supérieur à celui du CO₂ et qui sont d'autre part source de pollutions visuelles et sanitaires d'importance variable selon la technique choisie.

II.5.1.4.4 Besoin d'éclairage :

Privilégier la lumière du jour en tant qu'élément de maîtrise des consommations d'électricité : elle constitue un apport gratuit d'éclairage, en plus du confort visuel qu'elle procure. Veiller toutefois, à ce que cet apport de lumière naturelle ne soit pas source d'inconfort en été, et prévoir des occultations extérieures sur les façades exposées au soleil.⁸²

II.5.1.5 La consommation énergétique :

On parle de consommation pour un système en Génie Climatique pour désigner la quantité d'énergie consommée par ce système (chauffage, climatisation, réfrigération, ventilation...). Le terme exact est la consommation énergétique ou consommation d'énergie.

La consommation d'un système de chauffage ou de climatisation est indissociable du rendement du système et de l'isolation du bâtiment. Parmi les procédés visant à réduire la consommation énergétique d'un Bâtiment, les solutions passives (isolation thermique) sont les plus efficaces associées à des systèmes de chauffage à énergies renouvelables.

La consommation d'énergie s'obtient à partir d'un calcul théorique ou bilan thermique, ou de simulation dynamique. On compare désormais les différentes solutions d'énergie à partir de la consommation d'énergie primaire. L'énergie primaire étant la quantité d'énergie nécessaire à la source en tenant compte des pertes. La consommation étant alors exprimée en kWh(ep).

Au niveau de l'utilisation, c'est la consommation d'énergie finale qui est prise en compte. La différence entre « énergie finale » et « énergie primaire » est obtenue grâce à un

⁸² TOUIL, Abdessalam et MERGHACHE, Souad. AU SUJET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE-VERS DES BÂTIMENTS MOINS ÉNERGIVORES. 2017. Thèse de doctorat

Chapitre II : la démarche écoconception

coefficient de conversion. Celui-ci est de 2.58 pour l'électricité, de 1 pour le gaz, ... Par exemple, il faut 2.58 kWh à l'origine de la production d'énergie électrique, pour fournir 1 kWh à l'utilisation « au pas de porte. »⁸³

II.5.2 L'optimisation énergétique :

II.5.2.1 Définition de l'optimisation énergétique :

Dans l'optique d'une réduction des consommations d'énergie, des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments et de la pollution engendrée par les matériaux, l'éco-conception et l'approche bioclimatique sont des préalables nécessaires. Ainsi, le recours aux énergies est limité et la construction (re)trouve une cohérence par rapport à son environnement.

L'étude d'optimisation énergétique vous permettra de trouver le juste équilibre entre performance, confort, investissement, tout en minimisant l'impact environnemental de votre projet⁸⁴.

L'optimisation énergétique des bâtiments est, aujourd'hui, devenu une nécessité face à la disparition inexorable des énergies fossiles ainsi qu'à la réduction obligatoire des émissions de CO₂. Différentes solutions sont testées dans de nouvelles constructions. Pour les bâtiments existants, des avantages fiscaux incitent à entreprendre des aménagements ou des travaux de réhabilitation. Mais les habitudes des occupants ont également un fort impact énergétique.⁸⁵

II.5.2.2 L'efficacité énergétique :

A propre définition en physique c'est : « le rapport entre l'énergie utile produite par un Système et l'énergie totale consommée pour le faire bien fonctionner ». Cette définition peut avoir un élargissement comme elle devient l'ensemble des technologies et pratiques pour diminuer la consommation énergétique jusqu'à la mise d'un niveau de performance équivalent dont l'objectif est de faire mieux avec moins.

L'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment base sur la maîtrise des Solutions d'amélioration. Ces solutions se fragmentent en deux familles principales ; celles passive et actives. La première famille constitue à réduire la consommation énergétique des équipements et des matériaux, elles se rapportent à : l'isolation, la ventilation et l'utilisation des équipements de chauffage. La deuxième famille vise à optimiser les flux et les ressources donc elles s'intéressent à la régulation, la gestion de l'énergie, la domotique et la Gestion Technique

⁸³ <https://www.climamaison.com/lexique/consommation.htm>

⁸⁴ Site internet « http://www.aireo-energies.fr/_objets/pages/optimisation-energetique-69.pdf »

⁸⁵ Site internet : « <https://dsa-technologies.com/optimisation-energetique-des-batiments/> »

Chapitre II : la démarche écoconception

du Bâtiment (GTB). La cumulation des deux solutions apportées au niveau de l'efficacité énergétique on obtient la performance énergétique.⁸⁶

II.5.2.3 La performance énergétique :

C'est la quantité d'énergie consommée ou estimée comme une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude pour les sanitaires, le refroidissement, la ventilation, l'éclairage. La performance énergétique est liée à l'efficacité énergétique des équipements aussi à ses usagers et leurs usages quotidiens. À l'échelle des anciens logements, on parle sur des bâtiments énergivores leurs performances énergétiques s'assurent qu'après la rénovation énergétique. À l'échelle des logements neufs, on l'assure par l'intégration des énergies renouvelables sachant que le bâtiment a été placé au cœur de la lutte contre le changement climatique par le Grenelle de l'Environnement ou la performance énergétique est le pilier principal. L'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment base sur la réglementation thermique. Cette dernière pousse la construction en deux sens : bâtiment à basse consommation d'énergie (BBC) et le bâtiment à énergie positive (BEPOS) dont les besoins de chauffage et d'éclairage sont faibles. Aussi il produit plus d'énergie qu'il consomme⁸⁷.

II.5.2.4 Les enjeux de L'optimisation énergétique dans conception architecturale :

Pour atteindre l'objectif de l'optimisation énergétique dans un projet architecturale (produit) il faut prendre en compte tous les étapes de conception de programmation jusqu'à la réalisation et le fin de vie ,donc il faut étudié chaque phase de conception et comprendre les choix de concepteur de point de vue écologique , énergétique , fonctionnelles , économique et sociale , Chacune phases correspond à l'évolution d'un projet sous la vision des concepteurs - architectes, dès le stade initial d'étude du programme jusqu'à la définition des systèmes et le dessin des détails constructifs.

⁸⁶ BENHARRA, Houda. Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment.-Cas des zones arides et chaudes-. 2016. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider-Biskra

⁸⁷ BENHARRA, Houda. Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment.-Cas des zones arides et chaudes-. 2016. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider-Biskra.

Chapitre II : la démarche écoconception

L'objectif était d'identifier l'ensemble des problématiques auxquelles le concepteur serait confronté pour chacune des phases tout au long du processus : on définit ainsi les critères de conception. Ces critères sont détaillés par thèmes (en gris foncé et gris clair) et sont souvent liés entre eux de manière transversale. Dans l'exemple présenté, qui correspond à la phase Implantation, plusieurs thématiques sont communes. Le vent est un sujet de réflexion commun aux conditions climatiques et d'orientation, à l'insertion paysagère de masses végétales (qui peuvent modifier son cours) et aux énergies renouvelables comme l'énergie éolienne⁸⁸.

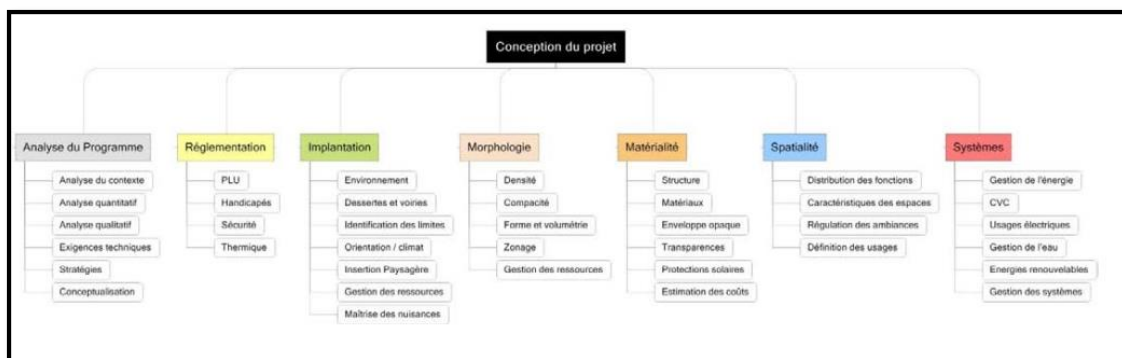


Figure 34: Phases de conception du projet, source : MORENO SIERRA, Andres. *Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique*. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

II.5.2.4.1 Phase de programmation :

L'analyse du programme correspond à la première phase de conception. Elle se divise principalement en trois parties, la première concerne des considérations générales sur le contexte du projet, la deuxième des exigences en termes quantitatifs et qualitatifs sur des aspects techniques et de confort et la troisième, la conceptualisation des stratégies à adopter pour répondre à la demande du programme. Ces stratégies constituent les premières esquisses théoriques dans la conception du projet

II.5.2.4.2 La réglementation :

L'étude de la réglementation la phase de déterminer les problèmes liés au conception d'une part et les réglés énergétique d'autre part, le concepteur sera contraint à des règles d'urbanisme qui ne permettent pas de répondre aux objectifs de performance énergétique demandés, comme par ex. des questions relatives à l'occupation, à l'emprise au sol, à la hauteur des bâtiments ou à l'alignement des façades.

⁸⁸ MORENO SIERRA, Andres. *Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique*. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.2.4.3 Implantation :

C'est la phase la plus complexe dans la démarche de l'écoconception, Tout d'abord elle correspond au début de la formulation de la solution : cette phase a lieu une fois que l'ensemble de l'énoncé est assimilé par le concepteur, soit à travers la connaissance des objectifs généraux, des conditions du contexte et des exigences programmatiques.

II.5.2.4.4 La morphologie :

Notion centrale de la problématique d'optimisation de la performance énergétique, correspond à un stade avancé dans la formulation d'une solution, ayant pour particularité de constituer les premières formes de représentation spatiales du projet. En effet la forme, au-delà de l'implantation, va suggérer la définition de la limite entre l'intérieur et l'extérieur. C'est à travers la forme et la volumétrie, que les bâtiments s'adaptent au contexte et impactent l'environnement

Dans un premier temps, le traitement de la morphologie suppose une réflexion sur la surface habitable requise, la spatialité du volume et ses conditions de confort. C'est la raison pour laquelle les premières réflexions concernent l'emprise du bâtiment en termes d'occupation et de surface construite, ainsi que le positionnement autour du concept de compacité. Nous avons étudié précédemment dans quelle mesure ce coefficient de forme avait été introduit par la RT 74. Cependant, l'introduction du mode de calcul des déperditions de référence dans la RT 88, qui repose sur l'association des surfaces unitaires de paroi avec les coefficients K globaux, a libéré l'architecture de la contrainte de la forme. Donc plus les niveaux d'isolation sont poussés, plus l'architecte peut jouer librement avec l'enveloppe.⁸⁹

II.5.2.4.5 Matérialité :

La définition de la matérialité du projet correspond à un stade avancé dans la formulation de la solution. Cette phase détermine les conditions constructives générales du bâtiment se répercutant directement sur la structure, les caractéristiques des matériaux, le type de parois et les protections solaires.

La réflexion sur la matérialité permet d'adapter la volumétrie à des conditions d'isolation requis, mais elle est contrainte à la problématique des coûts. Des produits plus performants sont plus onéreux, et se traduisent souvent en une difficulté pour atteindre les objectifs en termes de performance énergétique.

⁸⁹ MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.2.4.6 Spatialité :

La notion de spatialité (Fig.54) correspond à la définition des ambiances du projet. Elle prend en compte les caractéristiques du projet liées à la distribution des espaces, à leur dimensionnement, à la régulation des ambiances et aux aspects techniques liés à l'usage du bâtiment.

De la même façon sont pris en compte l'ensemble des aspects liés au confort. Mais la régulation des ambiances thermique ou acoustique étant déjà traités dans la phase Matérialité, c'est la notion d'ambiance visuelle qui va influencer le plus fortement la performance énergétique du bâtiment. Dans l'objectif de réduire au minimum la consommation d'électricité liée à l'éclairage, c'est la notion d'autonomie en éclairage naturel qui est intégrée.

II.5.2.4.7 Systèmes :

La définition des systèmes (Fig.55) est traditionnellement une des dernières phases dans le processus de conception. Cependant, c'est dans cette phase que sont définis les systèmes de CVC, de refroidissement et d'éclairage. Ces installations ont pour objectif de garantir les conditions de confort de l'utilisateur, et de répondre aux exigences techniques formulées par le maître d'ouvrage.

Les avancées technologiques dans le domaine du bâtiment ont permis l'optimisation du rendement des systèmes, ainsi que la diminution de leur consommation énergétique.⁹⁰

II.5.3 La démarche d'optimisation énergétique :

II.5.3.1 La démarche passive (Löw Tech) : l'architecture bioclimatique :

Les low-tech, par opposition aux high-tech, sont une démarche visant, dans une optique de durabilité, à questionner nos besoins réels et développer des solutions aussi faiblement « technologiques » que possible, minimisant l'énergie requise à la production et à l'usage, utilisant le moins possible de ressources / matériaux rares, n'infligeant pas de coûts cachés à la collectivité.

Elles sont basées sur des techniques les plus simples possible, les moins dépendantes possible des ressources non renouvelables, sur des produits réparables et maintenables dans la durée, facilitant l'économie circulaire, la réutilisation et le recyclage, s'appuyant sur les savoirs et le travail humain digne. Cette démarche n'est pas seulement technologique, mais aussi

⁹⁰ MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

Chapitre II : la démarche écoconception

systémique. Elle vise à remettre en cause les modèles économiques, organisationnels, sociaux, culturels. À ce titre, elle est plus large que l'écoconception⁹¹.

II.5.3.1.1 Capter / se protéger de la chaleur

Dans l'hémisphère nord, en hiver, le soleil se lève au Sud Est et se couche au Sud-Ouest, restant très bas (22° au solstice d'hiver). Seule la façade Sud reçoit un rayonnement non négligeable durant la période d'hiver. Ainsi, en maximisant la surface vitrée au sud, la lumière du soleil est convertie en chaleur (effet de serre), ce qui chauffe le bâtiment de manière passive et gratuite.

Dans l'hémisphère nord, en été, le soleil se lève au Nord Est et se couche au Sud-Ouest, montant très haut (78° au solstice d'été). Cette fois ci, ce sont la toiture, les façades Est (le matin) et Ouest (le soir) qui sont le plus irradiées. Quant à la façade Sud, elle reste fortement irradiée mais l'angle d'incidence des rayons lumineux est élevé. Il convient donc de protéger les surfaces vitrées orientées Sud via des protections solaires horizontales dimensionnées pour bloquer le rayonnement solaire en été. Sur les façades Est et Ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée car les rayons solaires ont une incidence moins élevée. Il conviendra d'installer des protections solaires verticales, d'augmenter l'opacité des vitrages (volets, vitrage opaque) ou encore de mettre en place une végétation caduque⁹².

La serre bioclimatique :

La serre bioclimatique est une structure qui s'inscrit dans une démarche environnementale et durable. Comme le terme l'indique, la serre bioclimatique utilise les variations du climat : son fonctionnement suit les variations environnementales et climatiques pour assurer un chauffage et une régulation naturelle de la structure.

Concrètement, la serre bioclimatique se chauffe grâce aux rayons du soleil : construite à l'aide de matériaux favorisant la captation, l'isolation et la conservation de la chaleur extérieure, la serre bioclimatique, appelée aussi serre solaire passive, n'est en aucun cas une serre équipée de panneau solaire.

La climatisation interne est également basée sur une circulation naturelle de l'air : l'énergie solaire emmagasinée le jour est restituée la nuit.

⁹¹ <https://lowtechnation.com/demarche-low-tech/>

⁹² <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

Chapitre II : la démarche écoconception

L'orientation idéale pour une telle serre est le sud. Lors de la construction de la serre bioclimatique, certains principes sont à respecter tels que les vitrages verticaux, indispensables pour attirer les rayons solaires l'hiver et préserver la fraîcheur l'été .⁹³



Figure 35: exemple de marché avec une serre bioclimatique source :Google

Le mur trambe :

Le mur Trombe-Michel est souvent considéré comme le premier mur solaire. Il a été conçu par le professeur Trombe et l'architecte Michel. En réalité la paternité du principe revient à Edward Morse, qui breveta le concept dès 1881 (US Pattern 246626 A).

Le mur à effet de serre est composé d'une vitre, d'une lame d'air et d'une surface captatrice, en général à absorptivité élevée dans le spectre solaire. La plupart de ces murs stocke l'énergie grâce à une masse thermique qui est derrière la surface captatrice. La Figure 25 reprend une liste exhaustive de ces murs décrits dans la littérature, et présente leurs principes de fonctionnement, et les vecteurs de restitution de l'énergie. Ci-dessous le fonctionnement de chaque mur est détaillé. La restitution d'énergie se fait soit par convection naturelle ou forcée de l'air qui échange avec la surface captatrice ou la masse thermique, soit par convection avec l'air intérieur et par rayonnement avec les surfaces intérieures⁹⁴.

⁹³ <https://www.baches-serre-direct.com/blog/32-qu-est-ce-qu-une-serre-bioclimatique>

⁹⁴ BASECQ, Vincent. Développement d'un mur capteur-stockeur solaire pour le chauffage des bâtiments à très basse consommation d'énergie. 2015. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle.

Chapitre II : la démarche écoconception

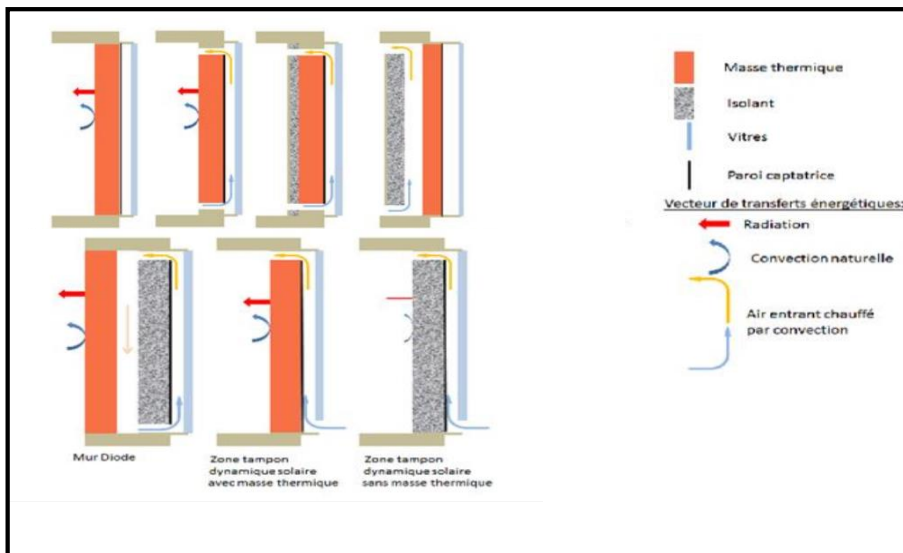


Figure 36 : Les différents murs solaires à effet de serre , source : <https://www.semanticscholar.org/paper/D%C3%A9veloppement-d%E2%80%99un-mur-captateur-stockeur-solaire-le-Basecq/80bcb45aced69e38b6820a938813bde881489b01>

Façade double peau :

La façade double peau est une paroi extérieure à plusieurs couches composées de deux niveaux de façade. Le niveau extérieur (façade secondaire) a pour fonction de supporter les contraintes environnementales. Le niveau intérieur (façade primaire) délimite les différentes zones utiles et assure en règle générale la fonction d'isolation thermique. L'espace entre ces deux façades constitue une zone climatique intermédiaire qui est généralement en liaison ouverte sur plusieurs étages.

Les fenêtres de la façade primaire sont en contact avec la zone climatique intermédiaire. Lorsque les fenêtres sont ouvertes, une circulation d'air a lieu entre l'espace intérieur et la zone climatique intermédiaire.



Figure 37: détail de façade double peau, source : <https://architectura.be/fr/actualite/37639/facades-double-peau-choisir-la-bonne-combinaison-de-verre-pour-optimiser-leurs-avantages>

La façade double-peau possède en outre de nombreux avantages :

- Diminution des déperditions thermiques,
- Protection contre les contraintes météorologiques (froid, vent ...),

Chapitre II : la démarche écoconception

- Stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau,
- Évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil,
- Supprime l'effet de paroi froide en hiver,
- Isolation phonique,
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage,
- Préchauffage des amenées d'air,
- Utilisation de l'éclairage naturel.

La protection solaire : pour éviter la surchauffe en été : (le confort d'été)

En période chaude, il est nécessaire de penser aux protections solaires, afin d'éviter de se retrouver avec un logement inconfortable car surchauffé. Le principe consiste à stopper les apports directs et indirects de chaleur que l'on utilise en période froide. Ces ombrages fixes ou amovibles, artificiels ou naturels, jouent souvent sur la course du soleil pour être "transparents" en hiver et efficaces en été⁹⁵.

Protection horizontale : montage en auvent projeté : Les lames brise-soleil Airfoil® montées à l'horizontale, en auvent projeté, s'appliquent à la base des toits. Astucieusement orientées elles fournissent une protection efficace tout en offrant une vue dégagée et de la légèreté au bâtiment. La projection et la taille des lames s'adaptent aux exigences du projet.

Ces écrans solaires sont très efficaces montés sur la façade haute avec une orientation sud-est / sud-ouest

Protection verticale : montage en façade : Le montage vertical des lames brise-soleil Airfoil® permet un plus grand contrôle sur le volume lumineux direct. Le choix de l'orientation de la lame, à l'horizontale ou à la verticale, dépend la combinaison entre forme et fonction que vous attribuez au système. La forme étant l'impact architecturale sur le bâtiment et la fonction la quantité de soleil plus ou moins souhaitée et l'orientation du bâtiment.

Les lames orientées à la verticale sont généralement apposées sur les hauteurs Est ou Ouest du bâtiment, où là les rayonnements directs du soleil sont plus difficiles à gérer. Dans ce cas, et en fonction de l'espacement des lames, un angle de montage de lames à 90° sera suffisant pour diminuer l'impact des rayonnements solaire, tout en préservant une quantité suffisante de lumière naturelle, une vue aérée et optimale dans le bâtiment⁹⁶.

⁹⁵ http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=Les_protections_solaires

⁹⁶ <https://www.c-sgroup.fr/products/exterior-solar-shading/external-solar-shading-systems-design-options/>

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.3.1.2 Transformer, diffuser la chaleur

Une fois le rayonnement solaire capté et transformé en chaleur, celle-ci doit être diffusée et/ou captée. Le bâtiment bioclimatique est conçu pour maintenir un équilibre thermique entre les pièces, diffuser ou évacuer la chaleur via le système de ventilation.

La conversion de la lumière en chaleur se fait principalement au niveau du sol. Naturellement, la chaleur a souvent tendance à s'accumuler vers le haut des locaux par convection et stratification thermique, provoquant un déséquilibre thermique. Afin d'éviter le phénomène de stratification, il conviendra de favoriser les sols foncés, d'utiliser des teintes variables sur les murs selon la priorité entre la diffusion de lumière et la captation de l'énergie solaire (selon le besoin) et de mettre des teintes claires au plafond⁹⁷.

La stratification thermique :

L'air chaud est plus léger que l'air froid. A l'intérieur d'une pièce ou d'un local fermé et non ventilé, l'air chaud aura donc tendance à monter vers le plafond et à rester stationné en hauteur, tandis que l'air froid stagnera au niveau du sol.

Dans les locaux de grande hauteur (mezzanine, locaux professionnels, hangars) le gradient (écart) de température entre le sol et le plafond est important (jusqu'à 10°C de différence) et proportionnel à la hauteur sous plafond.

Ainsi dans un local fermé non ventilé, on considère qu'au-delà de 4 m de hauteur par rapport au sol, la montée spontanée de l'air chaud vers le haut (plafond, toit) entraîne une augmentation de température de l'air de l'ordre de 1,5°C par mètre de hauteur.⁹⁸

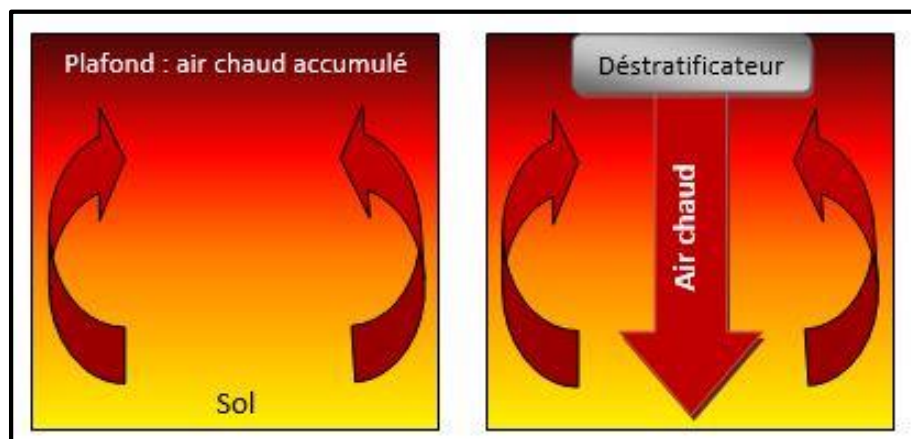


Figure 38: la phénomène de stratification d'air , source : <https://energie.wallonie.be/fr/les-destratificateurs-d-air.html?IDC=8670&IDD=97684>

⁹⁷ <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

⁹⁸ <https://energie.wallonie.be/fr/les-destratificateurs-d-air.html?IDC=8670&IDD=97684>

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.3.1.3 Conserver la chaleur ou la fraîcheur

En hiver, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun.

En été, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation par exemple, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour.

De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur⁹⁹.

- **L'atrium bioclimatique :**

Un atrium est créé "en recouvrant d'une verrière l'espace séparant deux bâtiments". C'est donc un espace protégé, tampon thermique par rapport à l'extérieur.

Un atrium est créé "en ouvrant le cœur d'un large bâtiment". Sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché¹⁰⁰.

- **Refroidissement :**

L'atrium peut surtout en été, amorcer le déplacement naturel de l'air suite à la différence de température et éliminer ainsi les gains solaires non souhaitable. L'exploitation des couches de température et une bonne disposition des ouvertures peuvent permettre un renouvellement important d'air (de 50 à 80 fois le volume) surtout en début de nuit quand l'atrium est plus chaud que l'air extérieur les atriums ont souvent des ouvertures inaccessibles de l'extérieur qui permettent de laisser refroidir le bâtiment pendant la nuit sans risque d'intrusion .

- **Aération**

L'atrium peut être utilisé comme répartiteur d'air frais ou comme canal d'évacuation de l'air vicié. Des surfaces d'eau ouvertes et en mouvement font office d'humidificateurs naturels ou contribuent par évaporation, mais dans une moindre mesure, au refroidissement de L'air .¹⁰¹

- L'effet d'empilement (de cheminée) :

⁹⁹ <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

¹⁰⁰ <https://energieplus-lesite.be/?id=10382>

¹⁰¹ OUNISSI, Hadjer, GUERMOUAI, Samira, et MOUDJARI, Messaoud. L'approche climatique dans la conception d'un atrium dans un équipement administratif. 2017.

Chapitre II : la démarche écoconception

En tout volume fermé, l'air se déplace toujours à partir d'une ouverture inférieure à une Supérieure. Le résultat de ces différences de pression au sein de l'altitude crée l'effet d'empilement. Tout mouvement du vent à travers les ouvertures permettra d'améliorer l'effet d'aspiration. Combiné avec la poussée de l'air réchauffé par l'effet de serre, il y aura une forte stratification de l'air par la température dans un volume fermé. Un processus de ventilation naturelle peut être créé, aussi longtemps que l'air frais ou froid est introduit à la base. Et l'air chaud est permis d'échapper au sommet .¹⁰²

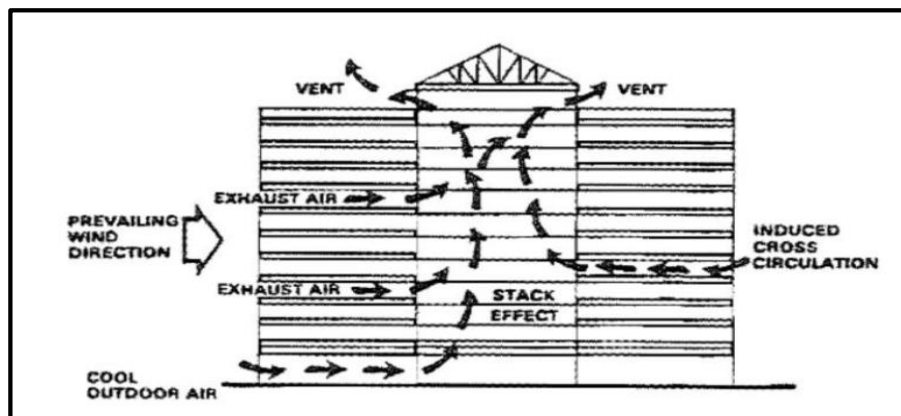


Figure 39 : l'effet de cheminée dans un atrium

Source : (Atria : the inside story, Liz Briggs, 1989)

- Les matériaux de construction :

Les matériaux de construction ont une capacité, une effusivité et une inertie thermique. Les matériaux employés dans la construction ont la capacité de conserver l'énergie thermique dans leur masse.

- La capacité thermique :

La capacité thermique d'un matériau de construction ou d'isolation est sa capacité à stocker la chaleur par rapport à son volume.¹⁰³

- L'inertie thermique :

Capacité d'un matériau à accumuler de la chaleur ou de la fraîcheur, puis à la restituer. Elle permet d'obtenir un déphasage thermique (décalage dans le temps) par rapport aux températures extérieures et d'aplanir les pics de température, de jour comme de nuit. L'inertie thermique d'une paroi est surtout déterminée par les propriétés des couches superficielles.

Elle est évaluée à l'aide des deux paramètres :

$$\text{La diffusivité : } \alpha = \lambda / (\rho * c) \text{ [m}^2\text{/s]}$$

¹⁰² OUNISSI, Hadjer, GUERMOUAI, Samira, et MOUDJARI, Messaoud. L'approche climatique dans la conception d'un atrium dans un équipement administratif. 2017.

¹⁰³ <https://www.picbleu.fr/page/que-choisir-comme-isolant-qualite-construction-renovation>

Chapitre II : la démarche écoconception

L'effusivité : $E = (\lambda * \rho * c)^{1/2}$ [J.K-1.m-2. s-1/2]

Où :

ρ : la masse volumique du matériau en [kg.m-3]

c : la capacité thermique massique du matériau en [J.kg-1.K-1]¹⁰⁴

- L'effusivité thermique (Ef) :

Elle indique la capacité des matériaux à absorber (ou restituer) plus ou moins rapidement un apport de chaleur.

L'effusivité caractérise la sensation de chaud ou de froid que donne un matériau. Si la valeur d'effusivité est élevée, le matériau absorbe rapidement beaucoup d'énergie sans se réchauffer notablement en surface (métal, pierre, faïence...). A l'inverse une valeur d'effusivité faible indique que le matériau se réchauffe rapidement en surface en absorbant peu de chaleur (isolant, bois...). La valeur Ef exprime combien de kilojoules ont pénétré sur 1 m² de surface de matériau, 1 seconde après qu'elle est été mise en contact avec une autre surface de 1 m² plus chaude qu'elle de 1 °C. Tout comme la diffusivité, elle utilise la capacité thermique et la conductivité thermique du matériau pour son calcul.

Unité : kJoule/m².S.°C.

- La diffusivité thermique :

Exprime la capacité d'un matériau à transmettre (rapidement) une variation de température. La diffusivité thermique commande la vitesse de transmission d'une variation de température à travers une paroi. La température du matériau s'élève d'autant plus rapidement que la chaleur peut plus facilement l'atteindre (= conductivité élevée): a évolue donc dans le même sens que la conductivité thermique. Mais sous l'effet d'une puissance thermique, sa température s'élève d'autant plus lentement qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour l'élever (= chaleur volumique élevée) : à évolue dans le sens inverse de la chaleur volumique.

Les matériaux les plus effusifs

Quels sont les matériaux qui ont le plus d'effusivité ?

Les matériaux de construction courants qui ont la plus forte effusivité sont la pierre, la terre crue, la brique pleine et le béton.

- La pierre serait idéale si elle était prélevée sur place comme cela se pratiquait dans le passé, si son coût n'était pas si onéreux et si l'on avait conservé le savoir-faire des artisans connaissant les règles de construction.
- La terre crue (briques compressées ou système pisé) a une mise en œuvre coûteuse

¹⁰⁴ <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/inertie-thermique.html?IDC=1521&IDD=8425>

Chapitre II : la démarche écoconception

- La brique pleine : un mur possède une bonne inertie lorsqu'il est suffisamment épais, il limite la surface habitable et son coût est trop élevé.
- Le béton n'est pas satisfaisant, car sa production est polluante et son recyclage est difficile.

Tableau d'indice d'inertie des principaux matériaux de construction. (En gras, les meilleurs matériaux)¹⁰⁵.

Tableau 5: Tableau : les indices d'inertie des principes matériaux de construction

Source : <https://www.picbleu.fr/page/que-choisir-comme-isolant-qualite-construction-renovation>

Matériaux de construction	Effusivité	Vitesse de transfert	Capacité thermique	Conductivité thermique W/M. °C
Pierre granitique	39	5.8	505	3.5
Pierre calcaire	34.3	5.3	490	2.9
Béton	32.3	4.1	600	1.75
Parpaings béton	24	4.1	450	1.75
Brique de terre cuite	22.9	3.8	455	1
Brique de terre crue	22.9	2.4	425	0.9
Bois (Chêne, Hêtre)	10	1.7	435	0.23
Plâtre	9.7	2.7	270	0.7
Bois tendre (Pin, Peuplier)	6	1.5	300	0.15
Béton cellulaire	6	3.1	150	0.22
Liège comprimé	0.5			0.10
Laine de verre et de roche	0.4	8.1	3.5	0.041
Polystyrène expansé	0.5	5.8	6.9	0.039
Mousse polyuréthane				0.029
Air immobile				0.023

II.5.3.2 La démarche active (high-tech)

II.5.3.2.1 L'énergie renouvelable :

Les énergies renouvelables sont des formes finales d'énergie (électricité, chaleur ou carburant) obtenues à partir de sources renouvelables d'énergie. Contrairement aux sources d'énergie classiques, fossile ou nucléaire, les énergies primaires renouvelables sont

¹⁰⁵ <https://www.picbleu.fr/page/que-choisir-comme-isolant-qualite-construction-renovation>

Chapitre II : la démarche écoconception

inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels liés au soleil, au vent, aux flux hydrauliques, à la chaleur naturelle de la terre, etc. Leur consommation ne limite pas leur utilisation future. En d'autres termes, elles se reconstituent plus rapidement qu'elles sont utilisées. Les énergies renouvelables reposent sur des flux, par opposition aux énergies classiques qui s'appuient sur des stocks issus de gisements limités de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) ou fissiles (uranium, plutonium, etc.)

Les énergies renouvelables ont pour principaux avantages de pouvoir être produites sur place et à un coût limité pour l'environnement, par comparaison avec l'exploitation des énergies fossiles. Plusieurs défis sont cependant à relever concernant les énergies renouvelables : des coûts d'exploitation élevés, des problèmes de stockage et des difficultés de raccordement au réseau¹⁰⁶

II.5.3.2.2 Pompe à chaleur :

La pompe à chaleur (PAC) prélève la chaleur présente dans l'environnement (air, eau ou sol) et la transfère à un niveau de température plus élevé dans votre logement. Plus précisément, l'énergie est récupérée dans un évaporateur qui contient du fluide frigorigène. Au contact de la chaleur, celui-ci se transforme en vapeur. Le compresseur électrique aspire alors ce fluide, le comprime et en augmente la température. Ce fluide chaud est transféré à un condenseur. Il cède sa chaleur à l'eau du circuit de chauffage où chauffe l'air du local en se condensant. Le fluide à l'état liquide chute en pression et en température lorsqu'il traverse le détendeur. Le fluide revient alors dans l'évaporateur où il recommence un nouveau cycle.

On parle d'aérothermie quand les calories sont prélevées de l'air extérieur, de géothermie lorsqu'elles le sont du sol.

Cycle thermodynamique d'une PAC

- La compression : le compresseur va aspirer le fluide frigorigène sous forme de gaz à basse température. En comprimant le gaz, sa température va s'élever en même temps que sa pression.
- Diffusion de la chaleur au condenseur : Le gaz chaud va être dirigé vers un échangeur (condenseur) dans lequel circule un fluide à réchauffer (eau du réseau de chauffage par exemple). Le gaz va donc transmettre une partie de son énergie au fluide à chauffer dont la température va augmenter. Ce faisant, le gaz frigorigène va condenser, passant de l'état gazeux à l'état liquide.

¹⁰⁶ COLLARD, Fabienne. Les énergies renouvelables. Courrier hebdomadaire du CRISP, 2015, no 7, p. 5-72.

Chapitre II : la démarche écoconception

- La détente : Le frigorigène liquide et à pression élevée, va être détendu au travers du détendeur. Sa pression va chuter abaissant ainsi sa température. A la sortie du détendeur, la température du frigorigène est alors inférieure à celle de la source de récupération.
- Récupération de la chaleur de l'environnement par l'évaporateur : Le frigorigène, froid

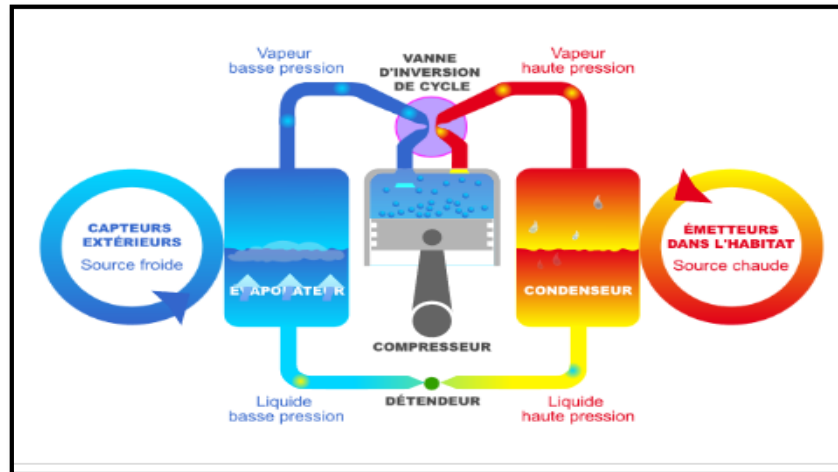


Figure 40: Cycle thermodynamique d'une PAC , source : <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/chauffage-pompe-chaleur-5379/>

et à l'état liquide, va traverser un deuxième échangeur (évaporateur) dans lequel circule le fluide extérieur (air extérieur, eau de nappe ou eau échangeant avec un capteur enterré dans le sol) qui est plus chaud que le frigorigène. Il va donc en récupérer l'énergie (les calories). En récupérant cette énergie, le frigorigène va entrer en ébullition et donc se transformer en gaz (évaporation)¹⁰⁷.

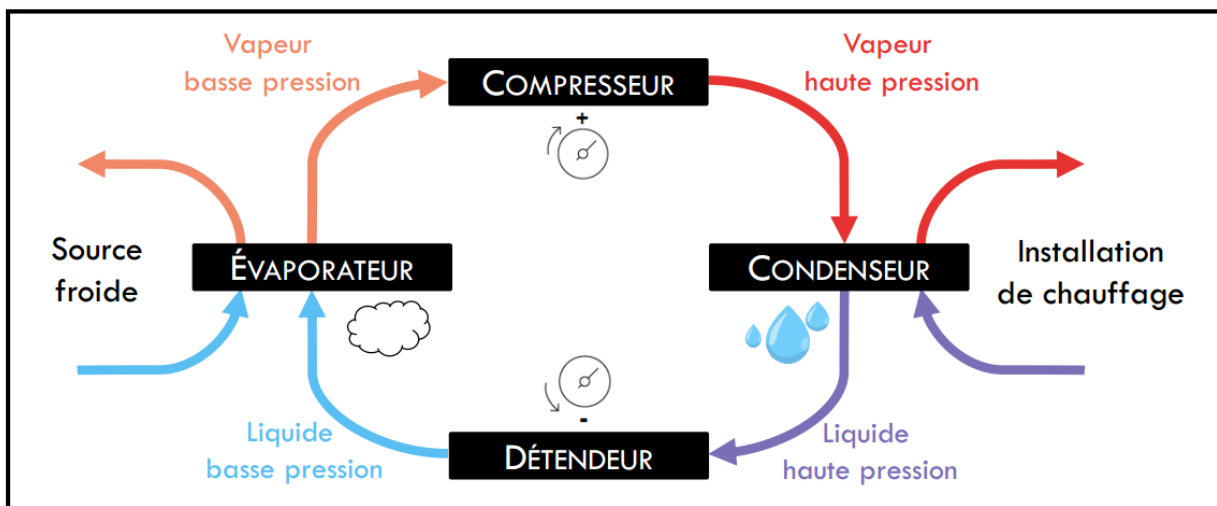


Figure 41: principe de fonctionnement de pompe à chaleur source : FORMATION BÂTIMENT DURABLE : POMPE À CHALEUR: CONCEPTION – AUTOMNE 2017

¹⁰⁷ <https://elyotherm.fr/principe-de-fonctionnement-pac>

Chapitre II : la démarche écoconception

II.5.3.2.3 Puits canadien :

Le puits canadien consiste à faire passer, avant qu'il ne pénètre dans la maison, une partie de l'air neuf de renouvellement d'air hygiénique par des tuyaux enterrés dans le sol, à une profondeur de l'ordre de 1.5 mètre.

En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud que la température extérieure : l'air froid est donc préchauffé lors de son passage dans les tuyaux.

Avec ce système, l'air aspiré par la VMC ne sera pas prélevé directement de l'extérieur (via les bouches d'aération des fenêtres), d'où une économie de chauffage. Ainsi un puits canadien pourra naturellement réchauffer un air extérieur à -15° et l'amener à une température de l'ordre de 5° dans les pièces à vivre. Cette récupération d'énergie s'effectue naturellement par échange thermique des tubes d'air enterrés dans le sol.

En été, le sol est à l'inverse plus froid que la température extérieure : ce puits astucieux alors appelé puits provençal, va donc utiliser la fraîcheur relative du sol pour tempérer l'air entrant dans le logement. Ainsi avec une température extérieure voisine de 30° l'air introduit peut par échange frigorifique avec la terre être abaissé jusqu'à 22° . Ce système de ventilation ne peut absolument pas se transposer à un système de climatisation que c'est uniquement la quantité d'air qui est rafraîchi dans le cas du puits provençal, et qui est réchauffé dans le cas du puits canadien.¹⁰⁸

II.5.3.2.4 La ventilation mécanique contrôlée :

La ventilation mécanique désigne tous les dispositifs qui comportent au moins un équipement motorisé d'évacuation ou d'insufflation forcée d'air frais. La VMC s'est développée après l'arrêté du 24 mars 1982 visant à réduire la consommation d'énergie des logements, tout en préservant le confort et l'hygiène des locaux¹⁰⁹.

Les différents types de VMC :

VMC Simple Flux

L'air vicié est aspiré grâce à un ventilateur inversé (extracteur) avant d'être remplacé par de l'air frais provenant de l'extérieur via des bouches d'entrée d'air. L'air extrait passe quant à lui par les bouches d'extraction avant d'être évacué à l'extérieur via des gaines. Il s'agit de la plus simple des VMC que l'on trouve sur le marché.

¹⁰⁸ <https://www.climamaison.com/lexique/puits-canadien.htm>

¹⁰⁹ https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/ventilation_mecanique_controlee_vmc.php4

Chapitre II : la démarche écoconception

VMC Simple Flux Hygroréglable

Le principe est semblable à la VMC simple flux sauf qu'avec ce type d'équipement, la ventilation s'adapte au taux d'humidité. Plus le taux d'humidité dans la pièce est élevé plus le système aspire l'air. Les entrées d'air sont alors dites autoréglables. A l'inverse, si l'air est trop sec, le débit d'air sera réduit. Ce système permet une meilleure régulation tout en limitant les déperditions de chaleur. La VMC hygroréglable est surtout utilisée dans le tertiaire.

VMC Double Flux

Ce système de ventilation limite les déperditions énergétiques de votre habitation en utilisant l'air chaud vicié de vos pièces pour préchauffer l'air entrant dans votre logement grâce à un échangeur. Cette solution est écologique et réduira vos coûts de consommation énergétique. Attention toutefois, le caisson devra se trouver dans un endroit isolé pour un fonctionnement optimal ; les combles perdus ne seront pas une bonne solution s'ils sont simplement recouverts au sol par une couche de laine de verre par exemple.

VMC Double Flux Hygroréglable

Similaire à la VMC double flux, elle inclut en plus un système qui permet de faire varier le débit d'air aspiré ou insufflé en fonction de l'hygrométrie. Plus onéreuse que la VMC simple flux hygroréglable, elle permet néanmoins d'assainir efficacement l'air (sans toutefois éliminer tous les polluants), tout en générant davantage d'économies d'énergie.

VMC Double Flux Thermodynamique

Ce système permet à la fois de ventiler, de chauffer ou de refroidir l'air intérieur, et parfois même de produire de l'eau chaude sanitaire (ECS). Pour cela, une pompe à chaleur est adjuvée à la VMC double flux. Son rôle ? Capter l'énergie contenue dans l'air extrait plutôt que dans l'air extérieur pour réchauffer ou refroidir une pièce¹¹⁰.

II.5.3.2.5 La toiture et le mur végétalisé :

Toiture végétalisée : Un dispositif complexe composée de couches superposées, installé sur une surface du toit d'une manière libre (par couche), ou en modules (panneaux préfabriqués).

Selon la hauteur de la couche de substrat et la typologie des plantes, Deux systèmes de végétalisation : système intensif et système extensif :

Mur végétal : Le mur végétal est une paroi qui s'élève parallèlement aux murs du bâtiment à protéger. Selon son orientation et sa composition, le mur vert servira à la fois d'écran

¹¹⁰ <https://www.guide-artisan.fr/actualites/chauffagiste/climatisation-ventilation/vmc-quest-ce-que-cest>

Chapitre II : la démarche écoconception

contre les vents dominants, les intempéries, le bruit, l'ensoleillement mais également la pollution. Ils peuvent servir de refuge ou de garde-manger pour les oiseaux, les invertébrés ou les mammifères, mais ils semblent également pouvoir jouer un rôle en matière de microclimat et de qualité de l'air¹¹¹



Figure 43: le mur végétalisé, source : <https://www.futura-sciences.com/maison/questions-reponses/jardinage-arroser-mur-vegetalise-1065/>



Figure 42: composition de toit végétalisé source : <https://www.build-green.fr/vegetalisation-murs-toiture->

Conclusion :

La conception architecturale représente la phase générative de l'optimisation énergétique dans le secteur de bâtiment parce que 80 pourcent des contrariantes sont prise en compte de cette phase, l'efficacité énergétique réaliser à partir de la programmation jusqu'à la réalisation de bâtiment pour assurer l'équilibre énergétique, environnementale et conceptuelle.

La conception bioclimatique c'est une outil d'aide à la décision par solution et l'une des approches efficaces pour atteindre l'objectif de l'efficacité énergétique, Donc l'écoconception architecturale est basée essentiellement sur la création les solutions bioclimatiques ont faible impact environnementale contextuelle, climatique, avec intégration des nouveaux matériaux, nouveaux technologies et des nouveaux procédés de mise en ouvres

Dans ce chapitre nous avons traité deux approches qui sont complémentaire pour réussir l'optimisation énergétique dans le bâtiment : l'approche low Tech : obtenir une meilleur confort d'utilisateur par moindre cout possible avec exploitation des ressources naturelle et l'approche active : intégrer les solutions technologiques dans la conception architecture pour renforcer les solutions passive et atteindre la performance maximale du bâtiment.

¹¹¹ La végétation d'un bâtiment Med Bouattor Fuchs Alain paris 2009

Chapitre III : Etude thématique du projet

III) Chap. III. Etude thématique du projet

Introduction :

L'activité commerciale c'est l'une des secteurs de développement de l'économique de pays et avec le développement de commerce ou les espaces commerciaux rentrée dans un autre monde c'est la naissance de l'architecture commercial au l'architecture a réfléchi de crée des espaces commerciaux organisés.

Les centres commerciaux devenir une nouvelle destination avec une création un autre environnement qui va intégrer l'activité de loisir, la technologie d'activités résidentiels, et des installations culturelles. De même que d'autre fonction environnementaux comme les marchés bio, les jardins intérieurs, ces derniers devenu une forme absolue de développement durable il joue 3 rôles principales , le rôle économique de ville , le rôle sociale et le rôle environnementaux a travers l'intégration les enjeux environnementaux dans la conception de ce dernier

III.1 Motivation de choix :

A cause de la répartition des espaces commerciaux entre le centre-ville et le périphérique de la ville le PDAU et le pos propose des équipements a vocation économique pour enrichie le secteur économique et pour résoudre les problèmes de rupture urbain entre la ville et le périphérique ;

- Insuffisance en termes d'équipements commerciaux de grandes surfaces
- Il Ya un grande problème d'organisation des espaces de commerce dans la ville
- La concentration de l'activité commercial dans le centre-ville et faible aux cité périphérique de la ville telle que la nouvelle ville.

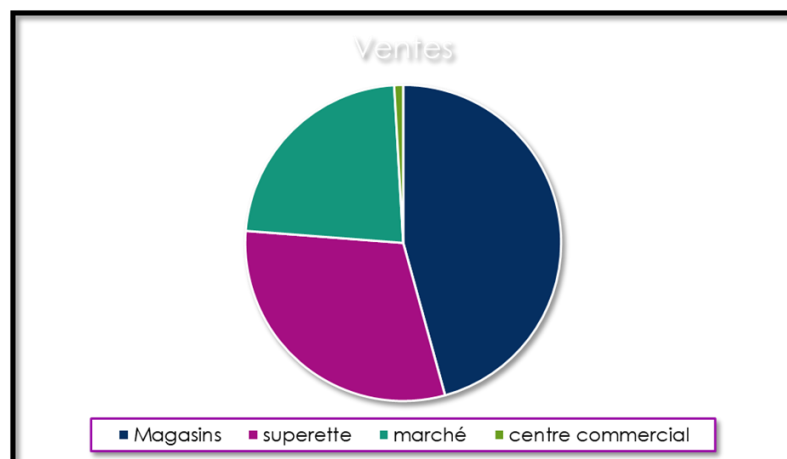


Figure 44: les pourcentages de répartition les types de commerce dans la ville de GUELMA, source :Auteur

III.2 Le commerce :

III.2.1 Définition de commerce :

Chapitre III : Etude thématique du projet

Le terme commerce provient du concept latin commercium et désigne la négociation entamée au moment d'acheter et/ou de vendre des biens et/ou des marchandises. De même, par commerce on entend tout ou toute boutique (ou magasin), entrepôt ou établissement commercial, ainsi que l'ensemble ou la classe des commerçants.

Autrement dit, le commerce est l'activité socio-économique qui consiste en l'achat et la vente de biens, que ce soit pour en faire usage, les (re)vendre ou les transformer. Il s'agit de la transaction d'une chose quelconque en l'échange d'une autre chose ayant la même valeur (pouvant être de l'argent)¹¹².

III.2.2 L'origine de commerce :

L'histoire du commerce est une partie considérable de l'histoire générale des civilisations¹¹³ :

Tableau 6 : l'histoire l'histoire et l'origine de commerce a travers les civilisations

Antiquité	Mésopotamie Egypte Phéniciens et Carthaginois Grèce Rome	La commerce dans cette époque est caractérisé par des relations mercantiles Éthiopie, l'Arabie et l'Inde les principaux objets des échanges étaient l'or, l'ivoire, l'ébène, les parfums, les étoffes, les pierres précieuses, . e vin, le blé et l'huile , les chevaux et les aromates de l'Arabie après les phéniciens Les Phéniciens établirent de nombreux comptoirs, principalement eu Sicile, eu Sardaigne, sur la côte septentrionale de l'Afrique, et en Espagne
Le moyen Age	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'Empire byzantin ➤ Arabes ➤ Italie ➤ Nord de l'Europe 	-Après la chute de l'Empire romain d'Occident, le commerce reste florissant dans l'Empire d'Orient (Empire byzantin). Placée au point où se touchent l'Orient et l'Occident, Constantinople était le grand entrepôt où affluaient les marchandises de l'Asie, de l'Afrique, de l'Italie, de l'Espagne, de l'Allemagne et de la Russie.

¹¹² <https://lesdefinitions.fr/commerce>

¹¹³ <http://www.cosmovisions.com/Commerce-Histoire.htm>

Chapitre III : Etude thématique du projet

		<p>-Le monde musulman présentait un contraste frappant avec la société chrétienne : car Bagdad, Bassorah, le Caire, étaient le centre d'un commerce très animé, auquel participaient l'Afrique, la Sicile et l'Espagne, et, dans tout l'Orient, Constantinople était à peu près la seule ville chrétienne qui eût conservé de grandes relations commerciales-</p> <p>-l'Italie profita de leur situation entre l'Orient et l'Occident pour s'élever à un haut degré de prospérité commerciale.</p> <p>-Depuis le milieu du XIIIe siècle jusqu'à la fin du XVe, le commerce de l'Europe : la lettre de change, de la commandite, des banques de dépôt, des consulats, des tribunaux de commerce, etc., tous moyens qui rendirent les transactions commerciales plus faciles et plus sûres</p>
<p>Moderne (1500-1900)</p>	<p>→Portugal</p> <p>→Espagne</p> <p>→Hollande. Pays-Bas</p> <p>→Angleterre</p> <p>→France, Allemagne et pays du Nord</p>	<p>A la fin du XVe siècle, l'application de la boussole et de l'astrolabe à la navigation, la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb, celle de la route des Indes en doublant le cap de Bonne-Espérance, enfin l'heureuse création des assurances maritimes, amenèrent une révolution complète dans le système commercial</p>

III.2.3 L'architecture commercial :

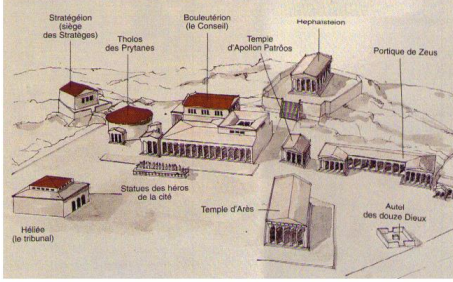




En réalité, il est possible de trouver plusieurs définitions à l'architecture commerciale. Toutefois, la plus simple est la suivante : il s'agit d'un art qui consiste à construire des bâtiments dans un but commercial. Cela concerne aussi bien le projet de construction que celui de l'aménagement de vos différents locaux : centre commercial, point de vente d'enseigne, etc. Le but principal de toutes ces stratégies, c'est de faire de votre cadre de vente, un lieu cohérent qui contribue à l'image de vos produits et de votre enseigne. Ainsi, étant une composante du bétail

Chapitre III : Etude thématique du projet

design, l'architecture commerciale prendra aussi en compte les nombreuses contraintes de l'activité commerciale, dans chaque situation .¹¹⁴

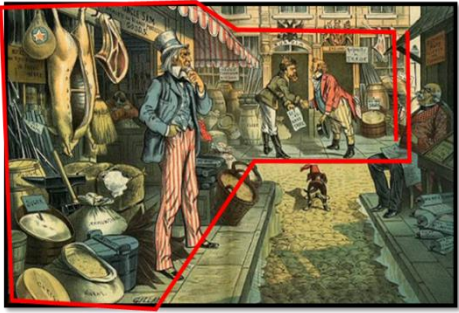
III.2.3.1 Evolution de l'espace commerciale :

Tableau 7: évolution de l'espace commerciale

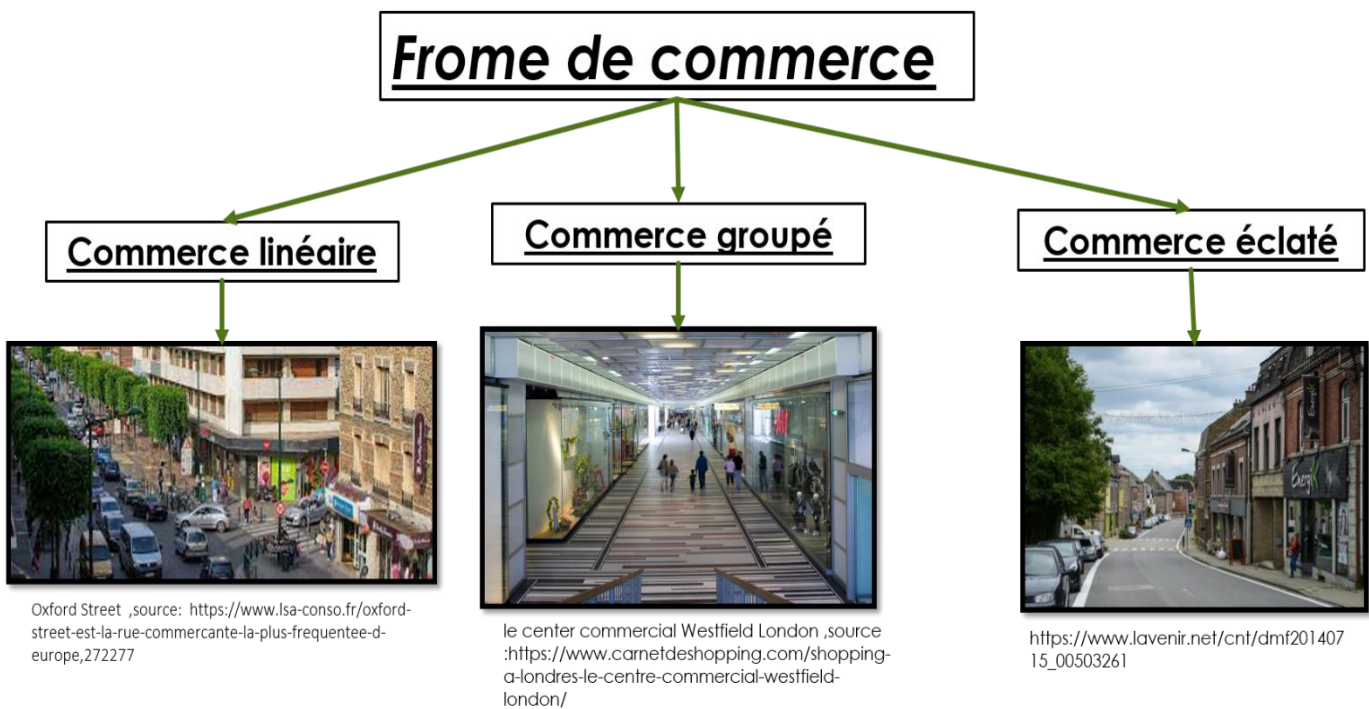
Epoque de l'antiquité	L'agora :	Forum romain
	 <p>Figure 45: L'Agora d'Athènes source : http://aupech.free.fr/elevés/citoyens/agora.html</p>	 <p>Figure 46: forum romain de rome source : https://www.romepratique.com/le-forum-romain/</p>
Moyen Age	Les souks et les bazars dans le monde musulman :	L'espace commercial dans les villes européennes
	 <p>Figure 47: Le Al-Hamidiyeh Bazar Souk (marché couvert), Damas, Syrie source : https://www.alamyimages.fr/photo-image-le-al-hamidiyeh-bazar-souk-marche-couvert-damas-syrie-422m-de-longueur-le-souk-commence-a-rue-al-thawra-et-se-terme-a-la-mosquee-des-omeyyades-plaza-le-plus-grand-souk-en-syrie-date-vers-1901-105387900.html</p>	 <p>Figure 48: les espaces commerciaux (la place civique de l'hôtel de ville, la place religieuse de la cathédrale et la place du marché), source : https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/histoire-essor-commerce-moyen-age-13288/</p>
La renaissance:	 <p>Figure 49: Galerie de la madeleine ; Paris 1845</p> <p>Source : Carol Maillard, 25 centres commerciaux. P 10</p>	Apparition de la galerie ; c'est un passage couvert qui regroupe des différentes espaces tel que les boutiques de commerce, restaurant, jeux et détente. Couverture (protection contre la pluie et le vent)

¹¹⁴ <https://fondarch.lu/pourquoi-l-architecture-commerciale-est-necessaire-pour-developper-une-marque/>

Chapitre III : Etude thématique du projet

<p>XVIIe siècle et XVIIIe siècle</p>	 <p>Figure 50: commerce a l'époque , source : http://www.cosmovisions.com/Commerce-Temps-Modernes.htm</p>	<p>Dans cette époque les magasins se trouvaient au-dessous des habitations qui a donner la du terme des locaux commerciaux.</p> <p>L'apparition de nouveaux espace commercial c'est les locaux commerciaux : sont magasins se trouvaient au-dessous des habitations qui a donner la du terme des locaux commerciaux</p>
--------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

III.2.4 Les formes des commerces :



III.2.5 La typologie des équipements Commerciaux :

Chapitre III : Etude thématique du projet

Tableau 8: les typologies des équipements commerciaux,


<p>Une épicerie :</p>	<p>C'est un petit commerce de produits alimentaires, de ménage, tenu par un commerçant indépendant, surface de vente entre 20 à 200 m²¹¹⁵.</p>	 <p>Figure 51: épicerie, la France, source : http://laphotodujour.hautetfort.com/photos/medium_magasin1.jpg</p>
<p>Superette :</p>	<p>Magasin à grande surface (de 400 à 2 500 m²) proposant en libre-service la vente de produits alimentaires et d'articles d'usage courant¹¹⁶.</p>	 <p>Figure 52: superette 8 à Huit : superette à Châtillon-en-Diois, France source https://www.sarl-perrier.fr/:</p>
<p>Magasins :</p>	<p>Sont des espaces de vente d'une surface comprise entre 10 m² et 120m², leur activité essentielle est la vente, spécialisés dans les mêmes produits, se situant au rez-de-chaussée d'immeubles ou de bureau et donnant directement sur la rue, exploités par des détaillants indépendants isolés propriétaires de leurs fonds de commerce¹¹⁷</p>	 <p>Figure 53: magasin YVES ROCHER FRANCE, source : https://www.yves-rocher.fr/tout-sur-les-magasins/magasins-et-instituts-de-beaut%C3%A9/SL</p>
<p>Un super marché :</p>	<p>Magasin de grande surface (400 à 2 500 m²) offrant un large assortiment de tous les produits à prédominance</p>	 <p>Figure 54: supermarché, source: https://www.journaldugeek.com</p>

¹¹⁵

¹¹⁶ <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sup%C3%A9rette/75429>

¹¹⁷ GUELLATI MABROUK, Houcem. VILLE ET COMMERCE: Réconciliation entre le commerce formel et informel pour une meilleure compétitivité économique du centre-ville de Guelma. 2019.

Chapitre III : Etude thématique du projet


	alimentaire et qui les vend en libre-service. ¹¹⁸	/2020/04/06/ivre-passe-nuit-supermarche-regarder-films-pornographiques/
Un souk :	Marché situé dans la médina, on y trouve aussi bien de l'alimentaire que l'habillement, des bijoux, des poteries ...etc. surface allant de 200 à 100 000 m ² .	 <p>Figure 55: souk de la médina de Tunis , source : https://www.voyage-tunisie.info/souks-de-tunis-tunisie/</p>
Un hypermarché :	Est un établissement de vente au détail en libre-service qui réalise plus du tiers de ses ventes en alimentation et dont la surface de vente est supérieure ou égale à 2 500 m ² . ¹¹⁹	 <p>Figure 56: Supermarché Carrefour Istanbul Turquie source: https://www.alamyimages.fr/photo-image-supermarche-carrefour-istanbul-turquie-19932491.html</p>
Une foire :	C'est une manifestation promotionnelle commerciale ou industrielle se présentant comme une vitrine de l'économie nationale à travers une exposition à grande échelle. Elle peut revêtir plusieurs aspects (commercial, industriel, agricole, touristique ou culturel). Elle met en exergue l'innovation et la qualité des produits, la variété et la beauté des présentations. Elle est aussi le lieu de relations d'affaires et d'échanges entre professionnels. La foire peut accueillir le grand public pour s'informer et apprécier ce qui est réalisé par les professionnels. la durée d'une foire commerciale ou industrielle varie de 10 jours à 03 mois ¹²⁰	 <p>Figure 57: la foire , source: http://www.cci.ci/3.0/formalites/convention-solas/root/reglementation-commerciale/576-la-foire-commerciale-ou-industrielle</p>

¹¹⁸ <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/supermarch%C3%A9/75466>

¹¹⁹ REBIAI M, TALEB H, « Eco-centre commercial et de loisir à Tizi-Ouzou », mémoire de master ,2018

¹²⁰ <http://www.cci.ci/3.0/formalites/convention-solas/root/reglementation-commerciale/576-la-foire-commerciale-ou-industrielle>

Chapitre III : Etude thématique du projet

Les centres commerciaux	Est un groupe d'établissements commerciaux conçus, construits, possédés et exploités comme une entité, qui disposent de parking propre hors rues. C'est un ensemble d'au moins 20 magasins et services, d'une surface commerciale utile minimale de 5000m ²	 <p>Figure 58: Centre commercial Stratford Londres</p> <p>Source : www.gentside.com/insolite/plus-grand-centrecommercial-d-039-europe-a-ouvert-a-londres_art27604.html</p>
--------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

III.2.6 L'historique des centres commerciaux :

- Premier centre commerciale naissent aux Etats-Unis au début du XXème siècle aménagés pour regrouper plusieurs commerces sur un même lieu exemple : le Roland Park, érigé au cœur d'un quartier de Baltimore en 1908.
- Plusieurs autres bâtiments se sont inspirés du modèle des cité-jardin. Situés en périphérie des villes, Les deux prototypes de ces nouveaux centres commerciaux sont le Market Square, bâti en 1916 à Lake Forest (Illinois), et le Country Club Plaza, construit en 1922 à Kansas City (Missouri). Ce dernier est bâti sur le modèle d'un grand magasin et constitue le noyau de développement d'un vaste quartier résidentiel.
- la naissance « shopping centers ». Cette évolution est étroitement liée au développement de l'automobile.
- Jusqu'à la fin des années 1960, la France ne compte que des galeries commerciales. Les deux centres commerciaux pionniers sont Parly 2 au Chesnay, en région parisienne, et Cap 300, à Saint-Laurent du Var sur la Côte d'Azur. Issus directement du modèle américain, ils ouvrent leurs portes en 1969. A cette époque, le schéma directeur de la région parisienne prévoit la création de cinq villes, qui seront dotées d'une dizaine de vastes pôles commerciaux¹²¹. -

III.2.7 Les différents types de Centres Commerciaux :

Les Centres Commerciaux Super Régionaux :

Leur surface GLA (cf. Lexique) est supérieure à 80 000 m² et/ou ils totalisent au moins 150 magasins et services.

¹²¹ <https://wikimemoires.net/2013/07/l-histoire-et-l-evolution-des-centres-commerciaux/>

Chapitre III : Etude thématique du projet

Les Centres Commerciaux Régionaux :

Leur surface GLA est supérieure à 40 000 m² et/ou ils totalisent au moins 80 magasins et services.

Les Grands Centres Commerciaux :

Leur surface GLA est supérieure à 20 000 m² et/ou ils totalisent au moins 40 magasins et services.

Les Petits Centres Commerciaux :

Leur surface GLA est supérieure à 5 000 m² et/ou ils totalisent au moins 20 magasins et services.

Les Centres à Thèmes :

Ce sont des centres commerciaux spécialisés, par exemple dans l'équipement de la maison ou les boutiques de fabricants¹²²

III.3 Loisir

III.3.1 Définition de loisir :

« Le loisir est un ensemble d'occupation auquel l'individu peut s'adonner de son plein grés après qu'il a dégagé de ses obligations professionnelles, familiales ou sociales, soit pour se reposer, pour se divertir ou pour développer de façon désintéressée son information et sa formation »¹²³

« Le loisir est l'espace de développement humain, il s'identifie au repos à la production de force de travail après de longues heures de travail journalier »¹²⁴

III.3.2 Fonction de loisir :

Les trois fonctions majeures du loisir qui influent sur un individu sont : le délassement, le divertissement et le libre développement.

Le délassement :

Délivre de la fatigue. En ce sens le loisir est réparateur des détériorations physiques ou nerveuses provoquées par les tensions qui résultent des obligations quotidiennes et particulièrement du travail.

Le divertissement :

¹²² BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX : AUJOURD'HUI, ET DEMAIN?. Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009.

¹²³ DUMAZEDIE (sociologue spécialiste dans la pratique de loisir)

¹²⁴ DUMAZEDIE (sociologue spécialiste dans la pratique de loisir)

Chapitre III : Etude thématique du projet

Si la fonction précédente délivre surtout de la fatigue, celle-ci délivre surtout de l'ennui, la recherche d'une vie de complément, de compensation ou de fuite par la diversion, l'évasion vers un monde différent, voire contraire au monde de tous les jours.

Le développement : De la personnalité. Cette fonction délivre des automatismes de la pensée et de l'action quotidienne ¹²⁵.

III.3.3 Classification de loisir :



III.4 L'intégration du loisir dans les complexes commerciaux récréatifs :

Du point de vue des formes urbaines et architecturales ensuite, les constructeurs des centres commerciaux récents, parmi lesquels se rangent donc les complexes commerciaux récréatifs, intègrent le développement durable en appliquant les normes de Haute Qualité Environnementale (HQE) tel que le préconise la loi SRU. Ces normes favorisent une amélioration de la qualité urbaine que, si l'on peut dire, même René Péron a reconnu dans son dernier ouvrage Les boîtes, malgré qu'il la minimise plus qu'il ne la valorise. Or cette amélioration implique une pérennité physique au niveau de l'aménagement paysager extérieur puisqu'il s'humanise et se naturalise à la fois, mais également à l'échelle de l'intérieur des bâtiments par l'utilisation de matériaux dégradables moins rapidement et plus nobles comme la pierre et le bois, qui participent aux ambiances au même titre que l'éclairage naturel zénithal ou la végétalisation.

¹²⁵ http://www.picard-architecte.fr/PICARD_Eric_Architecte/Page___6.html

Chapitre III : Etude thématique du projet

La dimension loisir peut ainsi être renforcée au niveau des représentations sociales des visiteurs pour venir utilement se combiner avec un aménagement récréatif de qualité afin d'assurer une durabilité à la fois spatiale et sociale des complexes commerciaux et récréatifs¹²⁶.



Figure 59: l'ambiance intérieur dans les centres commerciaux

III.5 L'intégration de développement durable dans les centres commerciaux :

Le développement durable se traduit, dans les secteurs de l'aménagement et de la construction, par les thèmes suivants: l'aménagement durable des territoires, la prise en compte de la biodiversité, la maîtrise de l'énergie et la réduction des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ tout en garantissant le confort des usagers et les conditions techniques et financières d'approvisionnement en énergie. Par conséquent à mon sens, une vraie démarche développement durable passe dans un premier temps par la limitation des besoins et l'utilisation limitée d'énergie primaire puis, seulement dans un second temps, par un choix d'équipements performants faisant appel aux technologies les plus avancées. Cela signifie que pour construire des centres commerciaux « durables », les acteurs de l'immobilier de commerce ne peuvent plus construire avec les mêmes stratégies et objectifs : ils doivent changer leurs habitudes pour faire du « sur mesure ». Ainsi dorénavant, pour chaque projet, les maîtres d'ouvrage devront retenir quels sont les enjeux environnementaux de leur opération et quelles sont les solutions techniques pour limiter la consommation d'énergie et valoriser les ressources naturelles.

Dans la pratique, cela peut se concrétiser par une conception bioclimatique élargie aux autres cibles de confort et de santé, des choix éclairés des systèmes constructifs, des équipements et matériaux, et enfin par une réflexion sur l'aménagement de la parcelle et des espaces extérieurs.

En termes de construction de centres commerciaux, une méthodologie et des solutions techniques existent. Il faut que ces bonnes pratiques soient systématiquement adoptées par les

¹²⁶ SABATIER, Bruno. L'effet des complexes commerciaux récréatifs sur la durabilité urbaine. In : Commerce et développement durable. 2005. p. 8 pages.

Chapitre III : Etude thématique du projet

maîtres d'ouvrage pour ne plus voir se construire de nouveaux actifs faisant abstraction de leur impact environnemental mais seulement des centres commerciaux « durables »¹²⁷.

III.6 Etude thématique des exemples :

III.6.1 Exemple existant : centre de commerce et de loisir à Bâb Ezzouar – Alger

L'ouvrage : centre commercial et de loisir BAB Ezzouar Alger

Maitre d'ouvrage : société des centres commerciaux algériennes

Maitre d'œuvre : Weber Philippe

Situation : quartier d'affaire périphérique Bâb Ezzouar

Commencant les travaux : 2006 ouvre ces porte 2010

Capacité d'accueil : 15000/ jour

Nombre de niveau : R+6

Nombre de commerce : 64

La superficie de centre : 17000m²



Figure 60: centre commercial BA Ezzouar ALGER, source : <https://www.algerie-eco.com/2020/06/16/le-centre-commercial-de-bab-ezzouar-ouvrira-ses-portes-demain/>

¹²⁷ BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX : AUJOURD'HUI, ET DEMAIN ? Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009.

Chapitre III : Etude thématique du projet

Le centre commercial « BAB EZZOUAR » se situe dans la partie Est d'Alger dans le quartier d'affaire de Bab Ezzouar qui se trouve en situation entre l'Aéroport International Houari Boumediene et le centre-ville

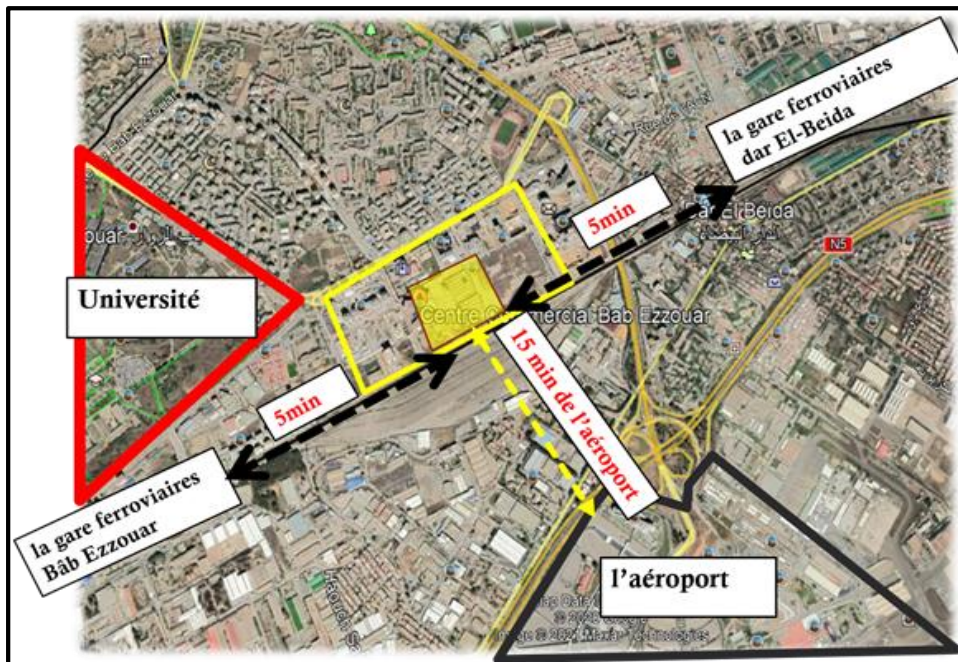


Figure 61: carte de situation de centre commercial

Source : Google earth traité par auteur

III.6.1.1 Environnement immédiat

Le centre est sis sur un terrain de 70 hectares, à 15 minutes du centre-ville et à 5 minutes de l'aéroport, il s'étend sur une surface de 45000 m². Il est délimité au Nord-Ouest par l'hôtel Mercure ; Au Sud-Est par un terrain vierge destiné à un futur grand espace vert ; au Nord-Est par un terrain vierge destiné à un futur palais de congrès ; au Sud-Ouest par un terrain vierge destiné pour accueillir un ensemble d'habitation et un grand espace vert. Le projet a une situation importante par rapport au site et aux équipements environnants

-Un écosystème dynamique.

-L'intérêt principal, c'est que ces quartiers sont les points névralgiques de l'économie et concentrent un très grand nombre d'entreprise

-Si les quartiers d'affaires sont des pôles économiques compétitifs, ils deviennent aussi des « laboratoires urbains » de la ville.

Chapitre III : Etude thématique du projet



Figure 62 : les limites de projet source : Google earth traité par Auteur

III.6.1.2 Accessibilité de quartier d'affaire et leur effet sur le projet :

III.6.1.2.1 Les routes et les flux (mécaniques et piéton) :



Figure 63: accessibilité de quartier d'affaire , source :Google earth traité par auteur

LE projet est accessible par 3 voix principale vue sa situation stratégique par La présences de nombreux équipement a vocation touristique et commercial comme l'hôtel de mercure, ibis... un campus universitaire de 40.000 étudiants, de nombreux logements. D'autres projets sont en cours ou déjà réalisés : Hôtel Ibis, Air Algérie, BNP Paribas, Algérie Poste, CGM, Mobilis Telecom, Aigle Azur, Crédit Populaire d'Algérie.....

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.6.1.2 Le transport :

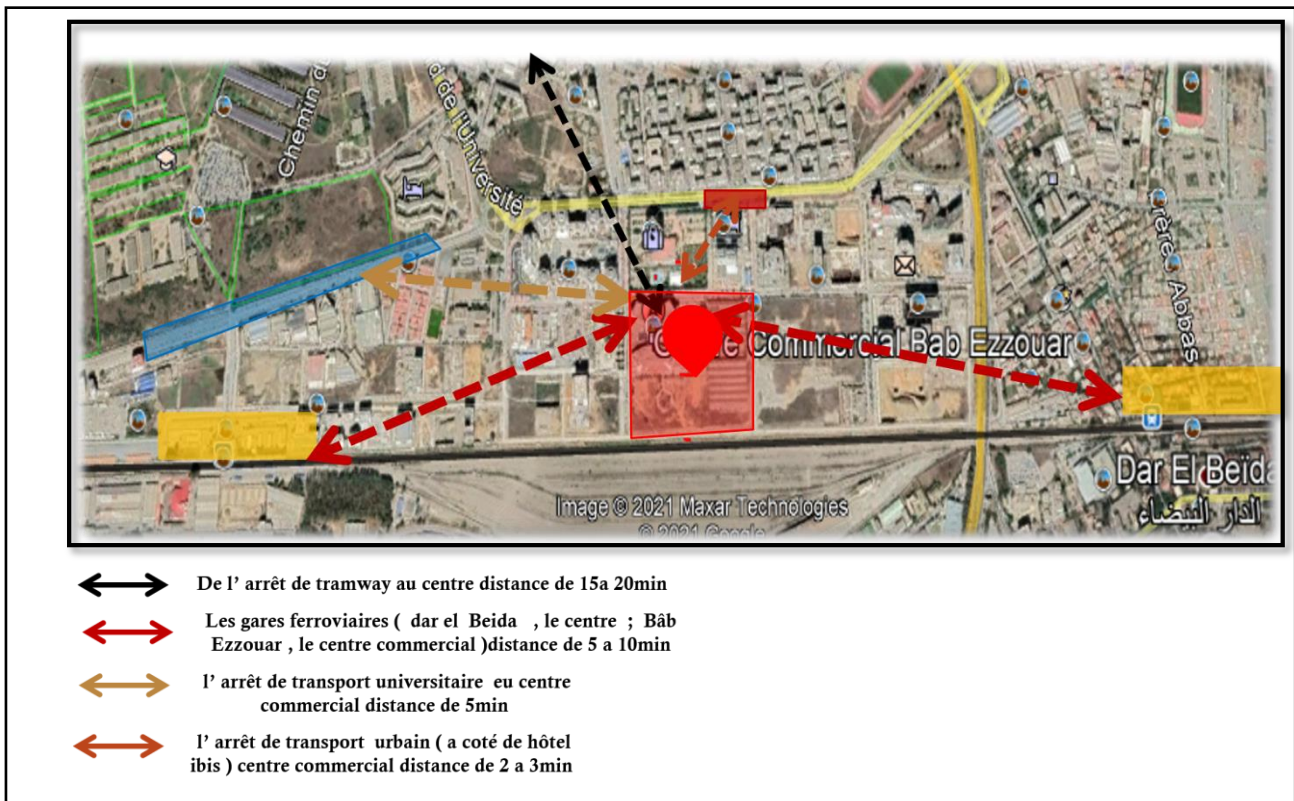


Figure 64: carte de transport source : Google earth traité par auteur

Malgré que le centre a une forte accessibilité mécanique mais il faut on prendre en considération tous les moyens de transport et surtout les pistes piétons pour l (les enfants, les adultes, les mobilités réduits, les âgés pour répondre aux besoins sociaux qui est l'une des piliers de développement durable.

III.6.1.3 L'intégration de la nature :

D'après de centre de recherche en Biotechnologies C.R.Bt, Constantine, Algérie

Tableau I: Statistiques sur les espaces verts en Algérie

Etat de préservation	Superficie totale (m ²) espace verts	Population totale (habitant)	Ratio (m ² /hab.)	Pourcentage (%)
Bon	260 102,28	11 58543	0.22	4.61 %
Moyen	2417425,56	1550816	1.55	42.89 %
Moyen à dégradé	2 678 226,98	2 810 117,00	0.95	47.52 %
Mauvais	279771,09	3358537	0.08	4.94 %
Total	5 635 525,91	8 878 013,00	0.7	100 %

Figure 65: statistique sur les espaces verts en Algérie source : centre de recherche en Biotechnologies C.R.Bt, Constantine, Algérie

- L ya une irrigation au niveau des espaces vert non aménagé en Algérie en générale
- Il faut intégrer les espaces verts dans les prochaines opérations urbaines pour valoriser le site et diminuer le réchauffement climatique

Chapitre III : Etude thématique du projet

La création des nouveaux accès pour assurer la continuité spatiale et visuelle de notre projet, par la création des corridors écologiques relier les parcs naturels et les espaces verts

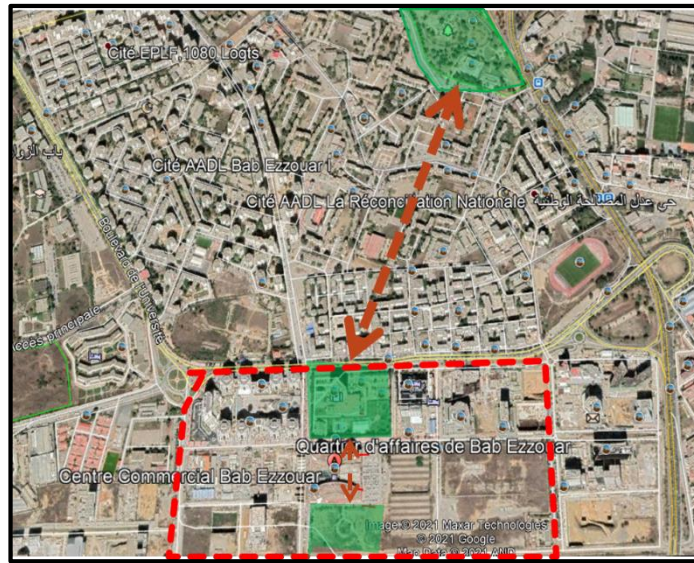


Figure 66: la carte des espaces vert source : Google earth traité par Auteur

III.6.1.4 Analyse spatial de projet :

III.6.1.4.1 Accessibilité de projet :

entrée	Rôle	Le pourquoi ?
Entrée principale sud est	Entrées principale	L'entrée qui proche de 2 gare ferroviaire selon la carte de transport
Entrée nord - ouest	Entrée principale	proche des hôtels de mercure et ibis Proche de l'arrêt de transport urbain
Entrée sud ouest	Entrée secondaire	Proche de complexe hôtelière Proche de l'arrêt de transport universitaire
L'entrée nord ouest	Entrée secondaire	Entrée de l'air de stationnements
Les entrées situées sur des axes nord, sud, est, ouest	Entrées des employeurs	sont proches de tout les moyens de transport, aire de stationnement

➔ Les entrées principales ➔ L'entrée travailleurs
➔ Les entrées secondaires



Figure 67: l'accessibilité de projet source: Google Earth édité par auteur

III.6.1.4.2 La forme architecturale :

Chapitre III : Etude thématique du projet

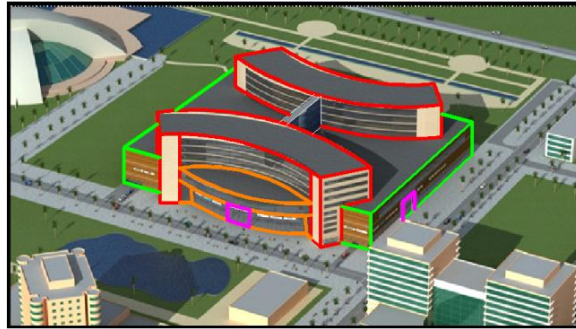


Figure 68: La forme du centre commercial et les différentes formes qui la composent. Source : SCCA

L'idée conceptuelle : le volume est le résultat d'une composition volumétrique constitué de deux volumes de base (le rectangle et l'ellipse) qui subissent à ces étapes pour arriver au volume final

RDC	1 ^{er} étage	2eme étage
Commerce : 67.7%	Commerce : 61.33%	Stockage : 4%
Circulation : 32.3 %	Circulation : 20.56%	Circulation : 30.57%
	Stockage : 6.12 %	loisir : 62%
		administration : 5.23%

Figure 69: les pourcentages de commerce dans chaque étage source : TOUIL M , M2GA MALL A AIN TEMOUCHENT , UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID DE

III.6.1.4.3 La circulation et organisation spatial :

-  Entrées principale est – ouest
-  Entrées secondaire Sud
-  Entrées travailleurs
-  Entrée – sortie de parking , services technique
-  Entrée – sortie de marchandise
-  L'entrée qui reliait le RDC et le sous sol (parking)

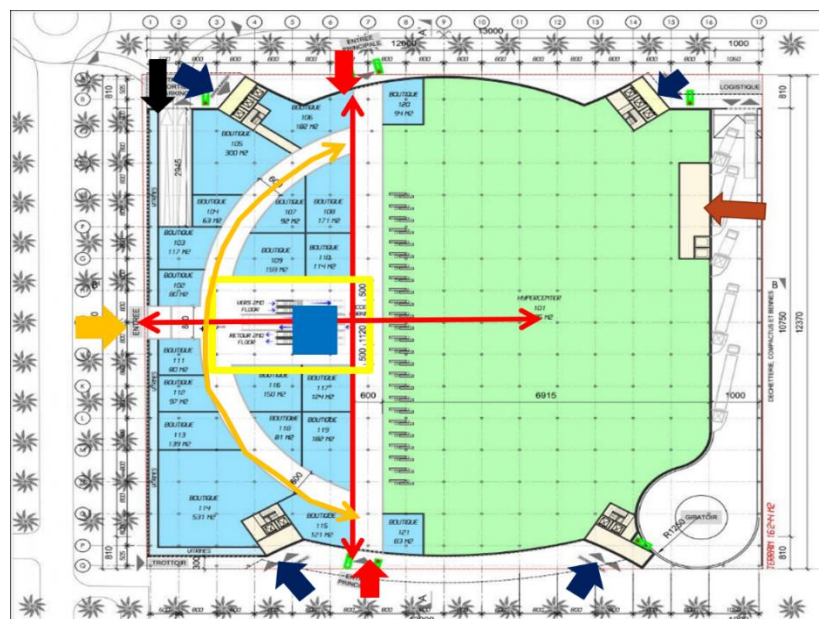


Figure 70: la circulation et organisation spatial source : <http://kaizen-archi.e-monsite.com/album/international/kz-alger-rdc-1.html> traité par auteur

Chapitre III : Etude thématique du projet

A- Pour les visiteurs on a 2 axes de circulation

L'accès à l'enceinte du centre est assuré par trois entrées principales. Ce nombre élevé d'entrées absorbe le maximum de flux dont chacune se situe sur une façade différente pour assurer une bonne accessibilité de tout côté du centre.

- Premiers axe de circulation située sur l'axe est et ouest qui dirige le flux vers espaces centrale (atrium)
- Deuxième axes de circulation située au sud donnant sur la réception, l'atrium et l'ensemble de magasins.

2type de circulation :

Circulation horizontale en boucle :

- Diriger le flux vers en endroits précis.
- Régler Les problèmes de visibilité, lisibilité.
- Être capables de se déplacer dans un bâtiment avec aisance et efficacité, sans se sentir ou être perdus.

Circulation vertical :

- Escalier
- Escalators
- Les ascenseurs

B- les entrées pour les travailleurs :

Le centre dispose 5 entrées, quatre sont réservées aux bureaux situés dans les deux segments d'arcs et bien sur les entrées de marchandises dans la partie nord de projet au se trouves les mans de charges, les dépôts et les services techniques.

Le centre dispose d'autres sorties, situant sur la façade Nord, réservées à l'évacuation en cas d'urgence (issus de secours). Plusieurs plans et signes sont disposés aux services des usagers du centre, dans chaque niveau, indiquant la position de ces sorties et les différents chemins qui facilitent l'évacuation en cas de danger¹²⁸.

¹²⁸ BENZIOUCHE, Wiam. Conformation architecturale et orientation spatiale dans les grands équipements. 2014. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider Biskra.

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.6.1.4.4 Organisation intérieur :

Le centre est d'une forme géométrique symétrique dotée d'un noyau central qui est l'espace le plus motivé représentant le cœur du projet. Les niveaux publics du centre sont organisés autour de ce noyau sur trois étages : les deux premiers sont consacrés aux commerces et le troisième aux loisirs et à la restauration. Ainsi, l'espace central est un vaste atrium en forme

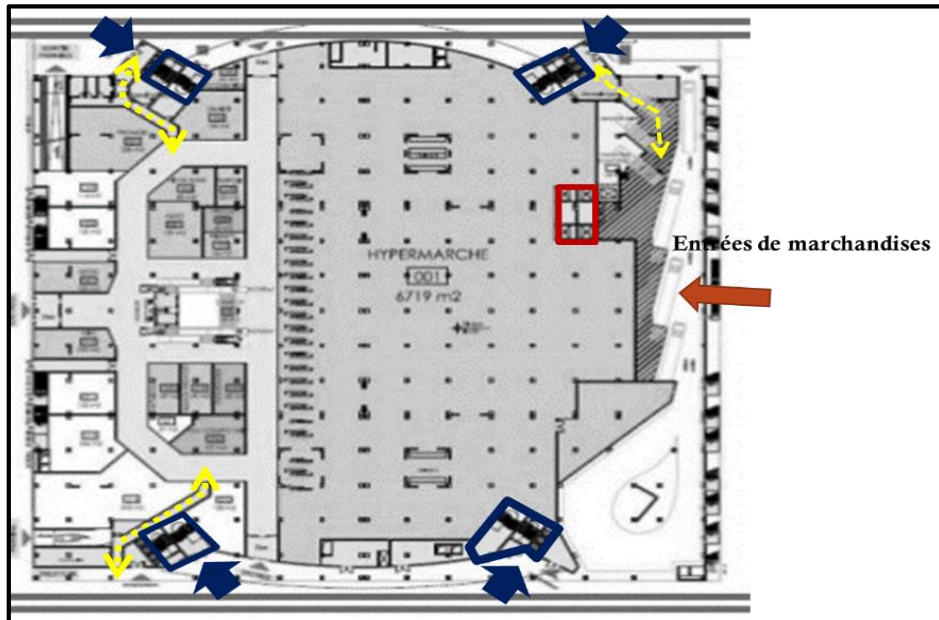


Figure 72: la circulation dans le centre commercial, source : <https://www.slideshare.net/sarra-1994/centre-de-bab-zouar> traité par Auteur

de rectangle abritant les escalators et deux principaux ascenseurs panoramiques qui constituent



Niveau	commerce	surface	La description
RDC	Univers de la mode : <ul style="list-style-type: none"> Boutique de près à porter boutiques de chaussures boutiques des enfants Boutiques d'habillements 	860m ²	<ul style="list-style-type: none"> Les boutiques est orienté au ouest et sud ouest pour profiter de la lumière naturelle dans les boutiques le soleil d'après-midi est le plus chaud et le risque qu'il fasse trop chaud surtout en été donc la protection solaire est nécessaire la répétition des fonctionnes de boutiques en tout les étages pour facilités au clients une milieuer shop La hypermarché s'occupe une surface de 6700 m² avec un espace de stockage et les dépôts et les zones de services et située au nord pour protégé certain marchandise contre la lumière et le soleil
	L'univers de la beauté: <ul style="list-style-type: none"> Bijouteries Boutiques hygiène et de soins boutiques de cosmétiques boutiques de parfumeries 	378m ²	
	• hypermarché	6719m ²	
	• Réseaux téléphonique	189m ²	

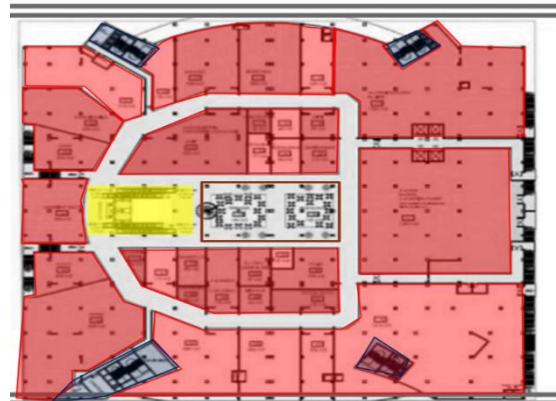
Figure 71 : plan RDC, source : <https://www.slideshare.net/sarra-1994/centre-de-bab-zouar> traité par Auteur

- hypermarché
- Les boutiques
- Les vestiaires et les sanitaires
- La circulation vertical vers les parking
- La circulation vertical vers les étages
- Espaces de service

les principaux éléments de la circulation verticale

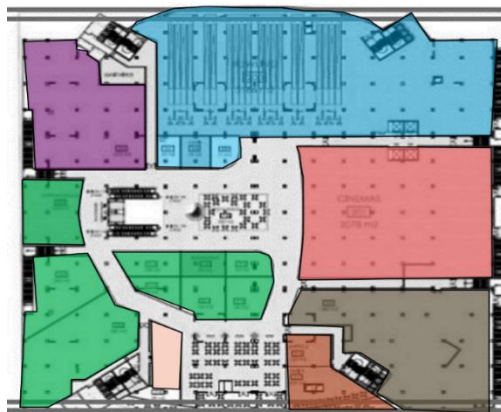
Chapitre III : Etude thématique du projet

	commerce	surface	Description
Étage	Univers de la mode : • Boutique de près à porter • Boutiques de chaussures • Boutiques des enfants • Boutiques d'habillements	2238m ²	Le centre contient des grandes magasins répartis sur toute l'étage, leur principe de distribution suit un parcours en boucle, leurs devantures intérieures sont en verre claire
	L'univers de la beauté: • Bijouteries • Boutiques hygiène et de soins • Boutiques de cosmétiques • Boutiques de parfumeries	1134m ²	
	Restaurant • Fashion plante • électroménager	202m ² 2291m ² 421m ²	



- Les boutiques
- La circulation vertical vers les étages
- Les vestiaires et les sanitaires

Figure 73: plan 1 étage, source <https://www.slideshare.net/sarra-1994/centre-de-bab-zouar> traité par auteur



	commerce	surface	Description
2Étage	• Cinéma • Salle de bowling • Restaurants • Poutique de beauté • Local prière • Salle de sport et fitness	2006m ² 3175m ² 2268m ² 630m ² 59m ²	• Les espaces de loisir et les restaurants occupe la 2 étage avec une terrasse accessible • Les restaurants et les cafétérias situées au sud pour une millieur aération et éclairage naturelle
	Administration	1600m ²	

- Cinéma
- Salle de bowling
- Finesse et sport
- restaurant
- cafétéria
- Espace de loisir orchestra land
- Beauté et prière

Figure 74: plan 2ème étage, source: <https://www.slideshare.net/sarra-1994/centre-de-bab-zouar> traité par auteur

III.6.1.4.5 Le mode de fonctionnement visuelle du projet

L'accessibilité visuelle et offre, également, un bon accès visuel aux différents endroits au niveau de l'étage même ainsi qu'au niveau des différents étages. Il résout, principalement, les problèmes liés à l'accessibilité visuelle pour les magasins qui l'entourent ce qui n'est pas forcément le cas pour les magasins situés sur les couloirs secondaires

Les cloisons, qui séparent les différentes boutiques, sont en vitrage ce qui augmente de plus l'accessibilité visuelle entre les espaces de circulation et ceux de commerce. Ils

Chapitre III : Etude thématique du projet

permettent, également, aux usagers de connaître le type de commerce et des produits exposés dans chaque boutique sans pénétrer .¹²⁹



III.6.1.4.6 Le bilan énergétique :

Figure 75: la consommation énergétique de centre , source : Saad Eddine.2019.

l'énergie grise de divers matériaux de construction¹³⁰:

Tableau n°3.4 : La consommation énergétique de CCLB de 2018.
Source : Saad Eddine.2019.

Mois	Valeur de Consommation en KWh/Mois	Valeur de Consommation en DA
Janvier	826128	3911717.75
Février	909997	4191807.87
Mars	1048505	4931492.76
Avril	1073019	5012595.55
Mai	1229753	5268961.25
Juin	1129852	5252765.64
Juillet	1649078	7362604.26
Aout	1705426	7578179.24
Septembre	1553868	6992212.83
Octobre	1297193	5964572.23
Novembre	1015487	4972775.58
Décembre	1172389	5284128.32
Total	14610695	66723813.28

Le béton est un matériau omniprésent avec une millieur isolation phonique mais de point de vue écologique c'est matériaux polluant, Le béton serait responsable de 4 à 8 % des émissions mondiales de CO2

Tableau 9: l'énergie grise des matériaux de construction source: <https://www.ecoconso.be/fr/L-energie-grise-des-materiaux-de>

Énergie grise des murs porteurs :	Type de matériaux	Energie grise
	Béton poreux (cellulaire)	200 kWh/m ³
	Brique silico-calcaire creuse	350 kWh/m ³
	Brique terre cuite (nid d'abeilles)	450 kWh/m ³
	Béton	500 kWh/m ³
	Brique silico-calcaire de parement	500 kWh/m ³

¹²⁹ BENZIOUCHE, Wiam. Conformation architecturale et orientation spatiale dans les grands équipements. 2014. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider Biskra.

¹³⁰ <https://www.ecoconso.be/fr/L-energie-grise-des-materiaux-de>

Chapitre III : Etude thématique du projet

	Brique terre cuite perforée	700 kWh/m ³
	brique ciment	700 kWh/m ³
	brique terre cuite pleine	1 200 kWh/m ³
	béton armé	1 850 kWh/m ³
	brique terre crue	120 kWh/m ³
Energie grise des métaux :	Acier	60 000 kWh/m ³
	Cuivre	140 000 kWh/m ³
	Zinc	180 000 kWh/m ³
	Aluminium	190 000 kWh/m ³

III.6.2 Wooden Orchids, le centre commercial éco-responsables

III.6.2.1 Fiche technique

STATUT : Gagnant de la Mention Honoraire dans la catégorie professionnelle

LIEU: Mount Lu Estate of World Architecture - MOLEWA, Ruichang, Jiangxi Province, China

DIMENSION DU TERRAIN: Terrain 5 = 20 912 M²

SURFACE CONSTRUITE : 30 000 M²

PROGRAMME : Centre commercial éco-responsables, Bibliothèque publique, Centre sportif, Cours de produits bio, Marchés fermiers



Figure 76: wooden orchids= centre commercial ,source:<https://aasarchitecture.com/2015/05/wooden-orchids-green-shopping-center-for-china-by-vincent-callebaut-architectures.html/>

III.6.2.2 Politique de création :

Sur la rive sud du fleuve Yangtze, le projet est conçu comme une solution innovante et nouvelle au principal problème socio-économique de la Chine : la migration de la population

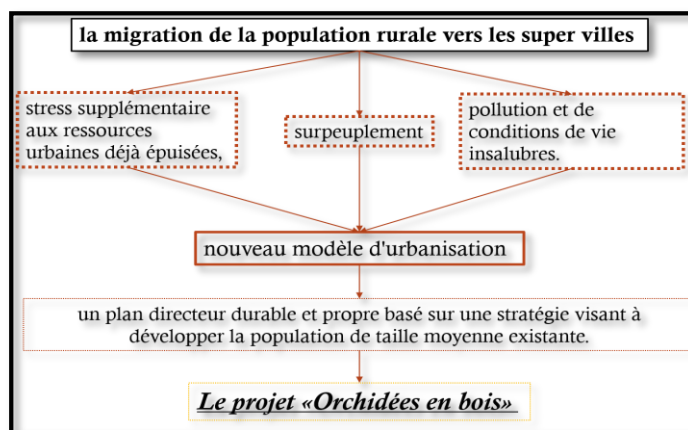


Figure 77:le politique de création de projet source : Auteur

Chapitre III : Etude thématique du projet

rurale vers les super villes. Cet exode rural massif a créé un stress supplémentaire pour les ressources urbaines déjà étirées, entraînant des incidences largement signalées de surpeuplement, de pollution et de vie insalubre.

Le projet « Wooden Orchids » est directement intégré dans un nouveau modèle d'urbanisation appelé « The Flower Ocean / Huayan Township », un plan directeur durable et propre se développant sur la base d'une stratégie visant une population existante de taille moyenne¹³¹

Comment l'architecte intégré l'environnement dans son projet ?

Le projet s'inspire de la structure organique et spontanée du village voisin de Wu Yuan (qui est l'un des sites de logement rural traditionnel les mieux préservés et les mieux distingués de Chine). Son architecture renforce écosphère bio-diversifiée du lac Poyang, le plus grand lac d'eau douce de Chine et les habitats d'oiseaux.

Le projet veut créer un sentiment d'appartenance lié à l'histoire, à la géographie et au climat tropical de cette magnifique région, et en même temps, il vise à atténuer les effets du changement climatique par des solutions innovantes à des fins commerciales et culturelles. L'expression culturelle consiste à fusionner l'Histoire et la Nature dans le projet architectural afin de créer une impression durable et une résonance émotionnelle sur les visiteurs de cette destination touristique. L'objectif est de promouvoir un « vivable », connecté et un développement avec un mélange dynamique d'usages privés et publics encourageant la vie, l'apprentissage, le travail et le service éco-responsables.¹³²

III.6.2.3 Analyse de plan de masse

La forme urbaine construit dans un ensemble cohérent qui favorise l'harmonie entre l'habitat humain et le monde naturel grâce à des approches de conception bien intégrées à son site.

Les deux parcelles de 75m x 120m suivent les proportions du nombre d'or 1 : 1,618. Les nombres de Fibonacci sont intimement liés au nombre d'or. Ils apparaissent également dans des

¹³¹ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

¹³² <https://www.arch2o.com/wooden-orchids-vincent-callebaut-architectures/>

Chapitre III : Etude thématique du projet

contextes biologiques, tels que la ramification des arbres, la disposition des feuilles sur une tige.....¹³³

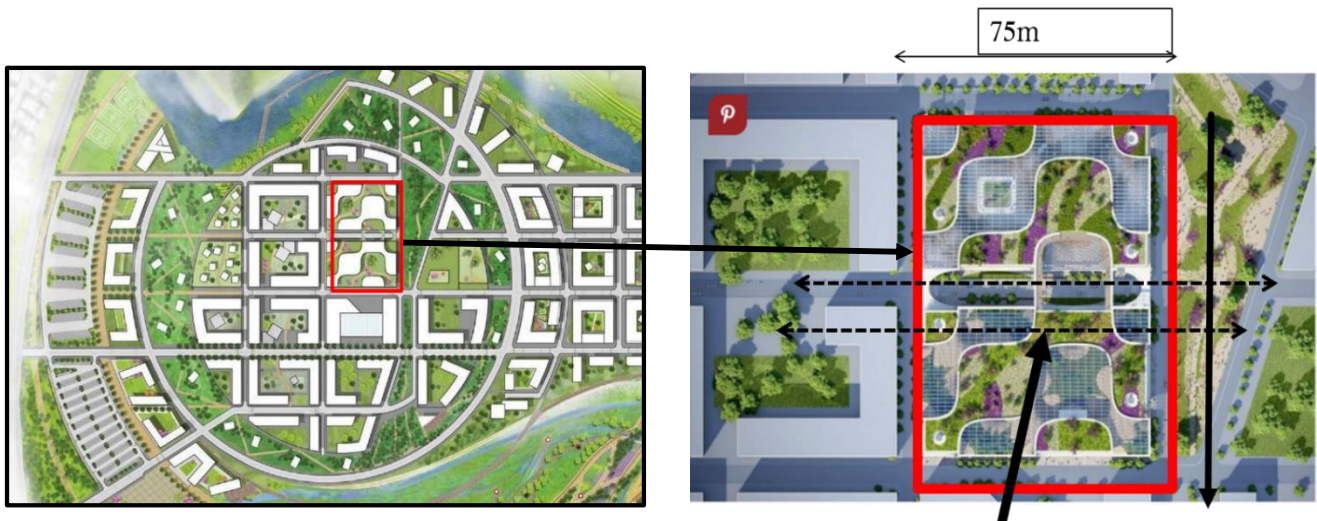


Figure 78: le plan de masse de projet source : <https://www.arch2o.com/wooden-orchids-vincent-callebaut-architectures/>

III.6.2.3.1 L'architecture de volume

Architecture Biomimétisme inspirée des pétales d'orchidées traduites en surface mathématique minimale devenant le module de structure en bois du complexe commercial.



Figure 79: les pétales d'orchidées , source :

Pourquoi orchidées ?

- Le symbole de la fécondité.
- La notion d'équilibre ultime et de durabilité.
- L'orchidée est le symbole du printemps.

La reine des plantes parfumées.

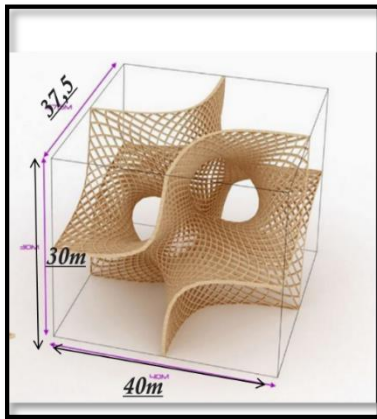
Le projet architectural propose un concept store 2.0 hautement connecté et crée des espaces conceptuels fluides, évolutifs et très modulables. Les installations polyvalentes sont intégrées étant donné que le volume touristique fluctue largement en fonction des saisons ou des jours fériés

Comment l'architecte obtenu ce forme¹³⁴ ?

¹³³ <https://www.arch2o.com/wooden-orchids-vincent-callebaut-architectures/>

¹³⁴ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

Chapitre III : Etude thématique du projet

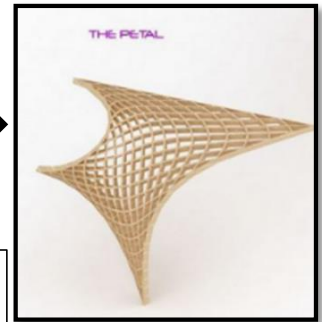


Etape 02

Figure 82: la boîte à orchidées en bois préfabriqué, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

Ce pétale en bois préfabriqué et standardisé - le module de base

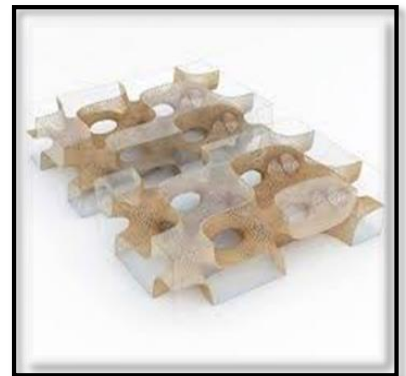
Boîte à orchidées en bois : Répété 16 fois dans l'espace pour créer une orchidée complète inscrite dans une boîte, la « boîte à orchidées en bois ».



Etape 01

Figure 81: pétale en bois préfabriqué, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

Chaque tracé du complexe commercial est créé par 6 répétitions symétriques et / ou asymétriques de ce module de base. Les 12 modules assemblés forment l'ensemble du projet relié par des passerelles au-dessus de la rue Est-Ouest.



Etape 04

Figure 80: la structure finale de projet, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

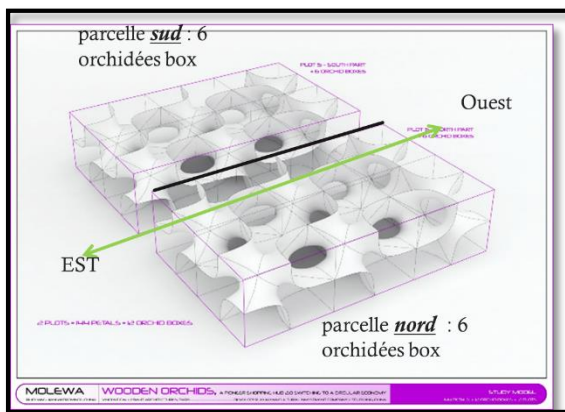


Figure 83: les parcelles nord et sud de projet, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

A partir de cette logique géométrique et structurelle basée sur la « boîte à orchidées », les 2 parcelles sont conçues de deux manières différentes : additive ou sous-active

III.6.2.3.2 Architecture des façades :

Les façades conçues selon un principe de l'addition et les soustraction des modules de

Les façades organiques avec une notion de fluidité de l'harmonie entre le plein et le vide entre la lumière et l'ombre



Figure 84: les façades de projet , sources : <https://www.arch2o.com/wooden-orchids-vincent-callebaut-architectures/>

III.6.2.4 Analyse spatial et fonctionnelle :



Figure 85: plan de masse de projet , source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

La parcelle Nordiques:

- Les auditoriums
- Cinéma
- La bibliothèque publique
- La salle d'exercice physique
- Les services de restauration

La parcelle sud :

200 boutiques promouvant les produits bio, les produits écologiques avec un marché fermier

III.6.2.4.1 Accessibilité de projet :



Figure 87: les coupes de centre commercial Wooden Orchids, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorhids/woodenorhids/projects



Figure 86: plan d'ensemble, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorhids/woodenorhids/projects traité par Auteur

Le RDC de projet contient 3 parking en hauteur
1 dans la partie sud et 2 partie nord

Au niveau de RDC le projet est accessible partout les directions et façades selon la notion de marché ouvert en RDC

L'architecture organique qui en résulte vise à définir le paysage et la forme construite ensemble dans un ensemble cohérent qui favorise l'accessibilité piéton



-  Accessibilité de projet mécanique
-  Accessibilité de projet piéton



Figure 88: vue d'intérieur du projet, source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorhids/woodenorhids/projects

III.6.2.5 Les 8 technologies clés intégrées dans le design vert :

Wooden Orchids » accorde une grande importance à la durabilité par l'application des derniers principes de conception durable, notamment :

- Transport à faible émission de carbone,
 - Infrastructure verte
 - Sources d'énergie renouvelables
 - Technologies de ville intelligente
 - Matériaux de construction naturels et techniques de construction innovantes.
- Pour quel objectif ?

Chapitre III : Etude thématique du projet

1-créer un nouveau prototype de complexe commercial et une nouvelle expérience commerciale et culturelle co-responsable

2-combinant principes bioclimatiques passifs et technologie des énergies renouvelables pour assurer 70% d'économie d'énergie.

3-diminuer son empreinte carbone

4-recycler une partie de ses propres déchets comme les eaux grises et les déchets organiques par exemple¹³⁵

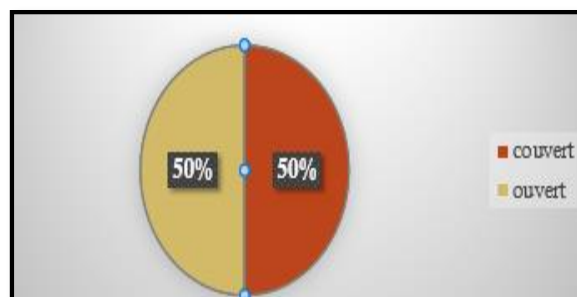
III.6.2.5.1 Mobilité faible en Carbone

1-un parking public clé à plusieurs niveaux est prévu sous l'Axial Park en face du complexe commercial et concentre les visiteurs arrivant en voiture dans la zone centrale de Molewa

2-Dans ce nouvel environnement, les piétons et les cyclistes auront la priorité et la réduction de la vitesse des véhicules offrira un espace plus sûr pour que les gens puissent marcher ou faire du vélo. Un parking à vélos radiant sera inclus autour de chaque pilier vert du projet afin d'encourager l'utilisation du vélo pour les déplacements à destination et en provenance des différentes zones et du reste de la ville¹³⁶.

III.6.2.5.2 Paysage pro-actif

Le projet commercial est intégré dans un milieu au il y A une grande riche de la biodiversité jardin de fleurs. Les jardins, les arbres, les plantations et la nature le projet est implanté dans 2 terrain et relier avec des parcelles en offrant un espace ouvert et un réseau informel de liens piétonniers



C'est un stratège de conception pour intégrer le paysage urbain dans l'architecture et crée un harmonier et une relation avec son environnement immédiat

La notion de corridors écologique est présente

Les empreintes de bâtiments couvrent environ 50% de la superficie du site, offrant de

¹³⁵ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

¹³⁶ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

III.6.2.5.3 Écolte de l'eau urbaine par les jardins de pluie :

Les paysages de rue, les places et les parkings contribueront à capter, filtrer et collecter l'eau de pluie à travers une série de « jardins pluviaux »¹³⁷

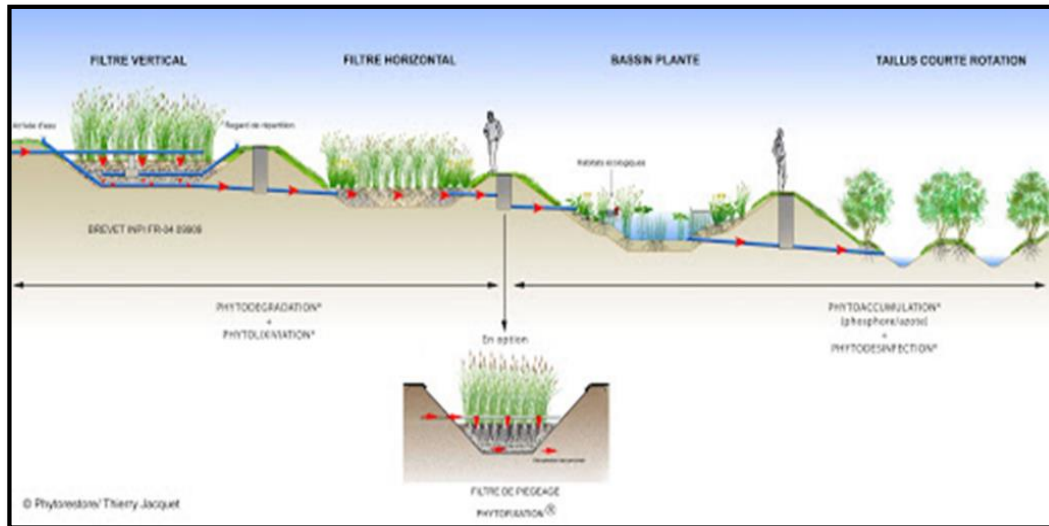


Figure 89: jardin pluviale , source : <http://www.phytostore.com/fr/component/content/article.html?id=12>

III.6.2.5.4 Système de refroidissement et de chauffage géothermique passif :

Le système géothermique peut réduire pendant l'été ou augmenter la température pendant l'hiver de 5 à 8 ° C dans les espaces intérieurs pendant une vague de chaleur ou de froid en utilisant pratiquement pas d'électricité.

Mode de fonctionnement :

Il consiste à faire passer une partie d'air frais et / ou d'eau douce à travers des canalisations enfouies à environ 2 à 3 mètres dans le sol, sous les fondations du bâtiment, avant son entrée dans le complexe commercial. En été, à l'inverse, le sol est plus frais que la température extérieure : cet astucieux « puits » va utiliser la fraîcheur du sol pour tempérer l'air¹³⁸.

¹³⁷ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

¹³⁸ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids

Chapitre III : Etude thématique du projet

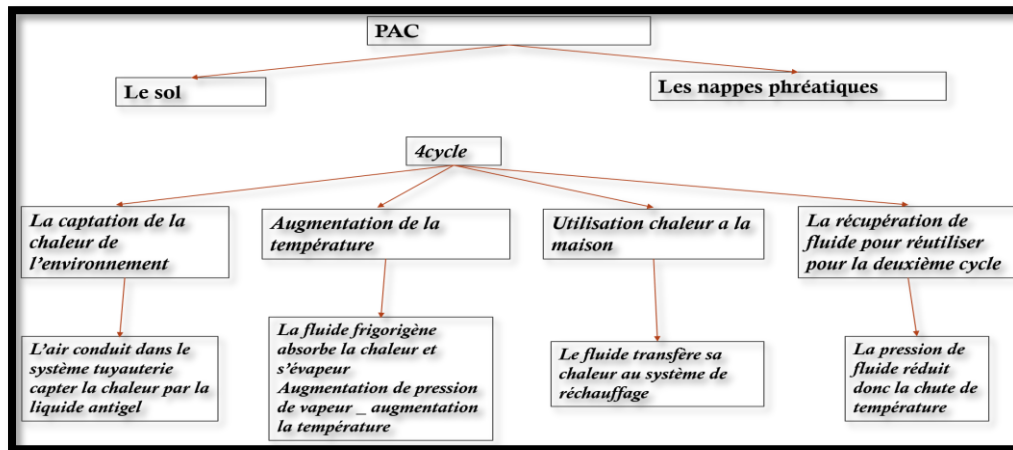


Figure 90:principe de fonctionnement le PAC
source : auteur

III.6.2.5.5 Sources d'énergie renouvelables :

L'utilisation d'énergie durable et le développement des énergies renouvelables sont encouragés par le plan directeur. L'orientation et la volumétrie des bâtiments ont été soigneusement étudiées pour profiter de la lumière du jour et éviter un ombrage excessif. Une stratégie d'orientation orientée sud a été appliquée¹³⁹.

Dans le projet, de grands panneaux solaires Dans le projet sont t'inclinés sud couvrent 50% de la surface de chaque parcelle et génèrent une grande partie de l'électricité.



Les tubes verre-métal collectant la chaleur du soleil et chauffant l'eau sont également intégrés dans les auvents solaires.

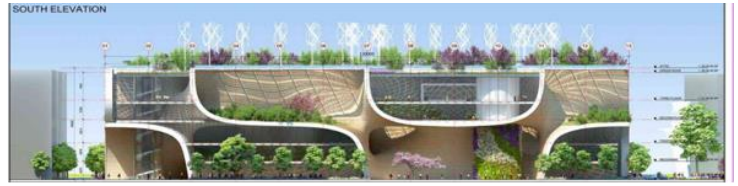
Les cellules solaires et les tubes solaires sont disposés dans une double couche de verre facile à nettoyer pour garder un maximum de luminosité dans les espaces publics.

¹³⁹ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids

Chapitre III : Etude thématique du projet

Des éoliennes à axe vertical sont implantées sur le toit paysager afin de profiter des vents dominants et de générer un maximum d'électricité

Un nouveau prototype d'éclairage urbain autonome en énergie, « Le Phylolight », est intégré.



III.6.2.5.6 Jardins et jardins communautaires sur les toits :

Sur le toit des « Orchidées en bois », l'objectif est de transformer le toit en un nouveau lieu d'innovation pour la vie sociale de tous les visiteurs, Ce grand jardin dans le ciel intégrera des aires de jeux pour les enfants, des espaces sportifs, des jardins potagers et des vergers.

Ce toit vert sera une couche d'isolation parfaite au-dessus des niveaux résidentiels pour réduire le réchauffement urbain¹⁴⁰.



Figure 92: plan de masse de projet , source :https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects



Figure 92: vue à l'intérieur de centre , source :https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects

Les noyaux en béton du projet intégrant des écoulements verticaux sont recouverts de murs végétalisés florissants permettant de réduire les températures globales du bâtiment

Le noyau en béton leur tube d'écoulement les eaux pluviales et les eaux usées de centre vers le sol La surface des plantes, suite à la transpiration, diminue de plus de 4 à 5 ° C sous l'air ambiant.

Les murs vivants peuvent également être des moyens de réutiliser l'eau. Les plantes peuvent purifier l'eau légèrement polluée (comme l'eau grise) en absorbant les nutriments

¹⁴⁰ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids

Chapitre III : Etude thématique du projet

dissous. Les bactéries minéralisent les composants organiques pour les rendre disponibles aux plantes.¹⁴¹

III.6.2.5.7 Matériaux durables et technologies de construction innovantes

Les matériaux naturels, organiques et recyclés liés au processus de construction en bois traditionnel chinois correspondent à l'objectif du client de fournir une philosophie économiquement durable à faible émission de carbone.

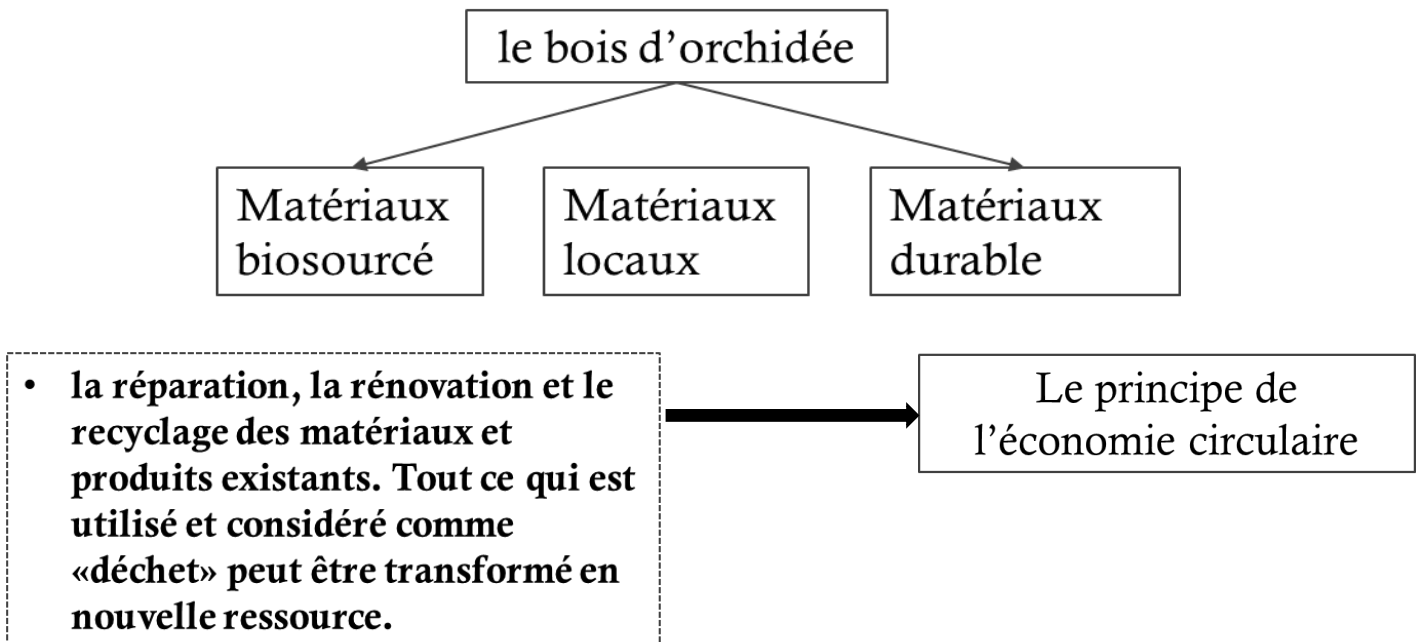
L'utilisation de meubles recyclables et / ou recyclés (Cradle to Cradle) est recommandée aux futurs locataires afin de diminuer leur empreinte carbone.¹⁴²



Figure 94: la structure de centre , source :https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchi ds/woodenorchi ds/projects



Figure 93: vue à l'intérieur de bibliothèque , source :https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchi ds/woodenorchi ds/projects



¹⁴¹ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchi ds/woodenorchi ds/projects

¹⁴² https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchi ds/woodenorchi ds/projects

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.6.2.5.8 La ventilation et l'éclairage naturelle ;

La manière de position les étages et la composition formelle de projet permet d'assurer une bonne ventilation naturelle et un millieur éclairage naturelle tout la journée

Le vide dans la parcelle sud est une pleine dans la parcelle nord Donc l'architecte joue sur le plein et le vide dans ces plans ¹⁴³



Figure 95: l'énergie éolienne intégré dans le centre commercial , source : https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorhids/woodenorhids/projects

III.6.2.5.9 Programme

Espaces	nombre s	surfaces	Description
RDC sud :			
• Boutiques	34	184m ²	<ul style="list-style-type: none"> Des grandes surfaces réservé pour les boutique de la nature comme marché des fleurs et ferme organique Les parking mécanique en hauteur Des grandes espace de détente répartie sur 3 niveau aménagé par des fleur et des planté pour rafraichir l'air intérieur Les boutiques sont aérées et éclairé tout la journée grâce a le système de composition et de conception géométrique
• Boutiques 2	5	368m ²	
• Boutiques 3	4	156m ²	
• Marcher de fleurs	1	368m ²	
• Marcher de ferme organique	1	1472m ²	
• Espace de détente		736m ²	
• Sanitaire	3	95m ²	
• Parking en hauteur	2	276m ²	
• Espaces de circulation vertical	4	178,5m ²	
• Mont de charge	3	70m ²	
Etage sud:			
• Boutiques	27	18m ² - 184m ²	<ul style="list-style-type: none"> Les boutiques sont relié entre eux par des passerelles panoramiques La circulation dans le centres un peu difficile permet de créer une sens de perdu et de stresse Les couloires sont courbé et le confort visuelle est manque
Etage nord			
• Salle d'internet	1	736m ²	<ul style="list-style-type: none"> La manière de positionnement de 2 étage permet de crié des espaces ouvert pour la ventilation et la lumière naturelle dans le centre et
• Culture africain	1	736m ²	
• Culture océanien	1	368m ²	
• Culture chinoise	1	1842 m ²	
• Sanitaire	1	73,6m ²	
• Administration	1	368m ²	
2etage sud			
• Boutiques	18	48m ² 180 m ²	<ul style="list-style-type: none"> Les boutiques sont relié entre eux par des passerelles panoramiques La circulation dans le centres un peu difficile permet de créer une sens de perdu et de stresse Les couloires sont courbé et le confort visuelle est manque

¹⁴³ https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorhids/woodenorhids/projects

Chapitre III : Etude thématique du projet

<u>2 étage nord</u>			
• <u>Culture européennes</u>	<u>1</u>	<u>2220m²</u>	
• <u>Salon de thé</u>	<u>1</u>	<u>183,4m²</u>	
• <u>Bibliothèque</u>	<u>1</u>	<u>454m²</u>	
• <u>Culture américain</u>	<u>1</u>	<u>490m²</u>	
<u>3 étage sud /</u> <u>les boutiques de différente surface :</u>	<u>33</u>	<u>(24 – 200) m²</u>	
<u>3 étage nord :</u>			
• <u>salle de fitness</u>	<u>1</u>	<u>2024m²</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Le dernier étage réserve pour les loisir et le sport avec des selles de grande surfaces • Les restaurants sont repartie sur tout les étages avec des espace de détente aménager par des fleurs et les arbres • Le club de santé sont des espaces de soin et de exposition et de Conscience pour millieur vie sans maladie
• <u>Salle de fitness 2</u>	<u>1</u>	<u>736m²</u>	
• <u>Restaurant</u>	<u>1</u>	<u>736m²</u>	
• <u>Club de santé</u>	<u>1</u>	<u>736m²</u>	

III.6.3 Exemple 3 : Zorlu – Istanbul – Turkey plan

How Landscape Design Became the Most Important Feature of Zorlu Center

Architectes: Emre Arolat Architects,
Tabanlıoğlu Architects

Lieu : Istanbul, Turquie à la jonction de la connexion européenne du pont du Bosphore et de l'axe Büyükdere qui relie le centre-ville au quartier d'affaires Maslak Istanbul Turquie

Superficie : 639,0 m²

Constructeur : industrie de la construction
Akturk



Figure 96: centre commercial zorlu centre, source : https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.tripadvisor.fr%2FShowUserReviews-g293974-d6028529-r700453959-Zorlu_Center-

III.6.3.1 L'aménagement paysager est devenu l'élément le plus important. Sur le site du projet :

Le projet est influencé par 3 élément physique :

- 1- la présence de la trame vert tout autour de projet
- 2 – terrain en pente
- 3- le Bosphore et la colline
- 4- la forme de projet

Chapitre III : Etude thématique du projet

C'est conception qui rassemble l'espace ouvert, semi ouvert et fermé, le bâtiment c'est un modèle de l'intégration de la végétation dans le projet de manière faire la continuité urbaine entre l'environnement immédiat et le projet (les places et les jardins).

Ces zones soient entièrement conçues comme faisant partie de la nature, l'environnement créé permet à la fois la conservation de l'eau et un nouveau microclimat

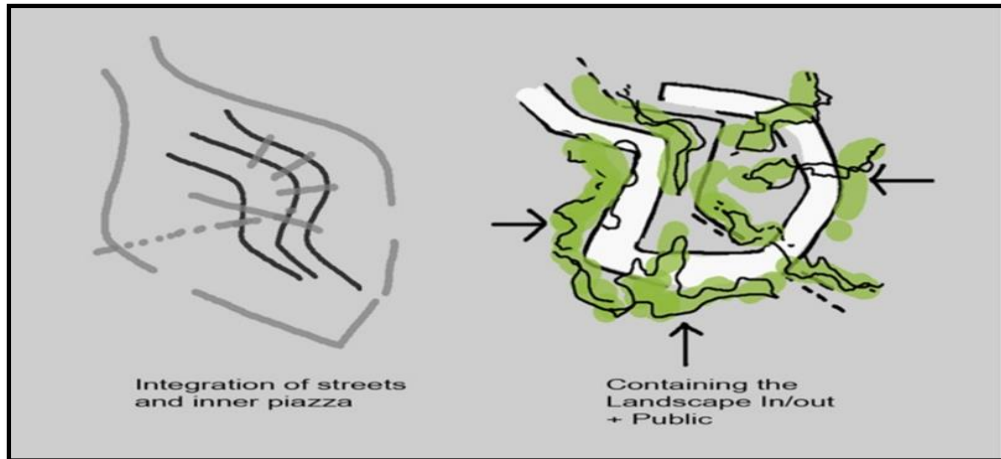


Figure 97:l'intégration de la nature dans le projet, source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?g2_itemId=36539

Dans le prolongement d'une vallée reliée aux rives du Bosphore, le terrain, qui était autrefois une colline, a été à nouveau transformé en une colline verdoyante et la topographie a été restaurée à Istanbul.

Le but de projet est faire la continuité de silhouette entre le Bosphore, la colline et le projet La connexion directe indique la forte relation physique avec le paysage urbain existant.

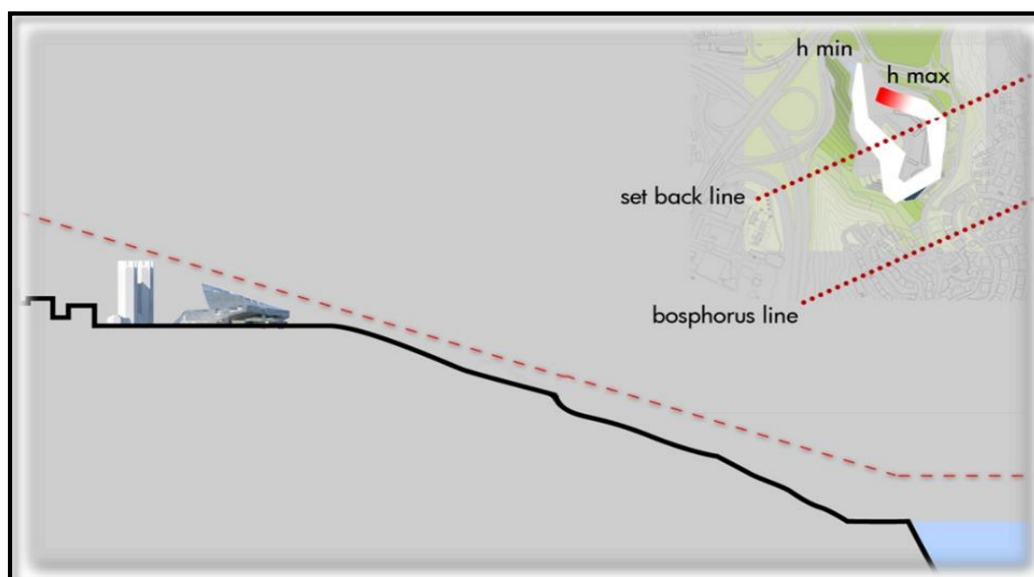


Figure 98:schema explicatif de l'intégration de projet dans son environnement source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?g2_itemId=36501

L'idée de projet :

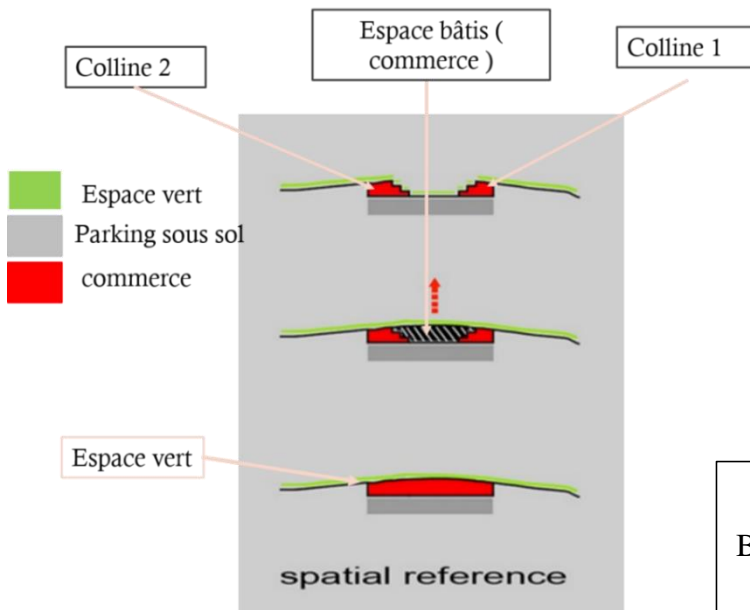


Figure 100: schéma explicatif l'idée conceptuelle de projet , source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?g2_itemId=36537

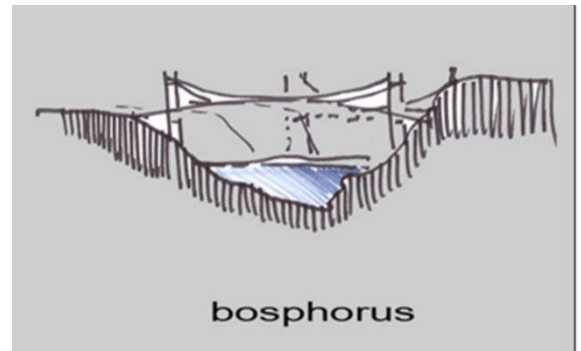


Figure 99: l'idée conceptuelle , source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?g2_itemId=36537

L'idée conceptuelle est inspirée par le Bosphore avec une continuité visuelle

Le centre commercial conçu comme un pont qui relie de 2 collines et recouvert par un espace vert pour assurer la continuité verte

III.6.3.1.1 Accessibilité piéton et mécaniques:

Le projet encourage la circulation piétonne plus que la circulation mécanique

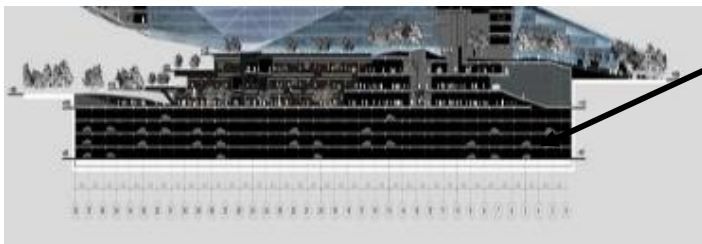


Figure 102: coupe sur le parking sous sol , source : <https://v3.arkitera.com/p271-.html?year=&aID=2024>

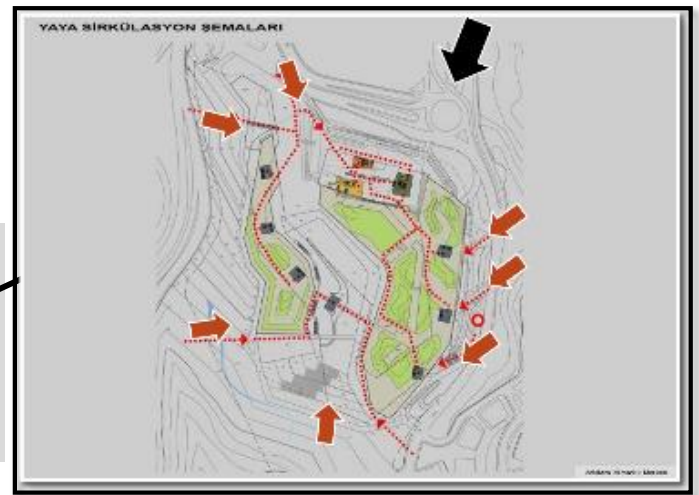
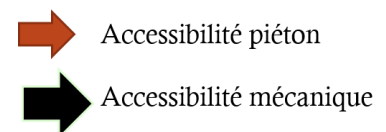


Figure 101: l'accessibilité de projet , source : <https://v3.arkitera.com/p271-.html?year=&aID=2024>



Chapitre III : Etude thématique du projet

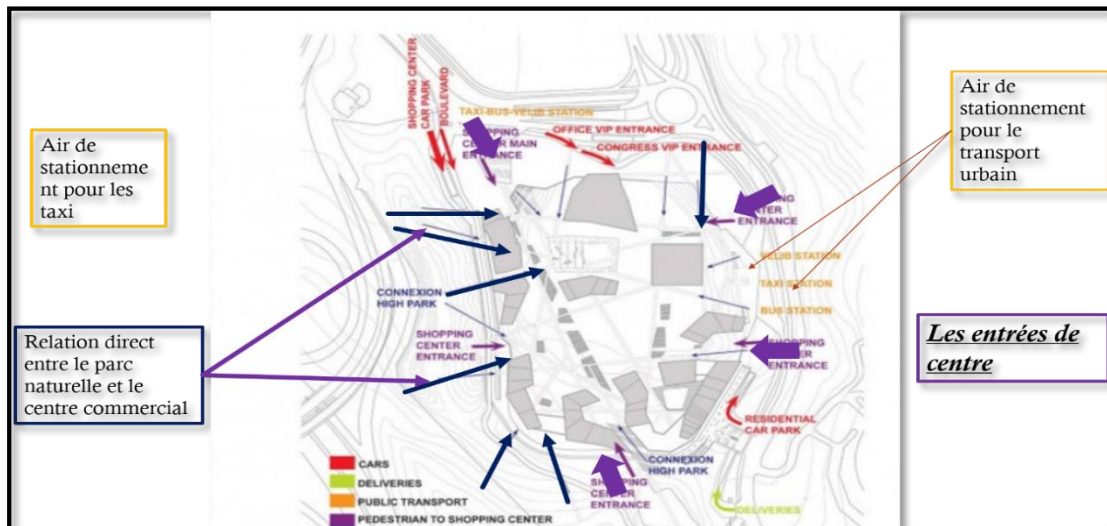


Figure 103: carte de transport et les aires de stationnement source : <https://www.gadarchitecture.com/en/zorlu-center--istanbul>

III.6.3.2 Architecture paysagère de zorlu centre :

Il y a une hiérarchisation entre l'extérieur et l'intérieur de l'espace avec une relation directe entre le Park naturelle et le centre commercial.

Les esplanades et les aires de jeux :

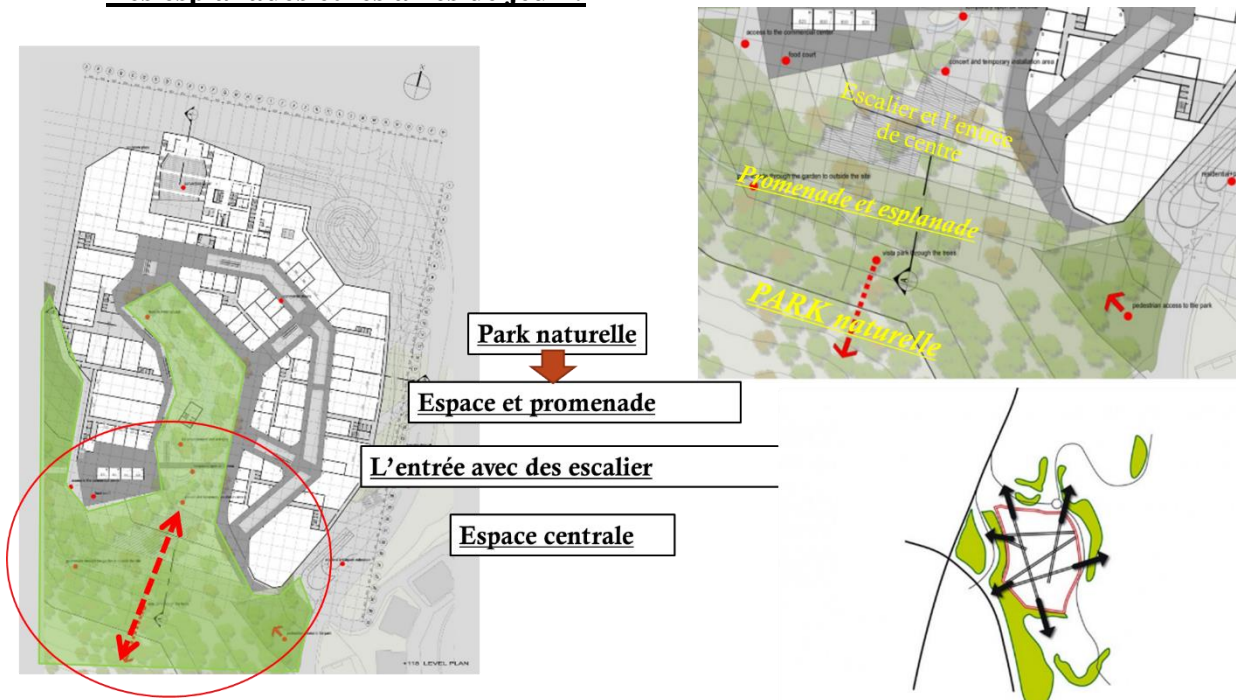


Figure 104: l'architecture paysagère de zorlu , source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=36549 traité par Auteur

Plus que 60 pourcent de surface totale de terrain est réservé pour les esplanades, les aires de jeux et détente, Des îlots de verdure dominant l'image de la place principale, qui rappelle une grande terrasse ensoleillée. Ici, l'élément eau est également à la maison et les faisceaux

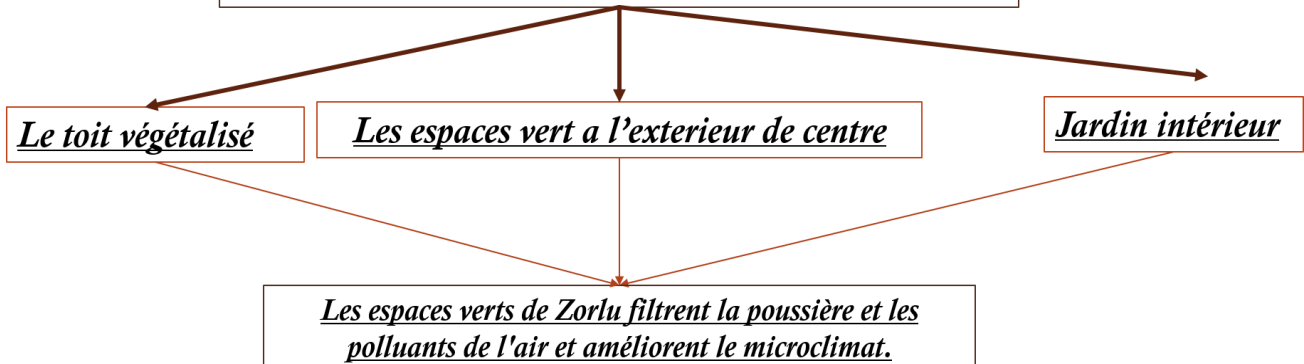
Chapitre III : Etude thématique du projet

lumineux sont réfléchis par une grande piscine centrale et une série de cours d'eau étroits s'étendant. Et dans tout l'espace, un certain nombre d'options de sièges invitent les visiteurs à se détendre et à boire un café.¹⁴⁴



Figure 105: les esplanades et les aires de jeux de zorlu centre ,source : <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives>

Le centre commercial zorlu centre a une architecture paysagère spécifique pour un climat méditerranéen répartie en 3 espace :



Le Centre Zorlu présente un majestueux espace vert de 120 000 m². Près de 60% de la superficie totale (environ 72 000 m²) est située sur des toits, notamment sur la topographie du grand espace vert en forme d'anneau de 45 000 m² qui s'élève du niveau du sol vers le haut

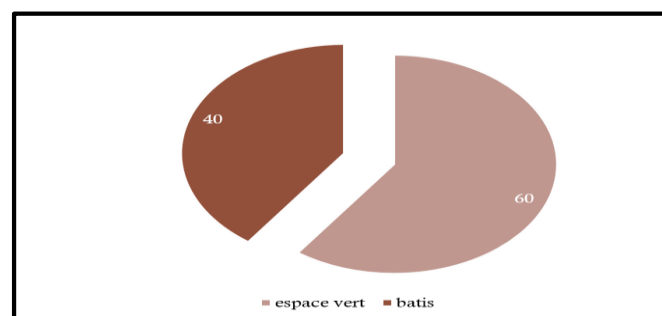


Figure 106: le pourcentage des espaces vert et le bâtis dans le centre source : Auteur

¹⁴⁴ Site web « <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives> »

Chapitre III : Etude thématique du projet

Des îlots de verdure dominent l'image de la place principale, qui rappelle une grande terrasse ensoleillée. Ici, l'élément eau est également et les faisceaux lumineux sont réfléchis par une grande piscine centrale et une série de cours d'eau étroits s'étendant. Et dans tout l'espace, un certain nombre d'options de sièges invitent les visiteurs à se détendre et à boire un café.¹⁴⁵

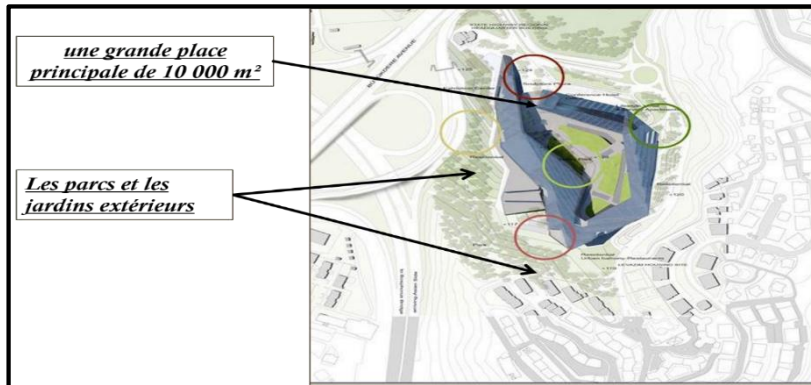


Figure 107: les places et les jardins de Zorlu centre, source : <https://v3.arkitera.com/p271-.html?year=&aID=2024>

III.6.3.2.1 Les toits végétalisés : intensif et extensif

Une toiture de 8 000 m² en structure métallique enjambe la salle de spectacle sur une longueur de près de 80 mètres. Cette construction a été adaptée au climat méditerranéen avec le système étendu de toiture verte.

Le système de toit végétalisé :

- Le tapis de protection SSM 45
- Des éléments de drainage et de stockage d'eau Floradrain® FD 25-E
- La feuille filtrante du système
- Plusieurs espèces méditerranéennes à fleurs typiques

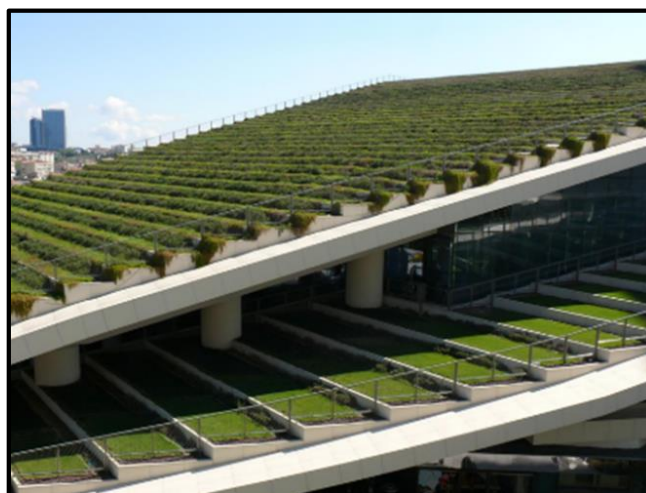


Figure 108: toit végétalisé en pente source : <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives>

¹⁴⁵ <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives>

Chapitre III : Etude thématique du projet

-
- Elément de drainage universel pour usage de toits verts extensifs et intensifs
- -Haute capacité de drainage
- -Accessible aux piétons
- -Utilisable pour les toits plats
- -Stockage d'eau même sur toits en pente
- -Biologiquement neutre
- -Installation rapide et aisée

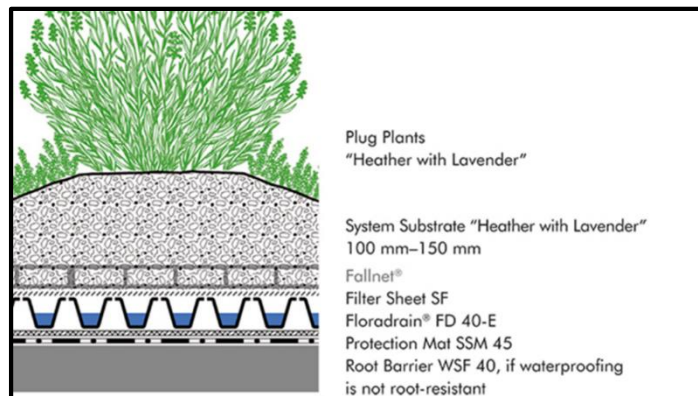


Figure 109: détail de toit végétalisé source : <https://zincogreenroof.com/systems/heather-with-lavender>

Les substrats et les plantes

Des types de plantes caractéristiques d'Istanbul et du Bosphore peuvent également être trouvés sur le Centre Zorlu

La profondeur du substrat variée selon :

la pente du toit

Type de plante

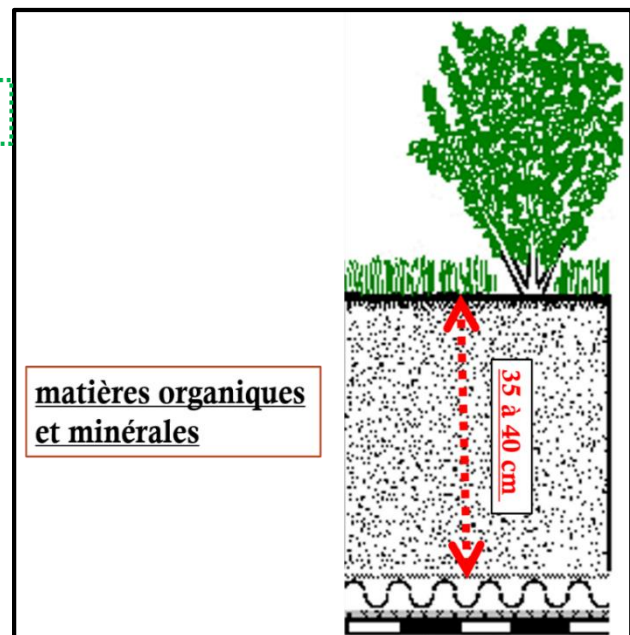


Figure 110 détail de toit végétalisé, source : <https://zincogreenroof.com/systems/heather-with-lavender>

Chapitre III : Etude thématique du projet

Les types des plantes :

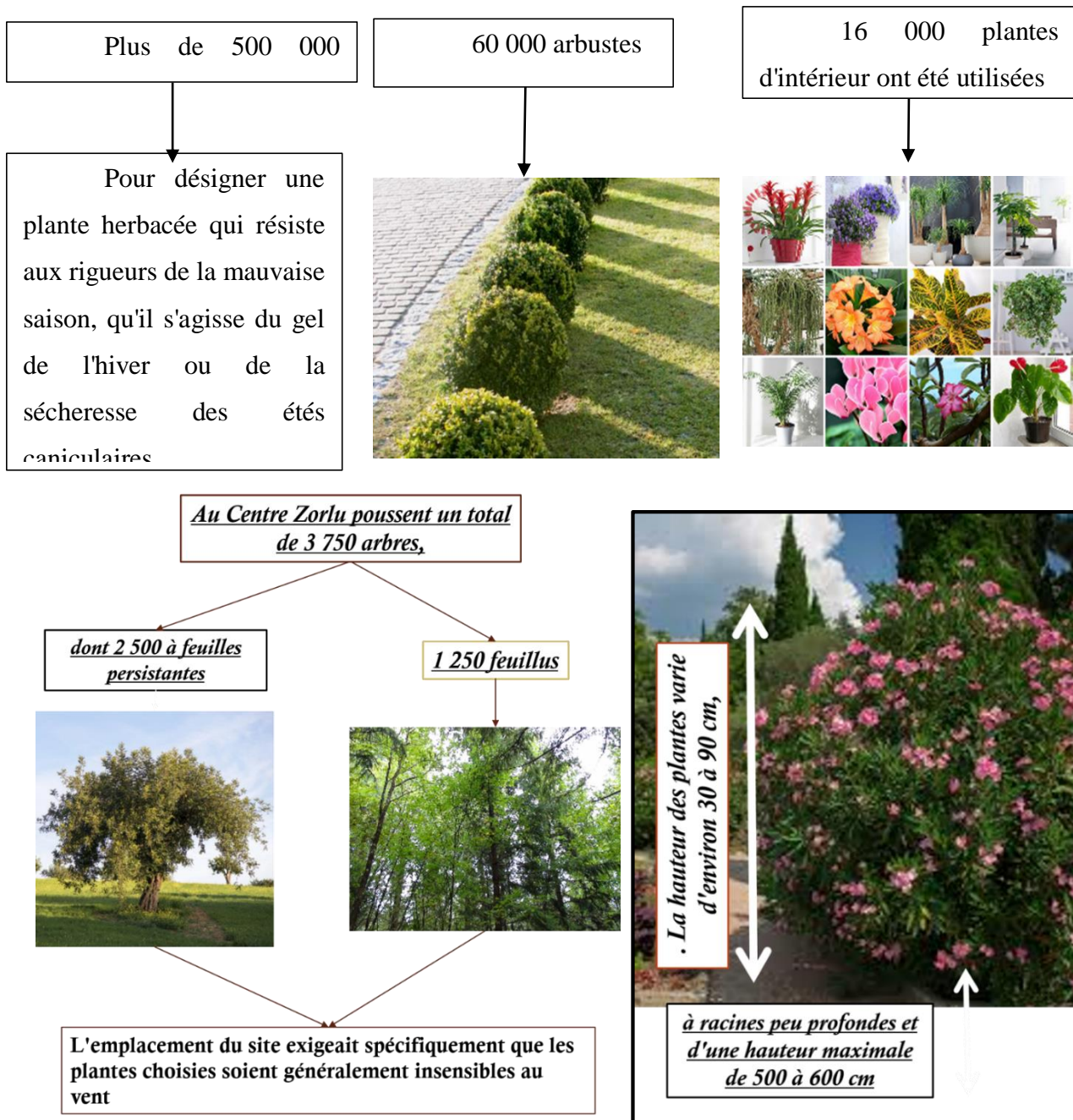


Figure 110 : type de végétation , source : : <https://zinco-greenroof.com/systems/heather-with-lavender>

III.6.3.2.2 système d'irrigation automatique

L'eau de pluie est stockée dans de grands réservoirs d'eaux grises et est mise à la disposition des plantes par irrigation goutte à goutte et arrosage.

Chapitre III : Etude thématique du projet

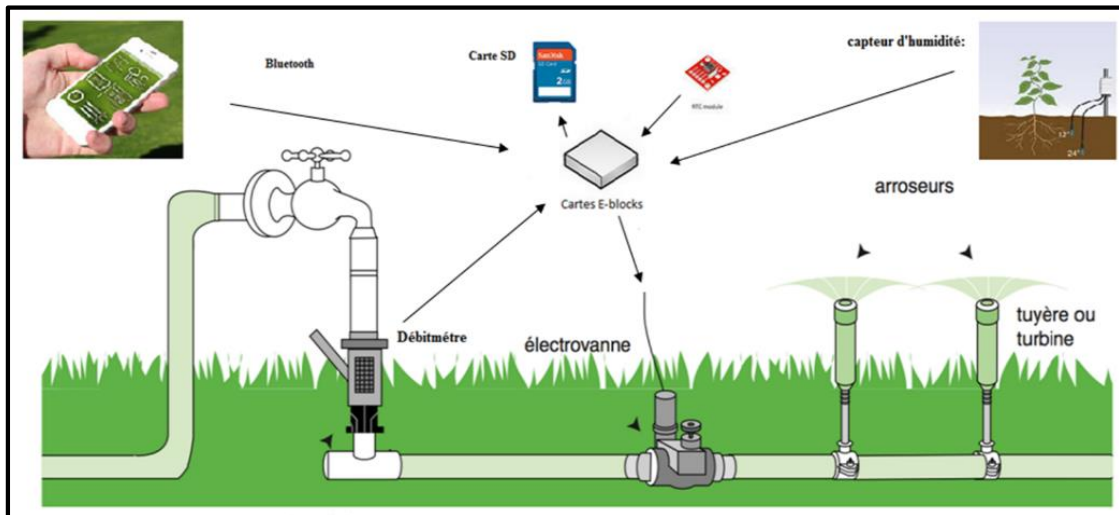


Figure 111: système d'irrigation automatique, source :<http://tsin.langevin-la-seyne.fr/SIN/arrosage-automatique.html>

III.6.3.2.3 La ventilation naturelle

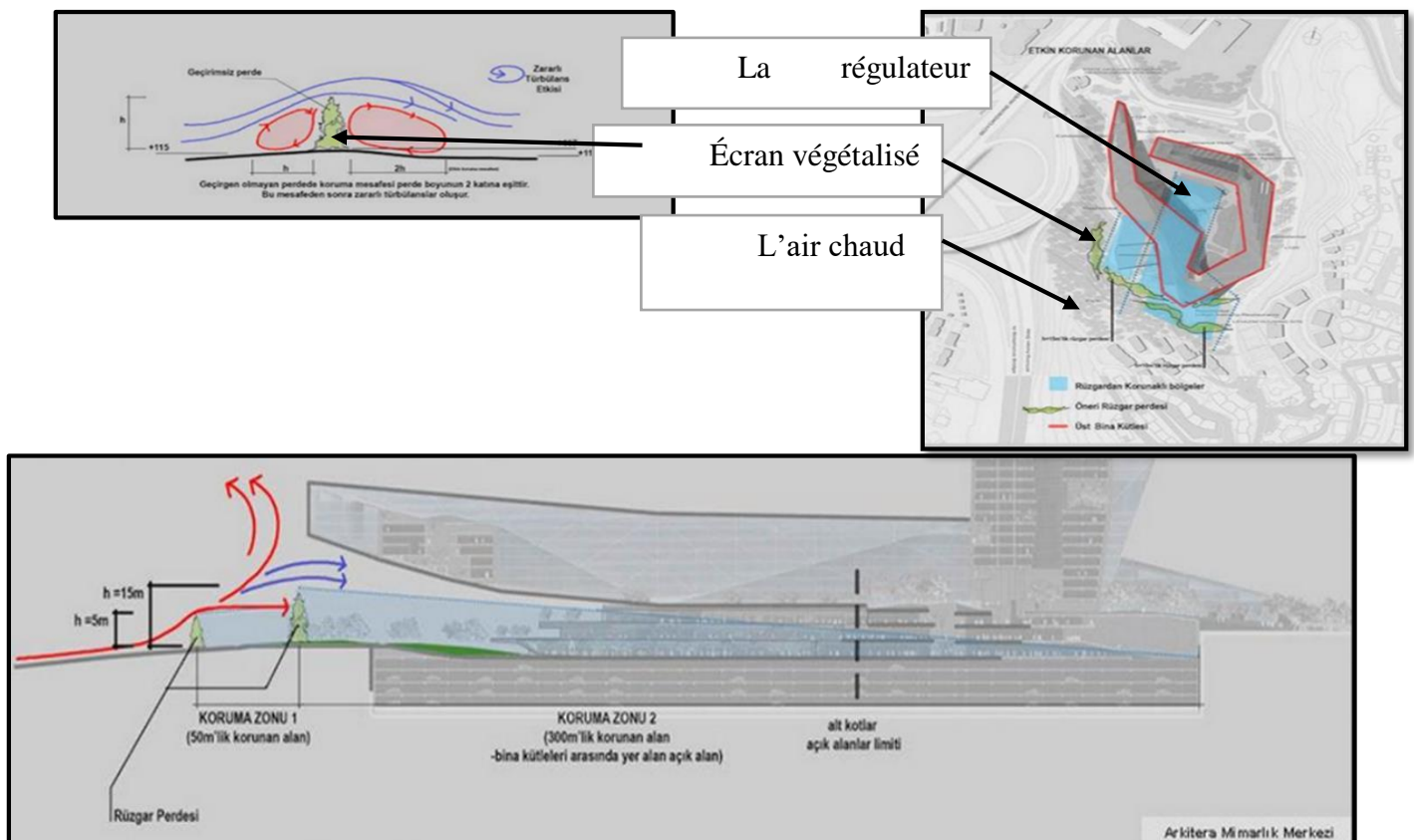


Figure 112: la principe de ventilation et refroidissement par écran végétale
source https://v3.arkitera.com/tools/watermark.php?src=UserFiles/Image/ig/Yarisma_Projeleri/zorlucenter/712.jpg

Un écran végétal empêche le rayonnement solaire d'atteindre la surface susceptible d'emmagasiner de la chaleur

Chapitre III : Etude thématique du projet

L'énergie solaire étant absorbée en grande partie par la couverture végétale (les plantes consomment d'ailleurs une part de cette énergie solaire pour la photosynthèse), elle n'est pas stockée ni libérée durant la nuit : les températures grimpent moins en journée et baissent davantage la nuit.¹⁴⁶

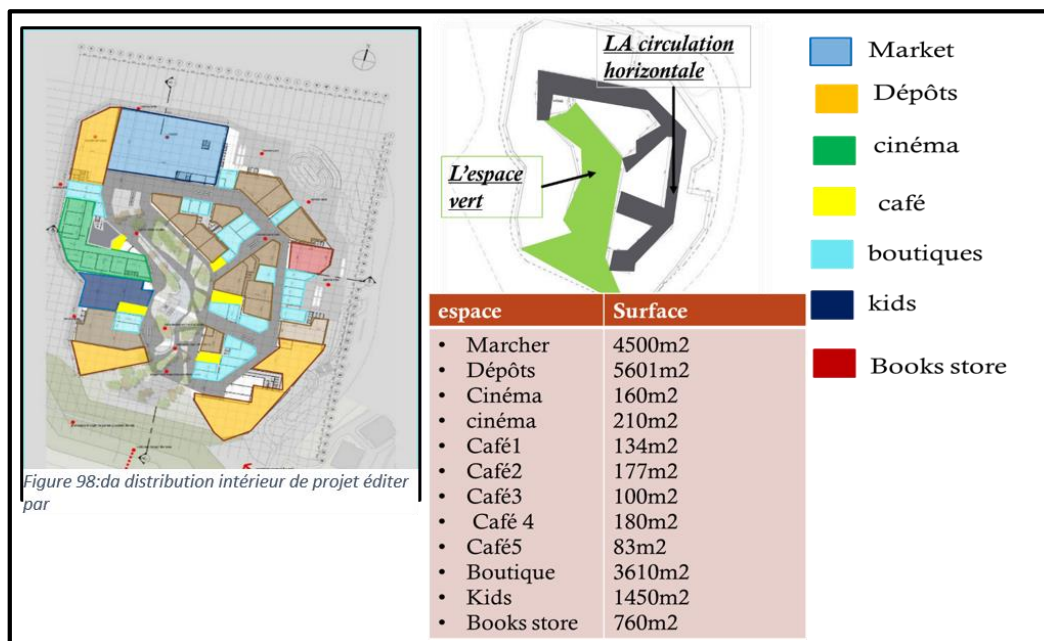
III.6.3.2.4 L'éclairage naturelle



Figure 113: les puits Lumineux dans le centre commercial zorlu , source : https://v3.arkitera.com/tools/watermark.php?src=UserFiles/Image/ig/Yari_sma_Projeleri/zorlucenter/712.jpg

Les puits lumineux sont présentés pour maximiser l'éclairage naturelle, les puits sont des aires de détente envelopper par des vitrages simples, leur rôle diffuser cette lumière naturelle le plus largement possible pour obtenir une homogénéité d'éclairage.

III.6.3.3 Analyse fonctionnelle :



¹⁴⁶ Site web « <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives> »

Chapitre III : Etude thématique du projet

Figure 114: distribution intérieure de projet source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=36549 traité par Auteur

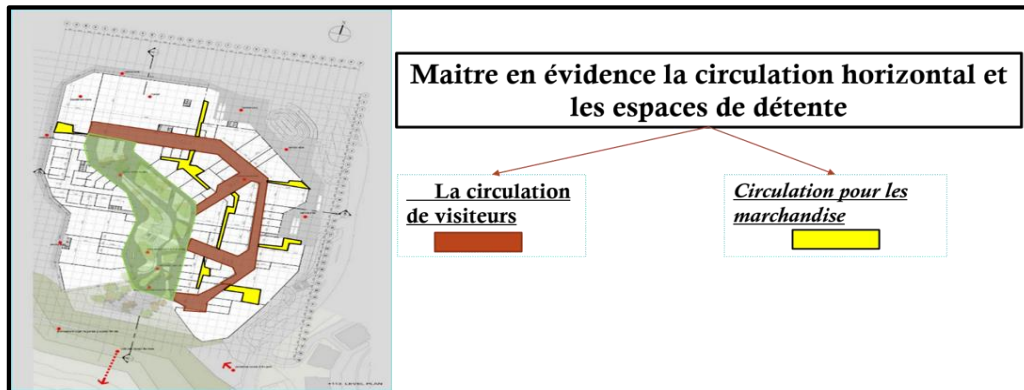


Figure 117: la circulation horizontale et les espaces de détente source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=36549 traité par Auteur

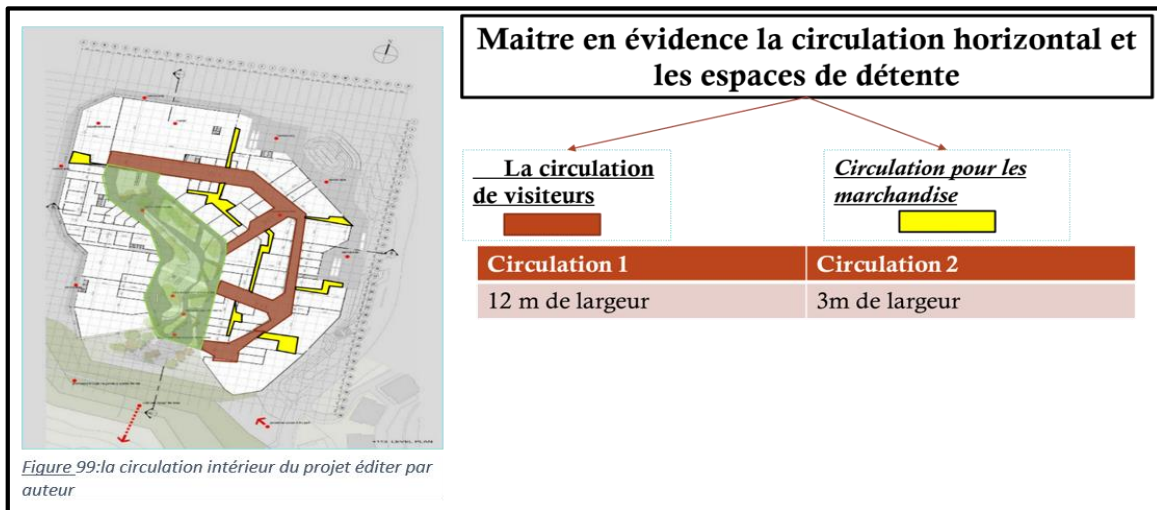


Figure 99: la circulation intérieure du projet éditer par auteur

Figure 115: la circulation intérieure de projet, source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=3654 traité par Auteur

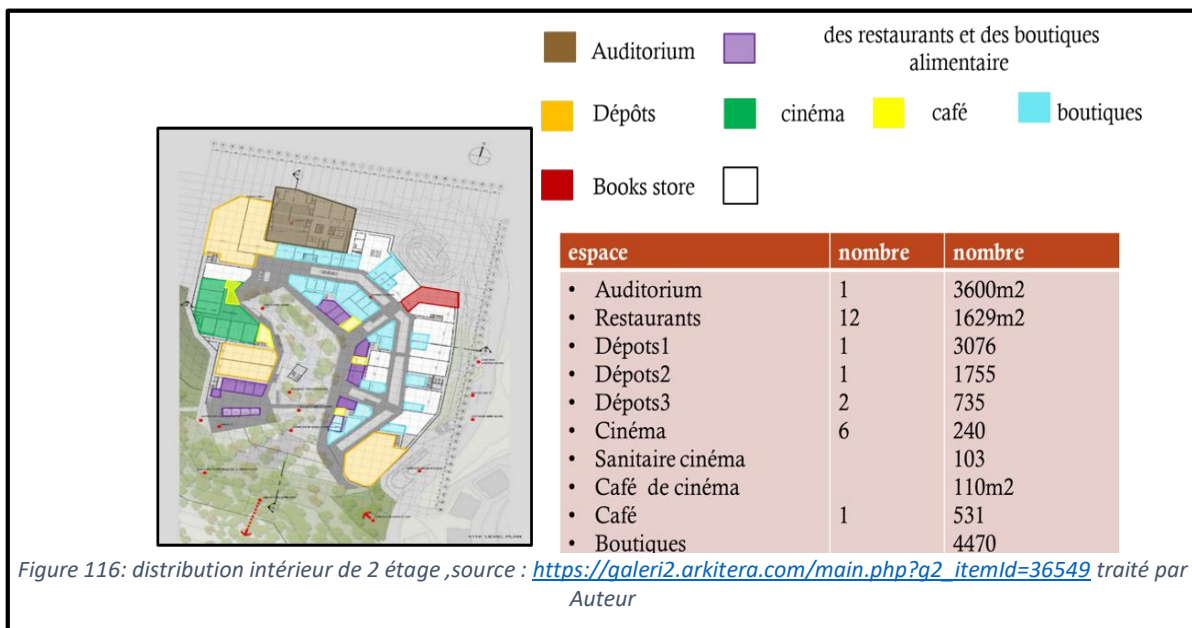
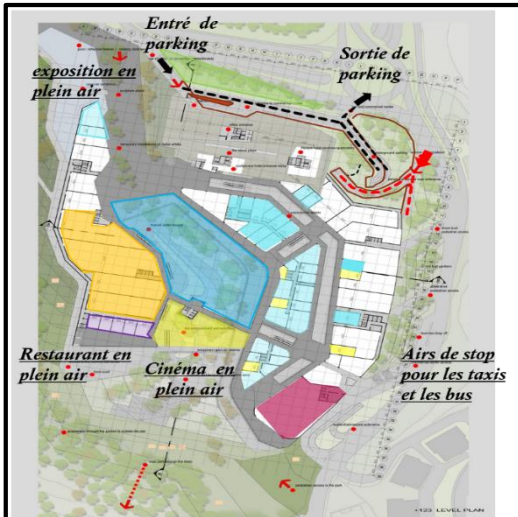


Figure 116: distribution intérieure de 2 étage ,source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=36549 traité par Auteur

Chapitre III : Etude thématique du projet

L'accessibilité visuelle et offre, également, un bon accès visuel aux différents endroits au niveau de l'étage même ainsi qu'au niveau des différents étages. Il résout, principalement, les problèmes liés à l'accessibilité visuelle pour les magasins qui l'entourent ce qui n'est pas forcément le cas pour les magasins situés sur les couloirs secondaires .



- des restaurants et des boutiques alimentaire
- Dépôts
- café
- boutiques
- Centre de réduction physique

espace	nombre	nombre
• Restaurants	5	110m2
• Dépôts1	4	3850
• Sanitaire		60m2
• Café		
• Boutiques		4126
• Centre de réduction physique		

Figure 118: distribution intérieure du 3^e étage source https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=36549 traité par Auteur

Chaque boutique a 2 entrée : entrée principale pour les visiteurs et les entrée secondaire pour les marchandises

Les boutiques sont organisées on des groupes chaque de ces groupes à un mont de charges et des escaliers de employeurs

Les mêmes distributions sont réparties a tous les étages

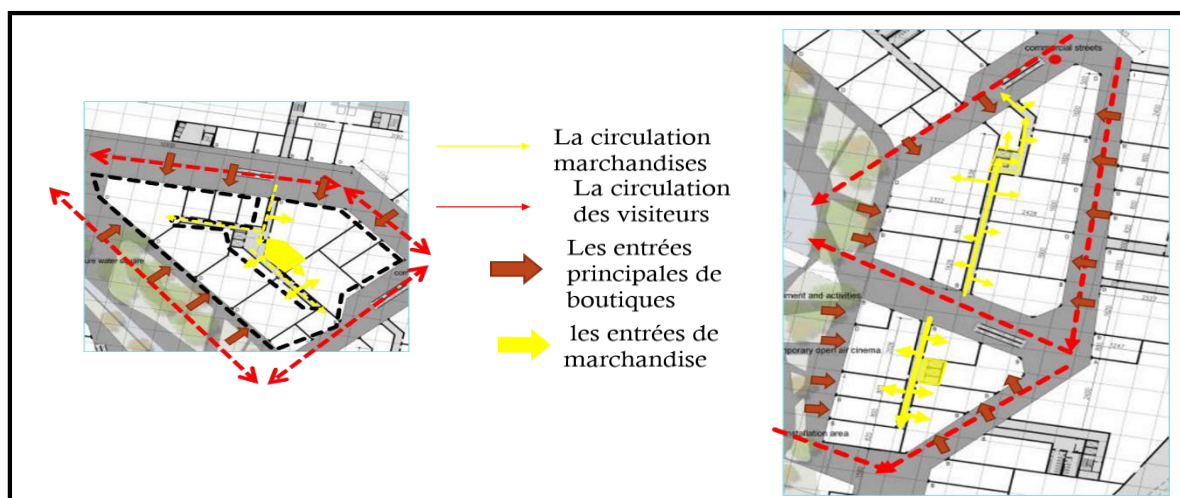


Figure 119: le réseau de circulation dans le centre source : https://galeri2.arkitera.com/main.php?q2_itemId=36549 éditer par auteur

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.6.4 Recommandation :

- Facilité d'accessibilité mécanique et prendre en considération tous les moyens de transport.
- Encourager l'utilisation des pistes cyclables pour arriver au centre.
- Créer un projet qui s'intègre avec leur environnement, le projet devient l'une des solutions innovantes pour régler l'écosystème environnementale
- Faire l'équilibre entre le bâti et les espaces verts dans notre projet.
- L'application de la notion de la relation écologique entre le projet et leur environnement avec utilisation des corridors écologiques (pont) pour relier les espaces verts et le projet.
- La meilleure circulation dans les centres commerciaux La circulation en boucle et linéaire, elle permet de diriger le flux vers leur choix ;
- L'accessibilité visuelle et offre, également, un bon accès visuel aux différents endroits.
- Les centres commerciaux nécessitent plusieurs entrées visiteurs, les marchandises, travailleurs, parking, et les sorties de secours de chaque étage
- Utilisation des matériaux recyclés locaux
- La réparation, la rénovation et le recyclage des matériaux et produits existants. Tout ce qui est utilisé et considéré comme « déchet » peut être transformé en nouvelle ressource
- Combiner entre l'architecture bioclimatique et les nouvelles technologies de l'énergie renouvelables pour une meilleure optimisation énergétique
- Utilisation des cours d'eau pour l'écoulement d'eau et les gestions des eaux pluviales
- Utilisations des toits végétalisés avec des plantes macrobiotiques pour régler la température ambiante et filtrer les eaux pluviales
- Choisir les types de plantes qui sont pas sensibles au vent dominants en été et en hiver et qui sont localisés dans la région de Guelma
- Intégrer les jardins et les jets d'eau à l'intérieur du centre pour une température ambiante et régler la nuisance sonore
- La conception de notre projet doit rassembler l'espace ouvert, semi ouvert et fermé avec une hiérarchisation
- Un écran végétal pour une meilleure ventilation naturelle
- Planter les bordures végétalisées dans la partie sud pour rafraîchir l'air
- Utilisation des espaces ouverts et les éclairages zénithaux pour profiter au maximum de la lumière naturelle
- Pour les matériaux de construction : utilisation de vitrage peu émissif au VIR

Chapitre III : Etude thématique du projet

- L'incinération des déchets permet de créer l'énergie thermique et / ou de l'électricité pour alimenter en suite directement la chaudière au générer la climatisation
- Utilisation des procédés actifs dans notre projet : la serre bioclimatique ; le tirage thermique (assesseurs, et les escalier) surtout dans les zones mal aérées
- Utilisation des procédés passif : pompe à chaleur géothermique, les panneaux solaires,
- Appliquer le système de façade dynamique dans la partie haut de projet

III.6.5 Programmation :

Tableau 10: tableau de comparaison des surface

unités	espaces	exemple 1		exemple2		exemple3		programme retenu		
		m2	%	m2	%	m2	%	espaces	%	m2
Boutiques	univers de mode	3098	8,3					boutiques	28	3100
	univers de beauté	1512	6							
	boutiques			13631,4	39	12206	15,5			
	fashions	2291	6							
	kids					1450	2			
	électroménager	421	2							
	book store					1471	2			
réseau téléphoniques	189	2								
restauration	restaurants	2407	7	1104	3	1739	2	restaurants	4	480
	noriture organique			1472	4			noriture organique	2	240
	salon de thé			183	1			salon de thé	1	120
	cafétiariat					674	1	cafétiariat	1	120
	dépôts					3850	5	dépôts	3	360
loisir	cinéma	2006	5,5			610	0,7	cinéma	2	240
	auditiroom			1196	4	3600	5	auditiroom	4	480
	salle de bowling	3175	8,5					salle de bowling	4	200
	espaces de détente			736	2			espaces de détente	1	120
	salle d'internet			736	2			salle d'internet	2	240
	salle de fitness			2760	6			salle de fitness	5	600
entre de réduction physique	entre de réduction physique							entre de réduction physique		
	dépôts					3850	10	dépôts		
	sanitaire			95	0,3	60	0,1	sanitaire	0,2	24
	Club de santé			736	2	163				
culture	Bibliothèque			1190	3			Bibliothèque	2	240
	Culture africain			736	2					
	Culture océanien			368	1					
	Culture chinoise			1842	5					
	Culture européennes			2220	6					
	Salon de thé			103,4	1					
culture	Culture américain			490	1					
	espace d'exposition							espace d'exposition	2	240
hypermarcher	hypermarché	6719	18			4500	6	hypermarché	12	1400
	marcher de ferme organique			1472	4			marcher de ferme organique	3	360
	marcher de fleur			368	1			marcher de fleur	1	120
	dépôts					5601	7	dépôts	3	360
administration	administration	1600		368				administration		360
services et dépôts	stokage							stokage		
	dépôts					5566	7	dépôts		76
	mont de chrages			70	0,2			mont de chrages		
	parking en hauteur			276	1			stokage permanent		0
								Locaux techniques		120
totale	surface		70			45390	58,7	surface de batis	80	9600
	surface de circulation		30			33336		la circulation	20	2400
	surface totale	37190	100	35127,4	100	78726		surface btis avec circulatio	60	12000
							espace vert et de détente	40	8000	
							surface de terrain	100	20000	

III.6.5.1.1 Programme retenu :

Chapitre III : Etude thématique du projet

Tableau 11: programme retenu

unité	espaces	m2	nombres	m2
<u><i>Aile de mode</i></u>	habillement	100	4	4800
	chaussures	100	4	
	habillements enfants	80	4	
	tissu	80	2	
<u><i>Aile de beauté</i></u>	produit cosmétique	80	3	
	parfumerie	80	2	
	bijouterie	80	2	
	esthétique	100	3	
	soins et beauté	100	3	
	accessoires de mode	80	2	
	horlogerie	100	2	
<u><i>Aile de services</i></u>	électroménagé	200	2	
	décors de maisons	200	2	
	librairie	100	3	
	matriels informatique	100	2	
	outils de musique	100	2	
	commerce d'article médicaux et prthopédique	100	1	
	magasin de sport	100	2	
	Antiquaires	100	2	
	commerces de biens d'occasions	100	1	
<u><i>restauration</i></u>	restaurants	1000	4	1740
	noriture organique	240	2	
	salon de thé	120	2	
	cafétériat	380	3	
<u><i>loisir</i></u>	cinéma	240	3	2020
	salle de bowling	200	1	
	espaces de détente	200	1	
	salle d'internet	240	1	
	salle de fitnessse	300	1	
	sanitaire	40	9	
<u><i>culture</i></u>	Bibliothèque	240	1	480
	espace d'exposition	240	1	
<u><i>hypermarché</i></u>	ail de viande et boucherie	240	1	4680
	aile de poisson	240	1	
	boulangerie	200	1	
	aile alimentation générale	800	1	
	Marcher de ferme organique	1600	1	
	marcher de fleur	1600	1	
<u><i>administration</i></u>	bureau directeur	40	1	360
	secrétaria	20	1	

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.7.2 Le limites de Wilaya

La commune de Guelma est bordée au nord par la commune de Annaba, Skikda et Taref à l'est par la wilaya a de Souk-Ahras à l'ouest par la wilaya de Constantine et au sud par la wilaya de 4-Oum El-Bouaghi.

III.7.3 Le relief :

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau

Ce relief se décompose comme suit

Montagnes: 37,82 % dont les principales sont :

1 – Mahouna (Ben Djerrah) : 1.411 M d'Altitude

2 – Houara (Ain Ben Beidha) : 1.292 M d'Altitude

3 – Taya (Bouhamdane) : 1.208 M d'Altitude

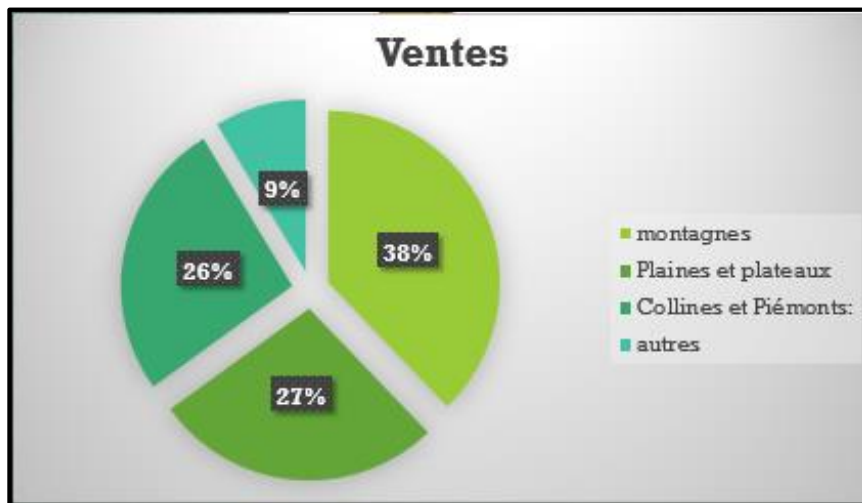


Figure 121:les pourcentages de reliefs de wilaya de Guelma , source : auteur

4 – D'bagh (Hammam Debagh): 1.060 M d'Altitude

Plaines et Plateaux : 27,22 % /Collines et Piémonts : 26,29 % /Autres : 8,67 %¹⁴⁸

III.7.4 Potentialités forestières

La superficie de couverture forestière totale est de 106.145 ha, soit un taux de 28,79 % de la superficie de la Wilaya. Le paysage forestier est discontinu et hétérogène confiné dans des massifs répartis d'ouest en est. Les grands espaces de terrains à vocation forestière sont dans la partie sud-est. Un important potentiel de bois (chêne zen et liège aux forêts de Béni Salah à

¹⁴⁸<https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/10-menu-principal/44-situation-geographique>

Chapitre III : Etude thématique du projet

Bouchegouf , de Houara à Ain Ben Beida et Djeballah, Mahouna à Ben jerrah et Béni Medjeled à Bouhamdane) totalisant près de 19.771 ha de forêts et moyennant une production de l'ordre de 510,10 stères de chêne zen et chêne liège et de 345 m³ de bois¹⁴⁹

III.7.5 Situation de la ville de Guelma :

Localement la commune de Guelma profite d'une position géométrique centrale par rapport à ses plus importants centres (Oued Zenati et Bouchegouf), elle s'étend sur une superficie de 44 Km² entre les berges d'Oued Seybouse au nord et le mont de la Mahouna au sud.

Administrativement la commune de Guelma est limitée:

- AU nord par les communes d'El Fedjoudj et Héliopolis
- Au sud par la commune de Bendjerrah-
- A l'est par la commune de Belkheir-
- A l'ouest par la commune de Medjez-Ama

III.7.6 L'histoire de la ville de Guelma

III.7.6.1 Période d'avant 1830,

Agro-pastorale par excellence, la région de Guelma est habitée depuis l'aube de l'humanité, comme l'atteste divers matériaux, inscriptions libyques et stèles funéraires mis au jour par les chercheurs archéologiques. Avec Hippone, Taghaste et Cirta, l'antique Calama constitue alors, indéniablement un centre d'habitat de la civilisation numide au cours de 1er millénaire avant J.C., au point que les phéniciens s'y installent progressivement, faisant de Calama et sa région une enclave convoitée où ils érigent des postes et des fortifications

. La ville numide s'appelait Malacca et fut importante sous le règne de Massinissa. Des inscriptions libyques trouvées à Guelma prouvent que la région a été civilisée bien avant l'arrivée des Carthaginois ou des Romains; des mentions latines attestent que Guelma portait déjà le nom de « Calama », bien que ce nom soit probablement d'origine phénicienne

Vint ensuite l'époque de la civilisation arabo-musulmane qui marquera à jamais, l'histoire de Calama appelée désormais « Guelma ». Elle participe dès lors au rayonnement

Économique et culturel sous le régime des Fatimides et des Zirides. Dès le début du 11ème siècle, des tribus arabes, en particulier les Banou Hilal, s'étaient déjà installées dans cette région attractive Selon Ibn Khaldoun

¹⁴⁹ BELDJAZIA, Amina. Etude ecologique et cartographique de la vegetation du massif de la mahouna (guelma). 2010. Magister . Université de Annaba-Badji Mokhtar.

Chapitre III : Etude thématique du projet

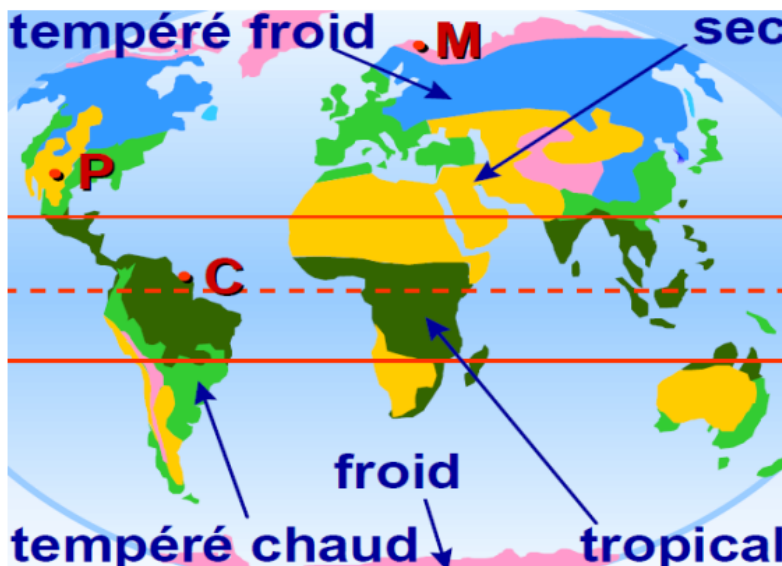
. L'époque ottomane, quant à elle, n'a pas effectué de changements radicaux dans le paysage socioculturel de la ville, cependant elle a bien laissé des traces elle aussi, ne serait-ce que par quelques noms de famille qu'on retrouve aujourd'hui. L'histoire précoloniale de Guelma est riche en événements, et son territoire est parsemé de sites d'une étonnante originalité

III.7.6.2 Période de 1836 à 1962,

Avec l'arrivée des Français en 1836, Guelma fût reconstruite sur ses anciennes traces, et le mur de l'enceinte fût repris. Ainsi, l'héritage légué fût un tracé en damier à boulevards larges de 09 à 12 mètres et des îlots réguliers dans la majorité de 60 x 80 mètres. Ce qui fait de lui aujourd'hui une composante urbaine assez distincte qualifiée de ville basse, ensoleillée et assez aérée et à partir de laquelle d'ailleurs la ville a démarré sa croissance ¹⁵⁰

III.7.7 L'étude bioclimatique de la ville :

Les climats zonaux sont ceux délimités par les latitudes et qui sont influencés par l'inclinaison de la Terre uniquement. On peut citer la zone équatoriale qui possède un climat équatorial, la zone entre l'équateur et les tropiques (cancer et capricorne) qui possèdent un climat tropical humide (Godard, A., & Tabeaud, M. 1998). La zone des tropiques est caractérisée par un climat subtropical sec tandis que la zone au-delà des tropiques (au nord du tropique cancer et au sud du tropique capricorne) se caractérise par un climat subtropical tempéré. Les pôles nord et sud ont un climat polaire



L'Algérie se situe dans
ne région climat sub-
tropical
ec

Figure 122: carte climatique de monde ,source: BEHHARA HOUDA, l'impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment, biskra , 2016

¹⁵⁰ BOUDRA, Messaoud. Renouvellement du centre originel de la ville de Guelma par la démarche du projet urbain.

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.7.7.1 Le climat en Algérie

L'Algérie est un pays de la zone subtropicale du Nord-africain. Son climat est très différent entre les régions (Nord-Sud, Est-Ouest). Il est de type méditerranéen sur toute la frange nord qui englobe le littoral et l'atlas tellien (étés chauds et secs, hivers humides et frais), semi-aride sur les hauts plateaux au centre du pays, et désertique dès que l'on franchit la chaîne de l'atlas saharien

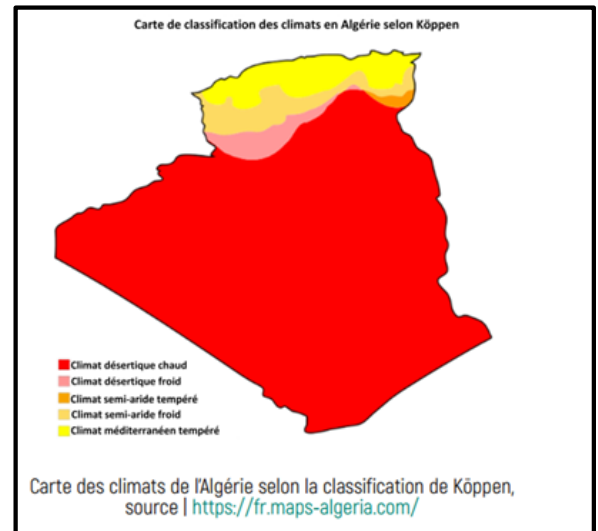


Figure 123: carte des climats de l'Algérie selon classification de Köppen, source : <http://fr.maps-algeria.com>

III.7.7.2 Les zones climatiques

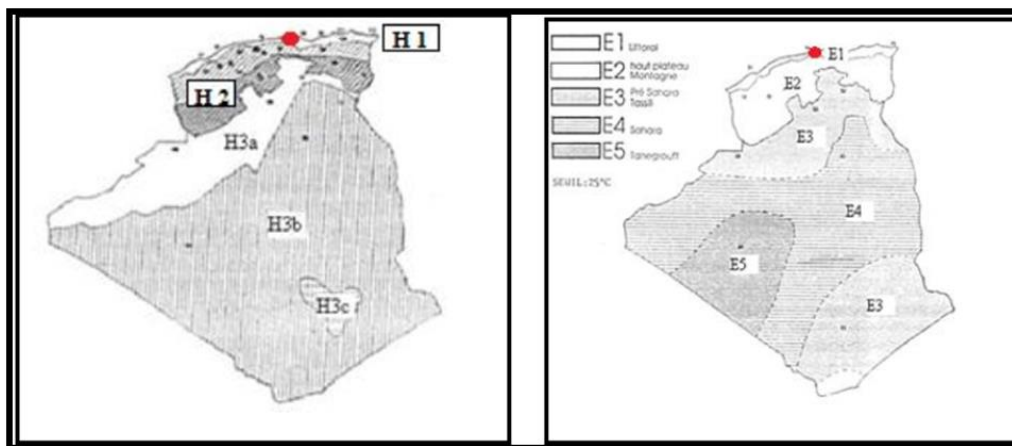


Figure 124: les zones climatique de l'algérie, source: https://www.researchgate.net/figure/Zones-climatiques-dete-et-dhiver-en-Algerie-Source-Ould-Henia-2003-Editee-par_fig54_324419036

ZONES CLIMATIQUES D'HIVER :

- o La zone H1 subit l'influence de la proximité de la mer ;
- o La zone H2 subit l'influence de l'altitude ;
- o La zone H3 subit l'influence de la latitude ;

Ø ZONES CLIMATIQUES D'ETE :

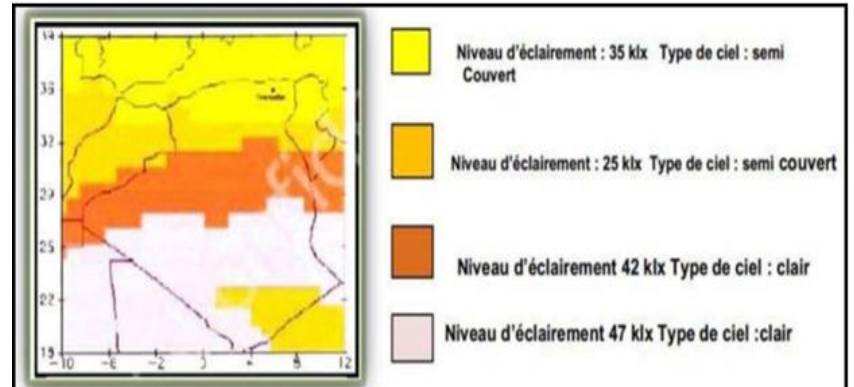
- o La zone E1 subit l'influence de la proximité de la mer ;
- o La zone E2 subit l'influence de l'altitude ;
- o La zone E3, E4 et E5 subissent l'influence de la latitude.

Chapitre III : Etude thématique du projet

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

Dans sa thèse de Doctorat, N. Zemmouri a proposé un zoning lumineux propre à

l'Algérie basé sur le calcul par simulation informatique, à l'aide du logiciel « Mat light », des éclairagements lumineux horizontaux ainsi que sur la base de données de la NASA sur la nébulosité. (Kardache, 2017



- La ville de Guelma est située à la zone 1 avec un niveau d'éclairement de 35 Klux et un type de ciel semi couvert.

Guelma possède un climat semi-aride : Caractérisée par une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année et une saison "humide", avec de faibles précipitations Le climat de Guelma est celui de l'arrière littoral montagne) Déterminé par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides que ceux du littoral ¹⁵¹

III.7.7.4 Les données climatiques

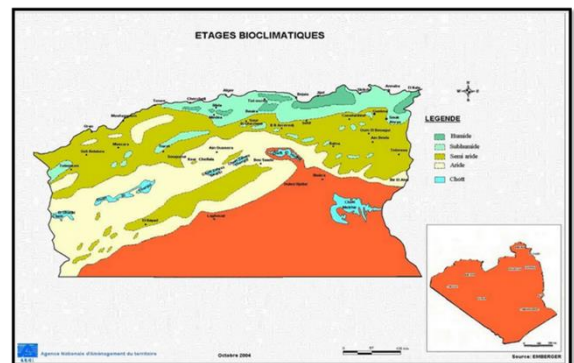


Figure 125: carte bioclimatique de l'Algérie, source : NEDJRAOUI, Dalila et BÉDRANI, S. La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte. VertigO, 2008, vol. 8, no 1, p. 15.

¹⁵¹ https://www.researchgate.net/figure/Classification-du-climat-en-Algerie-Agence-National-dAmenagement-du-territoire_fig49_320799890

III.7.7.4.1 Écart de température

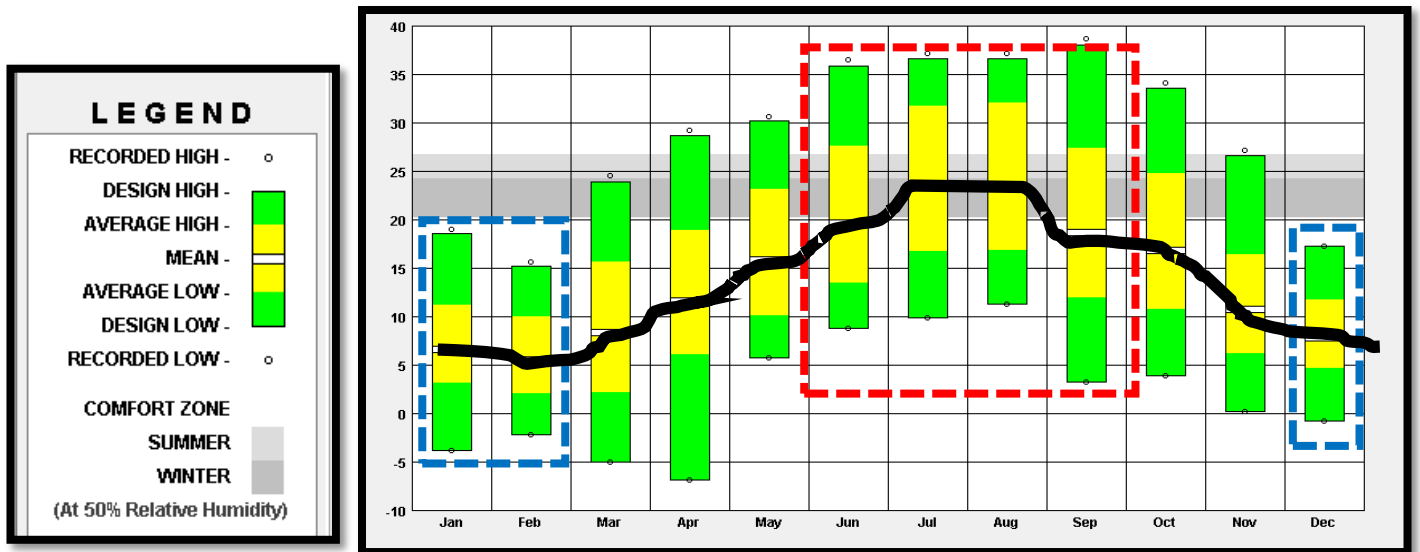


Figure 126: écart de température source : climate consultant

La saison chaude dure juin, juillet, août, septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure 33 C. Le moins le plus chaud de l'année est l'août, avec une température moyenne maximale de 33 °C et minimale de 17 °C.

La saison froide de l'année Décembre, janvier, février et mars avec une température quotidienne moyenne maximale inférieur de 8C.

Par rapport au zone de confort les mois frais de l'année en été est juin et septembre avec un température max moyenne dans l'intervalle de la zone de confort en été (25°C au 27C°) et les mois d'octobre et Mai en hiver avec de température entre (20V°, 25C°)

III.7.7.4.2 B- moyennes diurnes mensuelles

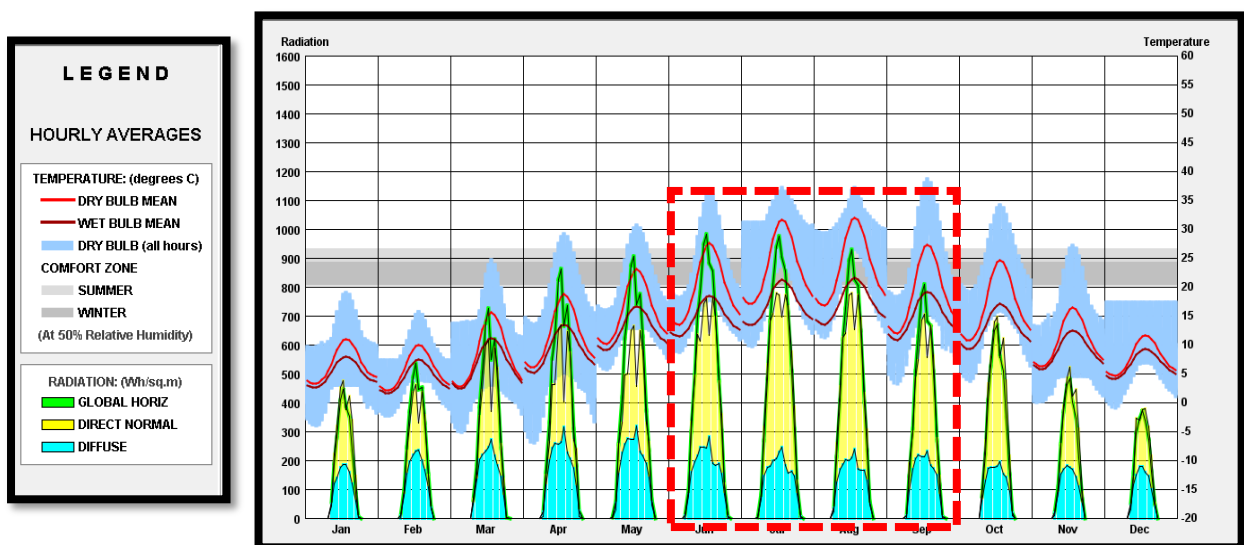


Figure 127: La figure ci- dessus montre le Moyennes diurnes mensuelles de Guelma source : climate consultant

Chapitre III : Etude thématique du projet

Tableau 12: tableau de température sèche et humide de la ville

Tableau 13: tableau de rayonnement de la ville

	janv.	févr.	mars	avril	Mai	juin	juillet	août	sept	octobre	novembre	décembre	
Ray global	500	540	720	940	900	980	980	940	810	680	490	480	
Ray direct	480	500	600	640	640	740	730	740	740	700	520	480	
diffusion	180	220	360	310	310	280	240	240	210	200	180	170	
conclusion			Ray moyen Diffusion moyen	Rayonnement max Diffusion max			➤ Rayonnement max ➤ Diffusion moyen					➤ Rayonnement minimal ➤ Diffusion minimal	
TBC		11	10	15	17	22	27	32	33	27	25	17	11
TBH		8	7	12	14	16	18	22	22	18	18	13	8
					Zone de confort en hiver					Zone de confort en été			

le rayonnement maximal est observé au mois de juin, juillet et aout avec une rayonnement globale horizontale de 980 radiation et de rayonnement normal directe de 740 au contraire au la diffusion qui est le bas dans l'année avec une radiation de 280 en juin et 240 en juillet et aout

Le rayonnement minimal est observé au mois, décembre, janvier et février avec un rayonnement global de 480 à 540 et de rayonnement direct de 480 à 500 et une diffusion minimale de 170 à 220.

III.7.7.4.3 Gamme d'éclairage :

La période la plus lumineuse de l'année dure du mai , juin , juillet et aout avec un luminance de 50000 jusqu'à 60000

La période la plus sombre de l'année octobre au 13 février, luminance inférieur à 40000, lux.

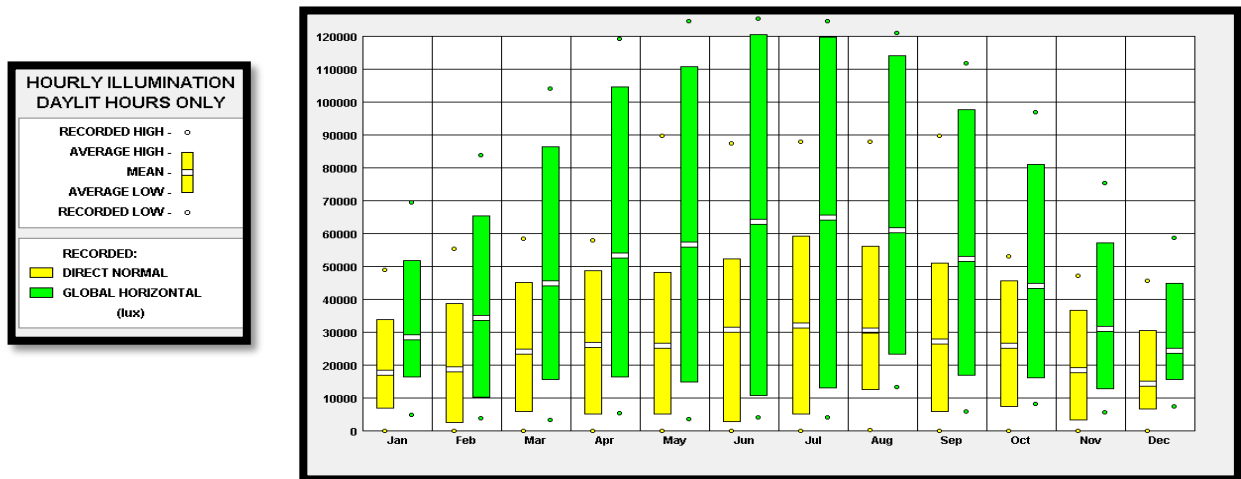


Figure 128: la gamme d'éclairage

III.7.7.4.4 Gamme de couverture de ciel

La période la plus dégagé dans l'année à Guelma durant le mois de juin, juillet, aout et octobre, juillet le mois le plus dégagé ou partiellement nuageux dans l'année avec une couverture (9% à 65%).

La période le plus nuageux dans l'année commence aux novembre jusqu'à Mai avec une couverture entre 90% à 100%, me mois le plus nuageux est mars avec une gamme de couverture nuageux 98 %

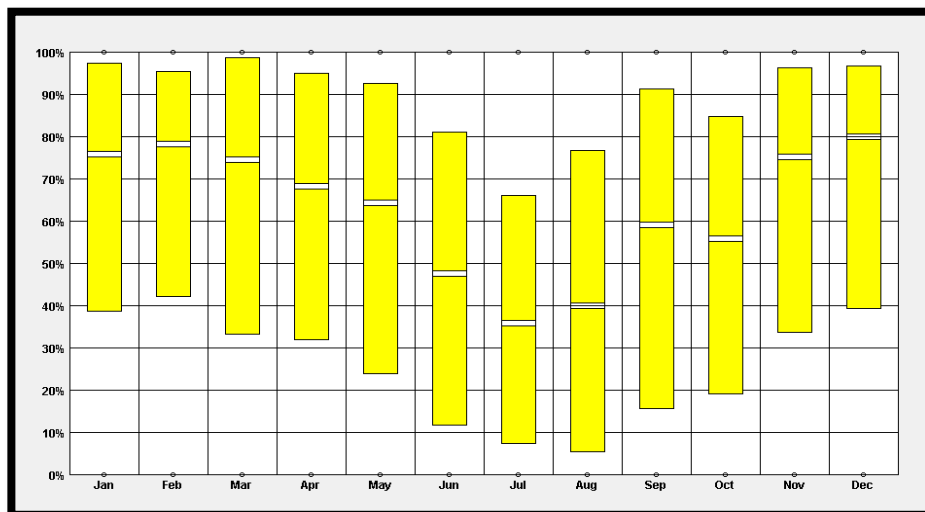


Figure 129: La figure ci- dessus montre le pourcentage de la couverture de ciel au cour de l'année source : climate consultant

III.7.7.4.5 l'humidité relative

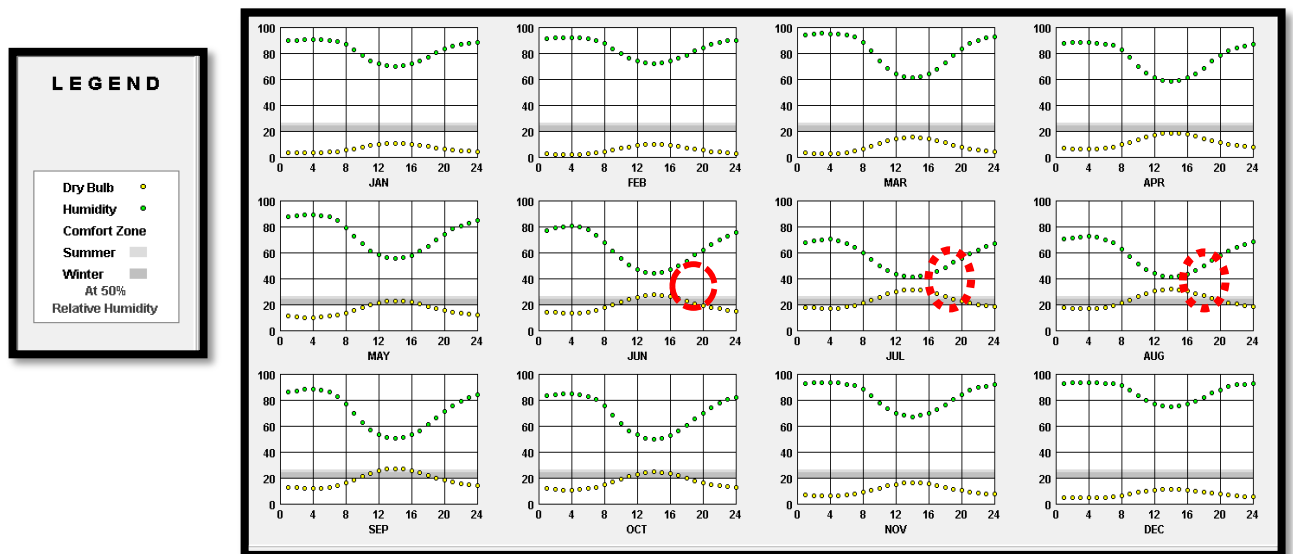


Figure 130: La 12 figure représente la température bulb sec (point en jaune) et l'humidité relative (point en vert) pour chaque mois et chaque heure pendant l'année source :climate consultant

La zone de confort

hiver (confort) entre 20% et 25%.

Mois de l'été : 40% < Humidité relative < 70%

Les mois de l'hiver : 70% < l'humidité relative < 90

III.7.7.4.6 Precipitation

La période pluvieuse dans les mois de novembre, décembre, janvier et février avec une chute de plus plus de 150mm

la période sèche de l'année en été les mois de de juin , juillet et aout avec une petite accumulation ne dépasse pas 40 mm et 7 mm dans la 21 juillet ¹⁵²

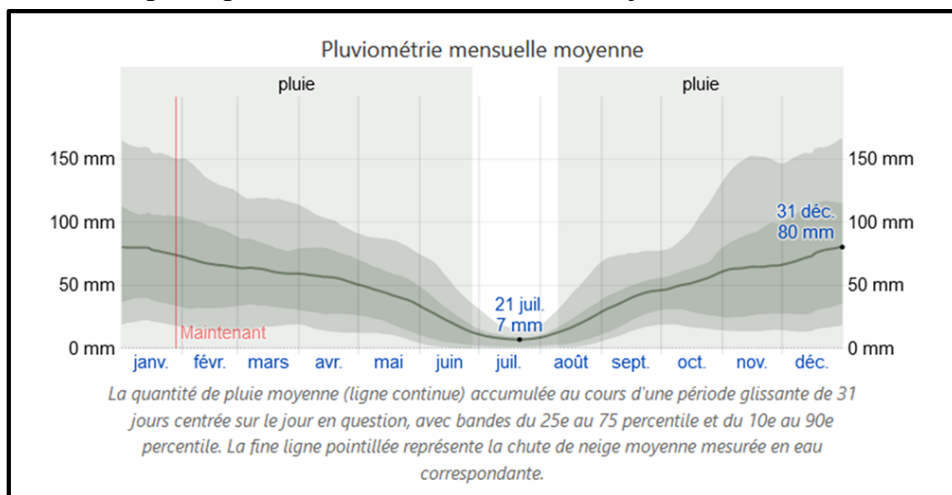


Figure 131: pluviométrie mensuelle moyenne de GUELMA source : weatherspark

¹⁵² <https://fr.weatherspark.com/y/55170/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Guelma-Alg%C3%A9rie>

III.7.7.4.7 la diagramme solaire (ensoleillement)

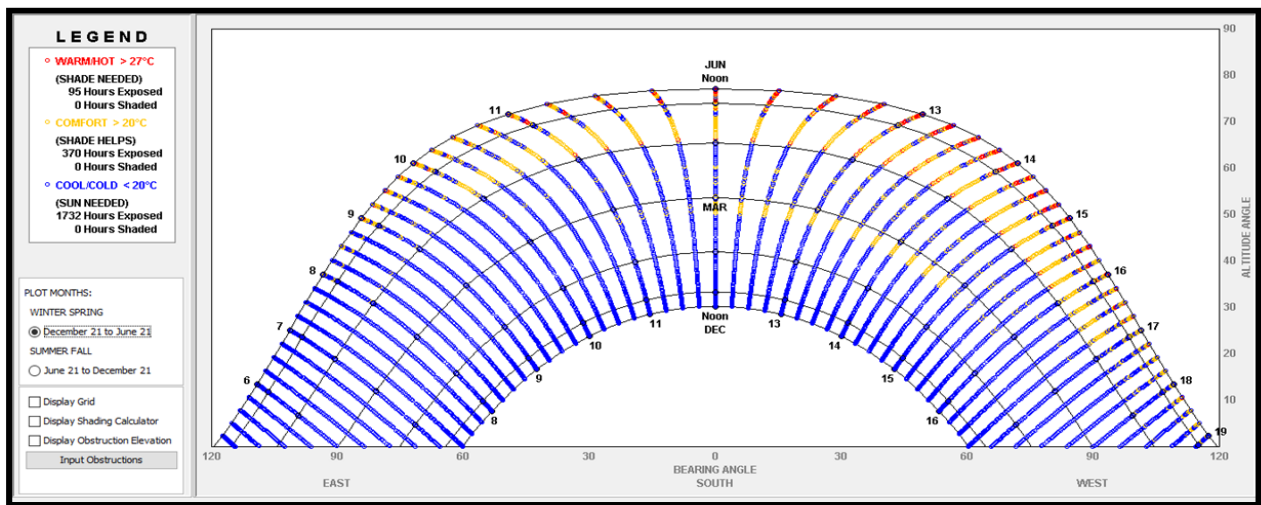


Figure 132:diagramme solaire de la ville de GUELMA source : climate consultant

Ce diagramme est une trajectoire de course de soleil par rapport a la hauteur angulaire(y) et l'azimute en l'axe des (X).

Avec la superposition des masques solaire on peut définir la millieur orientation de notre bâtiment et stratégies solaire

- Ce diagramme représente la trajectoire du soleil aux solstice d'hiver (21 décembre) le jour le plus court dans l'année ou le soleil se trouve le plus bas dans le ciel avec une azimute plus faible

21 mars ; 21 septembre) le soleil traverse le plan équatorial, sa déclinaison est alors nulle le jour égale la nuit

21 mars ; 21 septembre) le soleil traverse le plan équatorial, sa déclinaison est alors nulle le jour égale la nuit

III.7.7.4.8 Les vents dominant

Les vents dominant dans la wilaya de Guelma :

Vent dominat nord – ouest avec une vitesse de 34m/S

Vent dominant sud- est et sud – ouest avec une vitesse de 34m/s

Chapitre III : Etude thématique du projet

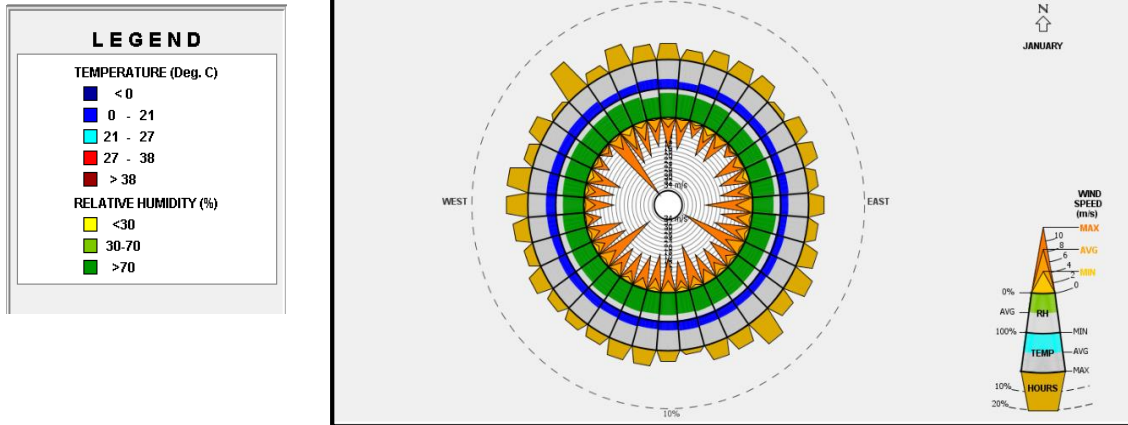


Figure 133: Rose de vent de la ville de GUELMA source : climate consultant

Le moins le plus venteuse dans l'année janvier avec une vitesse de 34m/s

III.7.7.5 Outils d'aide à la décision dans la conception :

III.7.7.5.1 Le diagramme de GIVONI :

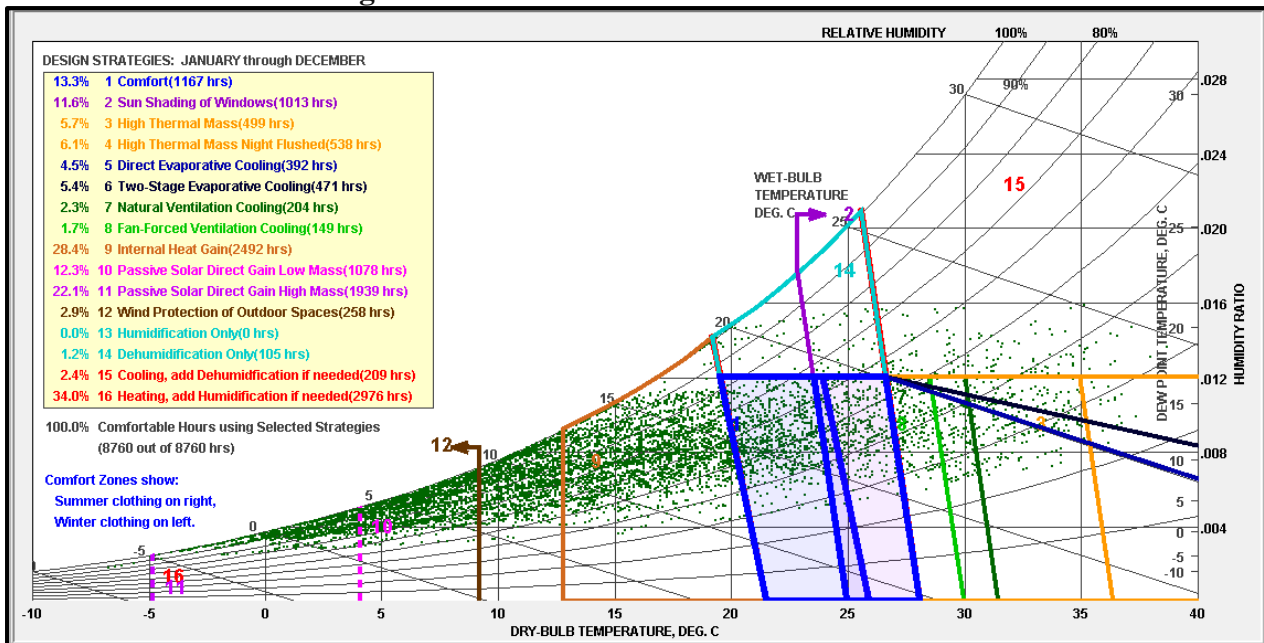


Figure 134: diagramme de GIVONI source : climate consultant

Tableau 14: recommandation de diagramme de GIVONI

Novembre , Décembre , janvier	février , mars , Avril ,	Juin , juillet et aout	mai , septembre , octobre
<ul style="list-style-type: none"> - Durant ces mois, il est recommandé d'utiliser les disposition passives (solaire et les gaines passif) - Ainsi utilisation de chauffage surtout le nuit - Utilisation des protection solaire en mois de mars 	<ul style="list-style-type: none"> - La disposition passive (passive solaire a gain direct de faible masse 93h - Protection contre les vents des espaces extérieur 86H - Utilisation de chauffage 518H - Ventilation naturelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des protections solaire des fenêtrés - Les inerties thermiques sont plus élevées en peu utilisé en nuit pour chauffer l'espace - Système de refroidissement actif - Utilisation des isolations thermiques - Refroidissement par évaporation direct - Ventilation naturelle - Refroidissement par ventilation renforcé 	<ul style="list-style-type: none"> - On le confort naturellement avec utilisation quelque stratégie pour la protection : 1. La ventilation naturelle 2. Protection solaire 3. On mai, avril et octobre il faut adopter la disposition passive pour les périodes froides 4. Les inerties thermique élevé 5. Gaine direct de solaire passif

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.7.7.5.2 Les stratégies bioclimatiques selon les recommandations de tableau de MAHONY

1- Chauffage solaire : majorité des parties De la zone vitrée au sud pour maximisé

L'exposition au soleil avec une protection Solaire des fenêtres en été :

2- Les gaines solaires passive

Un système à gain direct consiste à capter Le rayonnement solaire à travers Utilisation Double vitrage haut performance (low-E)

3- 4- Les appareils de chauffage ou chaudières a haut rendement (ou moins Ennergy star)

5- Garder la surface de bâtiment dans une bonne taille car une surface de plancher excessive gaspille de l'énergie pour le chauffage, refroidissement, et éclairage.

6- Utilisation des isolations supplémentaire (super isolation) pour une température intérieure plus uniforme

7- Les toits inclinés (en pente) ventilé à l'extérieur avec un plafond bien isolé pour éviter la pluie et la neige en hiver

8- Si on un sous-sol, il doit être d'au moins 18 pouces sous la ligne de gel et isolé à l'extérieur ou à l'intérieur avec une fibre de verre dans le mur à fourrure

9- Les bâtiments sensibles au climat froid avaient un plan d'étage confortable avec une source de chaleur centrale, des fenêtres orientées au sud et un toit incliné pour la protection contre le vent

10- Utilisation des patios et les vérandas pour ensoleillé les espaces et protéger contre les vents et devient des zones occupées par temps frais

11- Utilisation les petits puits de lumière réduire l'énergie de l'éclairage

12- Utilisation les gains de chaleur des lumières pour réduit les besoins de chauffage

13- Organiser le plan d'étage pour que le soleil d'hiver pénètre dans les espaces d'utilisation de jour avec une organisation fonctionnelle bien déterminer et l'orientation spécifique

14- Les arbres ne doivent pas être plantés devant des fenêtres solaires passives, mais on peut le planter a 45 degrés de chaque coin

15- Localiser les zones de stockages sur le côté du bâtiment faisant face au vent le plus froid pour aider à isoler.

16- Utiliser un bâtiment compact avec un plan étage carré pour minimiser les pertes de chaleur de l'enveloppe du bâtiment.

Chapitre III : Etude thématique du projet

III.8 Analyse de site d'intervention :

III.8.1 Motivation de choix de site

1- Concentration de flux dans la ville

Concentration de flux au centre-ville (la présence des Equipement structurant, l'habitat, commerce ...) une mixité urbaine.

Un faible flux dans les périphériques de la ville zone d'extension (sud ; ouest, est de la ville a cause de manque des activités et devient des cité d'oratoires

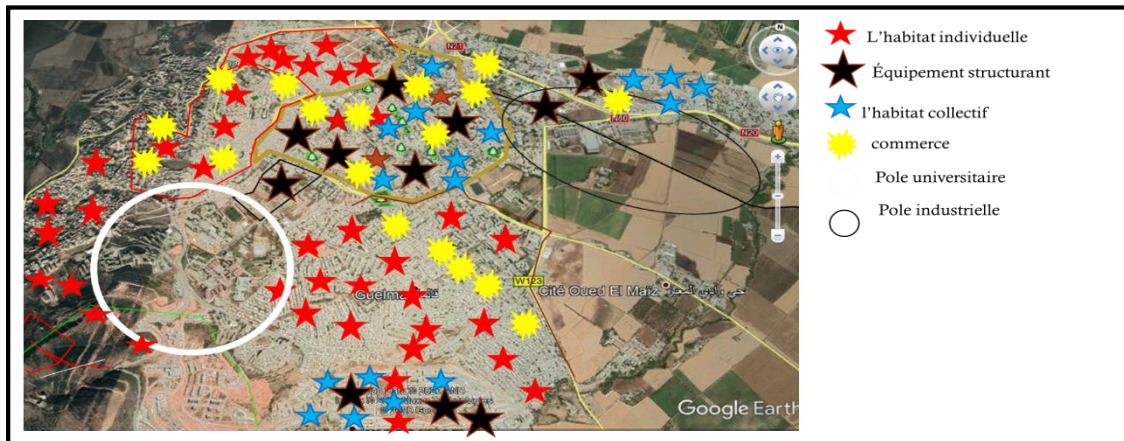


Figure 135:concentration de flux dans la ville de Guelma source : Google earth éditer par auteur

2- Les équipements commerciaux dans la ville de Guelma

Bien organisé et très professionnel mais ne peut pas être considéré comme un vrai centre commercial (genre grande superette)

Marchés : Marché dégradé comme : boulevard du volontariat

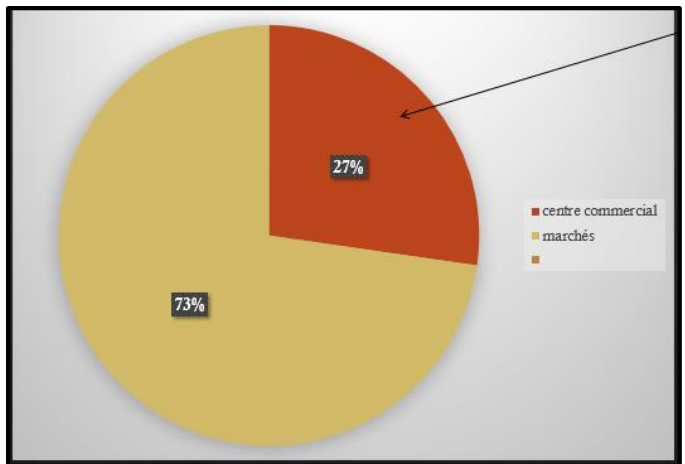


Figure 136: pourcentage des équipements commerciaux a Guelma , source : auteur

- Insuffisance en terme d'équipement commerciaux de grande surfaces
- Une offre commerciale faible aux cités périphériques de la ville, telle que la nouvelle ville, cité El Amir Abdelkader, cité Bourwayeh, cité Frères Rahabi etc. qui encourage l'apparition du commerce informel
- Mal d'organisation des espaces commerciaux
- l'absence des espaces de détente et de loisir

Chapitre III : Etude thématique du projet

- Manque d'installations publics qui accompagnent les activités commerciales telles que parking, air de stationnement

III.8.1.1.1 Situation de site :

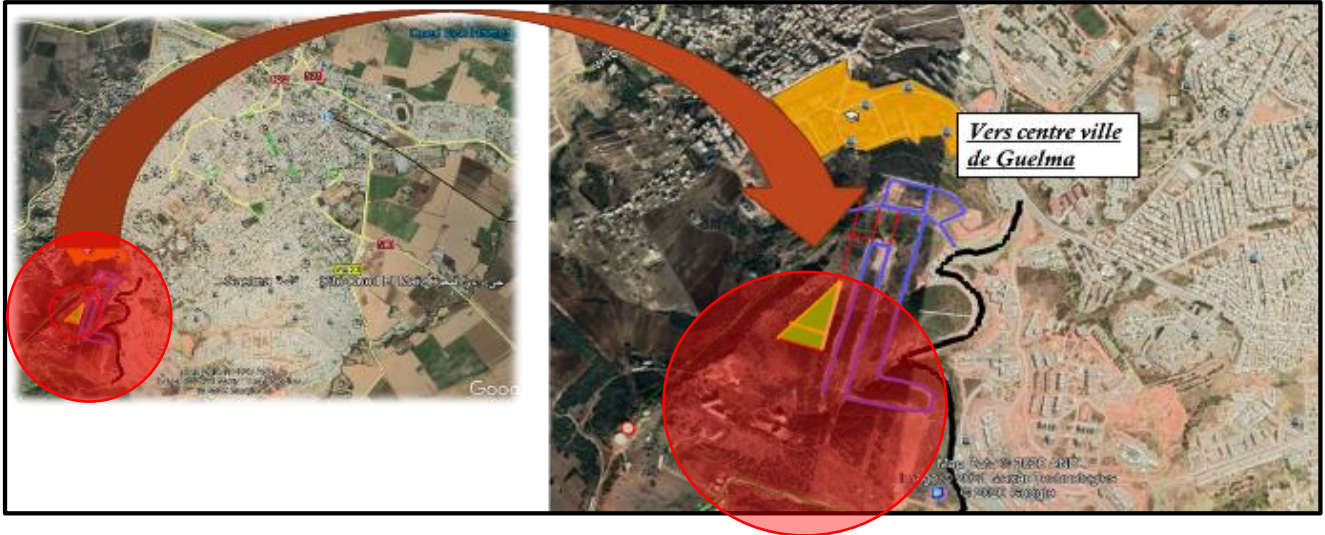


Figure 137: Photo arienne Google earth

Notre terrain située dans le sud-ouest de la ville de Guelma



Le terrain d'étude est situé dans le pos 31 le pos 31 est une proposition de pdau pour une nouvelle extension de la ville de Guelma à court et moyen terme Le terrain dans le milieu de la zone

Extension à court, moyen long terme.
Aménagement sur site vierge situé au sud du nouveau pôle universitaire.

Destiné pour:

L'Habitat collective.

Equipement d'accompagnement.

Proposition d'une ZAC.

Source : (révision de pdau intercommunal) page 58

III.8.1.1.2 Les limites de zone d'étude

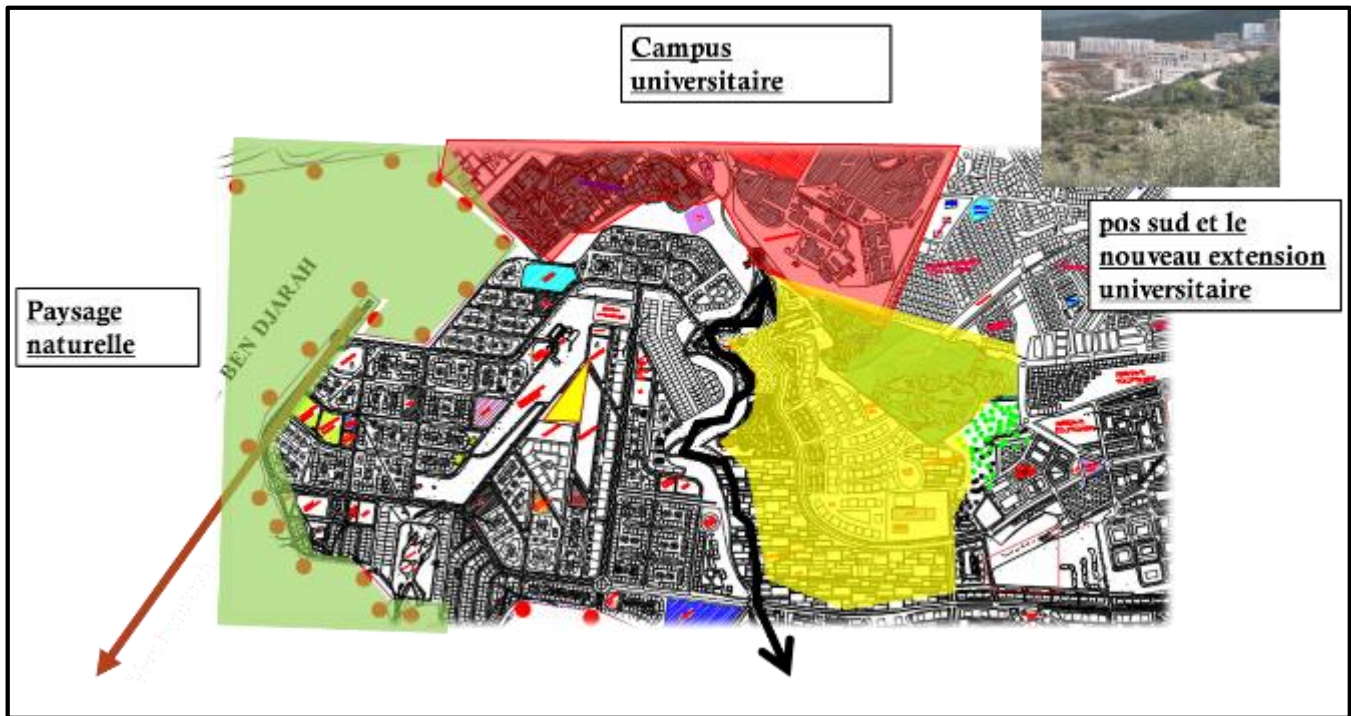


Figure 138: les limites de zone d'étude éditer par auteur

III.8.1.1.3 L'accessibilité de terrain

1- Les voies existantes :

Le projet est accessible par la grande voie principale qui relié le pos 31 et le campus universitaire, Et des voies secondaires qui sont représentés on bleu



Figure 141:vois existants , source :Auteur



Figure 141: vois existants , source :Auteur



Figure 141: les voies existants , source : Google earth



- Le voies existant
- Les voies a cour de réalisation (sont déjà tracé)

Chapitre III : Etude thématique du projet

2- Les voies projetées :

Constat par rapport à l'accessibilité du site, Notre assiette d'intervention est entourée de plusieurs axes de circulation, elle bénéficie ainsi d'une très bonne accessibilité.



Figure 142: les voies projetés source : POS traité par auteur

3- Les nœuds

Grand nœud joue un rôle de jonction entre la route principale d'université et la route secondaire de terrain

- Rendent les usagers de l'espace public plus attentifs,
- Facilité la direction
- Facilité la force visuelle des bâtiments de pos

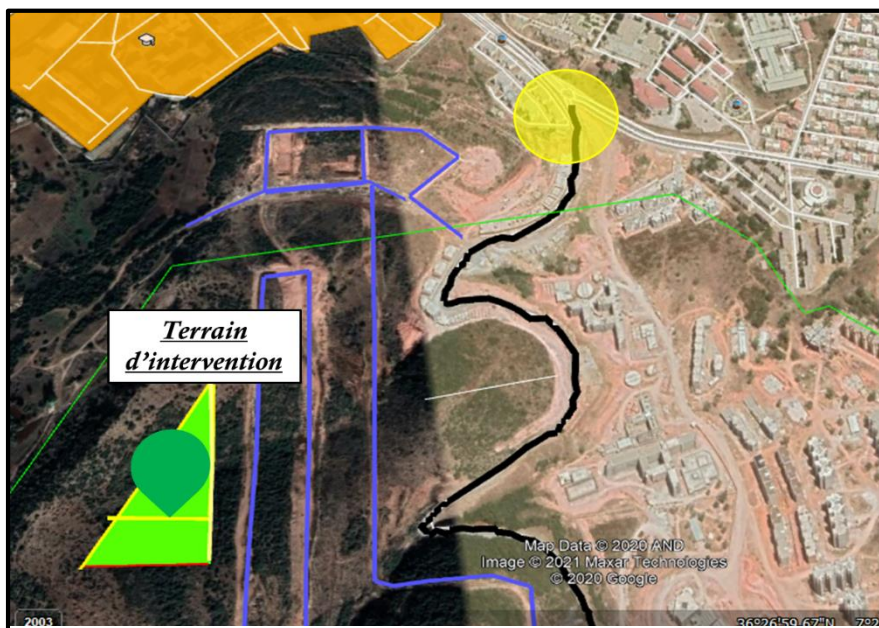


Figure 143: les nœuds existants , source : Google earth


4- Les points de repères existants et projetés





Figure 144: les points de repères projetés, source : POS traité par Auteur




Figure 145: point de repère existants, source : Google earth

 Des grandes espaces d'étende et de loisir

 Habitat collectif r+9 point d'appel

 mosquée point d'appel

 Le pôle universitaire existant déjà .

 L' extension de l'université dans la phase finale de ma réalisation

III.8.1.1.4 La forme de terrain

La forme de terrain c'est une combinaison de plusieurs trames imbriquées selon un principe

Le terrain a une forme triangle de surface de 2.5h

Le terrain est caractérisé par une relief a forte pente de 15 pourcent

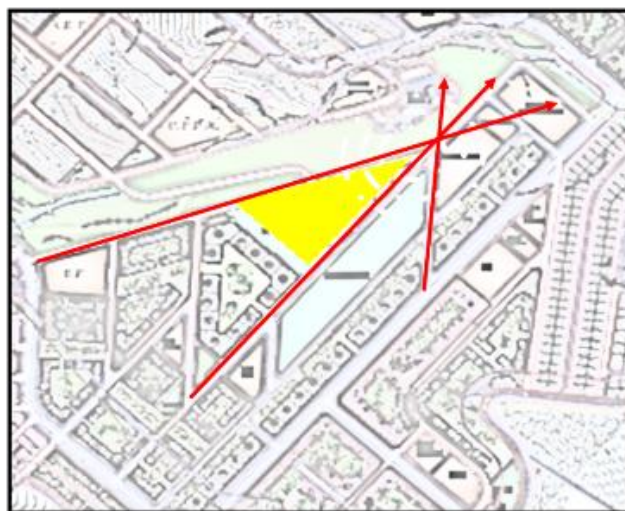


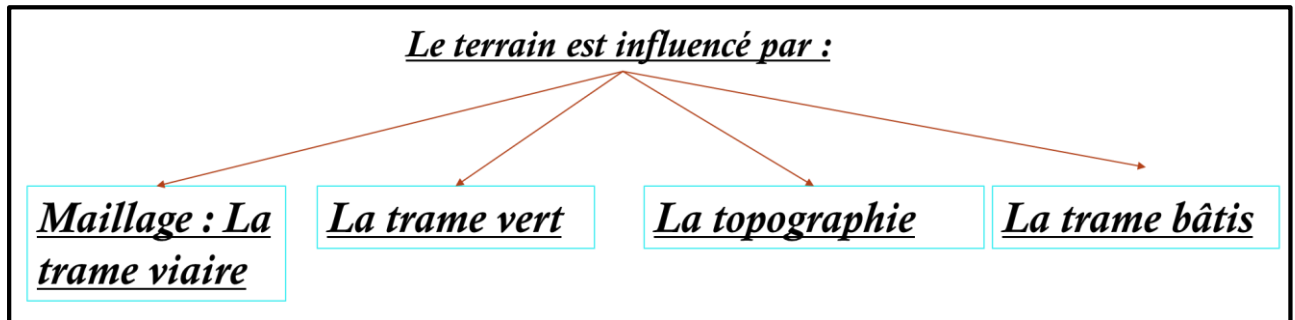
Figure 146: la forme de terrain, source POS traité par Auteur

Chapitre III : Etude thématique du projet

3 voies principales se convergent vers le centre (un point de convergence)

La forme triangle :

- Un espace extrêmement fermés (claustrophobie)
- Aménagement pas facile à aménager
- Moins centralisé que le carrée et le triangle
- Le triangle est un symbole de stabilité. En géométrie, trois points appartiennent
- toujours au même plan, la stabilité se fait donc à a fois à la verticale, à l'horizontale



1- Maillage :

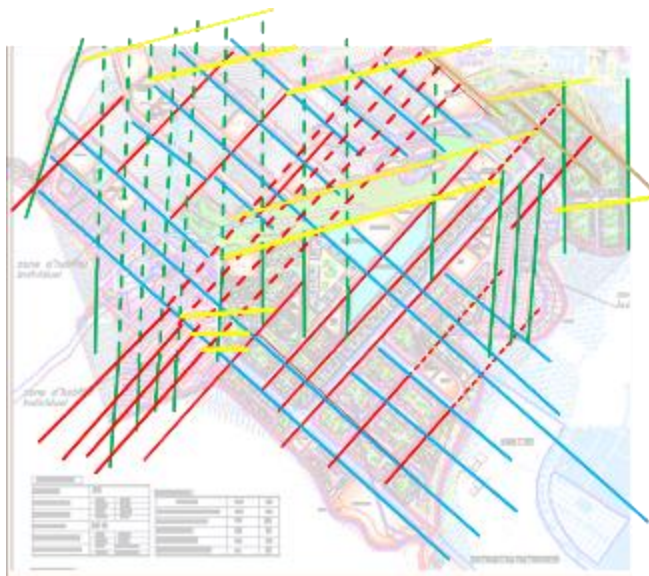


Figure 147: le maillage urbain , source : POS traité par Auteur

- **Premier tracé : linéaire en représentant en rouge selon un axe nord – sud**
- ↓
- **Deuxième type de tracé linéaire oblique dans l'axe nord ouest – sud est**
- ↓
- **Troisième tracé : linéaire dans l'axe est –ouest**
- ↓
- **quatrième tracé : linéaire dans l'axe nord est- sud ouest**

2- La trame verte :

Un grand avantage de la trame verte :

- Un obstacle pour les vents dominants
- Permet de faire une liaison entre le terrain et l'espace vert pour crée un réseau écologique dans le projet
- Faire une continuité urbaine et pourquoi pas en crée une démarche pour la notion de corridor écologique

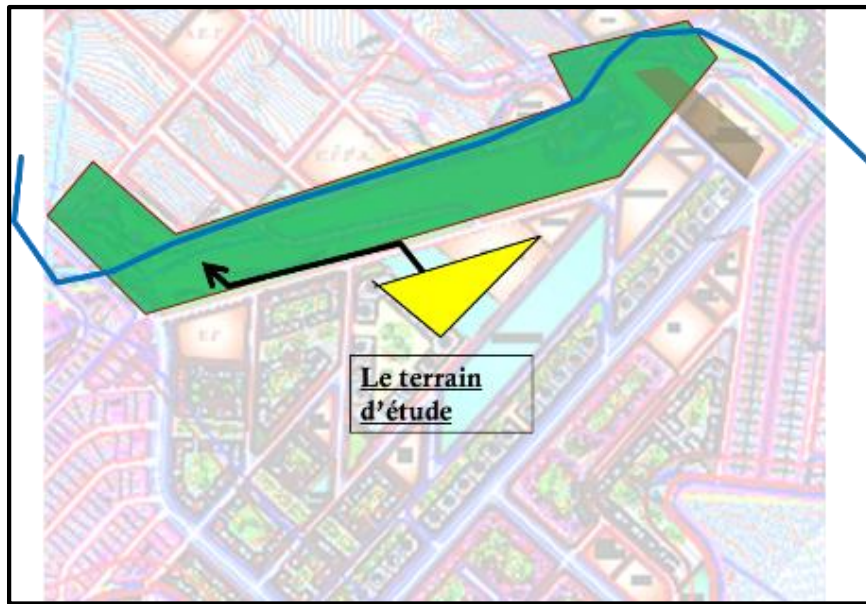


Figure 148: la trame verte source : POS traité par auteur

3- La trame bâties :

Le pos propose des commerces au RDC

Notre projet est implanté dans endroit avec une grande flux commercial (des voies actif)

-créé un édifice qui va être structurer le centre de la zone et permettre de crée une notion de la centralité

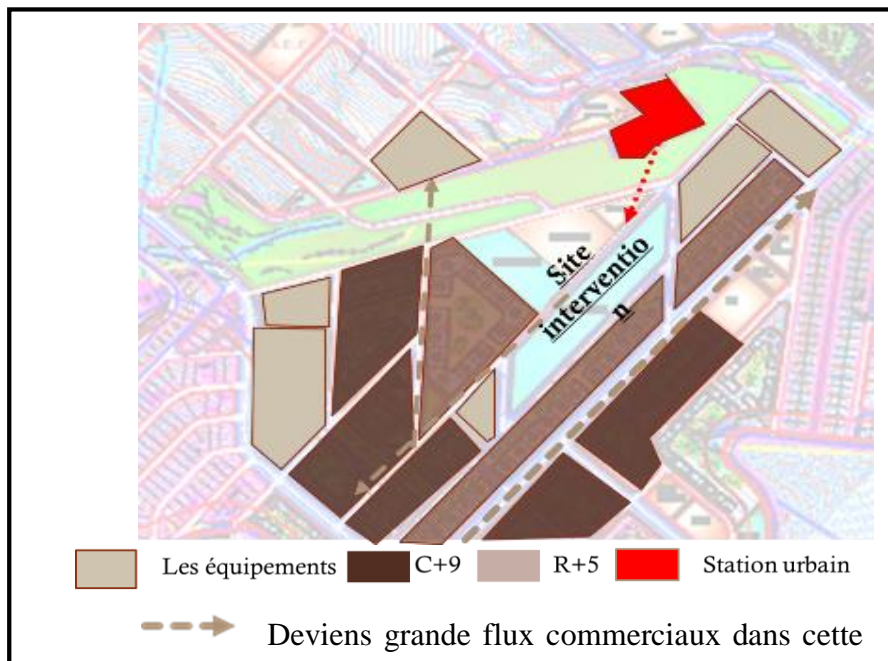


Figure 149: la trame bâties et les équipement qui entoure le terrain, source POS traité par Auteur

4- La topographie de terrain :

Chapitre III : Etude thématique du projet

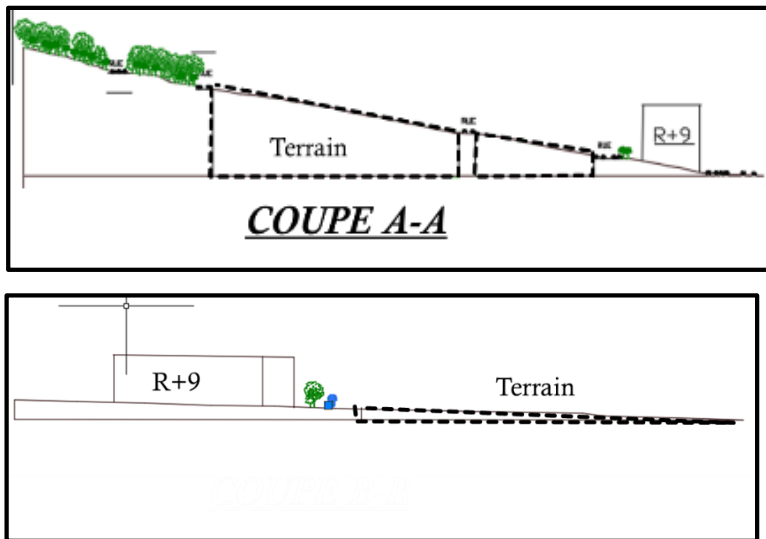


Figure 150: la topographie de terrain , source : POS traité par Auteur

III.8.1.1.5 Etude l'enseillement de terrain

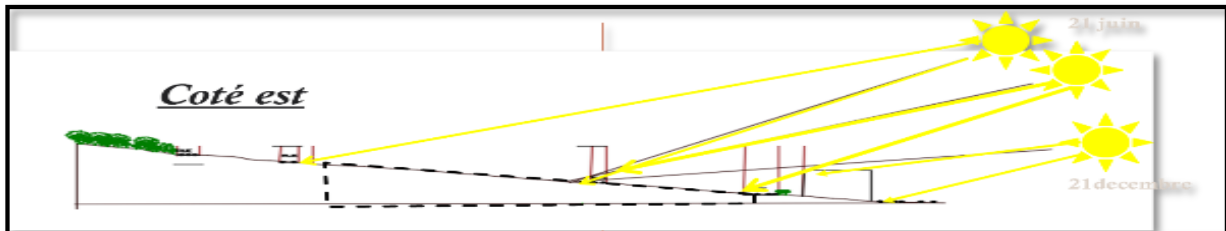


Figure 151: coupe schématique , source :Auteur

21 mars A 8.00h	21juin a 8.00H	21decembre a 9h
Hauteur de soleil : 27°	37	9°
Hauteur de bâtis : 30m	30	30m
Ombre 58,8	39,8	189,4

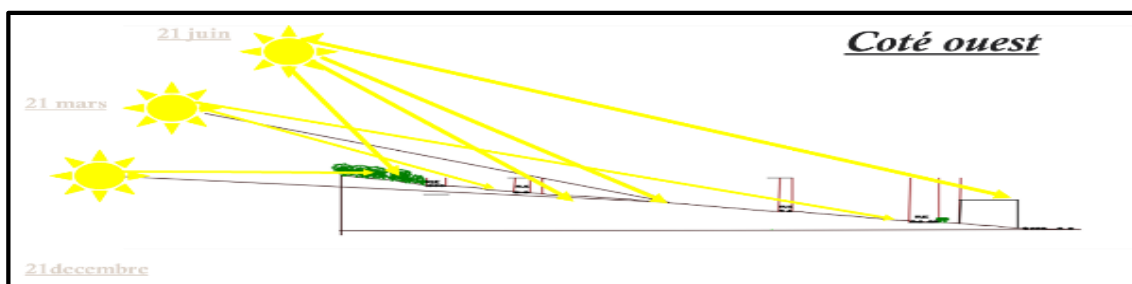


Figure 152: coupe schématique , source :Auteur

21 mars A 14h	21juin a 14h	21decembre a 14h
Hauteur de soleil :36°	56°	14
Hauteur de bâtis : 30m	30	30m
Ombre 41,2	20,23	120,32

Chapitre III : Etude thématique du projet

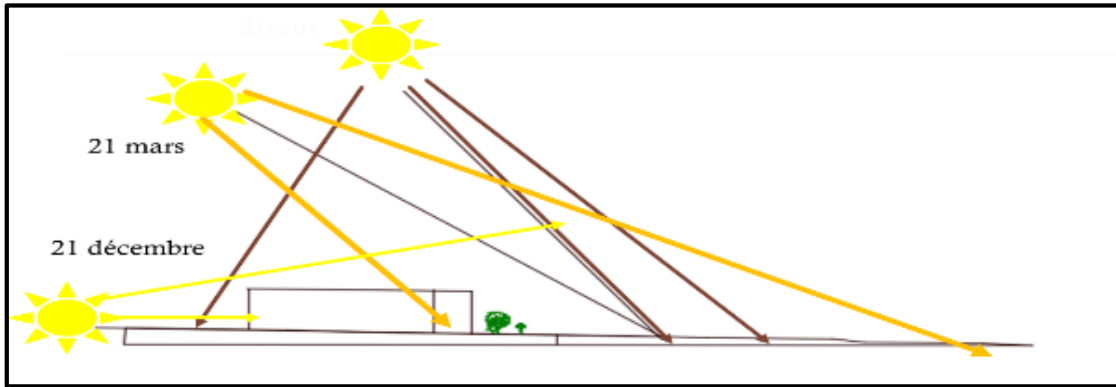


Figure 153: coupe schématique , source :Auteur

21 mars A 12h	21 juin a 12h	21 decembre a 12h
Hauteur de soleil 43°	66°	19°
Hauteur de bâtis : 30m	30	30m
Ombre		

III.8.1.1.6 Etude des masques

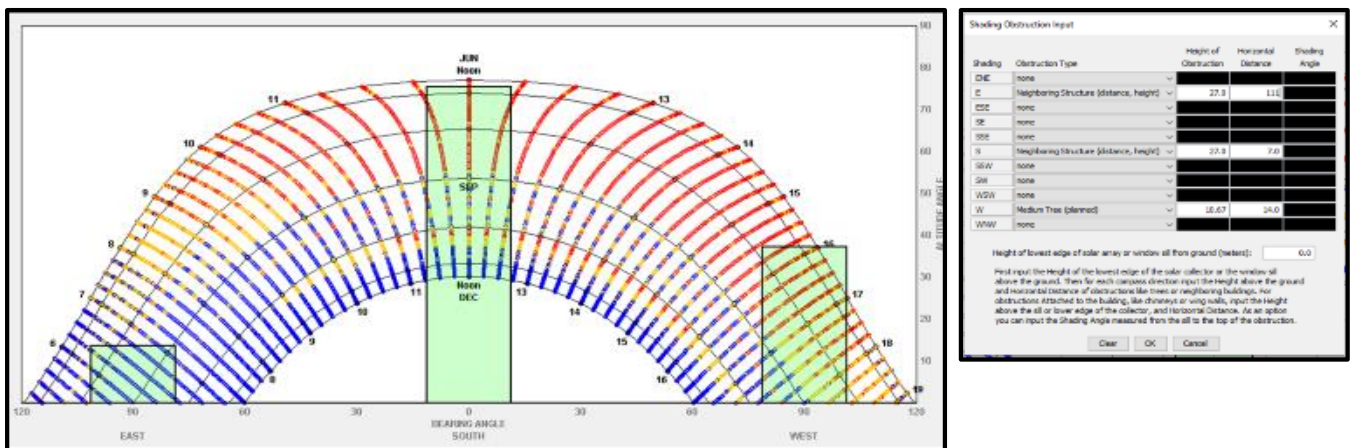


Figure 154:masque solaire source climate consultant

Les masques solaires :

- Sud : un bâtiment de R+9 de distance de 8m De 11h jusqu'à 13h :00 tout l'année
- Est : bâtiment R+9 de distance plus que 90m (avril, mai et juin , septembre , octobre de 6h – 7h)
- Ouest : espaces vert et de foret de distance d'une vois mécanique de 10m (avril , mai , juin , juillet , aout , septembre , octobre de 16h à 19 h

Chapitre III : Etude thématique du projet

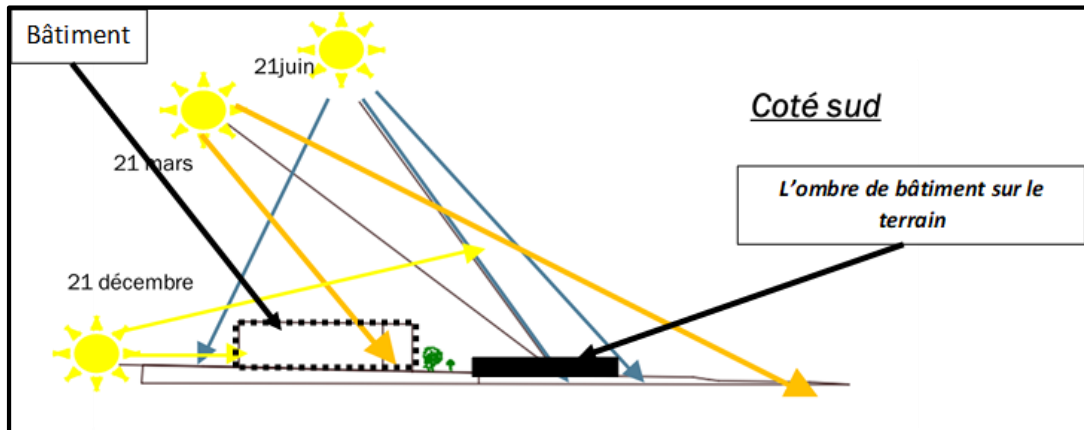


Figure 155: les masques solaires sur le terrain , source : auteur

1. Le sud : un habitat Collectif de R+9, les masques Solaires tout l'année de 11 :15min Jusqu'à 12 : 45min sauf le mois de Juin au le terrain est parfaitement Ensoleillé

2- L'est : un habitat collectif de R+9, la distance entre notre terrain et l'habitat plus que 90m, donc il n'est pas une grande influence
3- L'ouest : une forte dans la partie est, les masques (mars, avril, mai, juin, juillet, aout, septembre (15 :30 min jusqu'à 18 :30

Recommandation

D'après l'analyse des exemples nous avons tiré les recommandations suivantes :

- 1- Facilité d'accessibilité mécanique et prendre en considération tous les moyens de transport
- 2- Encourager l'utilisation des pistes cyclables pour arriver au centre
- 3- Créer un projet qui s'intègre avec leur environnement, le projet devient l'une des solutions innovant pour régler l'écosystème environnementale
- 4- Faire l'équilibre entre le bâti et les espace vert dans notre projet
- 5- L'accessibilité visuelle et offre, également, un bon accès visuel aux différents endroits
- 6- Les centres commerciaux nécessitent plusieurs entrées visiteurs, les marchandises, travailleurs, parking, et les sorties de secours de chaque étage
- 7- Il faut prendre en considération la manière d'aménagements des boutiques pour assurer la sécurité visuelle

Chapitre III : Etude thématique du projet

- 8- L'application de notion de la relation écologique entre le projet et leur environnement avec utilisation des corridors écologique (pont) pour relier les espaces verts et le Projet

De point de vue stratégiques :

- 1- L'intégration de systèmes passifs bioclimatiques et d'énergies renouvelables proactives permettra d'économiser 70% de la consommation d'énergie.
- 2- Combiner entre l'architecture bioclimatique et les nouvelles technologies de l'énergie renouvelables pour un millieur optimisation énergétique.
- 3- Utilisations des toits végétalisé avec des plantes macrobiotiques pour régler la température ambiante et filtrées les eaux pluviales.
- 4- Choisir les types de plantes qui sont pas sensibles au vent dominants en été et en hiver et qui sont localiser dans la région de Guelma.
- 5- Intégré les jardins et les jets d'eau à l'intérieur de centre pour une température ambiante et régler la nuisance sonore.
- 6- Utilisation des espaces ouverts et les l'éclairages zénithale pour profiter le max de lumière naturelle
- 7- Utilisation des espaces ouverts et les l'éclairages zénithale pour profiter le max de lumière naturelle
- 8- Utilisation des procédés passive bioclimatique dans notre projet : la serre bioclimatique ; le tirage thermique (assesseurs, et les escalier) surtout dans les zones mal aérées, atrium bioclimatique, purificateur d'air
- 9- Les procédés active comme ECOLUX LIGHTCATCHER comme une solution pour l'éclairage artificiel pour les parkings

Conclusion :

Etude des exemples existant ou livresque permet de donner une vision globale sur le projet soit étude fonctionnelle ou bien étude écologique, notre exemple sont-ils choisis par rapport au thème d'une part et les solution innovante d'autre part cette étude est utilisé généralement dans la première phase de l'étude projet.

Après analyse bioclimatique et géographique de site nous concluons que la phase a de l'esquisse c'est une phase très important dans la démarche bioclimatique écologique parce que dans cette phase on tire tous qui contrainte sont dans la domaine climatique ou bien physique de site , dans la phase analyse l'architecte doit intégrer tous les savoir climatique , énergétique

Chapitre III : Etude thématique du projet

, physique et géographique à travers ces savoirs l'architectes doit traiter simultanément ces savoirs et les traduit dans une conception dite bioclimatique qui s'intègre dans son environnement et cherche à optimiser tout possible la consommation énergétique de bâtiment a traves l'étude des ressources naturelle comme l'ensoleillement , le vent

Chapitre IV : conception architecturale

Chap.IV: conception architecturale

Introduction :

Le but de chapitre de définir les étapes qui nous avons suivi pour obtenu une intégration favorable dans le site a traves les recommandations et les synthèses d'analyse urbain et climatologie de site d'intervention.

IV.1 Etapes de schéma de principe

1- Les axes et accessibilité :

Pour matérialiser notre projet, réduire la propagation du bruit et assurer la sécurité. L'accès principale piétonne : va se situe sur l'axe principale pour qu'il soit visible.

L'accès de parking sont placés sur la voie est (la vois principale et, qui seront caractérisés par forte flux mécanique Les deux autres accès secondaire situées sur le côté ouest et le côté sud.

Axes principale de nœud et deux autre axe secondaire

Un axe fort de visibilité: c'est un axe majeur à partir duquel qu'on aura une vue globale de l'équipement vue que le terrain est en pente l'implantation de votre projet au fonction de pente pour la dominance de projet de tout la direction Les axes de projet est choisi au fonction de:

- 1- la forme triangulaire de terrain qui donne une sensation de fermeture
- 2- Vue que la surface réduite de terrain le parking sous terrain une solution acceptable pour maitriser la pente au même temps gérer la circulation de parking
- 3- Le point de visibilité de projet c'est un paramètre important dans la décision de l'implantation surtout quand on a un terrain avec forte pente

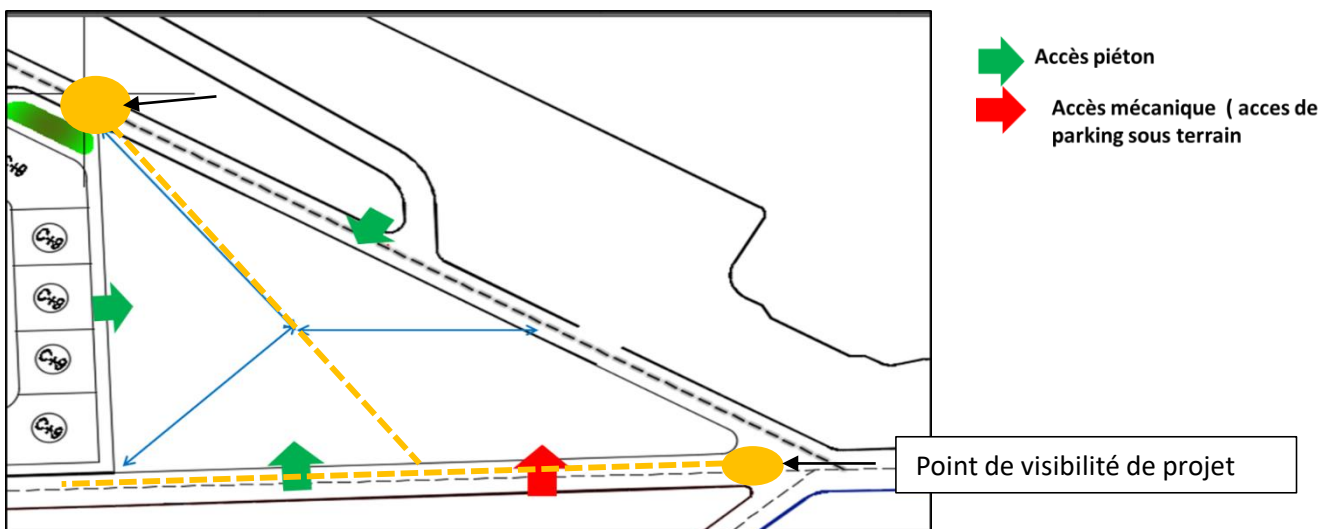
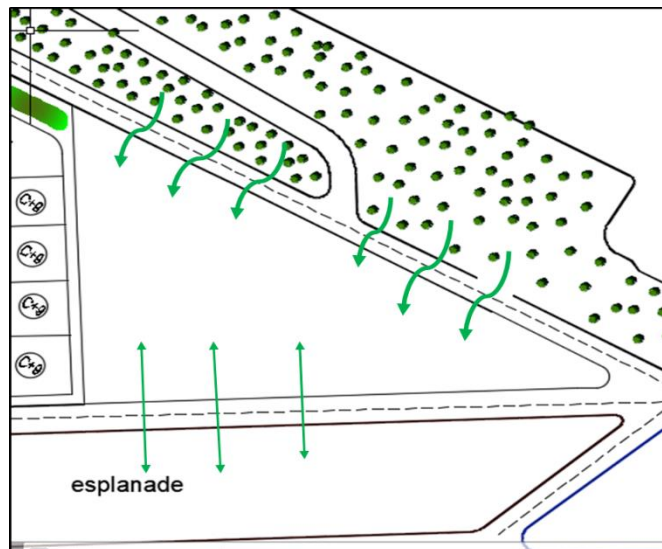


Figure 156: genèse de la forme étape 1 . Source : auteur

2- les alternatives d'implantation :

1- L'intégration de la nature :



- Crée un modèle du bâtiment qui intègre le projet dans la nature
- Renforcer la structure végétalisée et faire la continuité urbain entre l'environnement immédiat et le projet

Création des passerelles végétalisées qui relient la forêt et le projet

Faire la liaison entre le projet et l'esplanade par passerelles dites corridors écologiques

Figure 157: genèse de la forme étape 2. Source : auteur

3- La masse et le bâti de projet

La partie esplanade située au-dessus de parking sous terrain : c'est une espace de loisir ouvre directement sur la grande espace pour indiquer et crée une forte relation physique avec

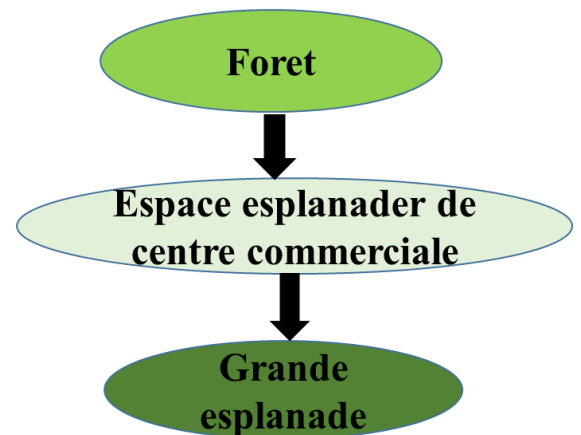
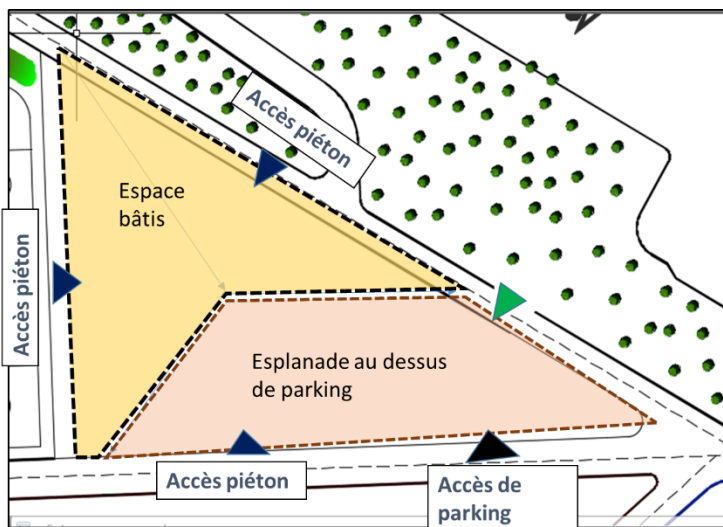


Figure 158: genèse de la forme étape 3. Source : auteur

Le projet est influencé par 3 élément physique :

- 1- la présence de la trame vert dans la côté ouest de projet et esplanade et aire de détente (coté est)
- 2 – terrain en pente

Chapitre IV : conception architecturale

3- 4- la forme de terrain

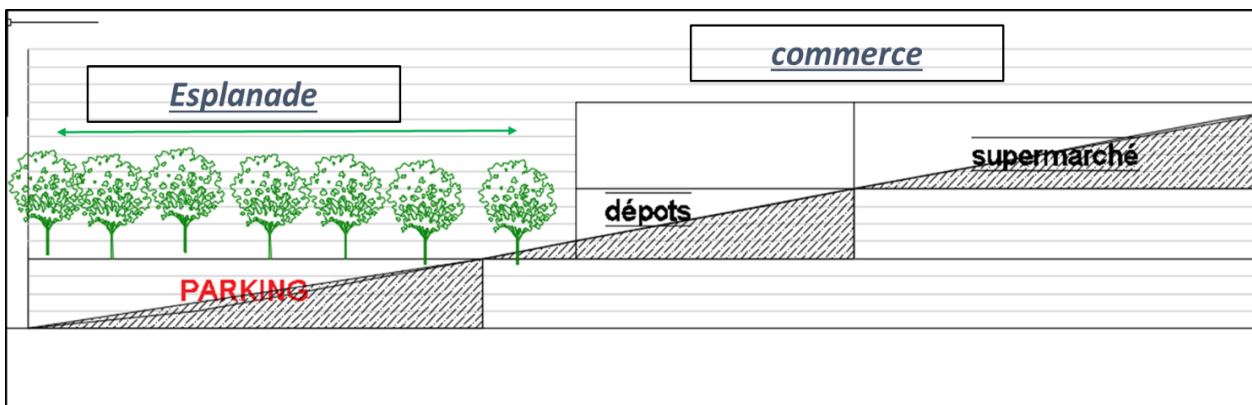


Figure 159: manière d'intégration dans la pente . Source : auteur

Communiquer avec la forêt comme environnement immédiat avec l'intégration visuelle dans le projet , ce bien avec la forêt doit s'exprimer à travers l'aménagement extérieur et création d'esplanade qui va relier la forêt , le projet , et l'esplanade extérieur dans le but de créer une forte relation naturelle qui va répondre aux exigences de développement durable .

4- L'organisation spatiale (zoning)

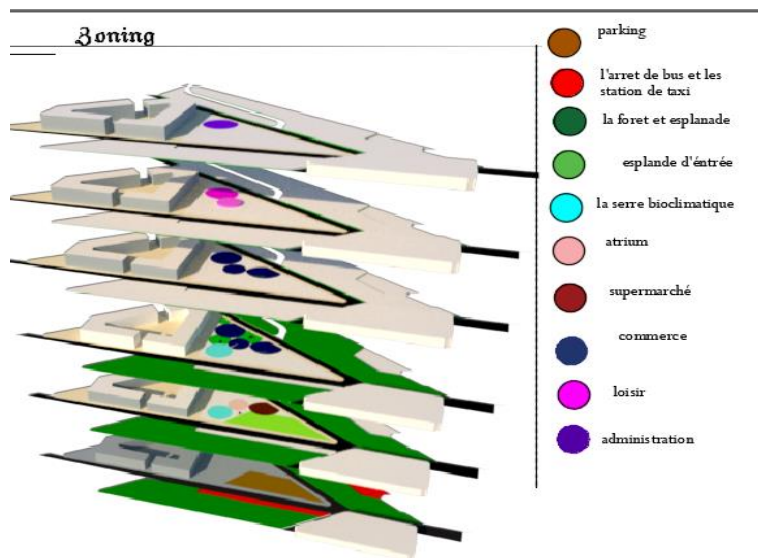


Figure 160: zoning de notre projet , source :Auteur

Travers cette organisation on a la possibilité de créer plusieurs accès de circulation qui va diriger le flux dans le centre de projet (entité A).

Création de corridors écologiques (pont qui relie la forêt avec notre projet (esplanade et une autre pente qui relie ce dernier avec grande esplanade

4- La forme et la volumétrie

Chapitre IV : conception architecturale

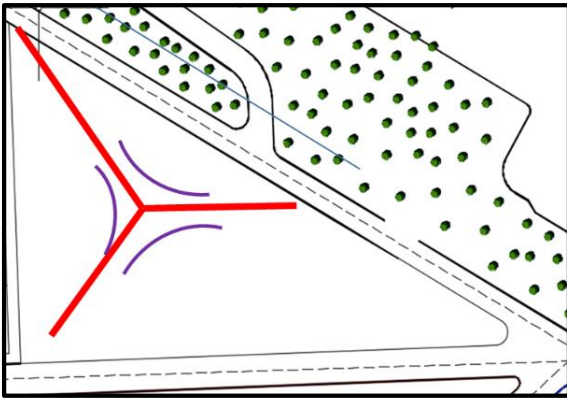


Figure 161: la premier étape de processus de conception
source :Auteur

Dans le premier part nous avons marquées les entrées des accès de centres par la forme d'arc dans les 3 coté de projets

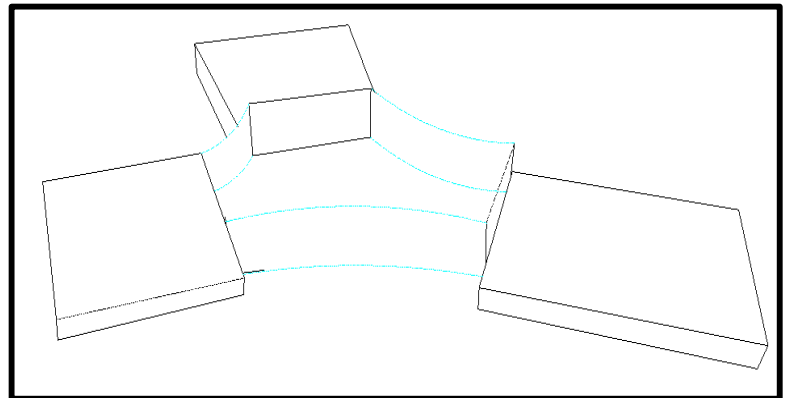


Figure 162: premier forme de projet , source: Auteur

Pour une millieur intégration de la forme dans le terrain nous avons suivi la forme de terrain avec une réservation pour le parking et l'esplanade de centre qui ouvre directement sur la grande esplanade pour crée une relation physique de projet avec la grande esplanade

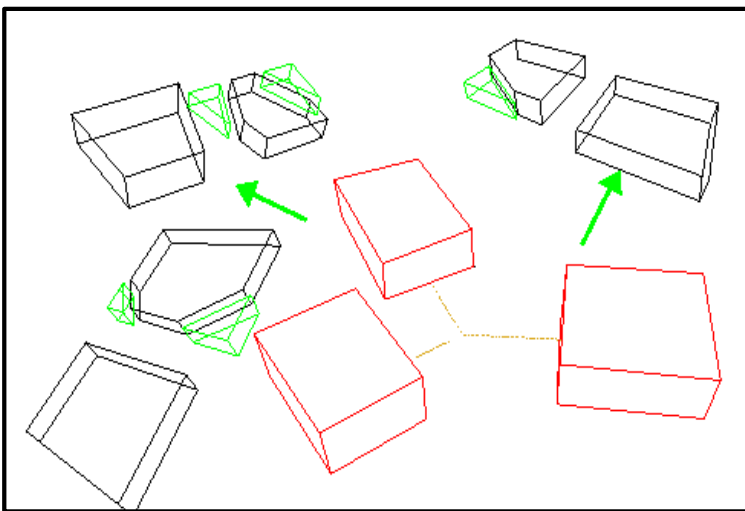
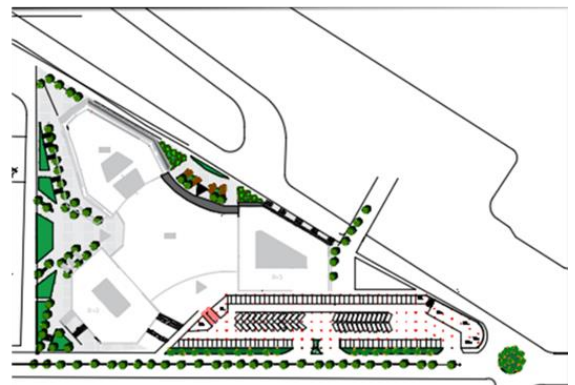


Figure 163: développement de la forme , source : Auteur

Développement de la forme par les opérations de soustractions nécessaires afin d'obtenir la forme globale de projet



5- Schéma de principe :

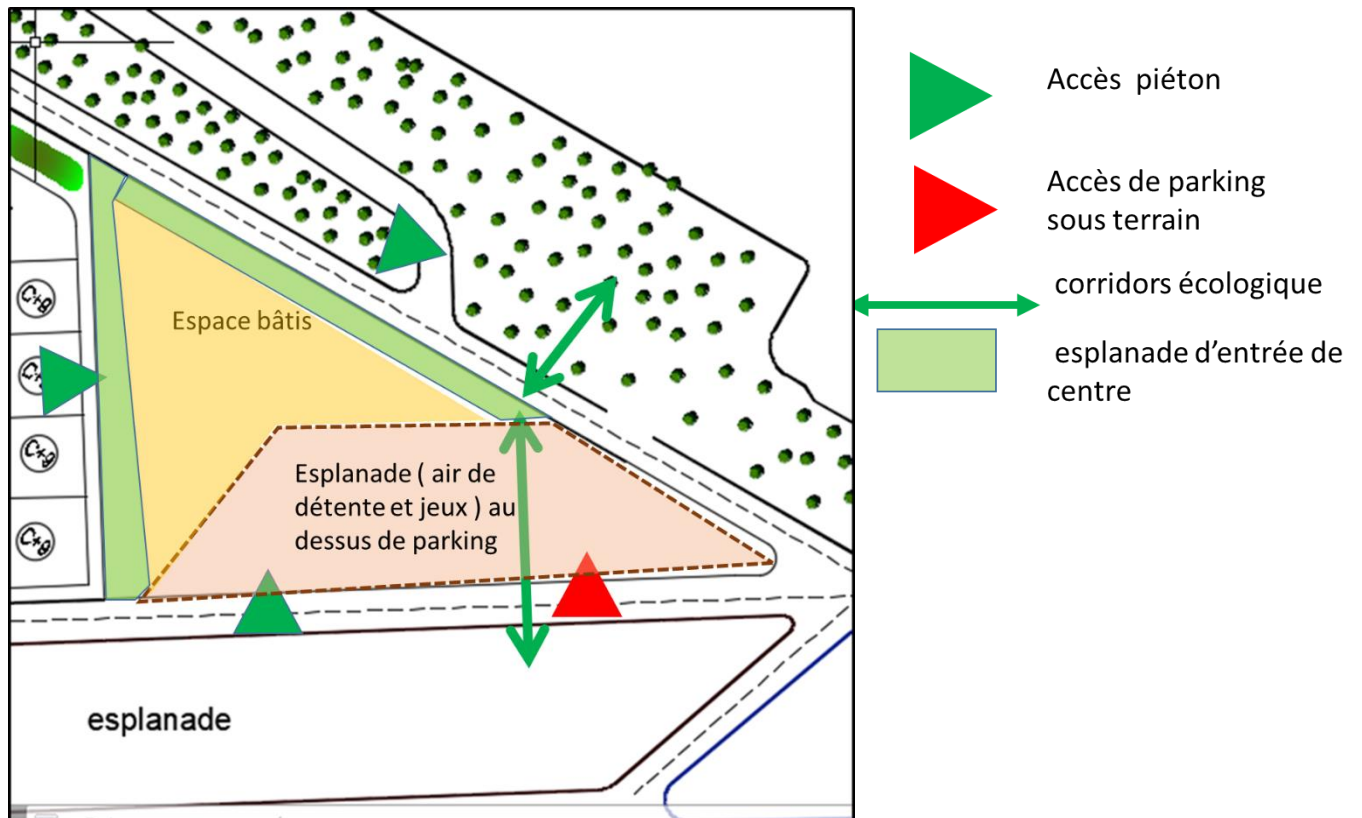


Figure 164: schéma de principe . Source : éditer par auteur

Conclusion :

A travers ces étapes nous avons obtenu un schéma de principe cohérent avec l'environnement immédiat, qui peut être répondant aux exigences réglementaire de PDAU et les contraintes environnementaux et climatologies et physiques, et programmations de projet et de site.

Chapitre V : des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

V) Chap. V : Outils d'aide à la décision par évaluation

V.1 Labels et Références énergétiques :

V.1.1 Le code énergétique :

Un code énergétique est une directive légale qui établit des seuils minimaux de performance énergétique pour les nouvelles constructions et/ou rénovations majeures. Le code s'occupe généralement des postes énergétiques suivants : chauffage / refroidissement, ventilation, éclairage, eau chaude sanitaire et autres charges (prises, pompes, etc...)

L'expression « Code d'énergie du bâtiment » est généralement utilisée en Amérique du Nord et elle tend à s'imposer de plus en plus dans plusieurs parties du monde³. Au Canada comme aux États-Unis, les codes énergétiques font partie d'un ensemble de « Codes de la Construction » qui regroupent l'ensemble des exigences à rencontrer pour construire un bâtiment.¹⁵³

V.1.2 Le label énergétique

D'application volontaire, un label énergétique est un certificat de reconnaissance des performances énergétiques atteintes par un bâtiment relativement au code énergétique applicable dans la zone géographique considérée (ou en lien avec un autre standard énergétique reconnu par ce label). Contrairement à une certification environnementale, un label de performance énergétique ne s'intéresse qu'à cet aspect du bâtiment.¹⁵⁴

V.1.3 La certification environnementale

Également d'application volontaire, une certification environnementale est un système de reconnaissance des qualités énergétiques et environnementales d'un bâtiment. Les premières certifications environnementales ont été développées il y a une vingtaine d'années dans différentes régions du monde : Europe de l'ouest, Amériques, Asie¹⁵⁵

Les règlements et les labels de qualité énergétique et environnementales s'attachent avant tout à la performance et à la durabilité du bâti ; ils imposent également de plus en plus

¹⁵³ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

¹⁵⁴ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

¹⁵⁵ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

l'affichage d'indicateur de contrôle en matière de santé ; labels et réglementation évoluent constamment en parallèle vers des niveaux de performance de plus en plus élevés.

V.1.4 Passive house :

Cette certification d'origine allemande, vise à réduire au minimum les besoins en énergie tout en assurant le confort climatique des habitants, obtenu sans systèmes conventionnels de chauffage ou de refroidissement. Autrement dit, cette certification cherche à orienter les investissements vers la performance de l'enveloppe et la ventilation plutôt que vers des systèmes énergétiques. La certification Passive House est considérée comme l'une des plus performante pour l'habitat résidentiel à ce jour (ces exigences sont nettement plus élevées que celles de la certification Novoclimat).¹⁵⁶

V.1.5 Label « zéro net) :

Plusieurs initiatives existent pour labelliser la performance énergétique d'un bâtiment selon le niveau dit « net zéro »³². Globalement, un bâtiment dit « net zéro » est un bâtiment dont le bilan énergétique annuel est nul, soit pour simplifier, le bâtiment consomme autant d'énergie qu'il en produit.

V.1.6 BREEM :

Le BRE (Building Research Establishment), créé en 1990, est l'organisme britannique responsable de la délivrance de la certification BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) qui est un protocole d'évaluation environnementale pour les immeubles collectifs. La certification BREEAM est applicable à différents types d'immeubles comme l'atteste l'existence de différentes mentions en son sein: BREEAM Offices, BREEAM Ecohomes, BREEAM Retail, BREEAM Industrial, BREEAM Schools, BREEAM Multiresidential, BREEAM Bespoke...¹⁵⁷

V.1.7 LEED :

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) est une certification environnementale d'origine américaine créée en 1998. Le système permet d'évaluer des bâtiments neufs, en rénovation ou en exploitation et pour toutes les typologies. La version utilisée actuellement est la V4 (depuis le 1er novembre 2016). Dans le cadre d'un partenariat avec l'USGBC (U.S Green Building Council), le CAGBC (Canadian Green Building Council)

¹⁵⁶ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

¹⁵⁷ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

se charge d'administrer les certifications LEED au Canada. La certification LEED est composée de 8 catégories de crédits permettant d'évaluer la qualité environnementale d'un bâtiment, dans une approche holistique.¹⁵⁸

V.1.8 BOMA BEST :

Lancée en 2005 par l'association BOMA Canada, la certification Boma Best vise à améliorer les performances des bâtiments commerciaux existants par la mise en place de bonnes pratiques d'exploitation via un processus de certification. Cette certification compte les 6 catégories environnementales suivantes : énergie, polluants, confort, environnement, eau, déchets et site. Quatre niveaux de performance sont disponibles, avec un premier niveau de certification constitué de préalables (identifiables à des diagnostics des pratiques en cours). Concernant la performance énergétique, la certification BOMA Best valorise notamment la mise en place de mesures d'efficacité énergétique, et le suivi des consommations énergétiques. Des pointages sont ainsi réalisés et une diminution de l'intensité énergétique de l'immeuble est valorisée.¹⁵⁹

V.1.9 HQE :

La Démarche HQE®, portée par l'Association HQE depuis une dizaine d'années, est une démarche volontaire initiée par le maître d'ouvrage d'un bâtiment pour aller au-delà de la réglementation. Elle propose une liste de 14 cibles définissant la Qualité Environnementale du Bâtiment (QEB). Les acteurs de la construction ont souhaité la mise en place d'indicateurs de valeur de chacune des 14 cibles dans le but de quantifier et de qualifier les performances des bâtiments sur la base de règles du jeu communes : c'est ainsi qu'est née la certification NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE®.¹⁶⁰

V.1.9.1.1 Label BBCA :

Label BBCA : la dernière version du label BBCA (association pour le développement du bâtiment bas carbone) a fait l'objet d'ajustement pour intégrer la méthodologie de mesure du référentiel ENERGIE- carbone lancé par L4Eatt français, elle fixe des niveaux d'exigence plus ambitieux et fait valoir des exigences complémentaire « innovation climat » indispensable

¹⁵⁸ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

¹⁵⁹ ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.

¹⁶⁰ BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX: AUJOURD'HUI, ET DEMAIN?. Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

pour concevoir bas carbone ; la label BBCCA comporte trois niveau de performance : standard, performance et excellence

Il s'applique à tous les bâtiments relevant de la réglementation thermique. Le périmètre et celui du permis de construire et comprend le bâtiment et sa parcelle ; il peut porter sur plusieurs bâtiments si ceux –ci font l'objet d'un permis de construire unique. Il comprend toutes les consommations d'énergie du bâtiment sur la phase d'exploitation, ainsi que la consommation d'eau, le chantier, et les matériaux et produits de construction.¹⁶¹

V.1.9.2 La référence commerce :

« La performance énergétique des bâtiments est un élément majeur pour le maître d'ouvrage. Afin de mesurer cette performance, 5 niveaux de labels ont été définis par l'Etat (arrêté du 8 mai 2007). 30 A ce jour, très peu d'immeubles peuvent se prévaloir de l'obtention de ces labels.

La RT 2005 a renforcé les restrictions en matière de consommation d'énergie des constructions neuves qu'elle limite à 120 KWh/m²/an.	Le BHPE (Bâtiment à Haute Performance Energétique) : 96 KWh/ m²/ an :
	<i>HPE (Haute Performance Energétique) : Cep réf -10%/RT 2005</i>
	<i>THPE (Très Haute Performance Energétique) : Cep réf -20%/RT 2005</i>
	<i>HPE EnR (HPE Energies Renouvelables) : Cep réf -10%/RT 2005</i>
	<i>THPE EnR (THPE Energies Renouvelables) : Cep réf -30%/RT 2005</i>
	Le BTHPE (Bâtiment à Très Haute Performance Energétique) : 80 KWh/ m²/ an.
Le BBC (Bâtiment Basse Consommation) : 50 KWh /m²/ an.	
Le BEPAS (Bâtiment à Energie passive) : moins de 15 KWh/ m²/ an.	
Le BEPOS (Bâtiment à énergie positive) : capable de produire de l'énergie et éventuellement d'en revendre au fournisseur.	

Figure 165:règlemente RT 2005source : BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX : AUJOURD'HUI, ET DEMAIN?. Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009

A ses débuts, la certification NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® ne concernait que les immeubles de bureaux et les bâtiments d'enseignement. Or, des maîtres d'ouvrage de l'industrie des centres commerciaux ont sollicité Certivea afin de faire partie des « Opérations Pilotes-Démarche HQE® et Bâtiments Tertiaires ». L'organisme certificateur a réuni en son sein un groupement d'intérêt économique défini par les acteurs du secteur et composé d'une trentaine de professionnels parmi lesquels des promoteurs, des investisseurs, des architectes et des bureaux d'étude.

V.1.9.3 HQE Commerce :

Ce nouveau référentiel commerce s'adresse à tous les opérateurs du secteur de l'immobilier de commerce et concerne centres et quartiers commerciaux, bâtiments

¹⁶¹ MARSAULT, Xavier. Écoconception générative : Phase amont du projet d'architecture. ISTE Group, 2018.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

commerciaux en zone d'activité et commerces en pied d'immeuble, dans le cadre d'une certification globale de l'immeuble. Il est constitué en 14 cibles mais à la différence du référentiel bureau, il est davantage centré sur les cibles de confort. Ainsi, les spécificités de la norme HQE commerce mises en valeur sont : l'environnement immédiat, c'est-à-dire l'importance de la pollution visuelle, une réflexion autour de l'approvisionnement et des livraisons et du choix des matériaux, la limitation de la consommation d'énergie pour l'éclairage et la climatisation des boutiques, la limitation des puissances pour l'éclairage du mail commercial, la distinction entre sanitaires communs et individuels pour le calcul des économies d'eau, la gestion des déchets et enfin le confort acoustique, hygrométrique et visuel.¹⁶²

V.2 Les outils de mesure et simulation énergétique

V.2.1 La simulation énergétique et l'écoconception

L'intégration des stratégies passives au début du processus de conception est un défi pour l'architecte. Ce dernier doit maîtriser les interactions des composantes du bâtiment pour faire adapter ces stratégies aux caractéristiques météorologiques du site. Or, la complexité pour la définition des solutions synergiques jumelées avec le comportement aléatoire du climat et du microclimat environnant le bâtiment rendent les décisions plus difficiles à entreprendre. Suivant cette logique et dans un contexte de recherche de la performance énergétique, l'architecte ne peut plus s'appuyer uniquement sur l'intuition et l'expérience pour éclairer ses choix. L'utilisation d'autres outils, dont la simulation énergétique, peut soutenir le processus Décisionnel.

La simulation énergétique est l'analyse, à partir des outils informatiques, des effets de l'éclairage naturel (Reinhart et Fitz, 2006), de la consommation d'énergie des bâtiments (Hensen et Lamberts, 2012) et d'autres caractéristiques aussi pertinentes telles que le comportement thermique des bâtiments et les flux d'air (Potvin et Demers, 2003). Ces

calculs se font généralement à partir des données spécifiques comme la géométrie du bâtiment, la composition et l'orientation des murs, le type et le profil horaire d'occupation et les systèmes mécaniques. Ces données, associées à un fichier climatique choisi selon la

¹⁶² BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX : AUJOURD'HUI, ET DEMAIN?. Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

géographie du bâtiment, sont traitées dans un moteur de calcul permettant d'évaluer ces interactions et fournissant, par la suite, des estimations quantitatives¹⁶³

V.2.1.1 Phase de préconception :

À cette étape, la simulation joue un rôle informatif. Le concepteur est intéressé par une indication sur la future consommation énergétique de l'immeuble. Une simple modélisation énergétique peut ainsi compenser ce besoin et permettre d'identifier par ordre de grandeur les facteurs contribuant aux charges énergétiques (Morbitzer et al., 2001).

V.2.1.2 Phase d'esquisse :

La simulation en esquisse se présente en tant qu'outil d'évaluation de la consommation globale du bâtiment (Augenbroe, 1992). Selon cet attribut, McCarry et Montague (2010) notent qu'il sera plus facile ainsi d'explorer l'option qui réduit le plus les besoins en énergie. Ces options se rapportent principalement à la volumétrie, l'orientation et la forme du bâtiment.

V.2.1.3 Dossier préliminaire :

À ce stade, la simulation portera principalement sur la comparaison des performances des choix architecturaux considérés. Les mesures de performance pour le dossier préliminaire ne se limitent pas à la consommation globale du bâtiment, mais incluent également les déperditions thermiques à travers les parois de l'enveloppe (Holst, 2003), les niveaux d'éclairage naturel (Reinhart et Fitz, 2006), la performance des vitrages (Tzempelikos, Athienitis et Karava, 2007), la ventilation naturelle (Boivin et Potvin, 2008), etc.

V.2.1.4 Dossier définitif :

Tel qu'évoqué par Morbitzer et al. (2001), l'application de la simulation pour cette phase concerne plutôt les questions d'ingénierie. Le modèle énergétique établi servira en tant qu'outil de vérification de conformité avec les codes et normes de construction. Il permettra d'estimer, également, les coûts attribués à la consommation énergétique et d'évaluer le dimensionnement des systèmes électromécaniques.¹⁶⁴

V.2.2 Les paramètres conceptuels identifier pour la simulation :

¹⁶³ BEN HASSINE, Maroua. Développement d'une approche pour l'utilisation optimale de la simulation énergétique en amont du processus de conception. 2015. Thèse de doctorat. École de technologie supérieure.

¹⁶⁴ BEN HASSINE, Maroua. Développement d'une approche pour l'utilisation optimale de la simulation énergétique en amont du processus de conception. 2015. Thèse de doctorat. École de technologie supérieure.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Pour obtenir une simulation énergétique représentative du projet, de nombreux paramètres ayant un impact sur la performance énergétique du bâtiment doivent être pris en compte. Elle permet d'évaluer l'impact de ces paramètres sur la consommation énergétique et de juger de leur utilité sur le projet, ce qui se définit par une analyse paramétrique. La liste complète des paramètres à évaluer sur un bâtiment n'est pas définie dans le milieu de la conception, elle est souvent dépendante de la palette d'analyse offerte par un outil de simulation (Nall et Crawley, 2011). Néanmoins, Hemsath (2013) a identifié les principaux paramètres de simulation énergétique à évaluer au cours des phases d'esquisse et du dossier préliminaire selon

	Warren (2002)	Hayter et al. (2000)	Xia et al. (2008)	Attia (2011)	Bambardekar et al. (2009)	Gero (1984)
<i>Orientation</i>	X	X	X		X	X
<i>Massing</i>			X	X	X	X
<i>Function</i>			X			
<i>Geometry/Shape</i>		X	X	X	X	X
<i>Envelope</i>	X	X		X	X	X
<i>Window to Wall Ratio</i>		X		X		X
<i>Interior Space</i>	X	X	X		X	
<i>Shading</i>		X		X	X	
<i>Natural ventilation</i>	X	X	X	X	X	
<i>Thermal Mass</i>		X		X	X	
<i>Daylight</i>	X	X		X	X	
<i>Renewable Energy</i>	X			X	X	
<i>Infiltration</i>				X		

Figure 166: les paramètres architecturaux identifier pour la simulation

source: HEMSATH, Timothy L. *Conceptual energy modeling for architecture, planning and design: Impact of using building performance simulation in early design stages*. In : 13th Conference of International Building Performance Simulation Association. 2013. p. 376-384.

six recherches portant sur l'analyse des paramètres architecturaux à évaluer¹⁶⁵.

V.2.3 Définition de simulation énergétique :

Une simulation (ou modélisation) énergétique d'un bâtiment est une analyse par ordinateur de la consommation d'énergie globale d'un bâtiment. Cela se fait généralement en utilisant un logiciel spécialisé qui permet d'entrer les données spécifiques du bâtiment à modéliser, telles que la surface, la composition et l'orientation des murs, du toit et du plancher, le type d'occupation, les équipements, l'éclairage utilisé ainsi que les systèmes mécaniques. Ces données sont associées à un fichier météorologique choisi selon la position géographique

¹⁶⁵ DAOUST, Alexandre. Développement d'un cadre d'utilisation d'outils de simulation énergétique au sein d'un processus de conception intégrée. 2017. Thèse de doctorat. École de technologie supérieure.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

du bâtiment et conçu pour les calculs énergétiques, puis le logiciel calcule la consommation d'énergie des équipements et systèmes électromécaniques du bâtiment pour la période étudiée.

En général, une simulation permet de comparer entre eux les effets de différentes mesures d'efficacité énergétique sur un bâtiment neuf ou existant. On peut ainsi comparer, par exemple, les conséquences d'une meilleure isolation versus l'installation de systèmes mécaniques plus performants. Il sera donc possible d'évaluer les économies énergétiques à anticiper ainsi que la rentabilité d'une mesure donnée en tenant compte des effets croisés entre les différents systèmes électromécaniques du bâtiment

La modélisation est un outil de conception qui aide à la prise de décision lorsque diverses mesures d'efficacité énergétique sont envisagées et qui valide la conformité aux exigences de la réglementation. Ainsi, elle offre la possibilité de comparer, modifier et alterner les différentes options de configuration d'un projet en comparant les performances énergétiques avant de prendre des décisions d'investissement importantes. Cela permet donc d'aiguiller le client dans ses choix et de visualiser l'incidence de ces derniers sur le projet global, qu'il s'agisse des matériaux, des systèmes ou encore de l'orientation du bâtiment. La simulation offre la possibilité de comparer les différentes alternatives, leur faisabilité, leur pertinence et leur rentabilité à court ou long terme. Elle aide aussi l'ingénieur à concevoir des systèmes adaptés aux besoins du bâtiment.¹⁶⁶

Une simulation énergétique dynamique d'un ensemble bâtiment – systèmes (SED) est une simulation effectuée par un ou plusieurs outils numériques, pour calculer la consommation énergétique annuelle du bâtiment (les 5 usages réglementaires a minima) et d'une éventuelle production locale d'énergie (photovoltaïque, cogénération, ...). Contrairement à une « simple », appelée « simulation thermique dynamique » (STD), une SED doit permettre non seulement de calculer les différents besoins thermiques (chauffage, rafraichissement, eau chaude sanitaire) qui caractérisent l'enveloppe du bâtiment, mais également de remonter aux consommations liées aux systèmes d'émission, gestion et régulation, distribution, stockage et génération, ainsi qu'aux systèmes d'éclairage artificiel et, éventuellement, aux autres équipements présents dans le bâtiment (bureautique, ascenseurs, éclairage de sécurité, extracteurs spécifiques, etc.). La SED doit permettre également de prendre en compte les interactions entre les différents systèmes d'un même bâtiment ainsi qu'entre les systèmes et le bâti (exemple : impact de la rénovation de l'éclairage sur les besoins en chauffage et rafraichissement).¹⁶⁷

¹⁶⁶ Site internet « <https://www.mamunicipaliteefficace.ca/151-efficacite-energetique-ges-la-simulation-energetique.html> »

¹⁶⁷ REVUE PRATIQUE DES LOGICIELS DE SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE (SED) , paris ,2015

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

V.2.4 Les critères de choix les outils :

L'essor croissant des technologies de simulation énergétique et de modélisation ces dernières années a conduit à la création et la mise à jour de nombreux logiciels de simulation énergétique. L' « International Building Performance Simulation Association (IBSPA) » répertorie les logiciels de simulation énergétique les plus utilisés et les catégorise selon leur capacité d'analyse. Présentement, le répertoire sur le site internet de l'IBSPA identifie 155 outils de simulation énergétique destinés à la conception. Le nombre important d'outils de simulation énergétique disponibles et la grande variabilité d'analyse qu'ils peuvent effectuer rendent leur sélection complexe. Les travaux de recherches sur la question présentent deux méthodes de sélection d'outils de simulation énergétique : (1) la sélection selon l'évaluation de certains outils basés sur des critères évaluant leur capacité d'analyse ou (2) la sélection selon la méthode d'analyse visée entre l'évaluation et la validation.

Proposent une approche d'évaluation de 20 outils de simulation Énergétique selon 14 critères. La plupart de ces critères concernent l'efficacité d'analyse des paramètres de simulation comme l'enveloppe, l'éclairage naturel, les systèmes CVCA et les systèmes de production d'énergie renouvelable.

Attia et De Herde (2011) présentent une évaluation complète de dix outils de simulation énergétique fréquemment utilisés dans l'industrie basée sur cinq critères : (1) la facilité d'utilisation, (2) l'intelligence, (3) l'interopérabilité, (4) l'adaptabilité du logiciel dans le processus de conception et (5) sa précision. Ils ont conclu qu'un bon outil doit pouvoir servir d'aide à la décision en début de projet et ne doit pas être trop précis dans ces résultats¹⁶⁸

V.2.5 Les limites de simulations :

Une première limite des outils de simulation thermique dynamique consiste dans la validation des données d'entrée. La plupart des outils distribués sur le marché sont en effet validés au travers de travaux de recherche soit en comparaison avec des cellules tests, soit en comparaison entre logiciels. La robustesse des données de sortie dépend plus de la pertinence des données d'entrée que du logiciel utilisé. Parmi les hypothèses particulièrement délicates à valider et à obtenir, les données météorologiques sont importantes. Leur sélection demande de se projeter sur l'analyse qui va être faite : il n'existe pas de fichier météorologique idéal. En fonction de l'analyse qui doit être menée, une sélection des données météorologiques pertinentes à utiliser doit être effectuée comme par exemple : si l'ambition du calcul par

¹⁶⁸ DAOUST, Alexandre. Développement d'un cadre d'utilisation d'outils de simulation énergétique au sein d'un processus de conception intégrée. 2017. Thèse de doctorat. École de technologie supérieure.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

simulation thermique dynamique est d'établir un bilan prévisionnel de consommation réaliste, on s'attachera à sélectionner un fichier météorologique qui corresponde à une moyenne des années précédentes. En revanche, si l'objet est d'étudier les conditions de confort d'été en absence de climatisation, la sélection d'un été légèrement plus chaud qu'un été moyen des 10/15 dernières années, voire dans certains cas d'un été extrême comme l'a été l'été de 2003, peut parfois s'avérer utile. Il existe plusieurs sources de données météorologiques plus ou moins fiables et d'origine mesurée ou extrapolée à partir de moyennes.

Une autre limite des calculs simulation thermique dynamique réside dans les hypothèses de base de ce type de calcul qui est du modèle zone. : En effet, on considère qu'une zone représente la plupart du temps un local ou un groupement de locaux définis par une température d'air unique quelle que soit la position à l'intérieur de cette zone. Par conséquent on ne tient pas compte des phénomènes de stratification à l'intérieur d'une zone ni des phénomènes convectifs localisés qui pourraient avoir lieu suite à un échauffement sur une paroi par exemple. Cette limite pose de véritables difficultés lorsqu'on est amené à modéliser des volumes importants type atrium.

La modélisation des transferts d'air entre des zones et l'extérieur et / ou entre zones est un élément délicat Dans la plupart des logiciels, les transferts d'air sont définis comme des saisies par l'utilisateur et doivent être définies au préalable. Cette façon de procéder ferme la porte à la modélisation des phénomènes aléatoires et non prévisibles tel que la ventilation naturelle par l'ouverture des fenêtres ou des transferts d'air par convection naturelle, comme par exemple dans un atrium. Certains logiciels disposent d'algorithmes simplifiés de calcul de transfert d'air entre zones et / ou entre zones et l'extérieur.¹⁶⁹

V.3 ArchWizard :

V.3.1 Définition de logiciel

Le logiciel pour l'optimisation et la validation réglementaire de la performance énergétique et environnementale du bâtiment dès l'esquisse et jusqu'à l'achèvement des travaux, en neuf comme en rénovation, en connexion directe avec la maquette numérique BIM¹⁷⁰.

Les sociétés HPC-SA et TBC, dans leur rapprochement technologique et dans le cadre du Grenelle de l'environnement, ont pour thème le développement de logiciels de simulation énergétique en environnement 3D. Autour de la problématique du bâtiment économe, le logiciel ArchiWIZARD est centré sur les démarches réglementaires françaises, par exemple la RT 2012,

¹⁶⁹ Site internet « https://conseils.xpair.com/actualite_experts/simulation-thermique-dynamique.htm »

¹⁷⁰ Site internet « <https://fr.graitec.com/archiwizard/> »

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Cet outil permet de déterminer les éléments suivants : les apports solaires précis et localisés, la thermique du projet, la lumière naturelle, les besoins d'éclairage artificiel, les besoins en eau chaude sanitaire, le potentiel de production énergétique intégrée, etc. Il propose ainsi une simulation de l'impact des choix architecturaux et techniques du bâtiment en temps réel. Les développeurs ont centré ce logiciel sur une facilité d'intégration dans le processus de conception, par son aspect intuitif, sa rapidité et l'utilisation des outils de conception habituels (compatibilité de logiciel). Ils annoncent notamment son emploi dès les premières phases de conception. Cependant, tout comme le logiciel Pleiades+COMFIE plusieurs données à renseigner nécessitent un certain avancement dans la définition du projet. Dans notre étude, nous cataloguons donc ArchiWIZARD dans les assistances à l'évaluation d'une proposition détaillée. Cet outil considère une qualité environnementale orientée principalement vers la performance énergétique et thermique du bâtiment, mais il analyse également la notion de qualité et quantité lumineuse.

« Les choix architecturaux et techniques étant les leviers majeurs pour améliorer la performance énergétique future d'un bâtiment, les Architectes et Bureaux d'études sont amenés à collaborer très en amont, dès les premières phases d'esquisse. ArchiWIZARD© est l'outil de dernière génération pour concevoir et rénover des bâtiments alliant performances éco énergétiques, intelligence créative et confort. » (ArchiWIZARD, WEB) .

Une donnée d'entrée essentielle à la simulation est la modélisation de la proposition, cependant le logiciel ne possède pas de modeleur pour définir la géométrie du bâtiment à simuler. Une plate-forme de transfert des modèles CAO 3D est intégrée. L'utilisateur importe l'une des « 3D » réalisée sur son modeleur habituel (sketchup, ArchiCAD, AutoCAD 3D, Revit, etc.) et l'outil détecte automatiquement les pièces, les parois, les ponts thermiques ou encore les baies. Des valeurs par défaut sont alors attribuées (nature des baies, de l'isolation, des parois, etc.). Dès l'importation d'un modèle géométrique, le logiciel propose une estimation énergétique (avec ces valeurs par défaut). L'utilisateur a ensuite la possibilité d'intervenir sur certains éléments : modification des données techniques des parois, des baies, des planchers. Il pourra également ajouter des baies, des protections solaires et des équipements solaires, etc. Le modèle importé ne pourra être modifié dans sa géométrie. À chaque changement, une nouvelle

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

simulation peut être effectuée. Les résultats des simulations sont présentés sous forme de données chiffrées ¹⁷¹

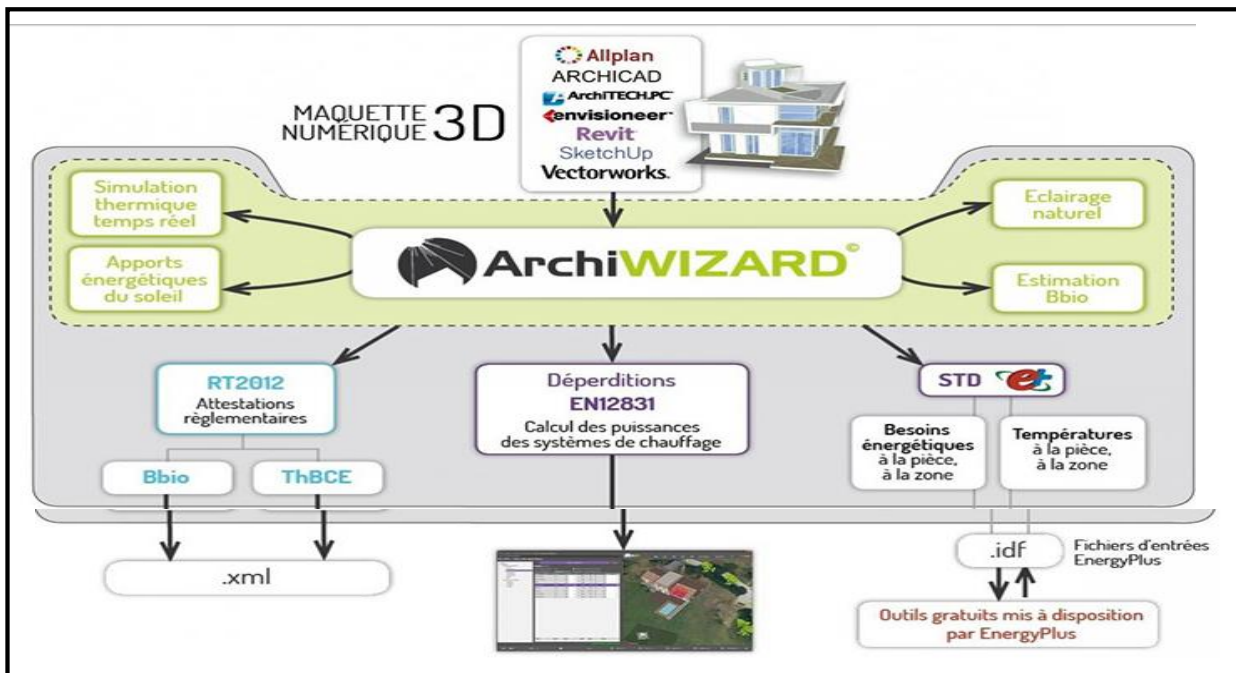


Figure 167: le principe de fonctionnement de ARCHIWIZARD source : <https://fr.graitec.com/archiwizard/overview/>

V.3.2 Les étapes de la simulation énergétique :

Plusieurs étapes importantes sont nécessaires pour effectuer une simulation thermique Dynamique efficace :

1- Modalisation :

La première activité consiste à sélectionner les données météorologiques appropriées pour le site et à déterminer la volumétrie ainsi que l'orientation du bâtiment. Une analyse volumétrique du bâtiment doit être réalisée pour définir les proportions qui permettent la meilleure réduction des charges. L'activité suivante consiste à modéliser la géométrie du bâtiment et le nombre d'étages à l'aide d'outils de conception 3D comme AutoCAD, Revit, Google SketchUp ou Vasari qui permettent de transférer les données vers un logiciel de simulation énergétique à l'aide d'un module d'extension.

2- Paramétrage et Simulation :

La simulation. Le modèle architectural développé peut par la suite être exporté vers un outil de simulation énergétique. La complexité du projet, la disponibilité des outils de transfert

¹⁷¹ WEISSENSTEIN, Charline. Éco-profil: un outil d'assistance à l'éco-conception architecturale. 2012. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

et l'expertise de l'utilisateur déterminent si le transfert de données (en format IFC ou gbXML, par exemple) se fera de manière automatique ou manuelle. Dans la phase de l'esquisse, les données du concept architectural préliminaire et les valeurs par défaut pour les systèmes mécaniques peuvent être utilisées notamment avec le module d'extension d'Openstudio/EnergyPlus / archiwizard ou avec le module d'extension Green Building Studio/eQuest-CANQuest

3- Visualisation.

Les résultats obtenus à la suite de la simulation énergétique peuvent être fournis dans différents formats. Par exemple, dans eQuest il est possible d'obtenir les résultats en format texte et de les visualiser graphiquement. Quant à l'outil SIMEB, il permet de comparer plusieurs bâtiments. Les outils de représentation graphique facilitent à la fois l'interprétation des résultats et la prise de décisions. Les résultats peuvent aussi être exportés dans Excel pour des analyses et des comparaisons spécifiques au projet.

4- Analyse et interprétation :

Les résultats de consommation énergétique sont analysés pour connaître les différentes possibilités

5- Prise de décision et la conception des systèmes :

La boucle de rétroaction entre les résultats des simulations énergétiques et les scénarios évalués permet la sélection de la solution optimale. En plus de soutenir le processus d'analyse énergétique, la modélisation des données du bâtiment permet de gagner du temps et de diminuer les erreurs. La sélection de l'option optimale devrait se faire sur la base de son coût global, sur une période de vingt ou trente ans, voire davantage¹⁷².

V.4 Etude expérimentale de projet : simulation énergétique du cas d'étude

Projet : centre commercial

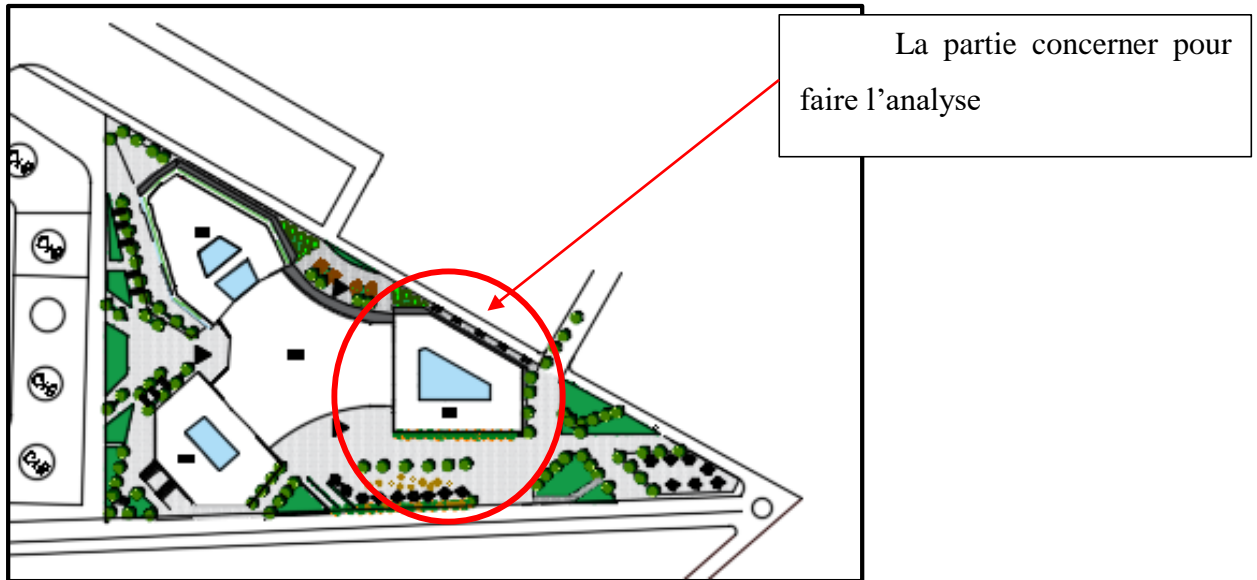
V.4.1 Présentation de cas d'étude

Le cas d'étude choisi : une partie de notre projet de fin d'étude comme une partie expérimentale d'étude la simulation énergétique située dans la ville de Guelma.

¹⁷² FORGUES, Daniel, MONFET, Danielle, et GAGNON, Stéphan. Guide de conception d'un bâtiment performant : L'optimisation énergétique avec la modélisation des données du bâtiment (BIM). 2016.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Cette typologie présenter de 3 étage, la majorité d'entre eux contiennent des boutiques de commerce et un dépôt dans RDC la distribution des pièces se fait autour d'un atrium dite bioclimatique pour assurer un meilleur éclairage et ventilation naturelle chaque boutique a une dimension de 7m de longueur et 7 m de largeur, la hauteur de sous plafond 4 m



V.4.1.1 Les données de projet :

V.4.1.1.1 Les plans

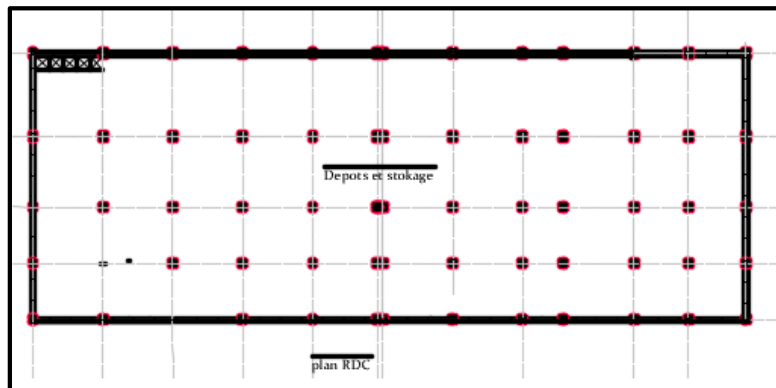


Figure 169:plan RDC . Source : auteur

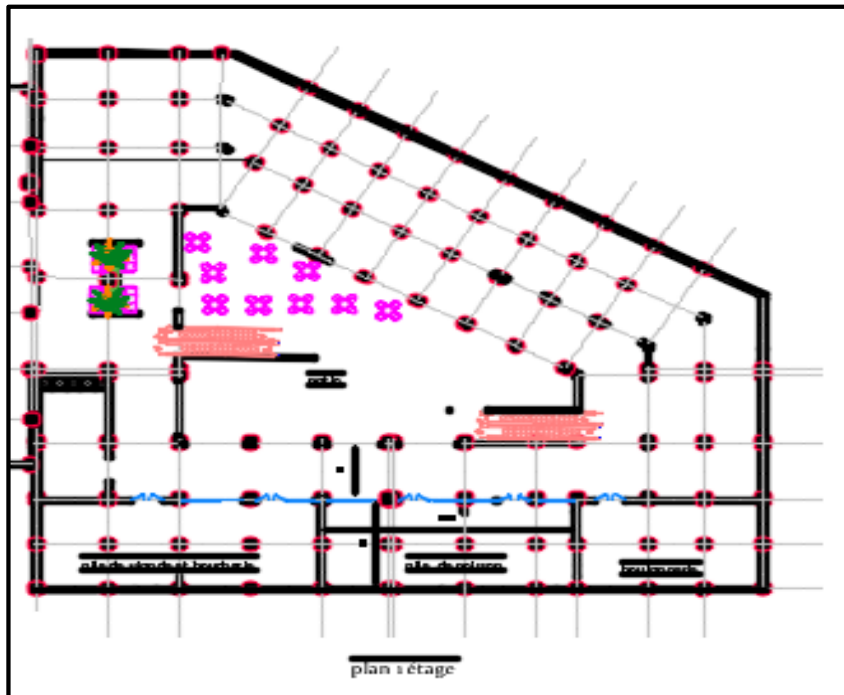


Figure 170:plan 1ère étage source auteur

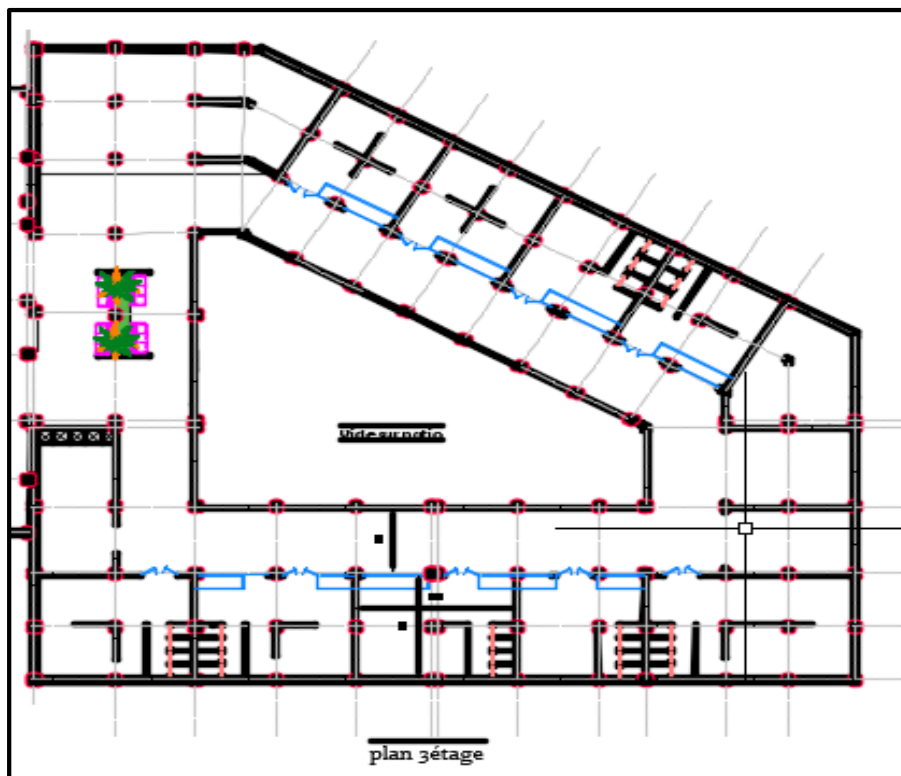


Figure 171:plan 2 étage source : auteur

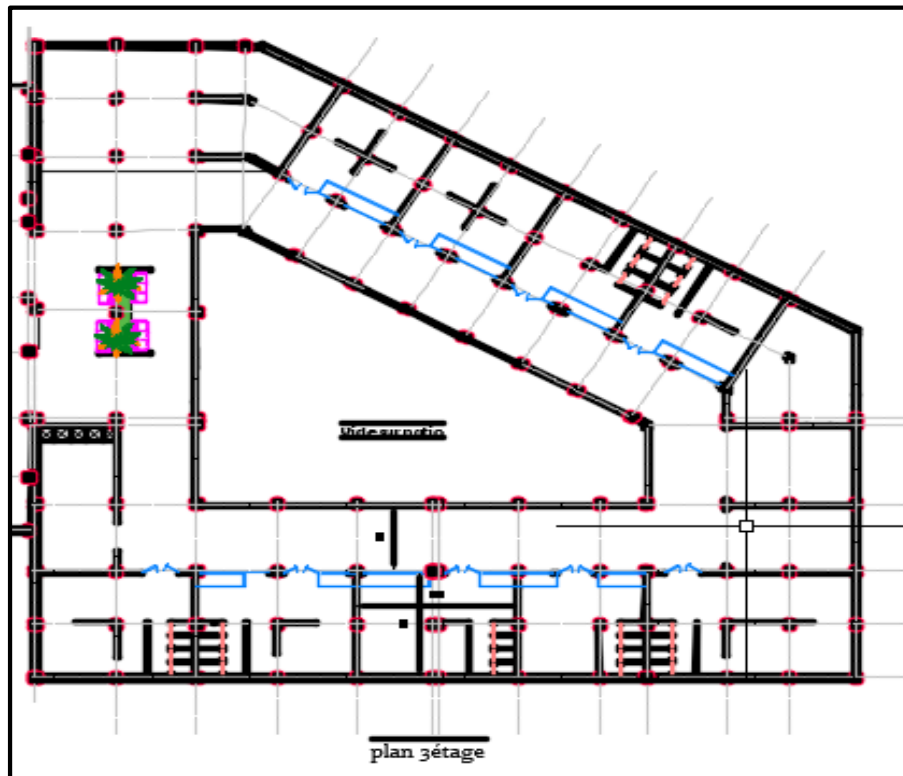


Figure 172: plan 3 étage . Source : auteur

V.4.1.1.2 Modélisation énergétique de projet

Modélisation du projet par logiciel de BIM Archicad

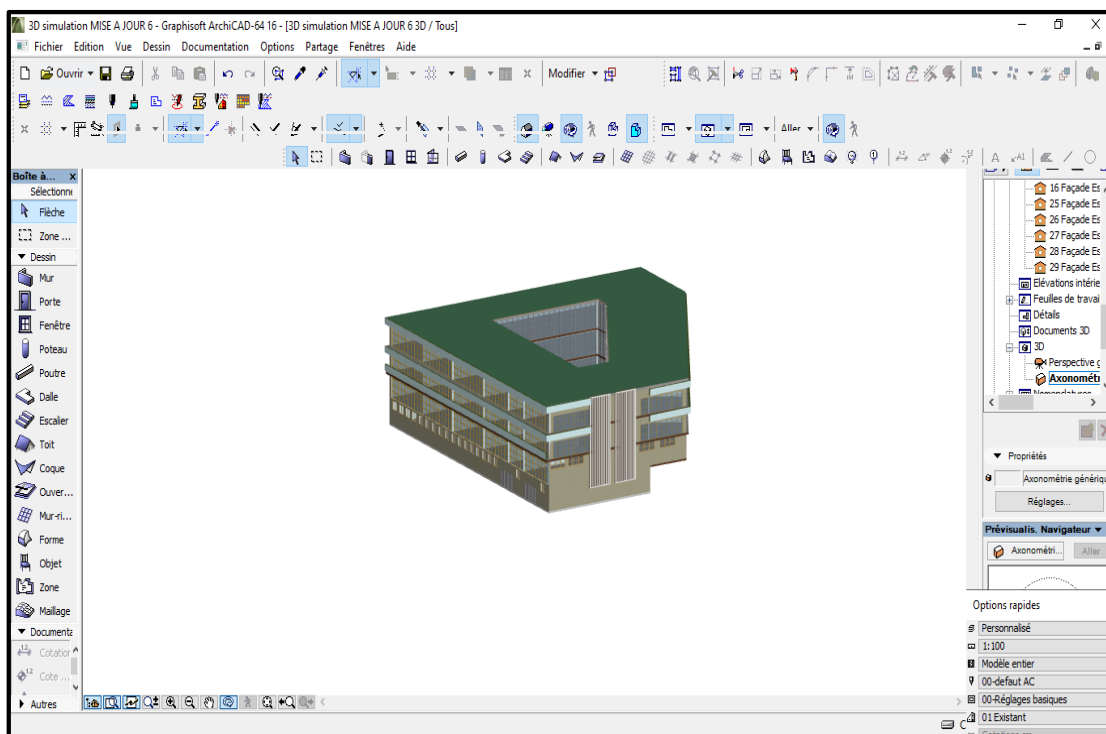


Figure 173:3D de projet réaliser par logiciel ARCHICAD

V.4.1.1.3 Données et matériel utilisés
Données climatiques

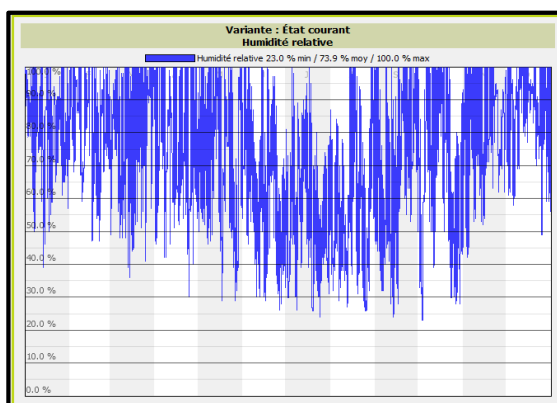
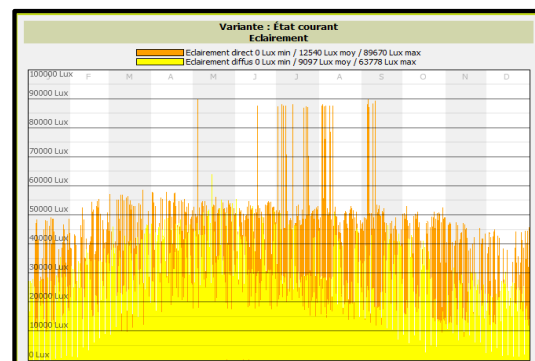
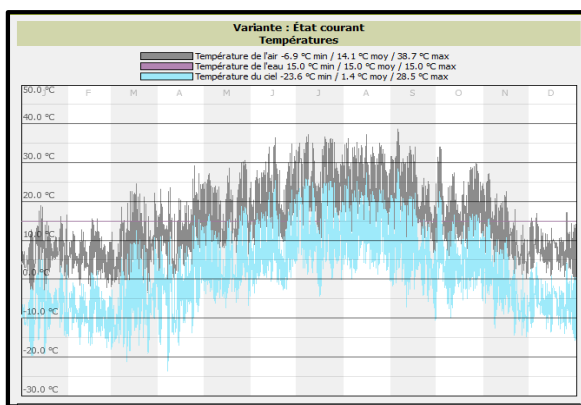
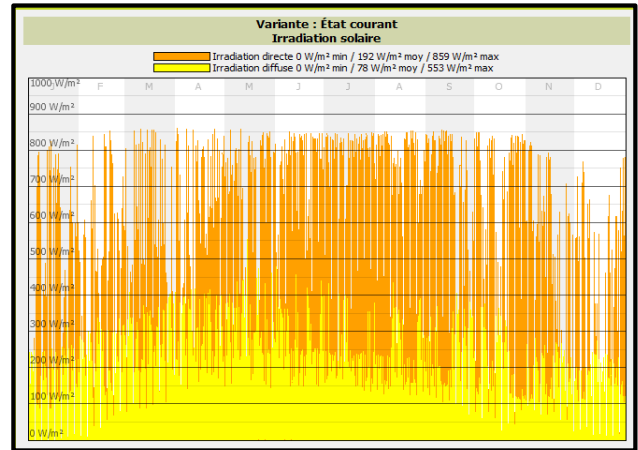
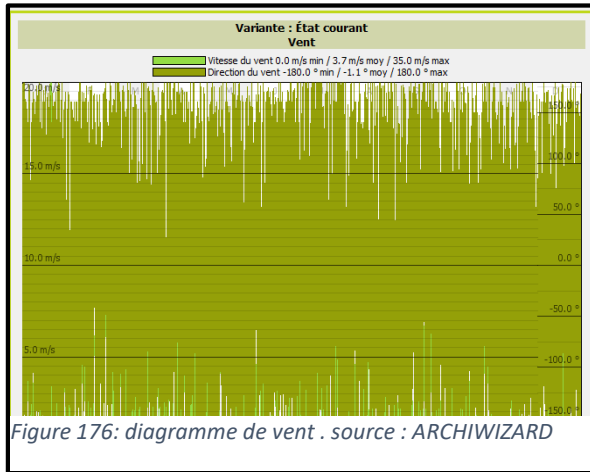


Figure 178: diagramme de humidité relative . source : ARCHIWIZARD

V.4.2 Déroulement de la simulation

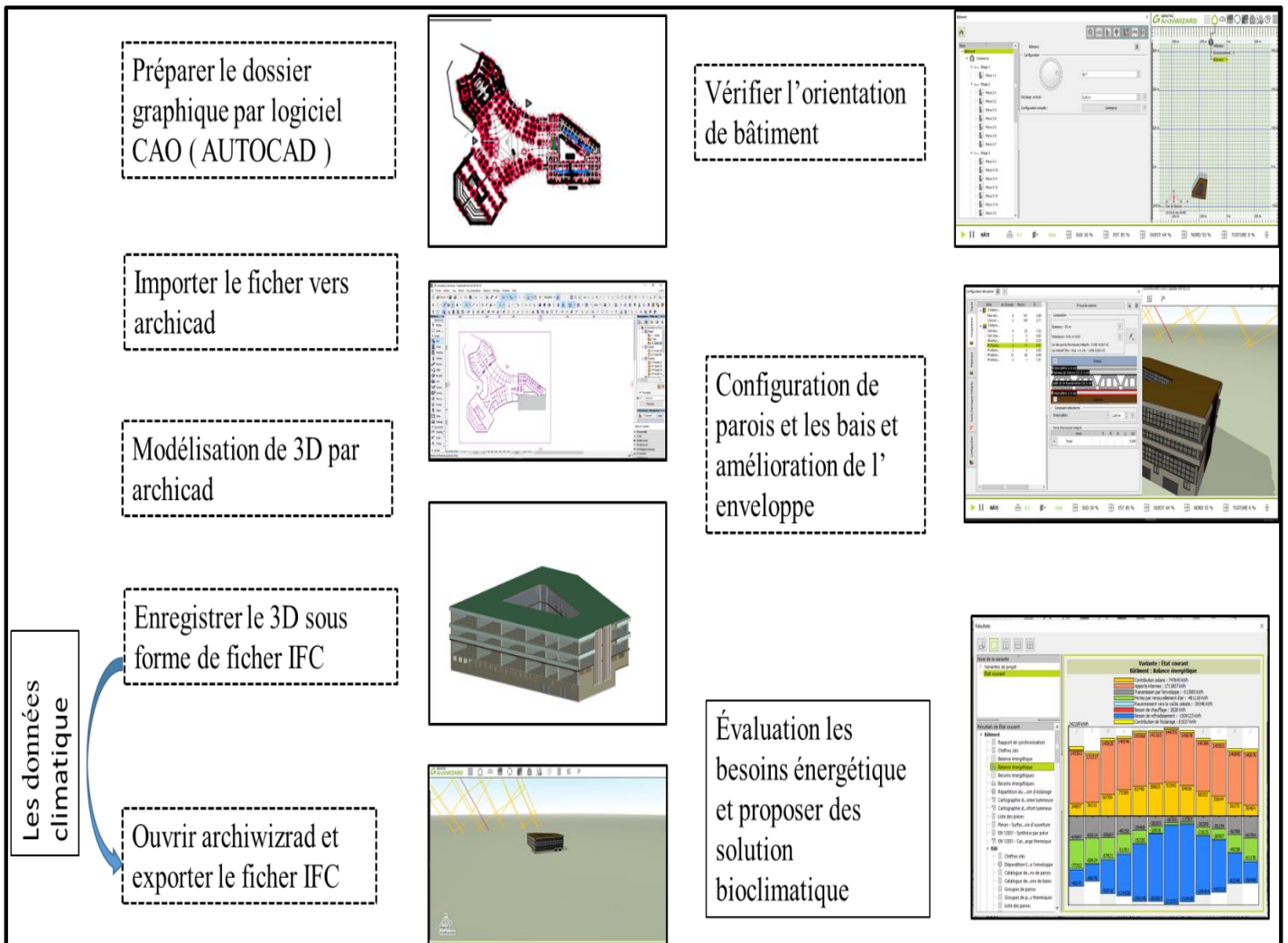


Figure 179: démarche suivie . Source : auteur

V.4.2.1 Définition les paramètres

La compacité de bâtiment : La compacité d'un bâtiment représente le rapport entre l'aire de son enveloppe et son volume¹⁷³. Plus ce coefficient est faible, meilleure est la compacité. On considère que ce critère est performant s'in est inférieur z 0,8.

Mesurer la performance thermique de l'enveloppe d'un bâtiment pourrait permettre de mieux évaluer l'impact réel de certains choix liés à la conception ou à la mise en œuvre et de déterminer les points d'attention susceptibles d'améliorer les performances thermiques réelles des bâtiments. Vu l'ampleur des applications envisageables, des recherches sont

¹⁷³ Site internet « http://ecoconstruction.rpn.univ-lorraine.fr/co/Module_UVEDTEST_59.html »

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

actuellement menées pour développer une méthode de mesure fiable et applicable à grande échelle Indicateur de performance thermique de l'enveloppe.¹⁷⁴

U bat est comparé à un U bat calculé avec des performances de paroi et des bords de référence proposé par l'observateur BBC

L'indicateur passe au vert si la performance de l'enveloppe est supérieure ou égale la performance de référence. (Référence RT2012)

Ratio transmission thermique linéique moyen global : Ratio de transmission thermique linéique moyen global des ponts thermiques du bâtiment : $\text{Ratio}\Psi = < 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{SHONRT.K})$ Ce ratio est la somme des coefficients de transmission thermique linéiques multipliés par leurs longueurs respectives.

Coefficient de transmission thermique linéique moyen (valeur de pont thermique) des liaisons entre les planchers intermédiaires et les murs en contact avec l'extérieur ou les locaux non chauffés : $\Psi_9 \leq 0,6 \text{ W}/(\text{m.K})$ ¹⁷⁵.

V.4.2.2 Paramétrage des fenêtres :

Usages autres que logements et hôtel neuf 2012		
Vitrage	Double vitrage isolation élevée (Argon)	
Cadre	Cadre en aluminium très performant	
Opaque	Sandwich isolant en aluminium	
Protection	Pas de fermeture ni protection	
Composant	Description	
Vitrage	Double vitrage isolation élevée (Argon)	
	U_g	1.100 W/(m².K)
	TL_g	81 %
	RL_g	15 %
	$S_{g,C}$	75 %
	$S_{g,E}$	76 %
Cadre	Cadre en aluminium très performant	
	U_f	1.500 W/(m².K)
	ρ_v	50 %
	ρ_m	40 %
Opaque	Sandwich isolant en aluminium	
	U_p	0.700 W/(m².K)
	ρ_v	50 %
	ρ_m	50 %

Figure 180:caractéristique des fenêtres ,source :ARCHWIZARD

V.4.2.3 Configuration des parois

¹⁷⁴ Site internet « <https://www.cstc.be> » doc=cstc_artonline_ »

¹⁷⁵ Site internet « <https://cegeb.at.fr/reglementation-energetique-batiment/grands-principes-rt2012> »

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Les matériaux de construction l'une les paramètres efficaces dans la performance énergétique de bâtiments dans notre cas nous utiliserons cinq type de matériaux à savoir : le béton cellulaire, maçonnerie terre isolant et le plâtre comme enduit et nous utiliserons la laine de roche, laine de verre et le polystyrène et panneau de chanvre comme des isolations dans les parois et les plancher le choix de ses matériaux dépend au disponibilité dans le marché.

Murs déperditifs / Ext (Murs déperditifs / Ext) - Mur extérieur						1450.25 m ²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m ³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m ² kg/m ²	R m ² .K/W
Plaque de plâtre 13mm	0.625	850	800	2.5	21.2	0.04
Béton cellulaire	0.120	400	1000	20.0	80.0	1.67
Th-U - Laine de roche (100 ≤ ρ < 125)	0.044	112	1030	5.0	5.6	1.14
Plaque de plâtre 13mm	0.625	850	800	2.5	21.2	0.04
Total	-	-	-	30.0	128.1	2.88

Figure 181: configuration des murs extérieur . Source : ARCHWIZARD

Murs intérieurs (Murs intérieurs) - Cloison légère						1542.40 m ²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m ³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m ² kg/m ²	R m ² .K/W
Plaque de plâtre 13mm	0.625	850	800	2.5	21.2	0.04
Maçonnerie isolante	0.038	30	1030	10.0	3.0	2.63
Plaque de plâtre 13mm	0.625	850	800	2.5	21.2	0.04
Total	-	-	-	15.0	45.5	2.71

Figure 182: configuration de mur intérieur . Source : Archiwizard

Planchers intermédiaires (Planchers intermédiaires) - Pl hourdis isolants						4069.72 m ²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m ³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m ² kg/m ²	R m ² .K/W
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Dalle 20 cm hourdis béton	1.250	1127	1000	20.0	169.1	0.16
Panneau de chanvre (3)	0.041	50	1600	2.5	1.2	0.61
Enduit plâtre	0.560	1200	1000	1.0	12.0	0.02
Total	-	-	-	24.5	194.3	0.81

Figure 183: configuration de plancher intermédiaires . Source : ARCHWIZARD

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Planchers bas / Ext (Planchers bas / Ext) - Pl béton IT inf						956.45 m ²
	Conductivité W/(m.K)	Masse volumique kg/m ³	Chaleur spécifique J/(kg.K)	Épaisseur cm	Poids/m ² kg/m ²	R m ² .K/W
Polystyrène extrudé	0.032	40	1400	15.0	6.0	4.69
Dalle 20 cm hourdis béton	1.250	1127	1000	20.0	225.4	0.16
Chape traditionnelle	1.200	2000	1000	5.0	100.0	0.04
Total	-	-	-	40.0	331.4	4.89

Figure 184: configuration de plancher bas . Source / ARCHWIZARD

V.4.3 Résultat et interprétation

V.4.3.1 Les indicateurs de performance

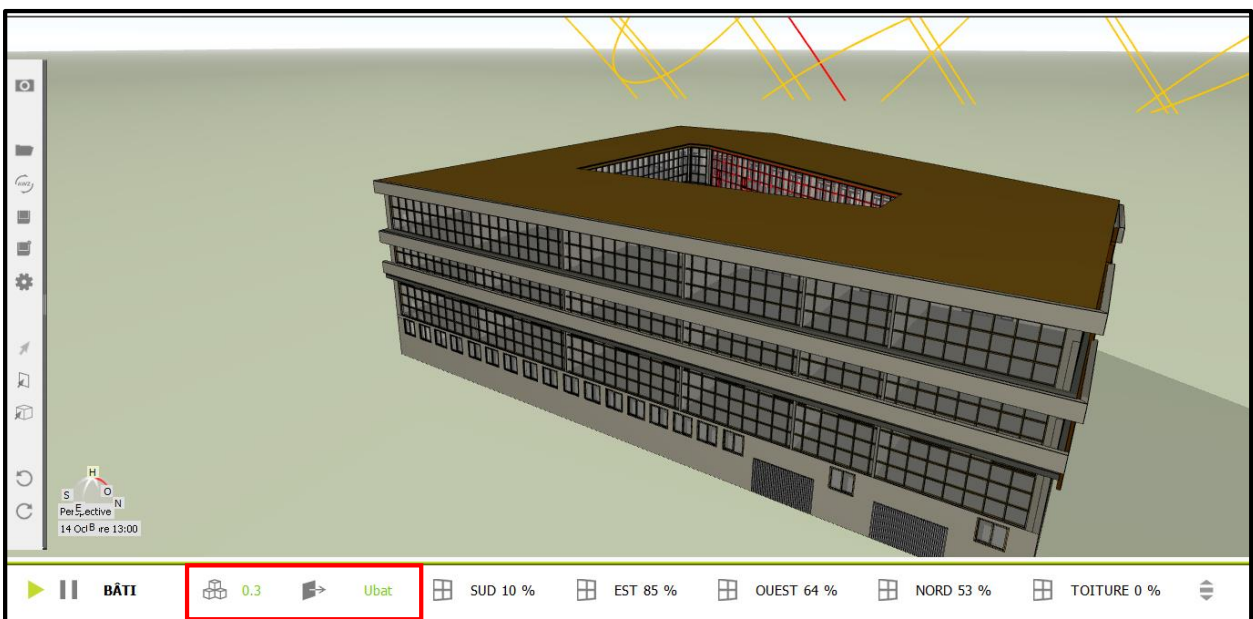


Figure 185:les indicateurs de performance, source :ARCHWIZRAD

Après la simulation nous avons obtenu les chiffres suivants

La valeur de compacité de bâtiment = 0.3 donc il est inférieur a valeur de référence 0.8

Donc les indicateurs de performance énergétique $U_{bat} = 0.662 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ donc il est inférieur a U_{bat} de référence

Informations générales	
Surface utile (SU)	6011.0 m ²
SRT	6612.1 m ²
Volume	22714.1 m ³
Surface déperditive totale	6986.0 m ²
Surface déperditive hors plancher	5074.5 m ²
Surface d'échange	16161.2 m ²
Indicateurs	
Compacité de l'enveloppe (S/V)	0.3
Ratio de surface de baies (S _{baies} /SHAB) :	34.1 %
Surface de baies des logements / surface de façade disponible	0.0 %
Ratio u (u /SRT) :	0.07 W/(m ² .K)
U_{bat}	0.662 W/(m ² .K)
U_{bat} de référence	0.723 W/(m ² .K)

Figure 186: tableau de indicateur de performance de projet, source :ARCHWIZARD

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

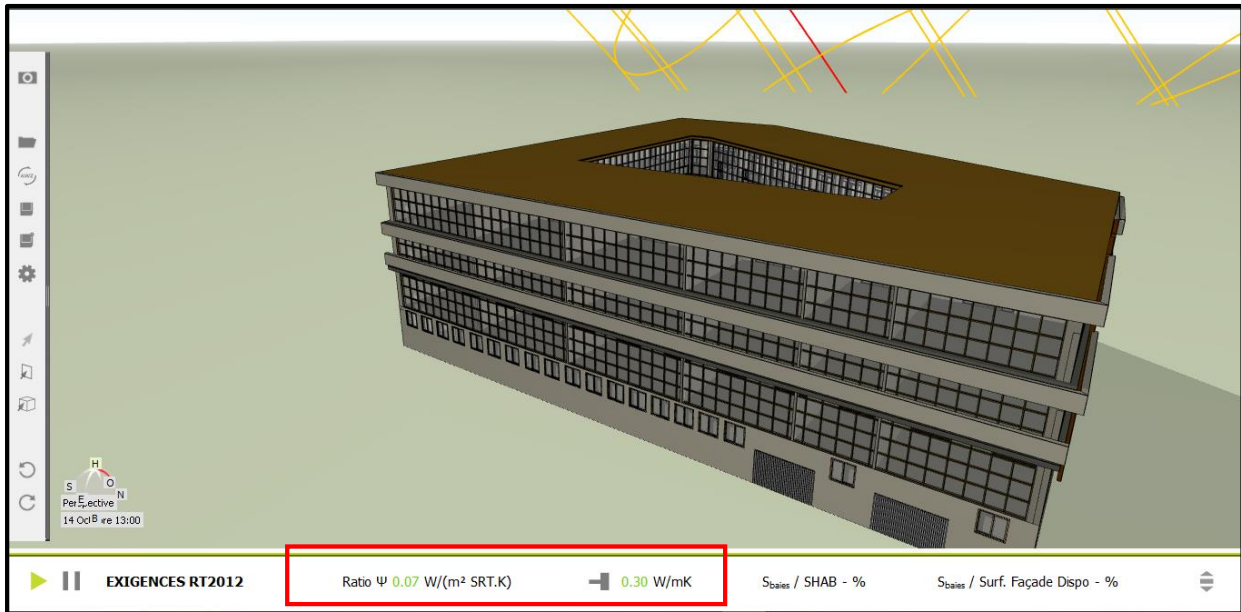


Figure 188: le ratio et la valeur de pont thermique, source :ARCHIWIZARD

Les valeurs suivantes sont considérées comme état favorable d'après les exigences de RT2012

Le ratio = $0.07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ et cette valeur inférieure à $0.28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

La valeur de pont thermique moyen = $0.3 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ et cette valeur inférieure à $0.6 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$

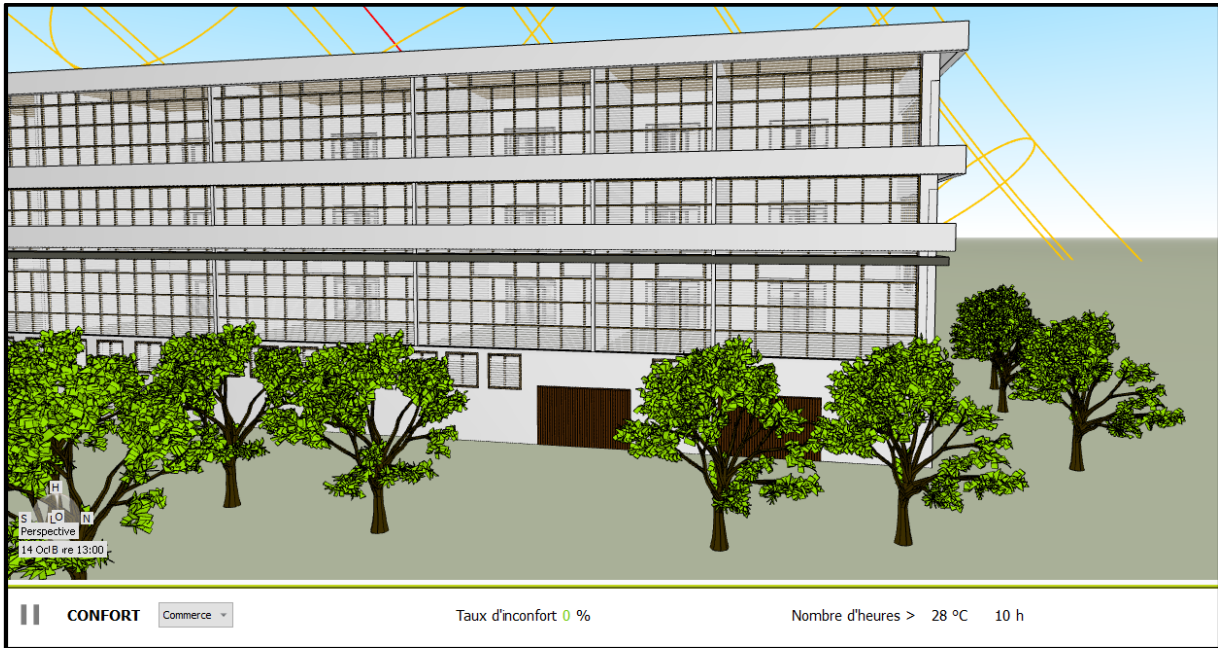
Indicateurs	
Compacité de l'enveloppe (S/V)	0.3
Ratio de surface de baies ($S_{baies}/SHAB$) :	34.1 %
Surface de baies des logements / surface de façade disponible	0.0 %
Ratio ψ (ψ/SRT) :	$0.07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Ubat	$0.662 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Ubat de référence	$0.723 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Figure 187: tableau d'information sur le projet, source : ARCHIWIZARD

Les valeurs obtenus est **passé au vert** et considéré comme des valeurs acceptables par rapport aux référence RT12

V.4.3.2 Le taux de l'inconfort :

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision



Taux d'inconfort 0 %

Nombre d'heures > 28 °C 10 h

V.4.3.3 Les déperditions thermiques :

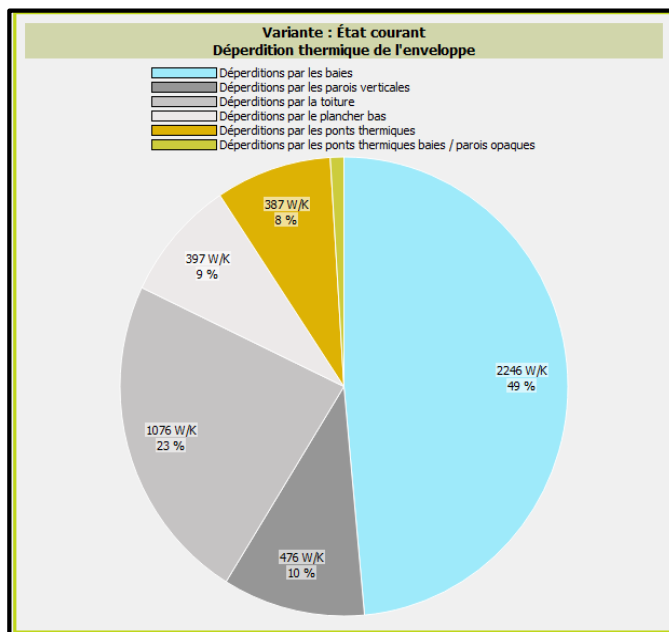


Figure 190: pourcentage de déperdition thermique, source : ARCHWIZARD

Ce diagramme représente la déperdition thermique de l'enveloppe

D'après la légende la valeur en bleu qui est 49 pourcent de taux de déperdition par les fenêtres et les portes puis la déperdition thermique par le terrasse

Donc pour diminuer la déperdition thermique il faut modifier les joints et les système constructif

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

V.4.3.4 Le besoin énergétique

Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	2159	666	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2825
Refroidissement	45083	46993	92028	114120	156160	185016	215358	210935	159413	142334	83361	58466	1509267
Eclairage	9229	7345	7201	5676	5346	4795	4865	5786	6091	7598	8648	9357	81937
Eau chaude sanitaire	188	167	188	174	188	181	181	188	174	188	181	181	2179
Ventilation	4382	3895	4382	4057	4382	4220	4220	4382	4057	4382	4220	4220	50800

Figure 191: tableau de besoin énergétique source : ARCHWIZARD

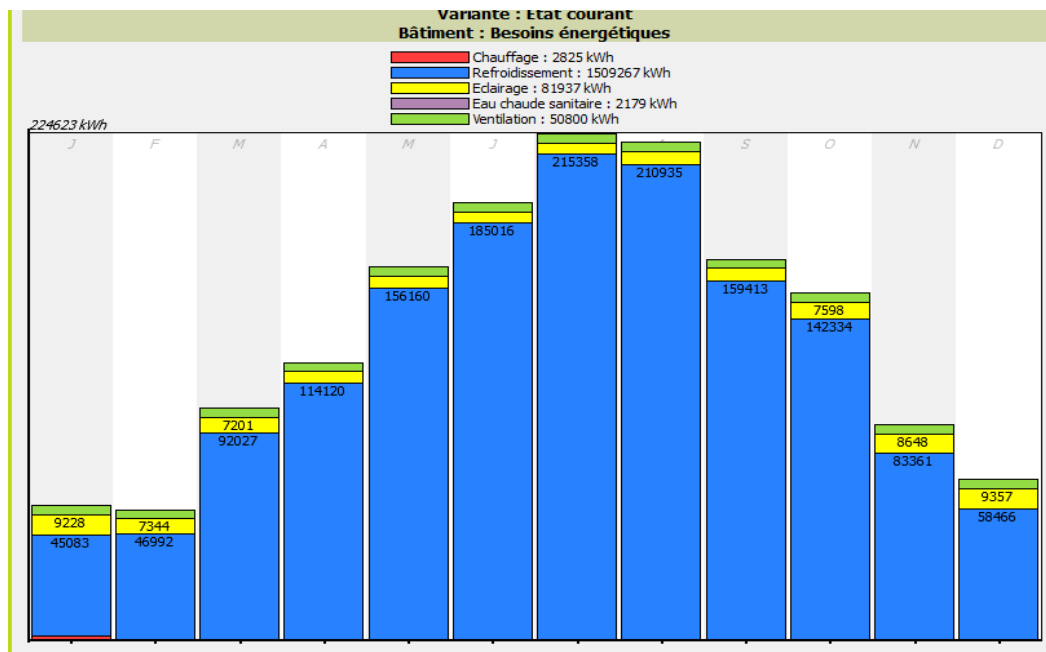


Figure 192: diagramme de besoin énergétique ,source : ARCHWIZARD

La part la plus importante dans la consommation énergétique est celle qui correspond au besoin de refroidissement et l'éclairage s'il on veut la meilleure efficacité énergétique dans le centre il faut étudier l'énergie électrique et régler le besoin de refroidissement travers les solutions bioclimatiques ou bien les procédés actifs comme l'installation des panneaux photovoltaïque pour répondre aux besoins d'énergie électrique.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

V.4.3.4.1 Le besoin de chauffage

La consommation de chauffage d'après les chiffres si dessus est dans le cas favorable, le besoin de ce dernier est confiné dans les moins le plus besoins de chauffage janvier 1 février

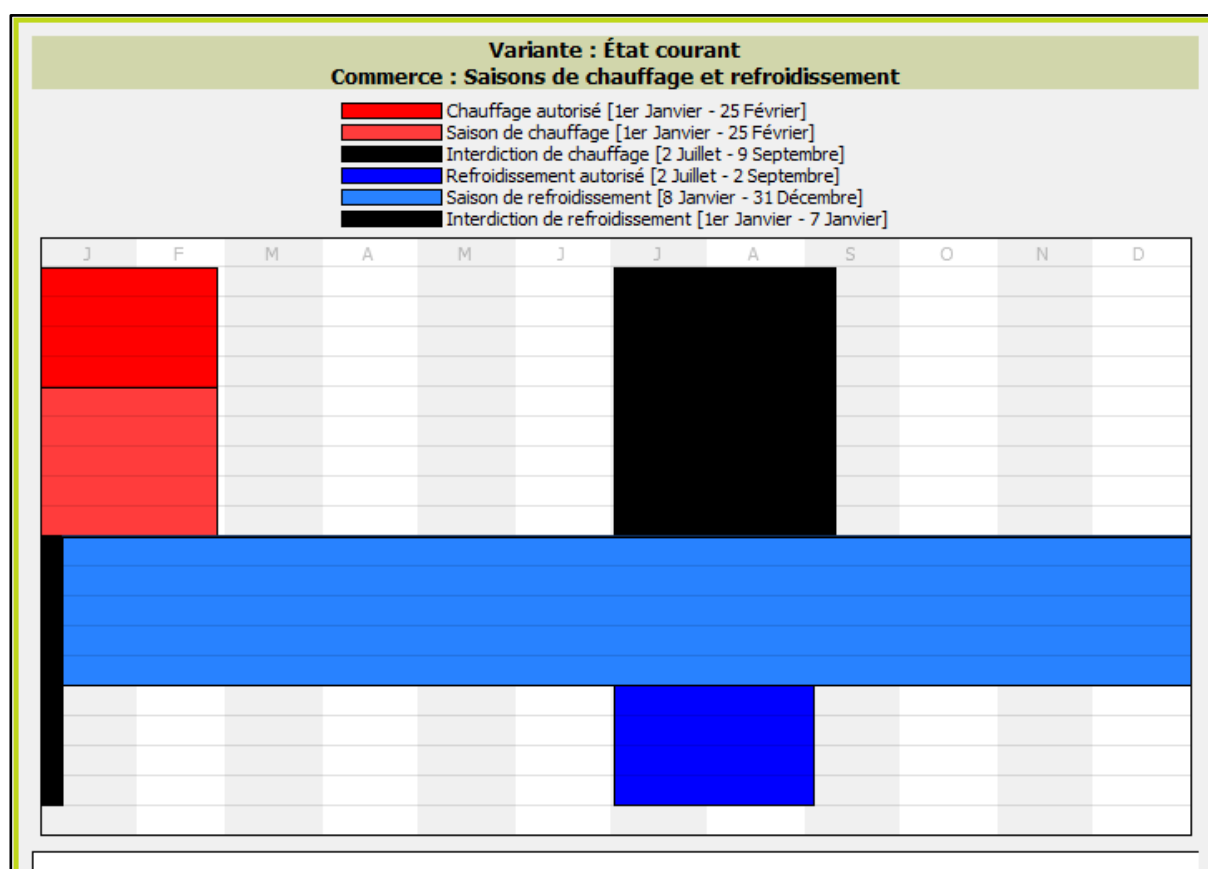


Figure 193: le besoin de chauffage et climatisation selon les moins , source :ARCHWIZARD

V.4.3.4.2 L'éclairage naturelle et le confort visuelle

En termes d'énergie, un centre commercial est très complexe : contexte de la copropriété et « mixité des énergies et organisations techniques »6... Et on a souvent du mal à savoir qui, entre le promoteur et les enseignes, est responsable. Unibail Rodamco le leader Européen de l'immobilier commercial produit chaque année un rapport sur les évolutions durables de leurs installations et pour eux « le propriétaire d'un centre commercial est généralement responsable de la climatisation de l'ensemble du centre commercial, de la ventilation et de l'éclairage des parties communes, comme le « mall », les toilettes publiques et les aires de chargements et parkings.

Les enseignes sont responsables de la gestion de la ventilation, de l'éclairage, de l'eau et des déchets relatifs au local commercial qu'ils louent

il est difficile de tirer des conclusions de ces chiffres puisqu'il s'agit d'une étude suisse et concernant seulement 32 commerces avec des surfaces très différentes. De plus, la répartition

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

des consommations énergétiques dans un centre commercial est spécifique à ce type d'actif et à l'activité commerciale qui y est exercée par les preneurs.

Mais d'autres chiffres tirés de données du secteur français confirment les valeurs publiés dans ces études suisses. Elles font état d'une utilisation irrationnelle de l'énergie de la part des centres commerciaux classiques gros consommateurs. La consommation énergétique totale d'un centre commercial est partagées entre :

- _ 20% pour les parties communes,
- _ 80 % directement imputable aux enseignes, et principalement à l'éclairage de leurs parties privatives.

En effet, si on ne prend pas en compte le froid commercial, le poste éclairage représente 50 % de la consommation totale d'énergie et accroît sensiblement le besoin de climatisation¹⁷⁶

Donc pour atteindre l'objectif de l'optimisation énergétique dans notre centre

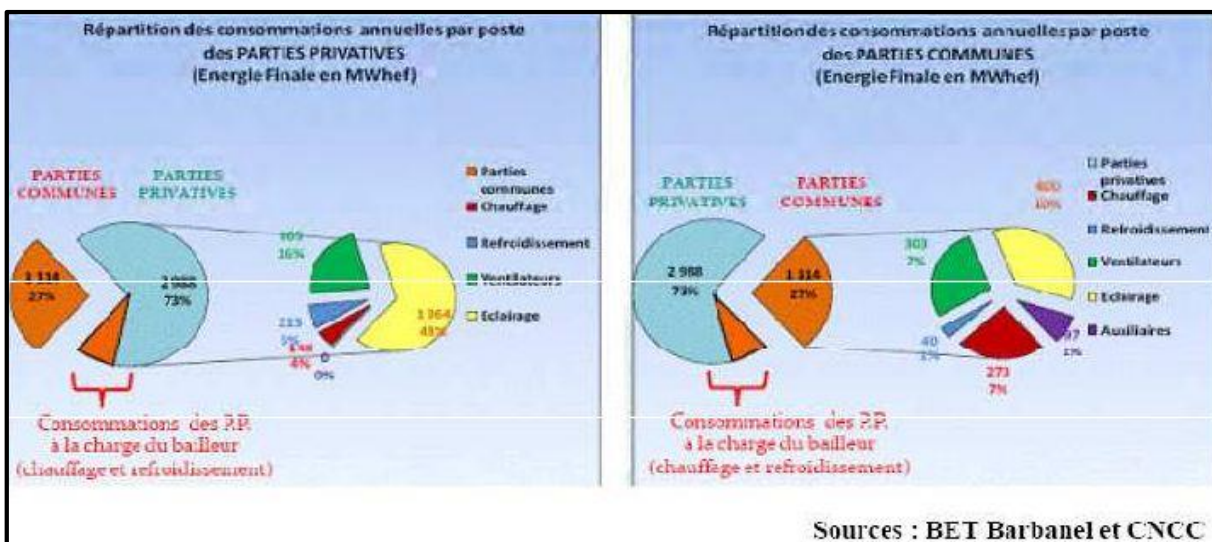


Figure 194: la consommation énergétique dans les centres commerciaux, source : « <https://wikimemoires.net/2013/07/bilan-energetique-des-centres-commerciaux-actuel/> »

commercial il faut réaliser le confort lumineux dans le bâtiment travers cette simulation nous avons obtenus ces résultats.

Le confort lumineux dans notre bâtiment atteindre le 82pourcent pour l'éclairage naturelle le reste de valeur on peut le remplacer par les solutions active (photovoltaïque)

Durant cette phase, de nombreux points doivent être pris en compte : niveau d'éclairage, distribution homogène de la luminosité, lumière naturelle, ambiance d'éclairage, gestion de la consommation d'énergie artificiel dans les heurs de nuit, etc.



¹⁷⁶ Site internet « <https://wikimemoires.net/2013/07/bilan-energetique-des-centres-commerciaux-actuel/> »

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Les cartes d'éclairages dans les différentes étages

Le diagrammes suivants montre les cartes d'éclairages ainsi que les pourcentages de confort lumineuse dans les différentes étages de chaque pièce de projet les couleurs de légendes de noire vers le blanc indiquent les indices de l'éclairage (0lux jusqu'à 5000 lux) la légende de confort dans le RDC vert qui représente un taux de confort 100 pourcent ainsi que l'éclairage entre 1000 et 2500 lux, cette pièce est réservée comme un dépôt au stockage commerciale

La grille de l'éclairage de première étage représente une concentration de dernier

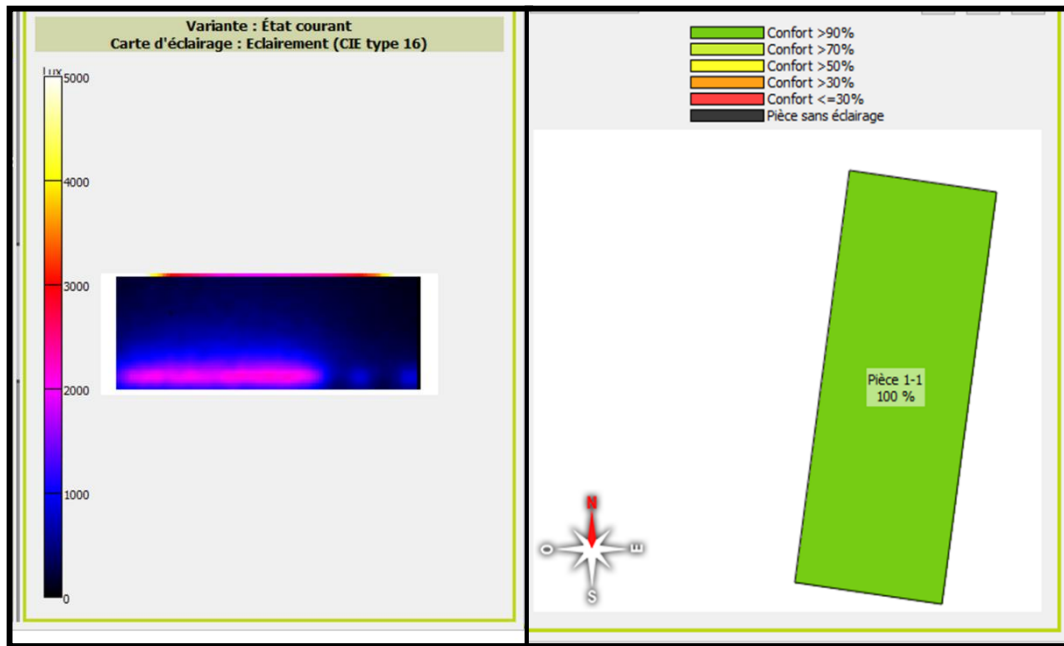


Figure 195: carte d'éclairage de RDC, source : ARCHWIZARD

dans les parties proches des ouvertures et touche une valeur de 5000lux et les restes de l'espace une dégradation de couleur avec une valeur minimal 1000lux

La zone 1 : une zone près des ouvertures, l'éclairage dans cette zone est supérieur 4000 lux

La zone 2 : la zone intermédiaire, l'éclairage est de valeur 3000 – 3000lux

La zone 3 la zone près d'atrium, l'éclairage est de valeur 2000 – 3000 lux

Le taux de confort dans cette étage est touche la valeur de 75 pourcent dans les boutique et 100 pourcent dans la circulation de vent

L'éclairage au niveau des ouvertures est très fort qui peuvent causer l'éblouissement donc il faut le proposer des protections solaires au bien accéder à l'aménagement extérieur (écran végétale par exemple)

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

La figure 194 représenté autonomie lumineuse, Toutes les conditions Climatiques locales du site sont prises en compte. Permet de calculer les consommations sur toute l'année.

Donc dans la partie ou il' y a les boutiques l'autonomie lumineuse est supérieur à 50 pourcent qui dans l'état favorable, inférieur à 50 pourcent dans la zone de circulation.

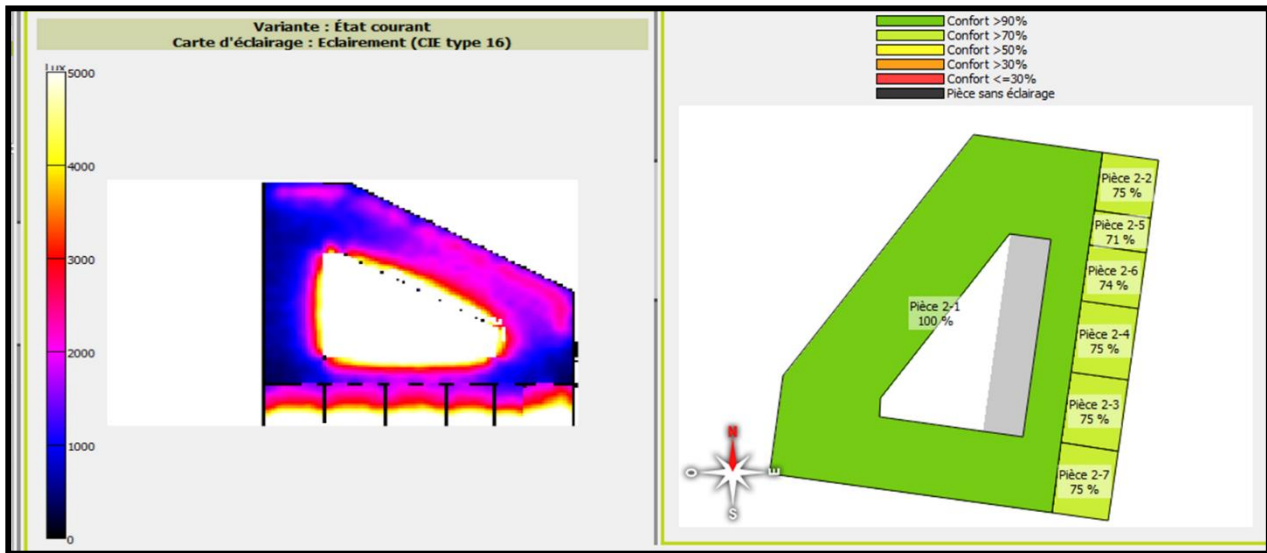


Figure 196: carte d'éclairage de 1ère étage , source ARCHIWIZARD

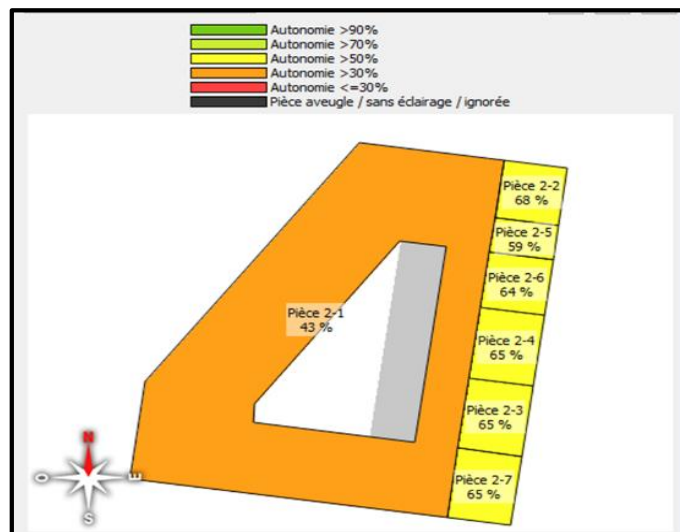


Figure 197: autonomie lumineuse de 1ère étage , source ARCHIWIZARD

La grille de l'éclairage dans l'étage deuxième représente une concentration de dernier dans les parties proches des ouvertures (mur rideau) et touche une valeur de 3000lux et les restes de l'espaces une dégradation de couleur avec une valeur minimal 5000lux

La zone 1 : une zone près des ouvertures, l'éclairage dans cette zone est 3000lux

La zone 2 : la zone intermédiaire, l'éclairage est de valeur 1000 – 2000lux

La zone 3 la zone près d'atrium, l'éclairage est de valeur 2000 – 3000 lux

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Le taux de confort dans cette étage est touché la valeur de 75 pourcent dans les boutique et même les espaces de circulation

La figure 92 représenté autonomie lumineuse, Toutes les conditions Climatiques locales du site sont prises en compte. Permet de calculer les consommations sur toute l'année.

Donc dans la partie ou il' y a les boutiques l'autonomie lumineuse est supérieur à 50 pourcent qui dans l'état favorable,

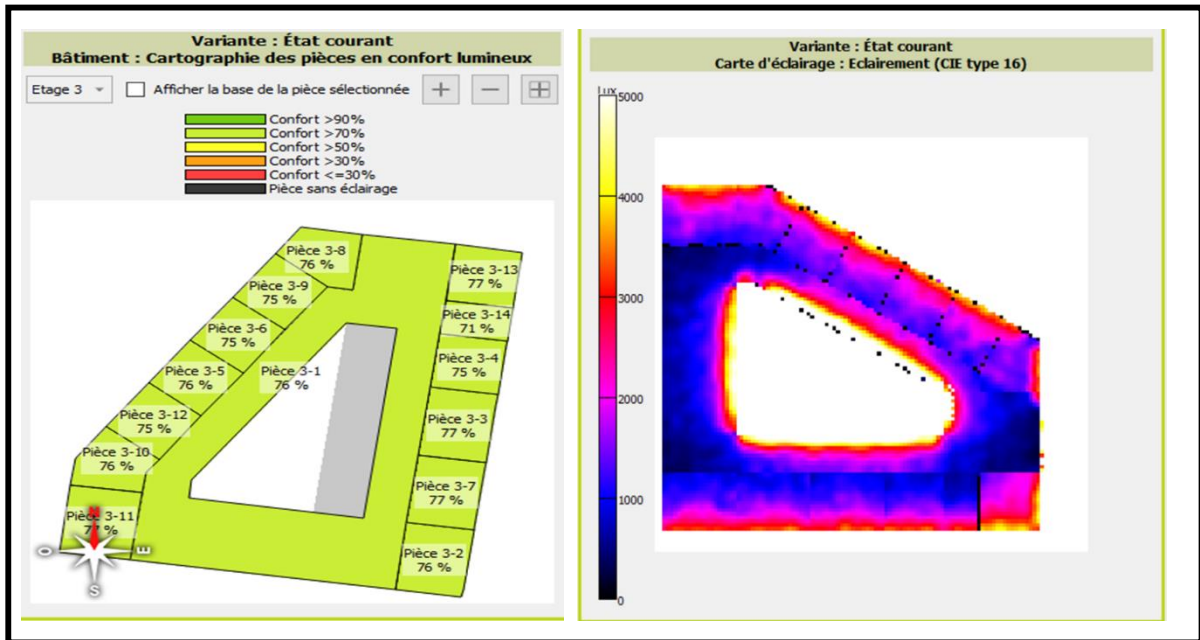


Figure 198: carte d'éclairage de 2ème étage , source : ARCHWIZARD

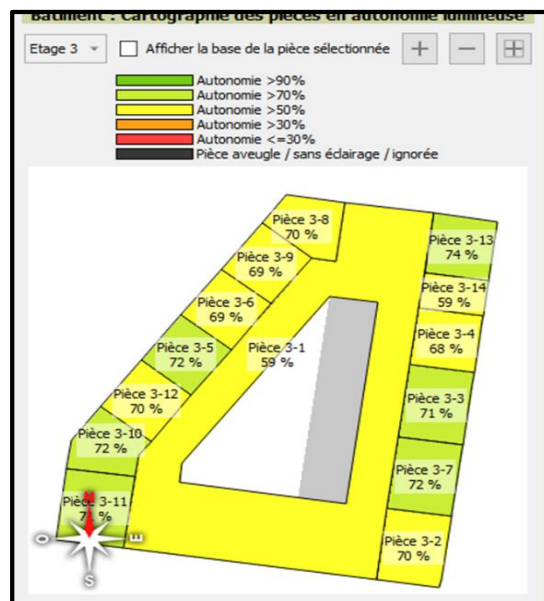


Figure 199: Autonomie lumineuse de 2ème étage , source : ARCHWIZARD

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

La grille de l'éclairage de troisième étage représente une concentration de lumière dans les parties proches des ouvertures (mur rideau) et touche une valeur de 3000lux et les restes de l'espace une dégradation de couleur avec une valeur minimal 500lux

La zone 1 : une zone près des ouvertures, l'éclairage dans cette zone est 3000lux

La zone 2 : la zone intermédiaire, l'éclairage est de valeur 1000 – 2000lux

La zone 3 la zone près d'atrium, l'éclairage est de valeur 2000 – 3000 lux

Le taux de confort dans cette étage est touché la valeur de 75 pourcent dans les boutiques avec quelque boutique au taux de confort dans l'état défavorable (la couleur rouge inférieur à 30 pourcent)

La figure 93 représenté autonomie lumineuse, Toutes les conditions Climatiques locales du site sont prises en compte. Permet de calculer les consommations sur toute l'année.

Donc dans la partie où il y a les boutiques l'autonomie lumineuse est supérieur à 50 pourcent et inférieur à 50 pourcent dans la zone de circulation

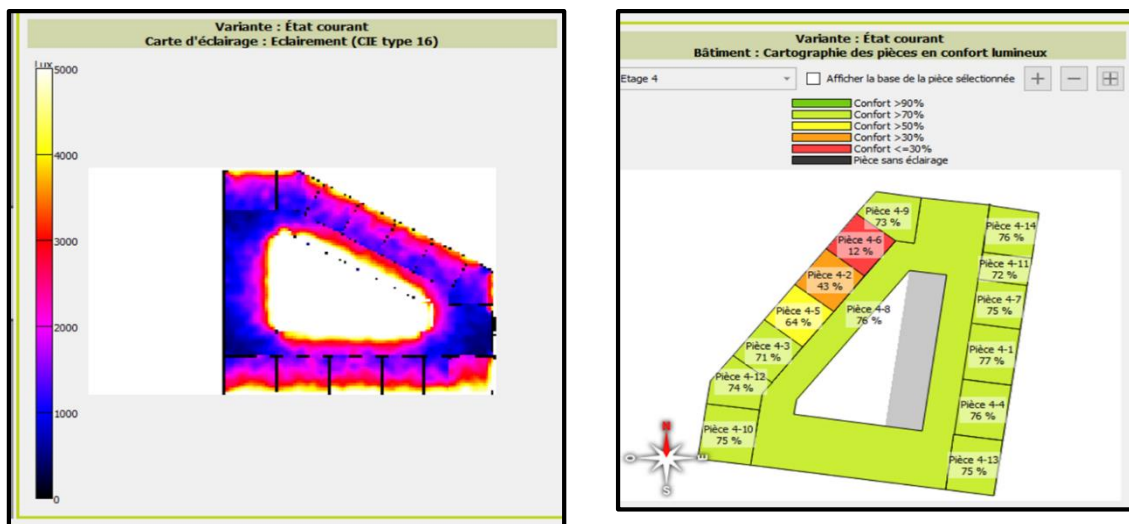


Figure 200: carte d'éclairage de 3^e étage , source ARCHWIZARD

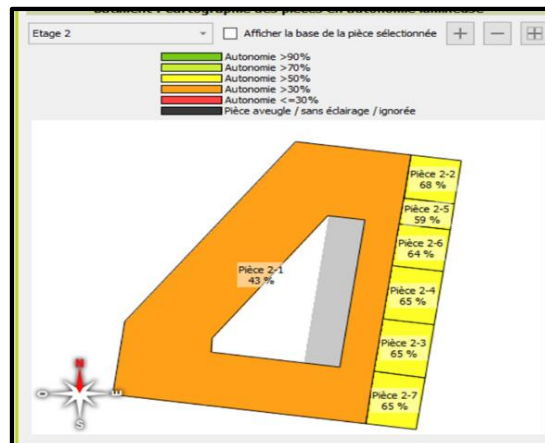


Figure 201: Autonomie lumineuse de 3^e étage , source : ARCHWIZARD

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

La figure si dessus La répartition de l'éclairage naturelle par année chaque heure

Le besoin d'éclairage artificiel est commencée 20h jusqu'au 6h dans les moins d'été et de 18h jusqu'au 7h dans les moins d'hiver donc permet les solutions active qui nous choisit c'est l'énergie renouvelables et l'utilisation de l'énergie solaire

Intégration des panneaux solaires photovoltaïque pour réduire le besoin de l'éclairage artificiel :

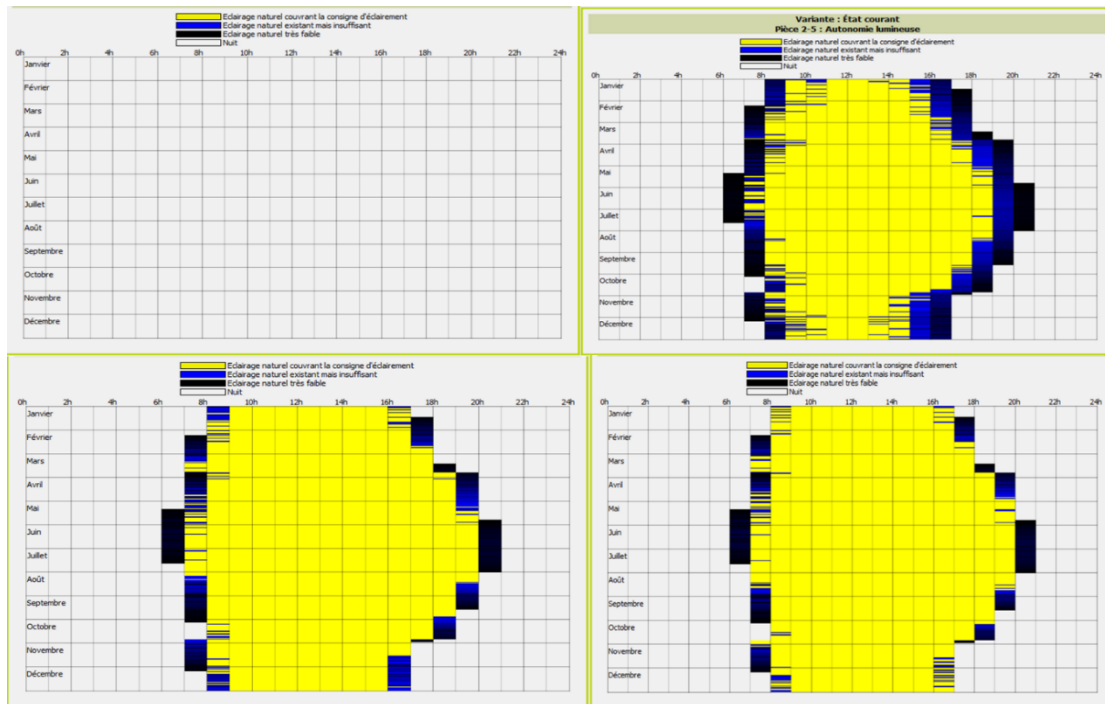


Figure 203: la répartition de l'éclairage naturelle par année, source ARCHWIZARD

Silicium monocristallin		
Géométrie	Performances	Texture
Dimensions		
Largeur :	2,00 m	
Hauteur :	2,00 m	
Distance :	0,10 m	
Rotation :	0 °	
<input type="checkbox"/> Pivotant		
Indinaison :	30 °	
Orientation :	0 °	
Type de masque RT2012 :	Lointain	

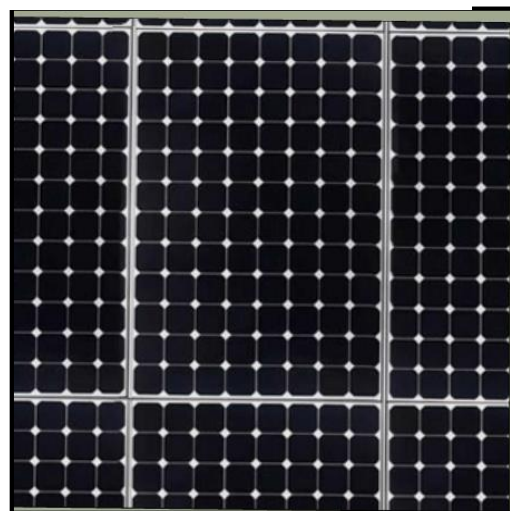


Figure 202: les caractéristiques de panneau solaire intégré, source :ARCHWIZARD

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Après l'intégration des panneaux photovoltaïque on le taux de couverture 100

Variante : État courant													
Bâtiment : Besoins énergétiques													
Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	2312	721	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3033
Refroidissement	40745	40580	78524	97726	136494	163872	193493	191156	144137	130176	75702	52412	1345017
Eclairage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eau chaude sanitaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation	4382	3895	4382	4057	4382	4220	4220	4382	4057	4382	4220	4220	50799

Figure 204: le besoin d'éclairage après l'intégration les panneaux photovoltaïque source : ARCHWIZARD

Pourcent c'est dire ont un équilibre entre la production et la consommation énergétique

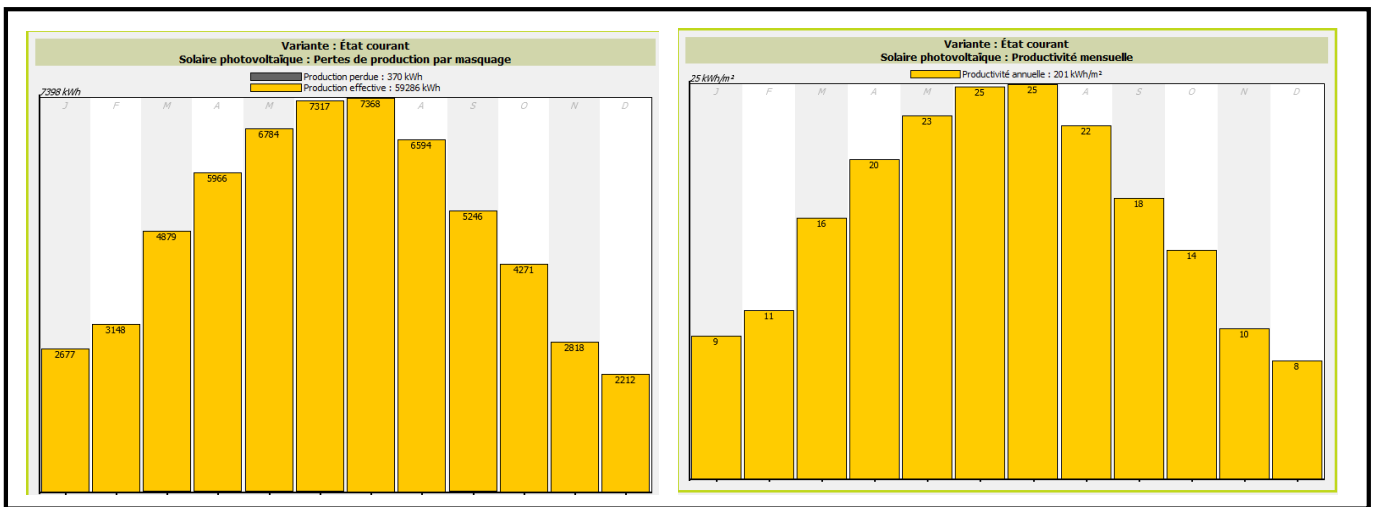


Figure 205: la production annuelle des panneaux photovoltaïques, source : ARCHWIZARD

V.4.3.4.3 Le besoin en eau chaud sanitaire

Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	2247	705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2952
Refroidissement	43641	45300	90011	112302	154193	182976	213365	208907	157507	140362	81407	56640	1486610
Eclairage	7238	5545	5165	3801	3384	2768	2884	3764	4182	5621	6667	7463	58482
Eau chaude sanitaire	188	167	188	174	188	181	181	188	174	188	181	181	2179
Ventilation	4382	3895	4382	4057	4382	4220	4220	4382	4057	4382	4220	4220	50799

Figure 206: tableau de besoins énergétique, source : ARCHWIZARD

Permet les solutions pour réduire la consommation d'eau chaude sanitaire installation des panneaux solaire : le taux de couverture est 100 pourcent, nous avons installé 9 panneaux solaire de surface 4m2 pour un besoin de 2179KWH/an.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Donc on observe qu'il y a un équilibre entre la production et la consommation énergétique d'eau chaude sanitaire.

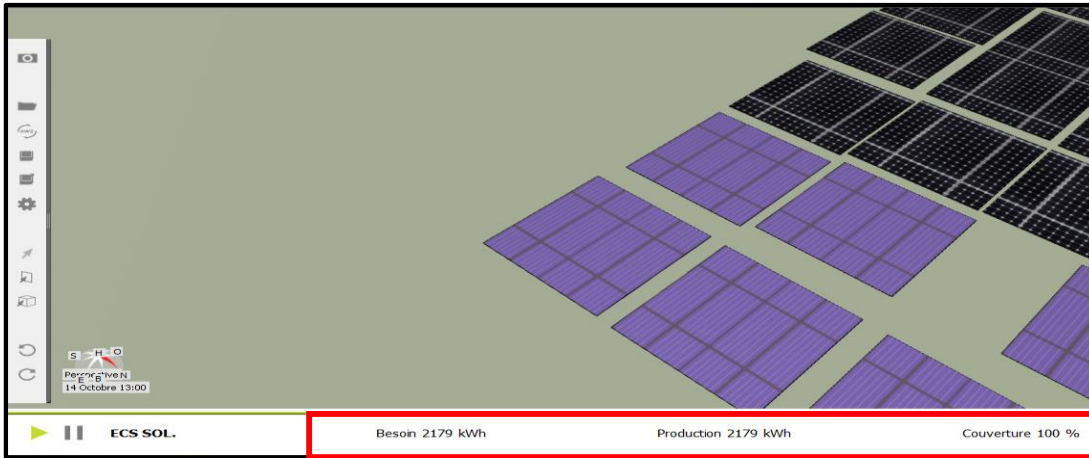


Figure 207: les panneaux solaires , source :ARCHWIZARD

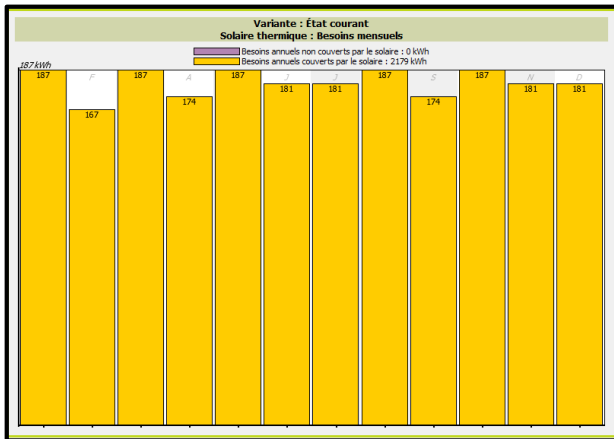


Figure 210: le besoins annuels de solaire thermique , source :ARCHWIZARD

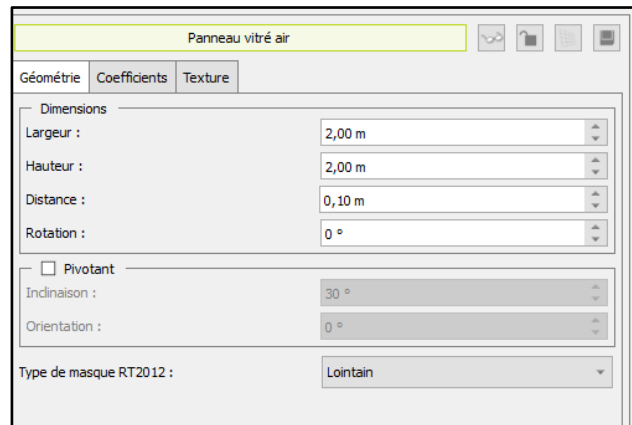


Figure 209: caractéristique des panneaux solaire , source :ARCHWIZARD

Variante : État courant													
Bâtiment : Besoins énergétiques													
Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	2247	705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2951
Refroidissement	43702	45358	90103	112377	154320	183200	213502	208914	157567	140452	81486	56693	1487673
Eclairage	7231	5534	5173	3792	3374	2749	2882	3754	4175	5615	6670	7455	58403
Eau chaude sanitaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation	4382	3895	4382	4057	4382	4220	4220	4382	4057	4382	4220	4220	50799

Figure 208: le besoins d'eau chaude sanitaire après l'installation les panneaux solaires , source :ARCHWIZARD

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

V.4.3.4.4 Besoin de refroidissement

Permet les solutions efficaces pour diminuer le besoin de refroidissement dans le centre commercial : atrium bioclimatique ou bien les écrans végétalisés :

Variante : État courant													
Bâtiment : Besoins énergétiques													
Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	2247	705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2951
Refroidissement	43702	45358	90103	112377	154320	183200	213502	208914	157567	140452	81486	56693	1487673
Eclairage	7231	5534	5173	3792	3374	2749	2882	3754	4175	5615	6670	7455	58403
Eau chaude sanitaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation	4382	3895	4382	4057	4382	4220	4220	4382	4057	4382	4220	4220	50799

Figure 211: le besoin de refroidissement , source :ARCHWIZARD

1 – réduire l'inertie thermiques des matériaux de construction :

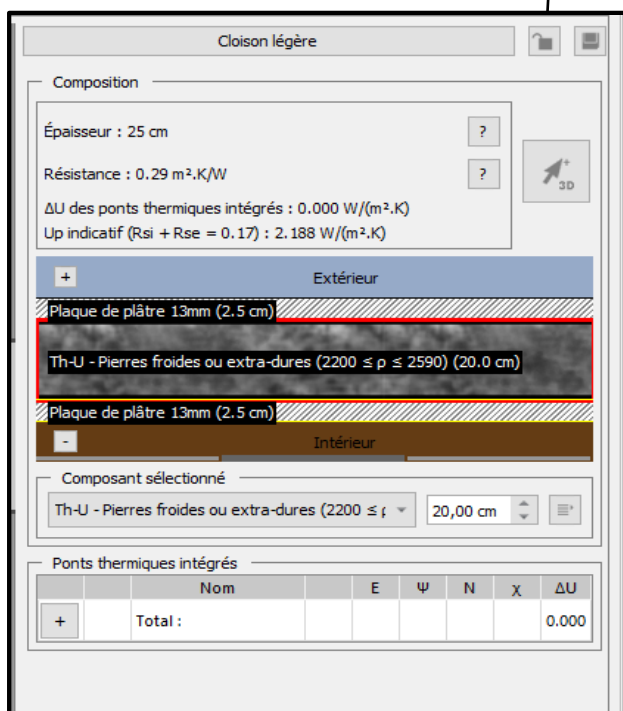


Figure 213: caractéristique de matériaux de construction (cloison intérieure, source :ARCHWIZARD

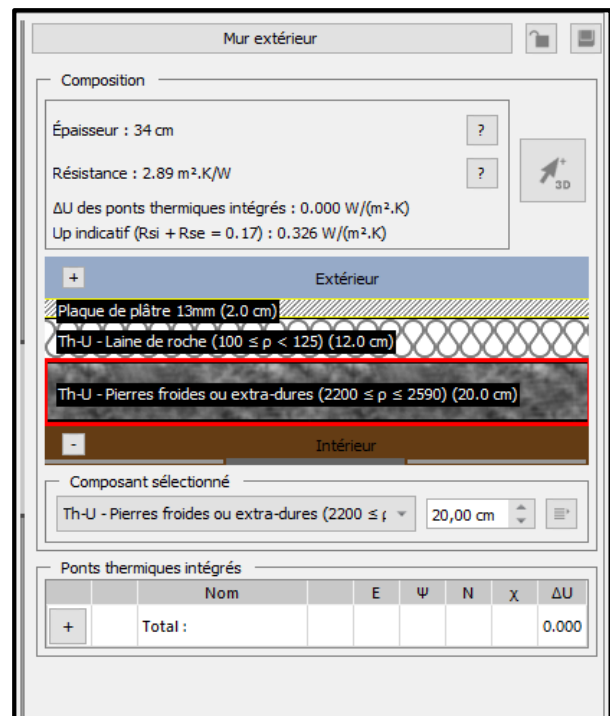


Figure 212: caractéristique de matériaux de construction (mur extérieur), source :ARCHWIZARD

2- Changer le type de vitrage :

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

On utilise triple vitrage avec une protection solaire (Triple vitrage)

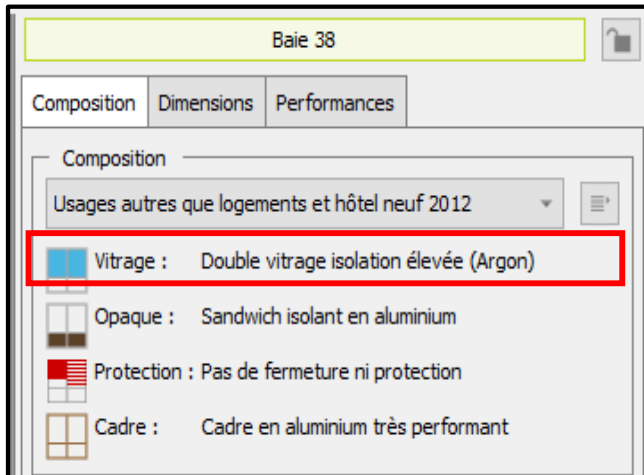


Figure 214: caractéristique des ouvertures avant le changement, source :ARCHWIZARD

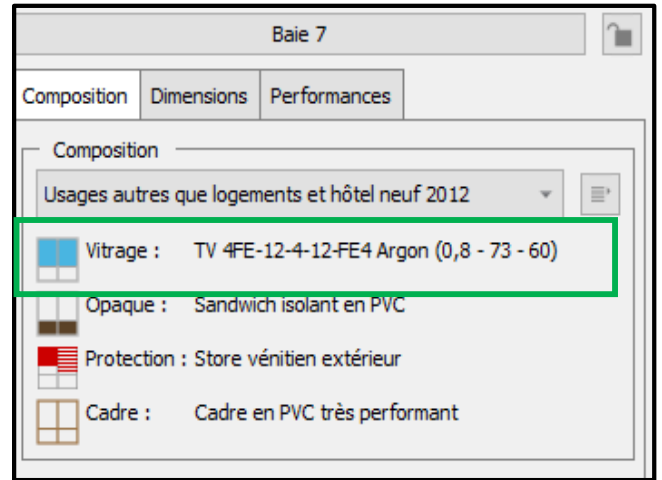


Figure 215: caractéristiques des baies après le changement, source :ARCHWIZARD

3- Intégrer la végétation à l'intérieur de centre

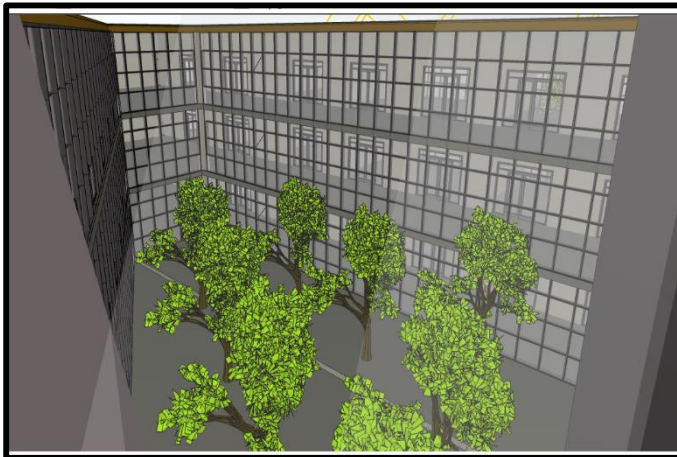


Figure 216: l'intégration de la végétation, source: ARCHWIZARD



Figure 217: l'intégration de la végétation, source : <https://www.futura-sciences.com/maison/questions-reponses/batiment-construire-mur-vegetal-exterieur-faire-avantages-6996/>

4- Atrium bioclimatique :

Les centres commerciaux caractérisent généralement par les atriums comme une solution pour assurer l'éclairage naturelle d'une part et l'ambiance lumineuse d'autre part, on peut utiliser l'atrium comme solution bioclimatique pour atteindre l'objectif de refroidissement à l'intérieur et éviter la surchauffe en été.

L'atrium peut faire amorcer le déplacement naturel de l'air et éliminer les gains solaires non souhaitables, avec un bon déplacement des ouvertures permet de renouveler l'air et éviter le phénomène de surchauffe.

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

Après l'intégration les solutions suivant nous avons obtient le tableau suivant :

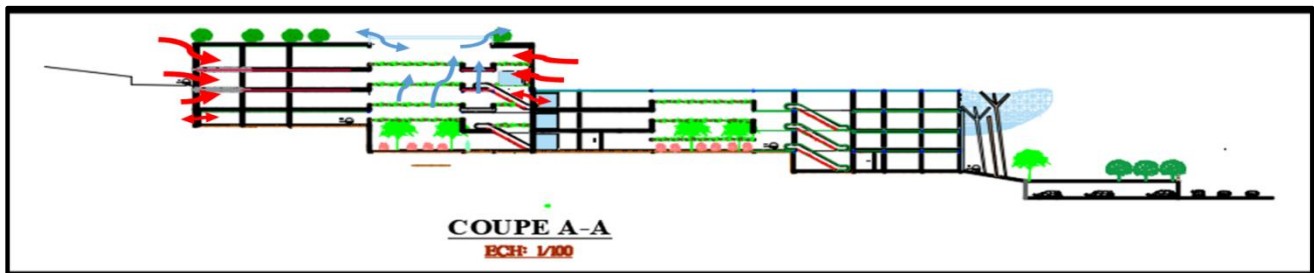


Figure 218:le principe de fonctionnement l'atrium bioclimatique

Tableau 15: le besoin énergétiques . Source : auteur

Besoin énergétique	KWH / m2
Besoin de l'éclairage	0
Besoin de refroidissement	140
Besoin d'eau chaude sanitaire	0
Chauffage	0
Ventilation	8
Totale	148

Classification énergétiques

La classe énergétique d'un appartement ou d'un immeuble en copropriété est un indice de consommation d'énergie sur une année qui fournit des informations précises sous la forme d'une étiquette qui doit obligatoirement être présente sur les ampoules et les équipements

Électroménagers notamment, mais aussi, par exemple, sur les diagnostics de performances énergétiques. En effet, cet indicateur permet de connaître le rendement

Chapitre V : Des outils d'aide à l'évaluation et à la décision

énergétique global, soit l'efficacité énergétique moyenne, de l'équipement ou du bien auquel il fait référence.¹⁷⁷

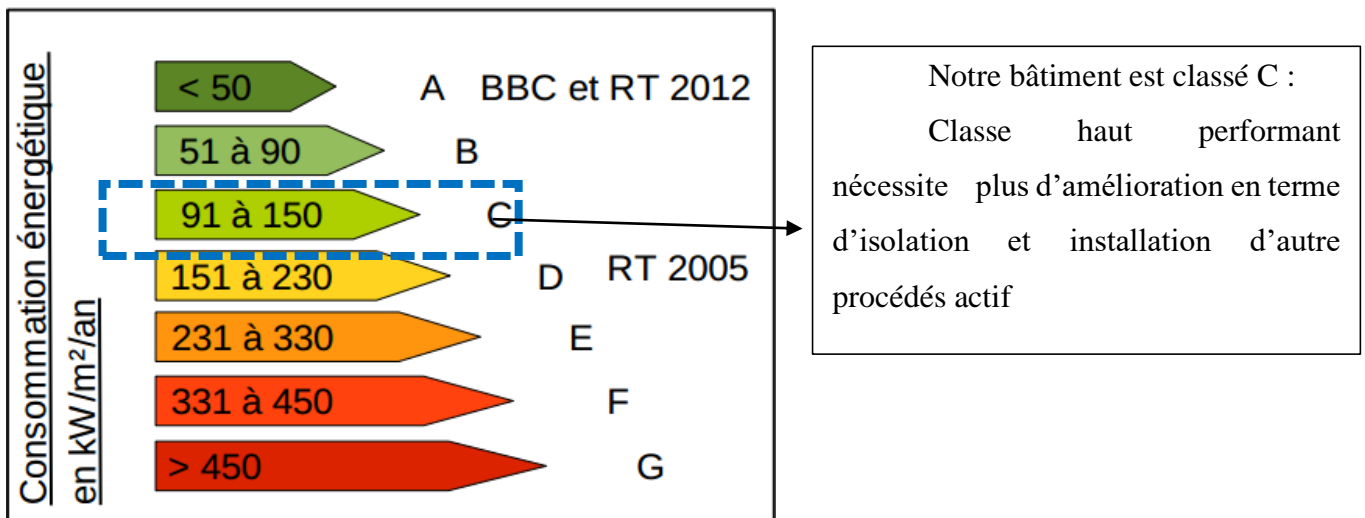


Figure 219: classification énergétique, source
<https://www.maisonsur.com/blog/2020/11/25/comprendre-la-classe-energetique-de-sa-maison/>

Conclusion

Le confort visuelle et l'éclairage naturelle sont le facteur le plus important dans la consommation énergétique dans les centres commerciaux, plus de 80 de l'énergie diriger vers l'électricité donc pour réduire cette consommation il faut être intégré 2 approche de l'optimisation énergétique l'approche Löw Tech (conception bioclimatique) et l'approche high Tech (les panneau solaire photovoltaïque) , soit pour l'éclairage au bien les d'autre besoin énergétique (chauffage , climatisation ; eau chaude sanitaire) ; les résultat de simulation dans le cas générale en l'état favorable par rapport aux normes et exigences référentielle

Dans le cadre d'une conception environnementale et énergétique de bâtiment, la simulation énergétique dynamique est défini comme un outil d'aide à la décision dans la phase de conception il permet de donner un scénario de conception qui va mettre un équilibre entre la conception et les enjeux environnementaux qui permet atteindre une vision énergétique de projet malgré cette avantage la simulation permet de réduire l'action de liberté et de créativité et devient difficile de gérer les contraintes , les solutions , et la créativité dans le même temps .

¹⁷⁷ <https://www.baticopro.com/guides/classe-energetique-calcul-et-fonctionnement.html>

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le long de la présente étude, nous avons essayé d'examiner la performance énergétique d'un projet commercial. Pour se faire, nous avons développé une recherche théorique des notions et concepts clés liés à notre thématique afin de pouvoir se procéder à l'analyse et l'évaluation énergétique et environnementale.

Les bilans environnementaux à l'échelle mondial révèlent que le Les études à l'échelle du globe montrent que le secteur du bâtiment est l'un des consommateurs principaux qui affectent la dépense énergétique et les émissions des gaz à effet de serre (GES). Cette consommation forte inégalement répartie dans le monde s'appuie principalement sur les combustibles fossiles, qui sont des ressources non renouvelables. Les surcharges environnementales de ce secteur ainsi que ces effets néfastes sur notre biosphère nécessitent le recours aux alternatives écologiques afin de participer à la lutte pour la préservation et la promotion de l'environnement.

Le secteur du bâtiment est aujourd'hui considéré comme un levier important pour limiter la crise environnementale et ses conséquences. Les architectes sont donc appelés à participer pertinemment pour la réduction des charges écologiques à travers l'adoption d'une approche basée sur les démarches d'écoconception et d'optimisation afin de pouvoir développer des meilleurs solutions conceptuelle et constructive.

La conception architecturale représente la phase générative de l'optimisation énergétique dans le secteur de bâtiment car 80% des contrariantes sont prises en compte dans cette phase. L'efficacité énergétique est à cibler dans toutes les phases de conception à partir de la programmation jusqu'à la réalisation du projet pour pouvoir assurer un meilleur niveau de performance énergétique et environnementale.

Afin de de mieux connaitre notre situation dans la conception bioclimatique, l'étude des exemples et l'analyse bioclimatique et urbaine est très importante. Cette étape est nécessaire dans la conception bioclimatique étant donné que dans cette phase l'architecte travail avec plusieurs donnés, contraintes, et fait recours aux plusieurs savoirs pour pouvoir traiter et réintégrer les déférentes aspects constituant le projet architectural et qui répondent aux particularités climatiques et physiques de site.

A travers cette recherche nous concluons que la démarche écoconception est une alternative environnementale pour atteindre l'objectif d'optimisation énergétique et réduire l'impact de projet sur l'environnement par la proposition de solutions passives et actives découlant de l'architecture bioclimatique. Cette démarche permet d'obtenir un millieur confort d'utilisateur avec moindre cout et moindre exploitation des ressources.

Conclusion générale

Les résultats de l'évaluation énergétique de notre projet ont montré l'importance de l'application des principes de l'architecture environnementale et des méthodes d'optimisation énergétique pour le développement et l'évaluation des solutions conceptuelles proposées.

Ainsi, la présente recherche à montrer le rôle important que peut jouer les architectes en adoptant des approches d'écoconception pour mettre en œuvre une architecture écologique dans le but de réaliser des bâtiments moins polluants et moins consommateurs d'énergie. Dans ce sens, les outils de la simulation architecturale s'avèrent un outil méthodologique efficace permettant d'évaluer et de visualiser les solutions bioclimatiques proposé qui répondent aux normes énergétique et environnementales. Ces outils peuvent constituer des moyens efficaces d'aide à l'évaluation et la prise de décision conceptuelle.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Bibliographie:

1- Ouvrages

- (Alain Liébard, 'traité d'architecture et urbanisme', éd observatoire des énergies renouvelable, p878, France
- D. Wright, 'Soleil, nature, architecture'. Ed parenthèses, P85, Paris 1979
- DE HERDE, André et LIÉBARD, Alain. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. 2005.
- HEITZ, Carol. Vitruve et l'architecture du Haut Moyen Age. Centro italiano di studi sull'alto medioevo, 1975. Consultation en ligne livre
- LAVIGNE Pierre : « Architecture climatique une contribution au développement durable Tome2 : concepts et dispositifs » EDISUD Aix en Provence France 1998 p 10.
- FERNANDEZ, Pierre et LAVIGNE, Pierre. Concevoir des bâtiments bioclimatiques: fondements & méthodes. Ed. Le Moniteur, 2009.
- PEUPOORTIER, Bruno. Eco-conception des bâtiments: bâtir en préservant l'environnement. Presses des MINES, 2003.
- MARSAULT, Xavier. Écoconception générative : Phase amont du projet d'architecture. ISTE Group, 2018.
- MAZOUZ, Saïd. Éléments de conception architecturale. éditions OPU, 2004. Page 11
- WOITRIN, Michel. Intégration en architecture et urbanisme. In : Les annales de la recherche urbaine. Centre de Recherche d'Urbanisme, 1979. p. 15
- MCALOONE, Tim C. et BEY, Niki. Environmental improvement through product development: A guide. Danish Environmental Protection Agency, 2009.

2- Revues

- IZARD, Jean-Louis et KAÇALA, Olivier. Le diagramme bioclimatique du bâtiment. EnviroBat Méditerranée, 6p, 2006.
- LATRECHE, S. et SRITI, L. Optimisation énergétique d'un bâtiment résidentiel autoproduite à Biskra à travers ses caractéristiques matérielles. Revue des Energies Renouvelables, 2018, vol. 21, no 3, p. 433-443.
- NEDJRAOUI, Dalila et BÉDRANI, S. La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte. VertigO, 2008, vol. 8, no 1, p. 15.
- REVUE PRATIQUE DES LOGICIELS DE SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE (SED) , paris ,2015

Références bibliographiques

- YANNOU, Bernard, BERTOLUCI, Gwenola, LEROY, Yann, et al. La conception durable (Partie I): enjeux et outils. Centraliens, 2011, no 60
- 9, p. 50-55.
- 3- Les mémoires et les thèses**
- Attouche, Athmane, and Melissa Khati. Centre commercial et de loisirs bioclimatique à Tizi Ouzou. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2017.
- BASECQ, Vincent. Développement d'un mur capteur-stockeur solaire pour le chauffage des bâtiments à très basse consommation d'énergie. 2015. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle.
- BELDJAZIA, Amina. Etude écologique et cartographique de la végétation du massif de la mahouna (guelma). 2010. Magister . Université de Annaba-Badji Mokhtar.
- BEN HASSINE, Maroua. Développement d'une approche pour l'utilisation optimale de la simulation énergétique en amont du processus de conception. 2015. Thèse de doctorat. École de technologie supérieure.
- BENZIOUCHE, Wiam. Conformation architecturale et orientation spatiale dans les grands équipements. 2014. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider Biskra
- BEHHARA HOUDA, l'impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment, biskra , 2016
- BERTRAND, Nathalie. DEVELOPPEMENT DURABLE ET CENTRES COMMERCIAUX : AUJOURD'HUI, ET DEMAIN?. Sustainable development and shopping centers: today and tomorrow, 2009.
- BICALHO, Tereza. Les limites de l'ACV. Etude de la soutenabilité d'un biodiesel issu de l'huile de palme brésilienne. 2013. Thèse de doctorat. Université Paris Dauphine-Paris IX
- BOUDRA, Messaoud. Renouvellement du centre originel de la ville de Guelma par la démarche du projet urbain.
- DIAKOULAKI, Danae et GRAFAKOS, Stelios. Multicriteria analysis. European Commission ExternE—Externalities of Energy: Extension of Accounting Framework and Policy Applications, 2004.
- DAOUST, Alexandre. Développement d'un cadre d'utilisation d'outils de simulation énergétique au sein d'un processus de conception intégrée. 2017. Thèse de doctorat. École de technologie supérieure.

Références bibliographiques

- DIABY, Moussa, VALOGNES, Fabrice, et CLÉMENT-DEMANGE, André. Utilisation d'une méthode multicritère d'aide à la décision pour le choix des clones d'hévéa à planter en Afrique. 2010.
- DUMAZEDIE (sociologue spécialiste dans la pratique de loisir)
- ENVIROBAT-Méditerranée : Le diagramme bioclimatique – Jean-Louis IZARD
- Etude diagnostique sur la Biodiversité & les changements climatiques en Algérie « PLANIFICATION NATIONALE SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE ET MISE EN OEUVRE EN ALGERIE DU PLAN STRATÉGIQUE DE LA CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE 2011-2020 ET DES OBJECTIFS D'AICHI » ,2015
- EVANS, John Martin. The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design. 2007.
- GHOLIPOUR, Vida. Éco-conception collaborative de bâtiments durables. 2011. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine
- GUELLATI MABROUK, Houcem. VILLE ET COMMERCE: Réconciliation entre le commerce formel et informel pour une meilleure compétitivité économique du centre-ville de Guelma. 2019.
- IZARD, Jean-Louis et ZACEK, Milan. Conception architecturale bioclimatique et parasismique. 1989. Thèse de doctorat. Ministère de l'équipement et du logement/Bureau de la recherche architecturale (BRA); Ministère de la recherche et de la technologie; Ecole nationale supérieure d'architecture de Marseille-Luminy/Groupe ABC-Laboratoire Architecture Bioclimatique et Constructions exposées aux risques naturels.
- KROPP, Walter W. A Spatial Multicriteria Decision Analysis Approach for Evaluating Sustainable Development. 2010. Thèse de doctorat. Ohio University.
- MIRA, Pascale. Penser l'architecture environnementale, des idées aux formes et des formes aux idées : dans quel processus de néomorphisation sommes-nous?. 2015. Thèse de doctorat. Lyon 2.
- MORENO SIERRA, Andres. Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique. 2012. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.
- NEMER, Hanane, GHOUGAL, Meriem, et KHANCHOUCHE, M. L'intégration de La conception bioclimatique dans l'habitat collectif. 2016.
- OMANN, Ines. Multi-criteria decision aid as an approach for sustainable development analysis and implementation. na, 2004.

Références bibliographiques

- OUNISSI, Hadjer, GUERMOUAI, Samira, et MOUDJARI, Messaoud. L'approche climatique dans la conception d'un atrium dans un équipement administratif. 2017.
- OUSSAMA, Gaouas. Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural. 2014. Université de Biskra
- RECHT, Thomas. Étude de l'écoconception de maisons à énergie positive. 2016. Thèse de doctorat. Paris Sciences et Lettres.
- ROULET, Claude-Alain et DAURIAT, Arnaud. Énergétique du bâtiment. Presses polytechniques romandes, 1987. page 92
- Thomas, Thèse, de doctorat / 2016 / MINES ParisTech – PSL Research University
- THOREL, Mathieu. Aide à la décision multicritère pour la prescription de scénarios d'amélioration énergétique via une approche globale. 2014. Thèse de doctorat. Université de Grenoble.
- TORNAY, Nathalie. Vers des outils d'aide à la conception pour intégrer les dimensions techniques, écologiques et sensibles des matériaux de construction. 2011. Thèse de doctorat. Toulouse, INSA.
- TOUIL, Abdessalam et MERGHACHE, Souad. AU SUJET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE-VERS DES BÂTIMENTS MOINS ÉNERGIVORES. Thèse de doctorat.
- UNEP (2007), Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability, United Nations Environmental Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Paris, 51p.
- WEISSENSTEIN, Charline. Éco-profil: un outil d'assistance à l'éco-conception architecturale. 2012. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.

4- Les articles

- BORILLO, Mario et GOULETTE, Jean-Pierre (ed.). Cognition et création: explorations cognitives des processus de conception. Editions Mardaga, 2002.
- BOURQUE, Alain. Les changements climatiques et leurs impacts. VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement, 2000, vol. 1, no 2.
- GOBIN, Christophe. Éco-conception-Marqueur d'un reengineering de la construction. 2011.

Références bibliographiques

- Jones. J, Design Methods: Seeds of Human Futures, Wiley-Interscience, London, UK, 1970.
- BOUATTOUR, Med et ALAIN, Fuchs. La végétalisation des bâtiments. Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-De-France, 2009
- MARSAULT, Xavier et LEQUAY, Hervé. Éco-conception pré-architecturale générative: jusqu'où peut-on aller? Enjeux, possibilités, méthodes. In : SCAN 2016. 2016.
- MILED, Nadia. L'écoconception : une opportunité d'innovation dans le respect de la nature. 2ème Congrès TRANSFORMARE, 2012, p. 25.
- RECHT. T, ROBILLART.M, GARNIER.C, et al. Écoconception de maisons à énergie positive assistée par optimisation multicritère. IBPSA France, 2016, vol. 8.
- SHU-YANG, Fan, FREEDMAN, Bill, et COTE, Raymond. Principles and practice of ecological design. Environmental Reviews, 2004, vol. 12, no 2, p. 97-112.

5- Documents gouvernementaux :

- Agence internationale de l'énergie, Global Energy Review 2020. The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions, Op. Cit., p. 17
- Bilan Mondial 2018 Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient
- Commission mondiale sur L'environnement et le développement (dite Commission Brundtland) Développement soutenable
- Consommation Énergétique Finale de l'Algérie Chiffres clés : 2015
- Diagramme solaire fiche
- Ecoconception, guide pratique pour une démarche responsable
- Les chiffres clés de l'édition 2019 des « Key World Energy Statistics » de l'AIE
- Les répercussions (provisoires) de la crise de COVID-19 sur le système énergétique mondial
- Regards de l'IEIM | Juin 2020
- Support pédagogique de la matière « Biodiversité et changements globaux » 2020

6- Les rapports :

- ANGOT, Loïc. Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada. 2016.
- L'architecture bioclimatique fiche

7- Les guides :

Références bibliographiques

- FORGUES, Daniel, MONFET, Danielle, et GAGNON, Stéphan. Guide de conception d'un bâtiment performant : L'optimisation énergétique avec la modélisation des données du bâtiment (BIM). 2016.
- Guide d'écoconception des expositions conçu en collaboration avec Artemia www.atemia.org
- L'architecture bioclimatique fiche, L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, édition Communications Science-Impact, 2008
- **8- les cours :**
- BENHARRA Houda , Architecture, « analyse bioclimatique », Université de Guelma, 2 année master, cour, 4 p
- BENHARRA, Houda , Architecture, « Les données climatiques et l'architecture », Université de Guelma, 2 année master, cour, 5-14 p
- Cour bilan thermique
- HAMEL. K, Architecture, « confort thermique » université de BISKRA, 1 année master, travaux dirigés, 1- 4 p
- **8- Dictionnaire :**
- <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/int%C3%A9gration/43533>
Le dictionnaire de l'environnement
- **10- site web :**
- Construit bioclimatique « https://www.caue67.com/wp-content/uploads/downloads/2013/09/Fiche_Construire_bioclimatique-sept-2013 »
- http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=Les_protections_solaires
- http://www.bilan-thermique-28.fr/theorie_generale.html
- <http://www.cci.ci/3.0/formalites/convention-solas/root/reglementation-commerciale/576-la-foire-commerciale-ou-industrielle>
- <http://www.cosmovisions.com/Commerce-Histoire.htm>
- http://www.picard-architecte.fr/PICARD_Eric_Architecte/Page_6.html
- <https://elyotherm.fr/principe-de-fonctionnement-pac>
- <https://energieplus-lesite.be/?id=10382>
- <https://fondarch.lu/pourquoi-l-architecture-commerciale-est-necessaire-pour-developper-une-marque/>
- <https://fr.weatherspark.com/y/55170/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Guelma-Alg%C3%A9rie>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Commerce>

Références bibliographiques

- https://galeri2.arkitera.com/main.php?g2_itemId=36549 éditer par auteur
- <https://journals.openedition.org/vertigo/4042>
- <https://lesdefinitions.fr/commerce>
- <https://lowtechnation.com/demarche-low-tech/>
- https://vincent.callebaut.org/object/150527_woodenorchids/woodenorchids/projects
- <https://wikimemoires.net/2013/07/1-histoire-et-l-evolution-des-centres-commerciaux/>
- https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/eolienne.php4
- https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/ventilation_mecanique_controlee_vmc.php4
- <https://www.arch2o.com/wooden-orchids-vincent-callebaut-architectures/>
- <https://www.arkitera.com/?s=zorlu+centre&submit=>
- <https://www.azenco.fr/larchitecture-bioclimatique>
- <https://www.baches-serre-direct.com/blog/32-qu-est-ce-qu-une-serre-bioclimatique>
- <https://www.baticopro.com/guides/classe-energetique-calcul-et-fonctionnement.html>
- <https://www.climamaison.com/lexique/consommation.htm>
- <https://www.climamaison.com/lexique/puits-canadien.htm>
- <https://www.c-sgroup.fr/products/exterior-solar-shading/external-solar-shading-systems-design-options/>
- <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>
- <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>
- <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>
- <https://www.gadarchitecture.com/en/zorlu-center--istanbul>
- <https://www.guide-artisan.fr/actualites/chauffagiste/climatisation-ventilation/vmc-quest-ce-que-cest>
- <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/inertie-thermique.html?IDC=1521&IDD=8425>
- https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/forum_romain/53108
- <https://www.picbleu.fr/page/que-choisir-comme-isolant-qualite-construction-renovation>

Références bibliographiques

- <https://www.picbleu.fr/page/que-choisir-comme-isolant-qualite-construction-renovation>
- https://www.researchgate.net/figure/Classification-du-climat-en-Algerie-Agence-National-dAmenagement-du-territoire_fig49_320799890
- <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Architecture-bioclimatique.html>
- <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives>
- Site internet <https://cegibat.grdf.fr/reglementation-energetique-batiment/grands-principes-rt2012>
- Site internet <https://fr.graitec.com/archiwizard/>
- Site internet <https://www.bcipoirier.fr/le-bilan-energetique-et-la-classe-energie/>
- Site internet <https://www.mamunicipaliteefficace.ca/151-efficacite-energetique-ges-la-simulation-energetique.html>
- Site internet : <https://energieplus-lesite.be/theories/enveloppe9/autres-phenomenes-thermiques/ponts-thermiques-d3/>
- Site internet « <https://www.cstc.be> » doc=cstc_ artonline_ »
- Site internet http://ecoconstruction.rpn.univ-lorraine.fr/co/Module_UVEDTEST_59.html
- Site internet https://conseils.xpair.com/actualite_experts/simulation-thermique-dynamique.htm
- Site internet <https://docplayer.fr/34619897-Developper-une-architecture-bioclimatique-mediterraneenne-les-protections-solaires.html>
- Site internet <https://www.baticopro.com/guides/classe-energetique-calcul-et-fonctionnement.html>
- Site web « <https://zinco-greenroof.com/press-release/zorlu-center-green-superlatives> »
- Situation mondiale de l'énergie » association française pour hydrogène et les piles à combustibles

