

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Blida I
Institut d'architecture et d'urbanisme



Mémoire de master
Option : architecture et efficacité énergétique

Bâtiment performant en Algérie
Conception d'un nouveau siège du ministère des affaires religieuses et des wakfs à Hussein Dey, Alger

Travail réalisé par :

TAHARI Rim

AROUS Younes

Sous l'encadrement de :

Mr : SEMAHI SAMIR

Assister par :

Mr MHAMDI Hichem

Devant un jury composé de :

Président : Mme ABDELBAKI Aicha Enseignante à l'institut d'architecture de Blida

Examineur : Mr BOUKARTA Sofiane Enseignant à l'institut d'architecture de Blida.

Année universitaire 2016-2017

"La civilisation n'est pas un entassement, mais une construction, une architecture "

Malek Bennabi, penseur

" Croyez-vous encore qu'une croissance infinie soit possible sur une planète où les ressources sont limitées ? "

Frédéric Beigbeder, Écrivain , littéraire.

" La planète compte suffisamment de ressources pour répondre aux besoins de tous, mais pas assez pour satisfaire le désir de possession de chacun "

Ghandi, dirigeant politique, guide spirituel indien

« Les caractéristiques du paysage et du climat déterminent les emplacements les plus favorables, ainsi qu'orientation, formes, matériaux, ouvertures, la réussite d'un projet dépend de l'aptitude du concepteur à interpréter les facteurs naturels et à créer une architecture en conséquence »

David wright

Remerciement

Louange à Dieu le tout puissant qui nous a donné la foi, la santé et le courage pour pouvoir réaliser ce travail.

Les travaux qui font l'objet de ce mémoire ont été réalisés au sein de l'Institut d'architecture et d'urbanisme de Blida, sous la direction de notre promoteur Mr SEMAHI Samir. Nous tenons à lui exprimer ici notre gratitude et notre reconnaissance pour avoir guidé notre travail avec patience et assiduité. Qu'il veuille bien accepter l'expression de notre profond respect pour ses conseils judicieux et le soutien constant qu'il nous a prodigué au cours de l'élaboration de ce travail.

Je remercie vivement,

- *Madame ABDELBAKI Aicha, Enseignante à l'institut de Blida, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant la présidence de ce jury.*

Mes remerciements vont aussi à :

- *Monsieur BOUKARTA Sofiane, Enseignant à l'institut de Blida Pour avoir accepté gracieusement d'examiner ce travail.*

Enfin, mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont orienté par leurs conseils dans l'accomplissement de cette œuvre, mes amis du groupe dont je garde de très bon souvenir et compagne.

Dédicace

*À ma tendresse ... mon soleil ... ma confiance
À toi ... ma chère maman*

*À mon enseignant ... mon soutien ... ma force
À toi ... mon cher papa*

*À mes bougies ... mes amis ... lis de mon printemps
À vous ... cher frère et Sœur*

*Aux brins de lumière ... À mes grands-parents ... Je dirai merci de m'offrir
cette chaleur familiale qui a fait de moi ce que je suis*

*À tout la famille TAHARI ... de loin de près grands et petits, oncles, tantes,
cousins, cousines et mes amis.*

À tous qui ont laissé une empreinte de joie dans ma voie.

Rym

Dédicace

Je dédie ce travail

*A mes très chers parents qui ont été toujours là pour moi, Mes mots sont trop petits pour
exprimer toute la gratitude que mon cœur contient pour vous qui êtes si attentifs, patients,
compréhensifs et aimables envers moi.*

A mes chères sœurs, mes cousins et mes amis.

Younes

Résumé

Cette dernière décennie, nous assistons en Algérie à une réalisation multiple et intense de projets de bâtiments à caractère public (Bâtiments tertiaires), qui ne sont malheureusement soumis à aucune exigence réglementaire sur le plan thermique et énergétique, la dimension énergétique du projet n'est pas toujours considérée comme significative, ce qui conduit à des bâtiments non confortables et énergivores.

L'interaction entre l'homme et son environnement a été le sujet de nombreuses études traitant du confort thermique. Celui-ci dépend de plusieurs paramètres à savoir les facteurs d'ordre individuel et les facteurs liés à l'environnement. L'étude du confort thermique est très importante non seulement pour la qualité des ambiances intérieures, mais aussi pour la quantité d'énergie à fournir par les équipements, car le monde d'aujourd'hui souffre d'une crise énergétique.

Pour but d'obtenir un niveau acceptable du confort thermique dans le bâtiment tout en réduisant sa consommation énergétique on a consacré ce travail à concevoir un bâtiment tertiaire à basse consommation BBC (siège du ministère des affaires religieuses au niveau du quartier cote rouge Hussein dey).

Afin d'atteindre notre objectif on a effectué au premier lieu une recherche sur l'impact des dispositifs architecturaux, stratégies et aspects bioclimatiques sur le confort thermique et la consommation énergétique. Par la suite on s'est basé sur l'intégration du projet dans son environnement immédiat, en recherchant la meilleure adaptation entre le climat et le bâtiment également en améliorant sa performance énergétique par l'intégration de différentes techniques passives et actives. En Fin nous avons vérifié l'efficacité énergétique du projet suivant un outil de simulation (logiciel), qui tient compte de plusieurs facteurs qui peuvent être paramétrés, pendant la simulation.

Mots clés : Bâtiments tertiaires, confort thermique, dispositifs architecturaux, stratégies bioclimatiques, l'efficacité énergétique, simulation.

Abstract

This last decade, we are witnessing a multiple and intense realization of projects of public buildings (tertiary buildings) in Algeria, which are unfortunately not submitted to any regulatory requirements on the thermal and energy plan, the energy dimension of the project is not always considered significant, which leads to uncomfortable buildings and high consumed energy .

The interaction between man and his environment has been the subject of numerous studies dealing with thermal comfort. This depends on several parameters namely individual and environmental factors. The study of thermal comfort is very important not only for the quality of indoor environments, but also for the amount of energy to be supplied by equipment because the world today suffers from an energy crisis.

In order to achieve an acceptable level of thermal comfort in the building and reducing its energy consumption, this work has been devoted to design a low-energy tertiary building BBC (the Ministry of Religious Affairs at the red-hill district Hussein dey). In order to achieve our goal; first, a research was carried out on the impact of architectural devices, strategies and bioclimatic aspects on thermal comfort and energy consumption. Subsequently, it was based on the integration of the project in its immediate environment, seeking the best adaptation between the climate and the building also by improving its energy performance by the integration of passive and active techniques.

At the end, we checked the energy efficiency of the project using a simulation tool (software), which takes into account several factors that can be set during the simulation

Key words: tertiary buildings, thermal comfort, architectural devices, bioclimatic strategies, energy efficiency, simulation.

ملخص

في الجزائر شهدنا العقد الماضي تحقيقا مكثفا لمشاريع المباني العمومية (..... مكاتب خاصة) ولكنها للأسف لا تخضع لأي مقاييس طاوقية وحرارية. فجانبا استهلاك الطاقة في المشروع في الغالب لا يأخذ بعين الاعتبار ما ينجر عنه انجاز مبان غير مريحة حراريا وجد مستهلكة للطاقة.

وقد كان التفاعل بين الانسان والبيئة موضوع العديد من الدراسات التي تتناول الراحة الحرارية والذي يعتمد على عدة عوامل هي العوامل الفردية والبيئية.

ان دراسة الراحة الحرارية يعد هام ليس فقط من اجل نوعية البيئات الداخلية وانما ايضا لكمية الطاقة المستهلكة من طرف المباني لما يشهده العالم من ازمة الطاقة.

بههدف تحقيق مستوى مقبول من الراحة الحرارية في المبنى مع الحد من استهلاكه للطاقة خصصنا هذا العمل لتصميم مبنى ذو فعالية طاوقية (مقر جديد لوزارة الشؤون الدينية بحسين داي -الجزائر)

من اجل الوصول الى هدفنا قمنا في البداية بإجراء بحوث حول تأثير العناصر المعمارية والمفاهيم البيو مناخية على الراحة الحرارية واستهلاك الطاقة. استندنا في وقت لاحق الى دمج المشروع في بنته المحيطة، سعيا منا الى تحقيق أفضل تكيف بين المناخ والمبنى، وايضا قمنا بتحسين ادائه الطاوقى من خلال دمج تقنيات غير مستهلكة للطاقة واخرى نشيطة

في الاخير قمنا بتقييم الكفاءة الطاوقية للمشروع بواسطة برنامج محاكاة ديناميكية والتي تأخذ بالاعتبار عدة عوامل يمكن وضعها خلال المحاكاة

الكلمات المفتاحية: مباني مكتبية، الراحة الحرارية، العناصر المعمارية، المفاهيم البيومناخية، الفعالية الطاوقية، المحاكاة

Table des matières

Remerciement.....	II
Dédicace	III
Dédicace	IV
Résumé.....	V
Abstract.....	VI
ملخص	VII
Table des matières.....	VIII
Liste des figures	XI
Liste des tableau.....	XVI
CHAPITRE I	INTRODUCTIF
1. Introduction générale	1
2. Problématique :.....	2
3. Objectifs :.....	3
4. Méthodologie :.....	3
5. Structure du mémoire :	5
CHAPITRE II	ETAT DE SAVOIR
1. Introduction.....	6
2. Définitions et concepts :.....	6
2.1 Développement durable :	6
2.2 Efficacité énergétique dans le bâtiment :	7
2.3 La performance énergétique :	7
2.4 Le confort thermique :	7
2.5 Stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique :.....	8
2.5.1 Système de chauffage solaire passif. (Confort d’hiver) :.....	8
2.5.2 Système de rafraîchissement passif (confort d’été) :	8
2.5.3 La ventilation naturelle :	9
1.5.4 L’éclairage naturel :	9
3. Dispositifs architecturaux et aspects bioclimatique :	10
3.1 PATIO :	10
3.1.1 Définition :	10
3.1.2 Les origines de la maison à patio :.....	10
3.1.3 Le rôle climatique du patio :	10
3.1.4 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	11

3.2	ATRIUM :	12
3.2.1	Définition :	12
3.2.2	Historique de l'atrium :	12
3.2.3	Typologie morphologique des atriums :	12
3.2.4	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	13
3.3	TOITURE VIGETALISEE :	14
3.3.1	Définition :	14
3.3.2	Historique :	14
3.3.3	Concept :	14
3.3.4	La typologie des toitures végétalisées :	14
3.3.5	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	15
3.4	LOGGIA VITREE :	16
3.4.1	Définition :	16
3.4.2	Historique :	16
3.4.3	Classification selon le rapport loggia/bâtiment :	16
3.4.4	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	17
3.5	LA FORME ARCHITECTURALE :	18
3.5.1	Définition :	18
3.5.2	Classifications typologiques des formes architecturales :	18
3.5.3	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	19
3.6	MATERIAUX DE CONSTRUCTION :	20
3.6.1	Les propriétés thermo physiques des matériaux :	20
3.6.2	Les matériaux de construction écologiques :	20
3.6.3	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	21
3.7	PROTECTION SELAIRE :	22
3.7.1	Définition :	22
3.7.2	Le rôle des protections solaires :	22
3.7.3	Typologies des protections Solaires :	22
3.7.4	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	23
3.8	FENETRE :	24
3.8.1	Définition :	24
3.8.2	Les différentes fonctions de la fenêtre :	24
3.8.3	Vitrage :	24

3.8.4	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	25
3.9	ORIENTATION :	26
3.9.1	Définition :	26
3.9.2	Choix de l'orientation :	26
3.9.3	Les Classes d'orientations :	26
3.9.4	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :	27
3.10	VEGETATION :	28
3.10.1	Définition :	28
3.10.2	Le rôle de végétation :	28
3.10.3	Recommandations générales et stratégies bioclimatiques	29
4.	Dispositifs architecturaux et consommation énergétique :	31
4.2.1	Orientation :	31
4.2.2	Taux de vitrage:	32
4.2.3	Type de vitrage:	32
4.2.4	Materiaux :	33
4.2.5	Isolation thermique :	33
4.2.6	La protection solaire:	33
4.2.7	Le patio :	34
5.	Recherche thématique :	36
5.1	Introduction :	36
5.2	Généralité sur les sièges administratifs :	36
5.3	Définition du ministère des affaires religieuses et wakfs :	37
5.4	Aperçu historique :	37
5.5	Structure de gestion d'un ministère :	37
5.6	Organisation fonctionnelle de MARW :	38
5.7	Fonction et exigences spatiales d'un MARW :	38
5.8	Analyse des exemples :	42
5.8.1	Ministère de l'intérieur de Géorgie :	43
5.8.2	Ministère des travaux publics, Chili:	45
5.8.3	Ministère de l'économie en Argentine:	46
6.	Conclusion :	43

CHAPITRE III

PROJET

1.	Introduction :	48
2.	Analyse du site :	48

2.1	Contexte national :	48
2.2	Contexte Communal :	49
2.2.3	L'échelle urbaine :	49
2.2.4	L'échelle Locale :	50
2.2.5	Les variables des données géographiques :	52
3.	Approche bioclimatique :	54
3.1	Données climatiques :	54
3.2	Analyse bioclimatique :	54
4.	Approche programmatique :	58
5.	Synthèse des recommandations:	59
6.	Approche conceptuelle:	60
6.1.	Element d'inspiration	61
6.2	Les concepts	61
6.2.1	Concepts urbanistiques:	61
6.2.2	Concepts bioclimatiques :	62
6.2.3	Concepts programmatiques:	63
7.	Description du projet :	65
7.1	Plan de masse :	65
7.2	Plans :	66
7.3	Structure du projet :	69
7.4	Façades :	70
8.	Approche énergétique :	72
8.1	Technique utilisées :	72
8.2	Evaluation de la performance énergétique du projet :	75
9.	Conclusion générale :	79
10.	Bibliographie	80

Liste des figures :

Figure 1 : Consommation Finale par Secteur d'Activité en 2005 (Source Edition APPRUE. 2007).....	1
Figure 2 : Consommation du Secteur Tertiaire par types d'Energie en 2005	2
Figure 3 : schéma de méthodologie source auteur.....	4
Figure 4 : schéma de structure de mémoire, source auteur.....	5
Figure 5 : Les piliers du développement durable source (Google image).....	6
Figure 6 : Concept de la stratégie du chaud réadapter par auteur.....	8
Figure 7 : Concept de la stratégie du froid réadapter par auteur.....	8
Figure 8 : les facteurs de la ventilation naturelle (source Google image).....	9
Figure 9 : Stratégie de l'éclairage naturel source Google.....	9
Figure 10 : plan d'une maison Égyptienne ancienne Source : Noubi M.H, 2003.....	10
Figure 11 : Les variables environnementaux du patio (source : Auteur).....	10
Figure 12 : Atrium d'un hôtel en chine (source,Google image).....	12
Figure 13 : plan et coupe d'une maison de Ur,Mésopotamien (Source : Hamdan, Rasdi, 2002).....	12
Figure 14 : Coupe d'une maison à Faun,Pompeii [Source : Hamdan, Rasdi, 2002].....	12
Figure 15 : Typologie générale des atriums (source Mémoire RAHAL Samira 2011).....	12
Figure16 : types de toits végétaux source (www.toiture.com).....	14
Figure 17 : Typologie simplifiée des vérandas selon son rapport à la construction. (Source, modifier par auteur).....	16
Figure 18 : Empreintes au sol et orientations des bâtiments (source Google image).....	18
Figure 19 : protection végétale (source Google image).....	22
Figure 20 : Dispositifs de protection solaire fixes source (Tareb, 2004).....	22
Figure 21 : Définition de l'orientation d'un bâtiment (J.BOUYER).....	26
Figure 22 : Classes d'orientations pour le climat méditerranéen en été. Source : [Google image].....	26
Figure 23 : les différents effets de la végétation source De Herde André, Liébard 2005.....	28
Figure 24 : influence de la forme d'arbre par rapport à l'ombre (source Google image).....	28
Figure 25 : l'archétype source (auteur).....	31
Figure 26 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'orientation (Source Auteur).....	31
Figure 27 : Taux de réduction de consommation d'énergie par rapport aux taux de vitrage Source : Auteurs.....	32
Figure 28 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport aux types de vitrage Source : Auteur.....	32
Figure 29 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au type de matériau source : auteur.....	33
Figure 30 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'isolation du mur source : auteur.....	33
Figure 31 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à la profondeur du réflecteur	34

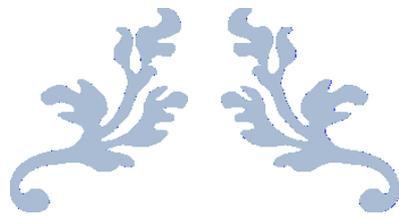
Figure 32 : les différentes formes de patio simulées, source auteur.....	34
Figure 33 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à la forme et l'orientation du patio, source auteur.....	34
Figure 34 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au coefficient de forme source auteur.....	35
Figure 36 : outil d'aide à la conception obtenu par le classement des paramètres source auteur.....	35
Figure 37 : organisation fonctionnel du MARW (source http://www.marw.dz).....	38
Figure 38 : Le confort intérieur d'un point de vue physique du bâtiment.....	41
Figure 45 : espace bureaux ouverts source archidaily.com	43
Figure 39 : ministère de l'intérieur de la Géorgie.....	43
Figure 40 : volumétrie source archidaily.com	43
Figure 41 : Fonctionnement	43
Figure 42 : maquette de MI de la Géorgie source wiki architecture	43
Figure 43 : plan de RDC source archidaily.com	43
Figure 44 : vue sur le hall d'entrée source archidaily.com	43
Figure 46 : coupe schématique source archidaily.com	43
Figure 47 : vue sur la façade principale de MI de la Géorgie source archidaily.com	44
Figure 48 : traitement et technique utilisé dans la façade source archidaily.com	44
Figure 50 : situation de MTP source archidaily.com	44
Figure 52 : accès principale de MTP source archidaily.com	44
Figure 51 : ministère des travaux publique.....	44
Figure 49 : structure source archidaily.com	44
Figure 53 : traitement de façades source archidaily.com	44
Figure 54 : terrasse jardin source archidaily.com	45
Figure 55 : plan de sous-sol source archidaily.com	45
Figure 57 : plan de 3 eme étage(archidaily.com	45
Figure 56 :plan de 2 eme étage (archidaily.com	45
Figure 58 : situation de ME de l'argentine.....	45
Figure 59 : ME de l'argentine source archidaily.com	45
Figure 61 : terrasse jardin	45
Figure 62 : plan de RDC (archidaily.com).....	46
Figure 63 : plan de 2 eme étage (archidaily.com).....	46
Figure 64 : plan 2eme étage.....	46
Figure 65 : coupe schématique.....	46

Figure 66 : traitement de façade (archidaily.com).....	46
Figure 67 : situation d'Alger au niveau national source Google image.....	48
Figure 68 : situation d'Alger au niveau international,source Google image.....	48
Figure 70 : délimitation de la commune d'Hussein dey source Google image.....	49
Figure 71 : vue aérienne sur Hussein dey source Google Earth réadapter par auteur.....	49
Figure 72 : Vue aérienne du site source Google Earth réadapter par auteurs.....	50
Figure 73 : Vue aérienne du site source Google Earth réadapter par auteurs.....	50
Figure 74 : Carte des activités et gabarits source auteurs.....	51
Figure 75 : Accessibilité au site source auteur.....	51
Figure 76 : vues du site source auteur.....	52
Figure 77 : Carte de zonage sismique du territoire national source Google.....	52
Figure 78 : Carte des sols de région d'Alger source Google.....	52
Figure 79 : carte schématique des variantes climatiques (vents et ensoleillement) source auteur.....	54
Figure 80 : gammes de confort adaptatif selon la température moyenne extérieure mensuelle (source ASHARAE standard 55-2004) modifier par auteur.....	55
Figure 81 : Diagramme bioclimatique d'Hussein Dey.....	56
Figure 82 : Plans du 1 er étage.....	66
Figure 83 : Plan du 2 eme niveau.....	67
Figure 84 : Plans du 3 eme et 4 eme étage.....	67
Figure 85 : plan du 5 eme étage.....	67
Figure 86 : plan de 6 ,7 et 8 eme étage.....	68
Figure 87 : plan de 9 eme étage.....	68
Figure 88 : plan de 10 eme étage.....	68
Figure 89 : plan de 11 eme étage.....	68
Figure 90 : plan de 12 eme étage.....	69
Figure 91 : plan du 13 eme étage.....	69
Figure 92 : atrium du projet source auteur.....	72
Figure 93 : vue sur les patios du projet source auteur.....	72
Figure 94 : Terrasse jardin du projet source auteur.....	73
Figure 95 : les éléments de protection solaire source auteur.....	73
Figure 96 : composants d'un panneau photovoltaïque source Google.....	74
Figure 97 : Chauffe-eau solaire source Google.....	74
Figure 99 : composition d'une paroi extérieure.....	75

Figure 100 : composition d'une paroi intérieure.....	75
Figure 101 : composition d'un plancher haut.....	75
Figure 102 : composition d'un plancher bas.....	75
Figure 103 : type de vitrage d'une fenêtre.....	75
Figure 104 : plan du 11 ^{ème} étage source Ecotect.....	76
Figure 105 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT)	76
Figure 107 : fenêtres BBC (source ECOTECT)	77
Figure 106 : paroi extérieure BBC (source ECOTECT)	77
Figure 107 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT)	77

Liste des tableaux :

Tableau 01 : références de dispositif patio (source, Auteur).....	11
Tableau 02 : références de dispositif atrium (source, Auteur).....	13
Tableau 03 : référence de Toits Verts (source, Auteur).....	15
Tableau 04 : référence de la loggia vitrée (source, Auteur).....	17
Tableau 05 : référence de la forme architecturale (source, Auteur).....	19
Tableau 06 : référence de matériaux de construction (source, Auteur).....	21
Tableau 07 : référence de protection solaire (source, Auteur).....	23
Tableau 08 : référence de la fenêtre (source, Auteur).....	25
Tableau 09 : référence de l'orientation du bâtiment (source, Auteur).....	27
Tableau 10 : référence de la végétation (source, Auteur).....	29
Tableau 11 : Protocole de simulation des types de vitrages.....	32
Tableau 12 : Fonction activité et espace source auteur.....	39
Tableau 13 : type de bureaux espaces et surfaces exigées source (source Norme et règles d'utilisation des locaux administratifs).....	40
Tableau 14 : espace connexes et leurs surfaces Norme et règles d'utilisation des locaux administratifs.....	41
Tableau 15 : Exemples de plages de température opérative jugées acceptables, basées sur les diagrammes de la zone de confort de la norme 55-2004 del'ASHRAE.....	41
Tableau 16 : données climatique d'Hussein Dey Source métronome	54
Tableau 17 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT).....	76
Tableau18 : paramètres ajoutés source TECSOL.....	78
Tableau19 : Résultats de rendement source TECSOL	78



Chapitre Introductif



1. Introduction générale

L'aube du XXIème siècle nous impose de porter un regard nouveau sur les modes de vie, de consommation et de développement de nos sociétés modernes, ainsi que sur les sciences et les techniques qui les transforment.

Depuis l'entrée dans l'ère industrielle, nos sociétés ont fondé leur croissance sur une demande expansive en énergie fossile et en matières premières non-renouvelables. Ces consommations conduisent logiquement vers l'épuisement de certaines ressources énergétiques et sont responsables d'un accroissement brutal des émissions de gaz à effet de serre, rendant bien réelle la menace d'un changement climatique de grande ampleur à l'échelle planétaire.

Le dernier rapport du GIEC¹ (2007) confirme et renforce la certitude de l'existence d'une augmentation de l'effet de serre due à l'activité humaine. Il donne des prévisions d'augmentation de la température moyenne du globe et d'élévation du niveau moyen des mers sur ce globe. Ainsi, selon les scénarios, la température moyenne sur la terre s'élèverait en 2100 de 1,8° à 4°. Le niveau moyen des mers augmenterait entre 18 et 59 cm². Ces variations de quelques degrés peuvent paraître minimes, mais une amplitude de 4°C est comparable à celle qui a fait basculer le climat il y a 14000 ans du dernier âge glaciaire vers le climat tempéré que nous connaissons aujourd'hui.

Dans le même contexte, le secteur le plus consommateur dans le monde, responsable de 25% du total des émissions de CO₂ est bien le secteur du bâtiment qui représente approximativement 40% de la consommation total d'énergie.

En Algérie, entre 2000 et 2005, La consommation énergétique finale nationale a enregistré un taux de croissance moyen annuel de l'ordre de **5,68%**. L'intensité énergétique a atteint 0.357 tonnes équivalent pétrole pour **1000 dollars** de PIB soit **2 fois plus que dans les pays de l'OCDE**³. Ainsi l'économie nationale consomme le double d'énergie pour créer la même unité de valeur ajoutée.

Un taux de croissance annuel moyen (TCAM) du secteur résidentiel -tertiaire 7,68%, suivi de l'agriculture et de l'hydraulique 6.28%, puis l'industrie 5.86% et le transport 4,49%. Un taux de croissance annuel moyen (TCAM) pour les produits gazeux de 6.14% suivi de l'électricité 6%, puis les produits pétroliers en troisième position avec un taux de 5.20%.

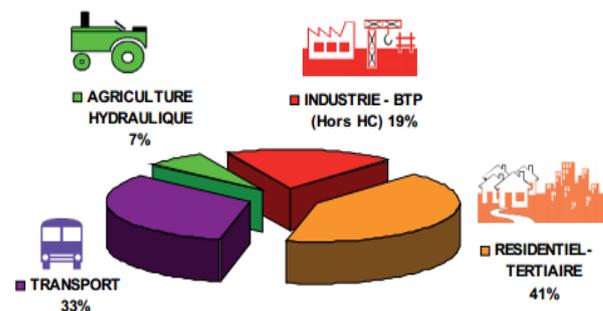


Figure 1 : Consommation Finale par Secteur d'Activité en 2005 (Source Edition APPRUE. 2007)

¹ Le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le climat

² LIEBARD.A et DE HERDE.A : « Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique ; Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable » Presses de l'imprimerie Moderne de l'Est, Baume-les-Dames décembre.2005, P181.

³ Consommation Énergétique Finale de l'Algérie chiffres clés année 2005. *Ministère de l'Énergie et des Mines Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie*. Edition APPRUE. 2007

La répartition de la consommation du tertiaire par produit (voir figure 2) montre que l'électricité est prédominante. Cela s'explique par l'introduction massive des équipements de chauffage et de climatisation et la généralisation de l'utilisation des matériels bureautiques et informatiques.

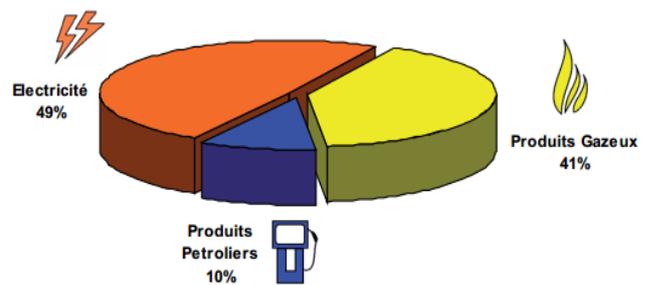


Figure 2 : Consommation du Secteur Tertiaire par types d'Énergie en 2005 (source Edition APPRUE. 2007)

D'autre part, le bâtiment classique qu'il soit utilisé comme un bureau, un logement ou une usine, consomme de l'énergie pour son chauffage et sa climatisation. Dans un monde où l'énergie est un bien très précieux il s'avère indispensable de penser à la construction de bâtiments durables : des éco bâtiments. Avec l'éco-bâtiment, on passe d'un bâtiment coûteux à un bâtiment de consommation très modérée par la réduction de sa consommation en énergie.

La tendance actuelle dans la conception environnementale est l'insertion des projets écoresponsables, auto producteurs, responsables dans le but d'intégrer la technologie dans la construction. Le système passif et celui actif présentent le bon exemple de ce type d'intégration.

Tous les développements dans les domaines de la construction sont issus des réglementations thermiques et du développement des différents labels et certifications.

Et de là, notre étude se porte sur la recherche de différents systèmes, méthodes et technologies à intégrer dans les projets afin de concevoir des bâtiments performants à basse consommation énergétique qui assurent le confort thermique pendant les saisons hivernales et estivales.

2. Problématique :

Le secteur du bâtiment doit être en mesure de réduire les défais environnementaux grâce à ses possibilités d'évolution importantes. En Algérie, le secteur tertiaire consomme 1 millions de tep⁴ en 2005⁵. Aujourd'hui, notre souci ne se focalise pas de comment réduire la consommation d'électricité seulement. Mais aussi d'arriver aux bâtiments économes et durables en assurant le confort thermique intérieur. Une série des questions qui se posent :

Comment peut-on arriver à ce résultat ? Par où commencer ? Que faire ? Comment faire ?

Le confort thermique ne peut être obtenu que si la conception bioclimatique est prise en charge dans le projet. A travers cette recherche, nous allons essayer de répondre aux préoccupations suivantes :

- Quelles sont les stratégies de conception bioclimatique à adopter et les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer le confort thermique à l'intérieur du bâtiment ?
- De quelle manière interviennent les aspects bioclimatiques dans l'amélioration du confort et des performances énergétiques des bâtiments ?

⁴ Tonne d'équivalent pétrole.

⁵ Consommation Énergétique Finale de l'Algérie chiffres clés année 2005. Ministère de l'Énergie et des Mines Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie. Edition APPRUE. 2007

3. Objectifs :

Notre travail s'inscrit dans une optique globale de recherche sur l'amélioration du confort thermique en réduisant la consommation énergétique dans les bâtiments.

Cette recherche a pour objectif de chercher les stratégies de conceptions à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer un niveau de confort acceptable en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment et les différents éléments architecturaux sur les ambiances thermiques intérieurs et leurs impacts sur la consommation énergétique. Aussi comment intégrer le concept bioclimatique afin d'apporter des solutions aux exigences du confort thermique et de réduire les besoins en chauffage et en climatisation.

4. Méthodologie :

Avant tout projet, l'élaboration d'un processus de conception est nécessaire, sur cette base notre travail sera organisé sous forme de 3 phase qui se succèdent et se complètent successivement :

➤ La première phase théorique (phase recherche des références) :

Basée sur une recherche bibliographique et documentaire qui permet une meilleure compréhension des éléments les plus importants se rapportant au sujet à savoir les stratégies bioclimatiques et dispositifs architecturaux. Cette partie est composée de 2 sous étapes : la première traite les différentes informations aussi complètes de ces éléments (tant que définitions, typologies, composants et rôle climatique..). La 2^{ème} est basée sur multiples recherches concernant l'impact de ces dispositifs sur le confort thermique et la consommation énergétique afin de ressortir les recommandations nécessaire et les stratégies bioclimatiques.

Cette partie servira comme base de données pour l'interprétation des résultats de simulations.

➤ La deuxième phase (phase pratique) :

Concerne le volet pratique appuyé sur les simulations effectuées à l'aide du logiciel ECOTECH permettra de comparer les résultats et les hypothèses des chercheurs et aura pour rôle de choisir les solutions permettant d'obtenir le confort pendant la saison estivale et hivernale et optimiser la consommation énergétique. Au sein de même partie des recherches thématiques ont été élaboré à l'aide du cahier de charges. La dernière partie consiste une approche bioclimatique basée sur les données climatiques afin d'établir les stratégies bioclimatiques recommandées selon le climat du site choisis.

➤ La dernière phase (phase opérationnelle) :

Comporte au premier lieu la conceptualisation du projet à l'aide de deux phases précédentes en utilisant tous les résultats obtenus tant que dispositifs architecturaux qui convient avec les stratégies bioclimatiques établies. Après avoir données l'image au projet qui répond à toutes les exigences et orientation du cahier de charge une évaluation de la performance du projet sera faite à l'aide d'outil de simulation. Une optimisation énergétique du projet sera la dernière étape de cette phase qu'on n'arrivera pas à un bâtiment performant.

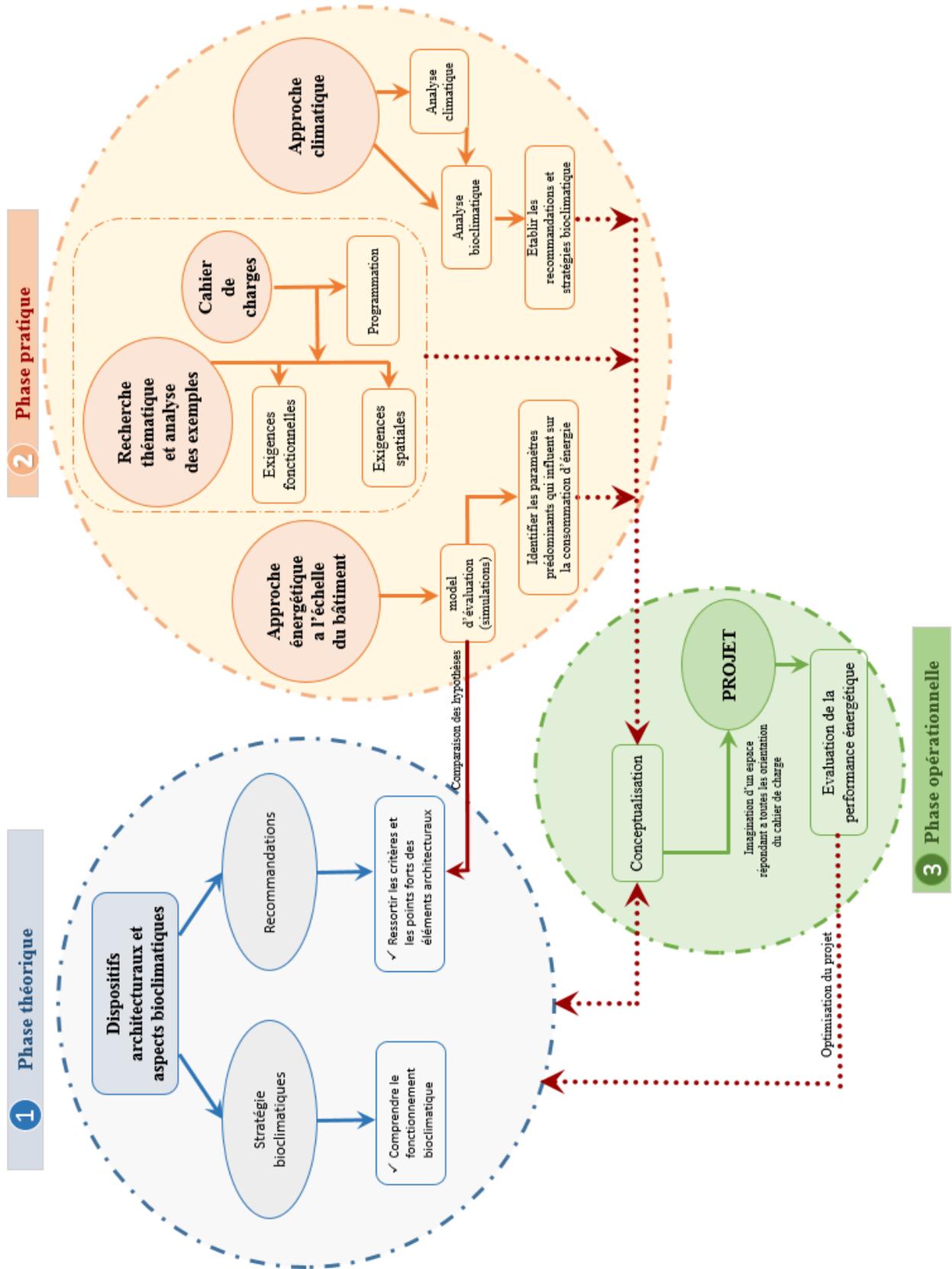


Figure 3 : schéma de méthodologie source auteur

5. Structure du mémoire :

Notre travail est structuré selon les chapitres suivant :

- **Chapitre introductif** : comporte l'introduction générale, la problématique, les objectifs ainsi que la méthodologie du travail et structure du mémoire.
- **Chapitre état de savoir** : constitue la clé de voûte du mémoire, ce chapitre a pour objectif de développer les connaissances en relation avec notre thématique et avoir un socle d'information pour entamer la conception architecturale.
- **Chapitre projet** : dans chapitre on établit tous les analyses du site et climatique afin de concevoir notre projet et finalement une évaluation de sa performance énergétique sera faite.
- **Conclusion générale** : expose les conclusions tirées dans ce travail, les résultats et les perspectives.

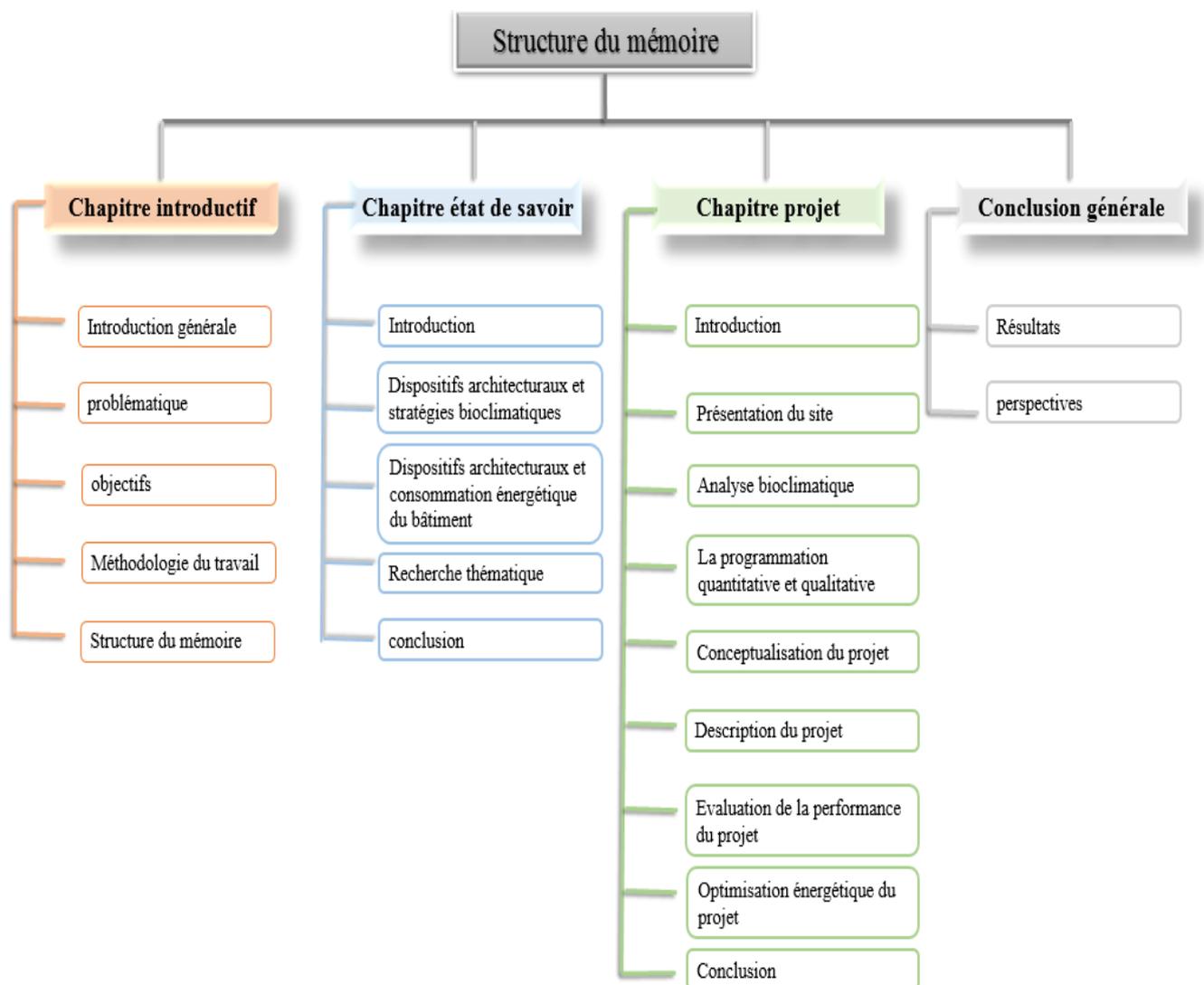
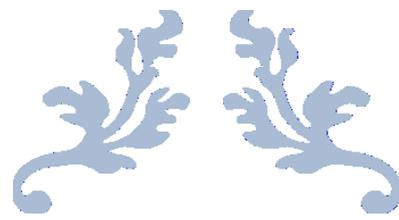


Figure 4 : schéma de structure de mémoire, source auteur



Chapitre II

Etat de Savoir



1. Introduction

Avec le développement industriel le monde est aujourd'hui dépendant étroitement des énergies dans tous les domaines, et vu l'épuisement imminent des énergies fossiles et leur impact dévastateur sur l'environnement, on recherche actuellement des sources renouvelables d'énergie mais également des solutions efficaces afin de réduire la consommation énergétique.

Dans ce chapitre nous allons développer les connaissances en relation avec notre thématique en commençant par les définitions de concepts bioclimatiques et énergétiques par la suite les différents dispositifs architecturaux, aspects bioclimatiques et leur impact sur le confort thermique et la consommation énergétique. Plusieurs simulations vont être réalisées sur le logiciel ECOTECT. A la fin de ce chapitre une recherche thématique sera faite afin d'avoir un socle d'information pour entamer la conception architecturale.

2. Définitions et concepts :

2.1 Développement durable :



Figure 5 : Les piliers du développement durable source (Google image)

La notion de *développement*, implique une évolution, une amélioration par rapport à un état de référence. La notion *durable* provoque l'idée de la possibilité de durer dans le temps. L'association de deux mots peut être ainsi comprise comme une amélioration continue sur le long terme. Par rapport à cette définition, celle du rapport Brundtland, « *le développement durable est le développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* » insiste sur la question de l'équité entre les générations, dans une vision temporelle. La présentation schématisée de cette notion, quant à elle, positionne le *développement durable* à l'intersection des trois piliers *environnemental – social – économique*. Ainsi, nous complétons cette notion par un équilibre et la transversalité de ces trois dimensions, en articulant des échelles spatiales et temporelles. De tous ces éléments, le *développement durable*, dans notre vision, est un processus de l'amélioration de l'état existant, équilibré et continu de trois dimensions environnemental-social économique, ce processus de l'amélioration doit être mené dans une vision sur le long terme, en assurant l'équité intergénérationnelle et en articulant les différentes échelles.

2.2 Efficacité énergétique dans le bâtiment :

L'efficacité énergétique se réfère à la réduction de la consommation d'énergie sans toutefois provoquer une diminution du niveau de confort ou de qualité de service dans les bâtiments⁶.

Le secteur du bâtiment, dont sa consommation énergétique représente plus de 40% du total de l'énergie, et il est responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, se positionne comme un acteur clé pour parvenir à résoudre les inquiétants défis à faire face. Ce secteur pourrait bien être le seul qui offre des possibilités de progrès suffisamment fortes pour répondre aux engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces possibilités de progrès sont actuellement mieux identifiées qu'au cours des années passées, les bâtiments peuvent utiliser plusieurs sources d'énergie, dont les énergies renouvelables.

Le bâtiment peut être construit pour deux usages distincts : usage tertiaire (tels que commerce, bureaux, enseignement, santé, etc.) et usage résidentiel (bâtiment d'habitation, maison individuelle ou logement collectif). Le cycle de vie du bâtiment se divise en plusieurs étapes, toutes engageant de nombreuses professions et usagers, et ayant un impact direct ou indirect sur l'environnement : production des matériaux, transport des matériaux, construction du bâtiment, utilisation du bâtiment et déchets en fin de vie.

De nombreuses études et retours d'expériences ont montré que la diminution des consommations énergétiques des bâtiments passe par une conception architecturale prenant en compte la compacité du bâtiment et la gestion des apports solaires passifs, une sur-isolation de l'enveloppe.

2.3 La performance énergétique :

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée (ou estimée) pour répondre aux besoins de bon fonctionnement et de confort d'un bâtiment. Le calcul de la performance Énergétique porte principalement sur les performances de chauffage, d'éclairage, d'eau chaude sanitaire, de systèmes de refroidissement, de ventilation et d'alimentation des moteurs. Un bâtiment performant sur le plan énergétique est un bâtiment qui consomme peu à confort et utilisation égale, et qui fonctionne grâce à des systèmes d'efficacité énergétique optimisés et adaptés⁷.

2.4 Le confort thermique :

Le confort thermique peut être défini comme :

- 1ère/ Le confort thermique est un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement.
- 2ème/ A été défini comme étant la condition dans laquelle aucune contrainte significative n'est imposée aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain. Permet l'obtention de conditions optimales pour tous les systèmes fonctionnels de l'organisme ainsi qu'un haut niveau de capacité de travail⁸.

⁶ Carole-Anne Sénit (Sciences Po, Iddri) 2007- L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel - une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

⁷ Livre blanc de l'Efficacité énergétique, Février 2011.P29

⁸ De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005. P : 27

3^{ème}/ D'après la norme ISO 7730, « il y a situation de confort thermique si deux conditions sont satisfaites : Le bilan thermique de l'individu est équilibré sans que ses mécanismes autorégulateurs ne soient pas trop sollicités ».

2.5 Stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique :

En été come en hiver l'architecture bioclimatique a développé des stratégies passives, profitant des aspects favorable de l'environnement, pour créer une ambiance intérieure confortable, quatre stratégies résumant l'approche bioclimatique du confort thermique.

2.5.1 Système de chauffage solaire passif. (Confort d'hiver) :

S'il est important de se protéger des surchauffes en été, il est tout aussi important de récupérer des calories en période froide pour se chauffer. Les principes de la stratégie de chaud (ou système de chauffage solaire passif) sont les suivants : capter le rayonnement solaire, stocker l'énergie ainsi captée, distribuer cette chaleur dans le bâtiment, réguler cette chaleur et enfin éviter les déperditions dues au vent. (Figure 6)

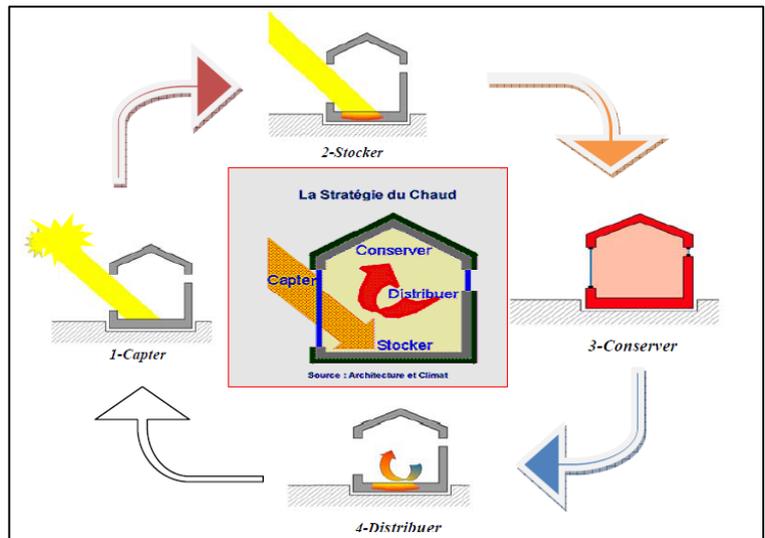


Figure 6 : Concept de la stratégie du chaud réadapter par auteur

2.5.2 Système de rafraichissement passif (confort d'été) :

Contrairement à l'hiver, les apports gratuits sont indésirables en saison chaude et contribuent à augmenter les besoins de rafraichissement. La stratégie de refroidissement naturel répond au confort d'été. Il s'agit de se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, de minimiser les apports internes, de se dissiper la chaleur en excès et enfin de refroidir naturellement. (Figure 7)

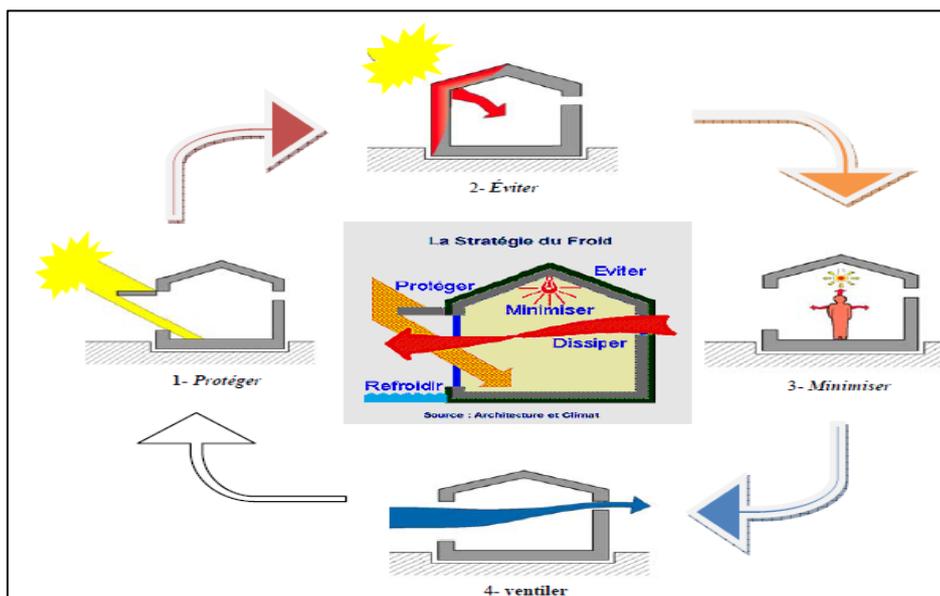


Figure 7 : Concept de la stratégie du froid réadapter par auteur

2.5.3 La ventilation naturelle :

Dans la littérature, la ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique. Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures, elle est considérée comme principe de rafraîchissement passif.

Selon Gandemer G⁹, l'air se déplace grâce aux différences de pression qui existent entre les façades et grâce à la différence de masse volumique de l'air en fonction de sa température (figure8). Mais le débit est très mal contrôlé car il dépend du vent, des conditions climatiques, de la saison et peut conduire à une sous-ventilation ou au contraire à une sur ventilation. Néanmoins, pour assurer une ventilation naturelle efficace, la conception du bâtiment doit prendre en considération les phénomènes physiques d'écoulement d'air et la position des ouvertures en façades.

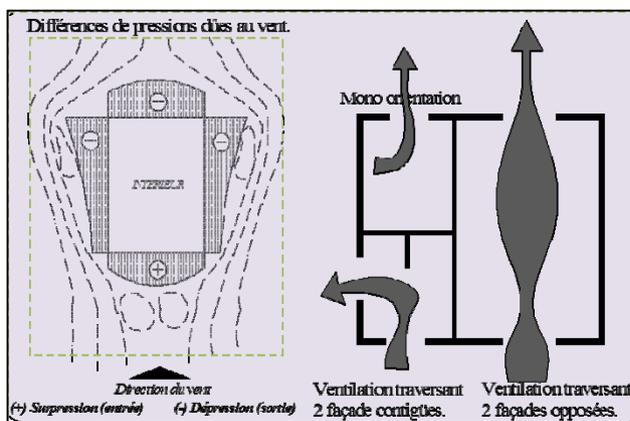


Figure 8 : les facteurs de la ventilation naturelle (source Google image)

■ Stratégies de la ventilation naturelle :

Il existe de nombreux types de mode de ventilation naturelle dans les bâtiments les trois principaux sont :

- ✚ La ventilation traversante.
- ✚ La ventilation de simple exposition et
- ✚ La ventilation par tirage thermique

1.5.4 L'éclairage naturel :

La volonté de contrôler et de minimiser le rayonnement solaire, plutôt la chaleur, pénétrant dans l'espace de vie, entraîne souvent une diminution au niveau de l'éclairage naturel dans celui-ci. La cour offre la possibilité de concilier deux contraintes contradictoires que sont les exigences et les enjeux. En plus de la variation des dimensions de la cour en fonction du climat, des adaptations individuelles lui sont également associées.

Dans le passé, les tâches quotidiennes n'ont pas exigé une forte intensité de lumière d'autant plus qu'elles se déroulaient normalement dans la cour qui est elle-même bien éclairée. Au contraire, à notre époque, s'impose le recours à un éclairage sur une période plus longue dans la journée. Ainsi, une réflexion s'avère nécessaire quant aux stratégies pensées par nos ancêtres s'agissant des manières les plus pertinentes qui permettront d'atteindre cette finalité, tout en ne négligeant pas la nécessité de l'adaptation au contexte actuel.

■ Stratégie de l'éclairage naturel :¹⁰

- ✚ Capturer la lumière, la contrôler.
- ✚ La répartir. Et la focaliser

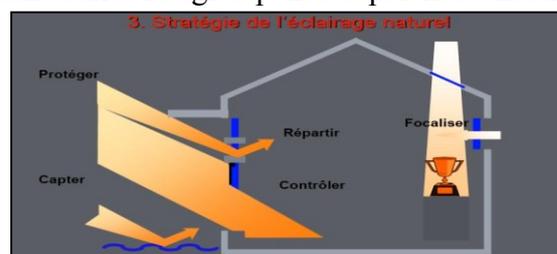


Figure 9 : Stratégie de l'éclairage naturel source Google

⁹ Gandemer, Guyot. « Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti », CSTB, 1976

¹⁰ De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005

3. Dispositifs architecturaux et stratégies bioclimatique :

D'après David Wright : « Les caractéristiques du paysage et du climat déterminent les emplacements les plus favorables, ainsi qu'orientation, formes, matériaux, ouvertures, la réussite d'un projet dépend de l'aptitude du concepteur à interpréter les facteurs naturels et à créer une architecture en conséquence ».

3.1 PATIO :

3.1.1 Définition :

Encyclopédie scientifique en ligne : « Un patio est une cour intérieure à ciel ouvert, dont l'origine remonte à l'atrium des villas de la Rome antique. Plus largement, un patio est un espace extérieur d'agrément, dédié aux repas ou à la détente. Son sol est le plus souvent dallé, mais il peut être aussi en bois, en pierre, en béton, en ciment, etc. »

Étymologie : mot espagnol (XVe siècle), de l'occitan *pâtu* (terrain vague, pâture), peut-être du latin *pacum* (pacte, accord). Prononciation : patio et non *pacio*¹¹.

3.1.2 Les origines de la maison à patio :

Des vestiges d'espaces centraux ouverts ont été relevés il y a déjà près de 6.000 ans en Mésopotamie, On en trouvera également dans l'Égypte pharaonique, comme dans la vallée de l'Indus et jusqu'en Chine. On peut raisonnablement penser à une poly genèse, c'est à dire à des inventions séparées indépendantes les unes des autres¹².

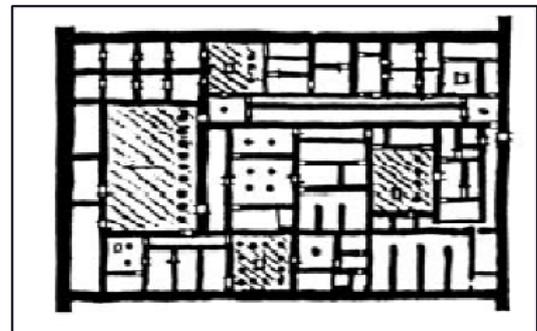


Figure 10 : plan d'une maison Égyptienne ancienne Source : Noubi M.H, 2003

3.1.3 Le rôle climatique du patio :

Le patio est une ouverture vers le ciel est généralement conçue comme un lieu de vie intermédiaire entre l'intérieur et le jardin. IL constitue un puits de lumière pour les climats chauds et aride. Cet espace ouvert et le moteur qui, en activant la circulation de l'air à petite échelle, permettant ainsi le rafraîchissement, entraîne chaque jour la formation des différents gradients thermo hygrothermiques à l'intérieur de la maison. Le patio est à la fois protecteur contre le soleil et collecteur de soleil, or il n'y a pas vraiment de contradiction dans ce postulat car les propriétés climatiques du patio viennent de ses variables. (Figure 11)

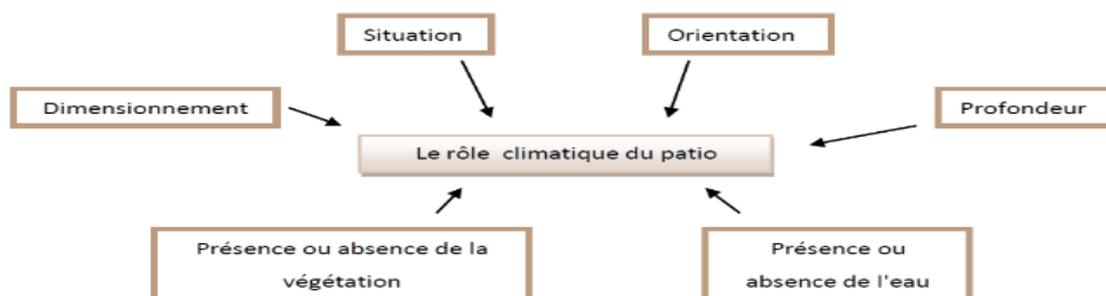


Figure 11 : Les variables environnementales du patio (source : Auteur)

¹¹ www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=4414-55k

¹² Samir Abdulac *Continuités historiques, adaptations bioclimatiques et morphologies urbaines LES MAISONS À PATIO*

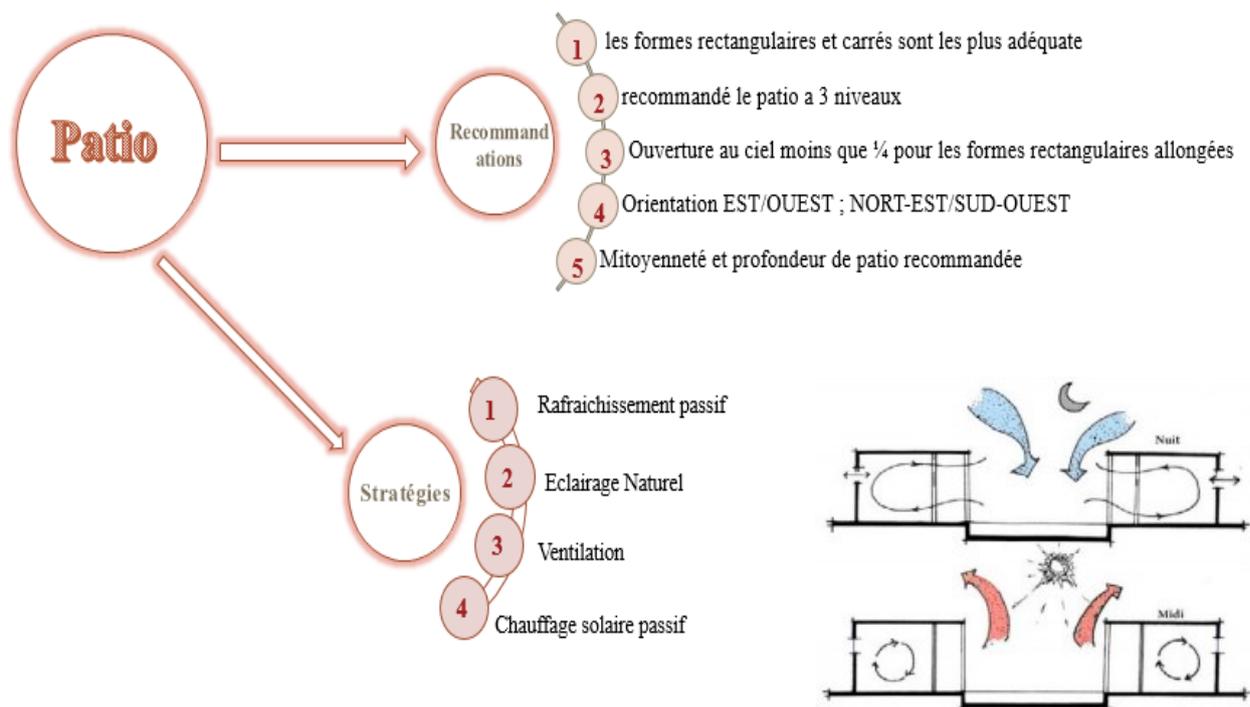
Le patio est un dispositif architectural qui a un effet majeur sur la consommation énergétique et l'ambiance thermique dans le bâtiment, afin de bien comprendre l'impact de cet élément et faire ressortir des recommandations, plusieurs thèses et articles ont été étudiés.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIVE
01	BOULFANI Warda 2015	Les ambiances thermiques d'été dans l'habitat de la période coloniale a patio -Cas d'étude : maisons à patio (Jijel)-	Cette recherche a pour objectif d'apprécier l'impact du patio sur la température de l'espace intérieur et de vérifier son efficacité comme régulateur thermique en fonction de sa diversité formelle
02	BEN AMEUR Okba 2016	Etude de l'impact du rafraichissement des fontaines d'eau dans les maisons a patio cas des zones sahariennes	L'objectif de ce travail de recherche est d'évaluer l'impact du rafraichissement par évaporation à travers l'utilisation des fontaines d'eau dans quelques typologies de maisons à patio sur le confort intérieur des habitants

Tableau 01 : références de dispositif patio (source, Auteur)

3.1.4 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :

Les résultats obtenus suivant l'étude de ces références nous permettent d'émettre plusieurs recommandations.



3.2 ATRIUM :

3.2.1 Définition :

«Pièce principale, commandant la distribution de la maison romaine traditionnelle, éclairée par une ouverture carrée (le compluvium)¹³ au centre de la toiture. Avant-cour fermée par des portiques à colonnes dans les basiliques paléochrétiennes, qui était accessible aux incroyants et aux catéchumènes»¹⁴

Définition de Wikipédia :

L'atrium est la pièce centrale de la maison, ouverte au centre du toit pour recueillir les eaux de pluie par le compluvium et laisser entrer la lumière. Dans l'architecture actuelle, l'atrium constitue une sorte de cour intérieure, dont l'ouverture centrale peut être fermée par un vitrage.

3.2.2 Historique de l'atrium :

La forme traditionnelle atrium remonte à 3000 ans avant JC dans les vestiges archéologiques d'une cour d'une maison à Ur, en Mésopotamie [Bednar, 1986] comme il est montré dans la (Figure13) et plus tard dans les cours centrale des maisons romaine et grecque, la (Figure14) montre une section d'une maison de Pompéi montre deux types d'atriums, Tuscan et Tetrastyle. Dans ces bâtiments l'atrium est à la fois un modificateur de climat et un dispositif donne une fonction sociale à l'espace

3.2.3 Typologie morphologique des atriums :

Plus qu'un simple vide inscrit dans le bâtiment, à la manière d'un espace résiduel, l'atrium développe une véritable typologie :



Figure 12 : Atrium d'un hôtel en chine (source, Google image)

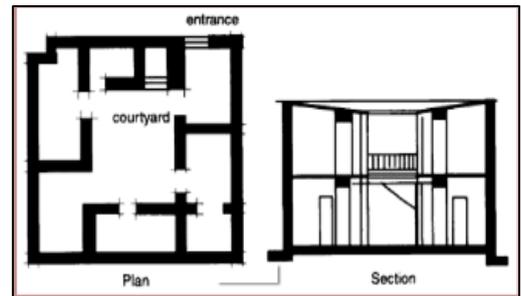


Figure 13 : plan et coupe d'une maison de Ur, Mésopotamien (Source : Hamdan, Rasdi, 2002).

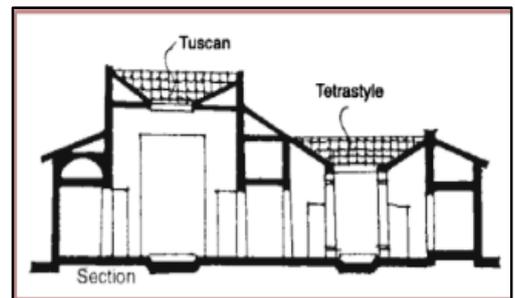


Figure 14 : Coupe d'une maison à Faun, Pompeii [Source : Hamdan, Rasdi, 2002].

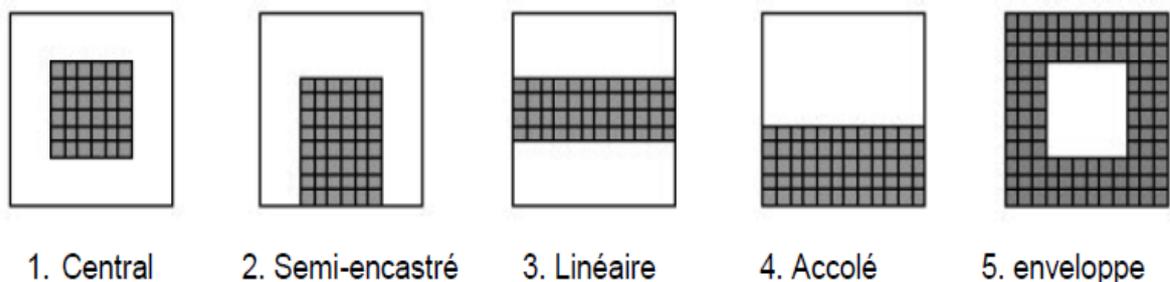


Figure 15 : Typologie générale des atriums (source Mémoire RAHAL Samira 2011)

¹³ Le compluvium : est le terme latin pour désigner une ouverture dans le toit destinée à recueillir les eaux de pluie

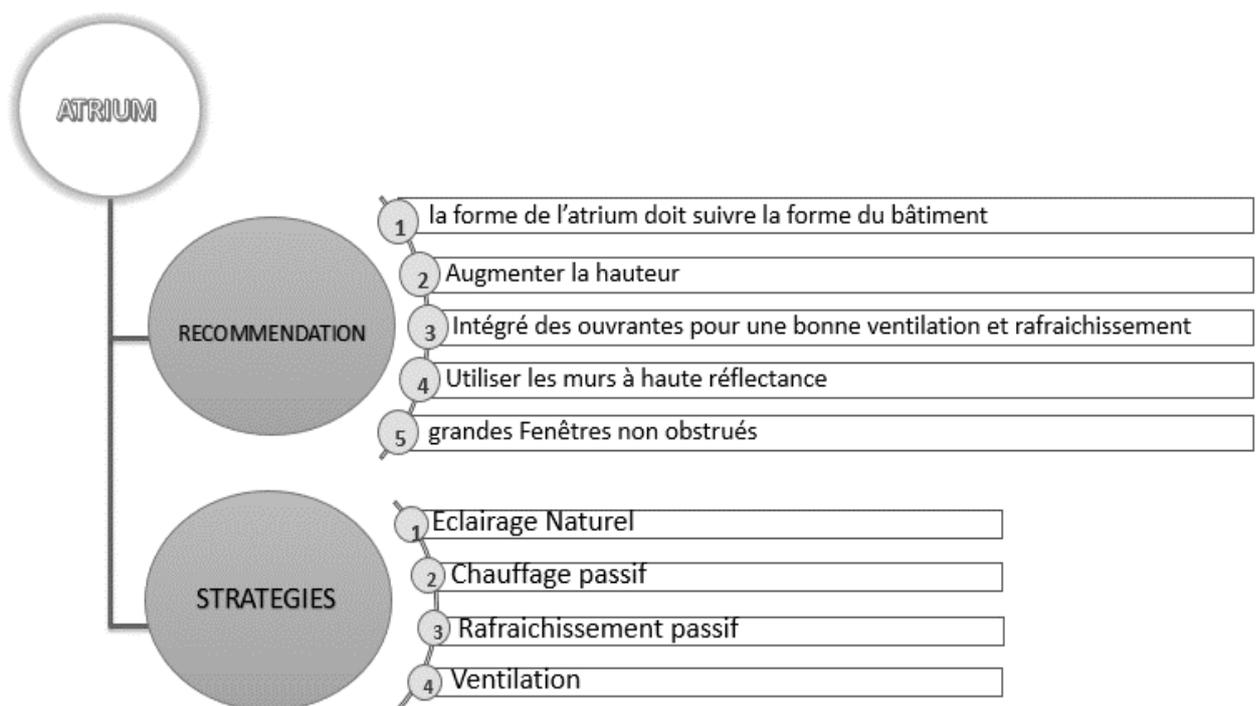
¹⁴ www.larousse.fr/dictionnaires/français/atrium/6169

Vue le comportement thermique important de l’atrium, son impact et son rôle bioclimatique on a choisis quelques thèses qui démontrent dans leur contexte plusieurs résultats sur l’effet de ce dispositif sur le confort thermique et la consommation énergétique dans le bâtiment.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	RAHAL Samira 2011	L’impact de l’atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics –cas de la maison de culture à Jijel-	L’objectif de ce travail est de déterminé le comportement thermiques des espace atriums sous nos latitude, et valoriser la ventilation naturelle dans ce dernier comme stratégie passive de rafraichissement en été, dans l’optique de contribuer à l’amélioration de la conception des atriums adéquats à notre climat méditerranéen.
02	Örn Erlendsson 2015	Daylight Optimization: A Parametric Study of Atrium Design Early Stage Design Guidelines of Atria for Optimization of Daylight Autonomy	Dans la thèse, la notion est faite de concepts de lumière de jour, l'importance de L'introduction de la lumière du jour dans les bâtiments.
03	Sheikh Muhammad Rezwan 2015	Impact of atrium proportions on the distribution of daylight level on the adjacent space in the shopping mall of DHAKA city	Dans cette étude, l'impact des proportions d'atrium au niveau de la lumière du jour dans les oreillers rectangulaires sous un ciel couvert standard CIE a été étudié.

Tableau 02 : références de dispositif atrium (source, Auteur)

3.2.4 **Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :**



3.3 TOITURE VIGETALISEE :

3.3.1 Définition :

La définition d'une toiture (dite) verte ou végétale est souvent liée à sa composition ou sa fonction. D'après l'encyclopédie Wikipédia : Le principe de la toiture végétale (aussi : toit vert ou toit végétalisé) consiste à recouvrir de substrat, un toit plat ou à faible pente (jusqu'à 35° et rarement plus, au-delà, on parlera de mur végétalisé)

- L'encyclopédie Larousse, définit la toiture végétalisée comme étant une toiture recouverte d'un tapis végétal pour obtenir une meilleure intégration dans un site¹⁵.

- «Le toit jardin est n'importe quel espace planté, prévu pour fournir le repos et le plaisir à l'homme ou l'agrément environnemental. Celui-ci est séparé du sol par un bâtiment ou toute autre structure»¹⁶.

3.3.2 Historique :

Les toits verts ne constituent pas un nouveau phénomène. Il s'agit d'une méthode de construction que de nombreuses communautés ont adoptée depuis des centaines et même des milliers d'années pour l'excellente qualité isolatrice des couches de terre et de végétation (gazon). Dans les climats froids de l'Islande et de la Scandinavie, les toits de gazon contribuent à garder les immeubles au chaud, alors que dans les climats chauds comme celui de la Tanzanie et même en Afrique de l'Ouest, dans les zones rurales (sur les habitats traditionnels en banco) ils contribuent à les garder au frais.

3.3.3 Concept :

Le toit vert (toit végétal, est un concept de toiture utilisant de la terre et des végétaux en remplacement de la tuile ou des tôles. Le mélange de terre et de végétaux enracinés sur les toits permettrait de réaliser des toitures bien isolées thermiquement, étanches à l'air et à l'eau, résistantes au vent et au feu.

3.3.4 La typologie des toitures végétalisées :

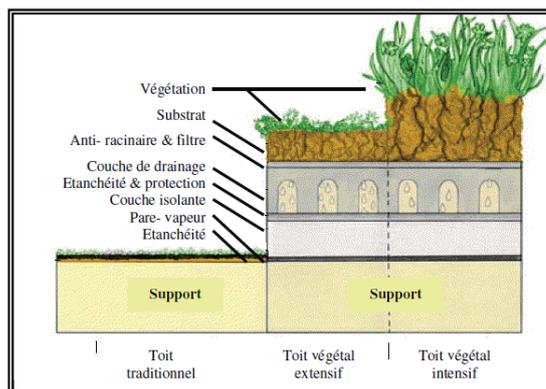


Figure16 : types de toits végétaux source (www.toiture.com)

	Extensive	Semi-intensive	Intensive
Utilisation	Toitures écologiques	Jardins / Toitures écologiques	Jardins et parcs
Type de végétation	Mousse, herbe et plantes grasses	Herbe, plantes grasses et buissons	Gazon, plantes vivaces, buissons et arbres
Epaisseur du substrat	60-200mm	120-250mm	150-400mm
Charge	60-150 kg/m2	120-200 kg/m2	180-500 kg/m2
Irrigation	Non	Périodiquement	Régulièrement
Maintenance	Faible	Périodiquement	Intense
Coût	Faible	Moyen	Elevé

¹⁵ Encyclopédie Larousse, « La toiture végétalisée », (page consultée le 28.12.09), [En ligne],<http://www.larousse.fr>.

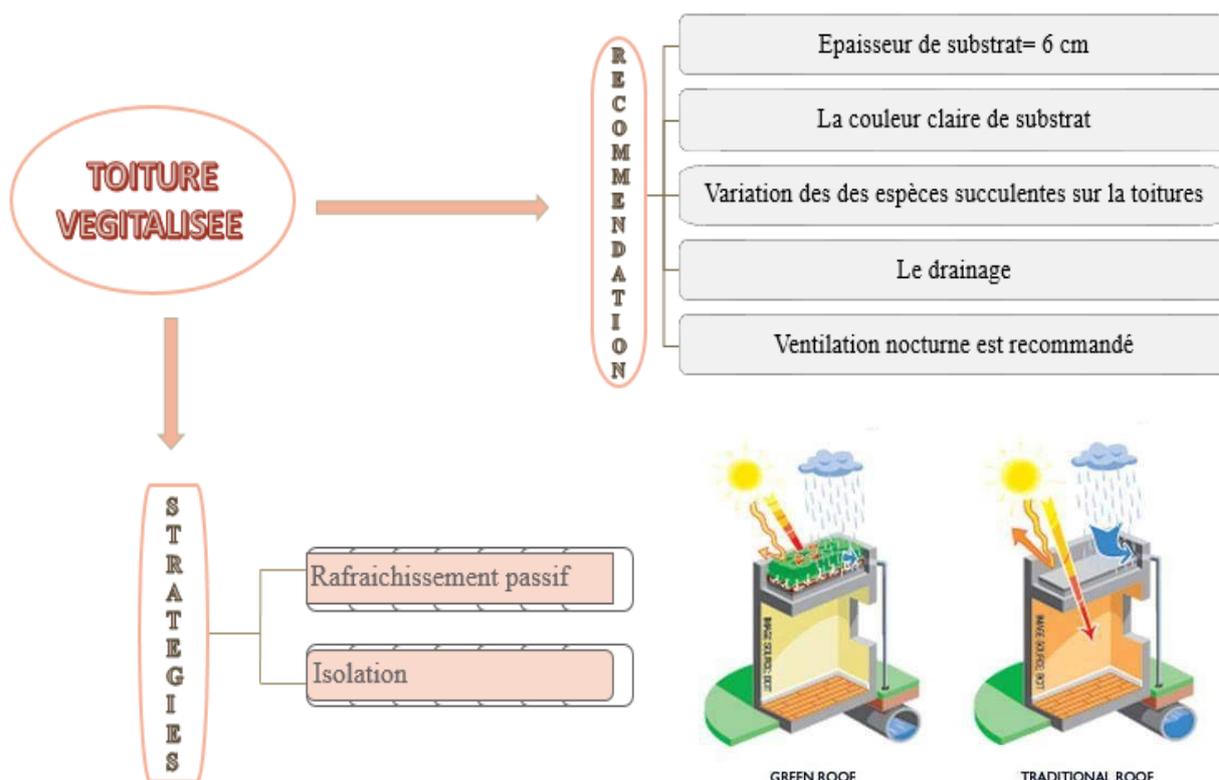
¹⁶ Theodore Osmundson In Beau Henderson, «Human-Driven Extensive Greenroof Design», master of Landscape Architecture, Virginia Polytechnic Institute & State University, Juin 12, 2003. p.16.

On a choisis quelques thèses qui étudient l'impact des toitures vertes sur la consommation énergétique et leurs comportements thermiques.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIVE
01	ABDERREZAK Adjiel 2010	Evaluation de l'efficacité de rafraîchissement d'une toiture végétale sous un climat semi-aride « Cas d'une terrasse à végétation extensive à Constantine »	Le principal objectif à travers cette recherche est donc, de vérifier la capacité de rafraîchissement passif des bâtiments et d'évaluer le confort thermique engendré par ce système léger sous le climat semi-aride de Constantine. Pour ce faire, une toiture à végétation extensive expérimentale fût installée sur la terrasse accessible d'une habitation individuelle.
02	JOHNNEL KIERA LANHAM 2007	Thermal Performance of Green Roofs in Cold Climates	L'étude présentée dans cette thèse représente une première étape dans une recherche globale. Programme visant à évaluer de manière rationnelle et défendable les avantages thermiques du toit vert Dans les climats froids.

Tableau 03 : référence de Toits Verts (source, Auteur)

3.3.5 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :



3.4 LOGGIA VITREE :

3.4.1 Définition :

Connu par beaucoup de noms, la loggia est une approche populaire de chauffage solaire¹⁷. Elle est définie comme un espace vitré relativement petit attaché à une habitation. Cet espace améliore l'isolement du mur externe, et réduit la consommation de l'énergie chauffante¹⁸. La réglementation standard du bâtiment de Scotland¹⁹, définit la loggia comme un bâtiment attaché à une habitation, ayant une porte qui le sépare de cette habitation et n'ayant pas moins de trois-quarts de la surface de son toit, et pas moins de la moitié de la surface de ses murs externes faites en matière translucide.

3.4.2 Historique :

Depuis l'apparition du verre, les gens ont découvert que les pièces fermées avec ce matériau étaient chaudes, et ensoleillées. De telles pièces étaient construites pour favoriser les conditions de culture de produits alimentaires, pendant le temps froid ou servir de solariums pour aider les gens à se remettre de leur maladie²⁰. La température à l'intérieur était augmentée et diminuée à partir d'une bonne manipulation des ouvrants.

3.4.3 Classification selon le rapport loggia/bâtiment :

Les loggias vitrées peuvent avoir différentes relations avec le bâtiment, ces relations affectent leur fonctionnement thermique. Elles peuvent être classées dans cinq catégories : en « verrue », semi encastrée, en appui d'angle, encastrée, attachée.

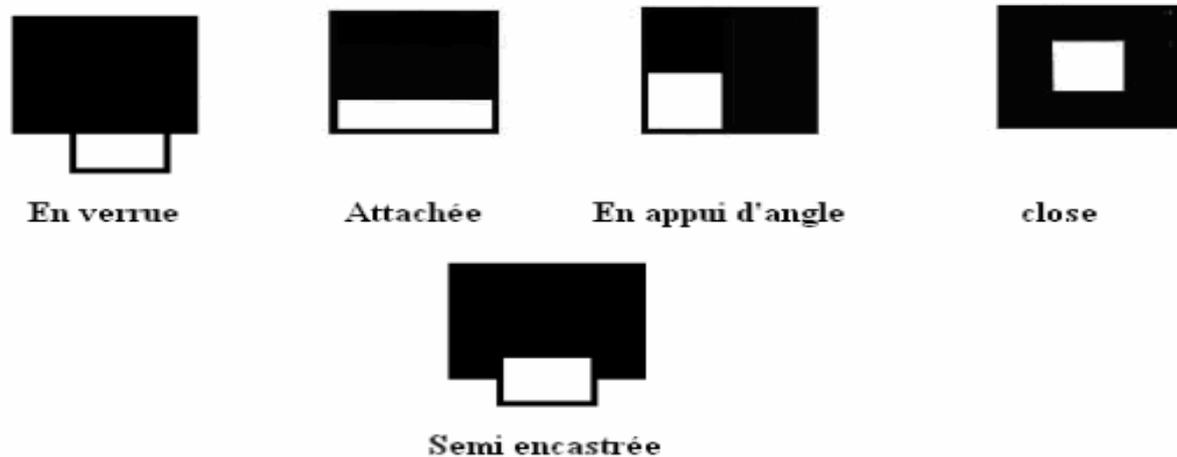


Figure 17 : Typologie simplifiée des vérandas selon son rapport à la construction. (Source, modifier pas auteur)

Le choix d'une loggia, a une seule paroi donnant sur l'extérieur, est fixe en raison de son caractère maximisant les surfaces de stockage et d'échanges avec les espaces intérieurs, et minimisant les déperditions thermiques vers l'extérieur. Ce dessin a l'avantage de réduire les gains solaires source d'inconfort, en saison chaude.

¹⁷Mazria Ed. *Le guide de l'énergie solaire passive*. Éditions parenthèses, 1981. p 173

¹⁸M.chantant. et all. *Transient thermal analysis of a sunspace. Elaboration and validation of a computer model*. Solar energy in architecture and urban planning. 3rd Uropean conference on architecture. 1993 Florence.

¹⁹ Conception thermique de l'habitat. Guide pour la region Provence-Alpe-Cote d'Azur. Edissud.1988 p 87

²⁰ Tamarack Technologies, Inc. *Knowledge Base: History of Sunrooms*. [En ligne] www.tamtech.com. Last modified: 04/04/2007

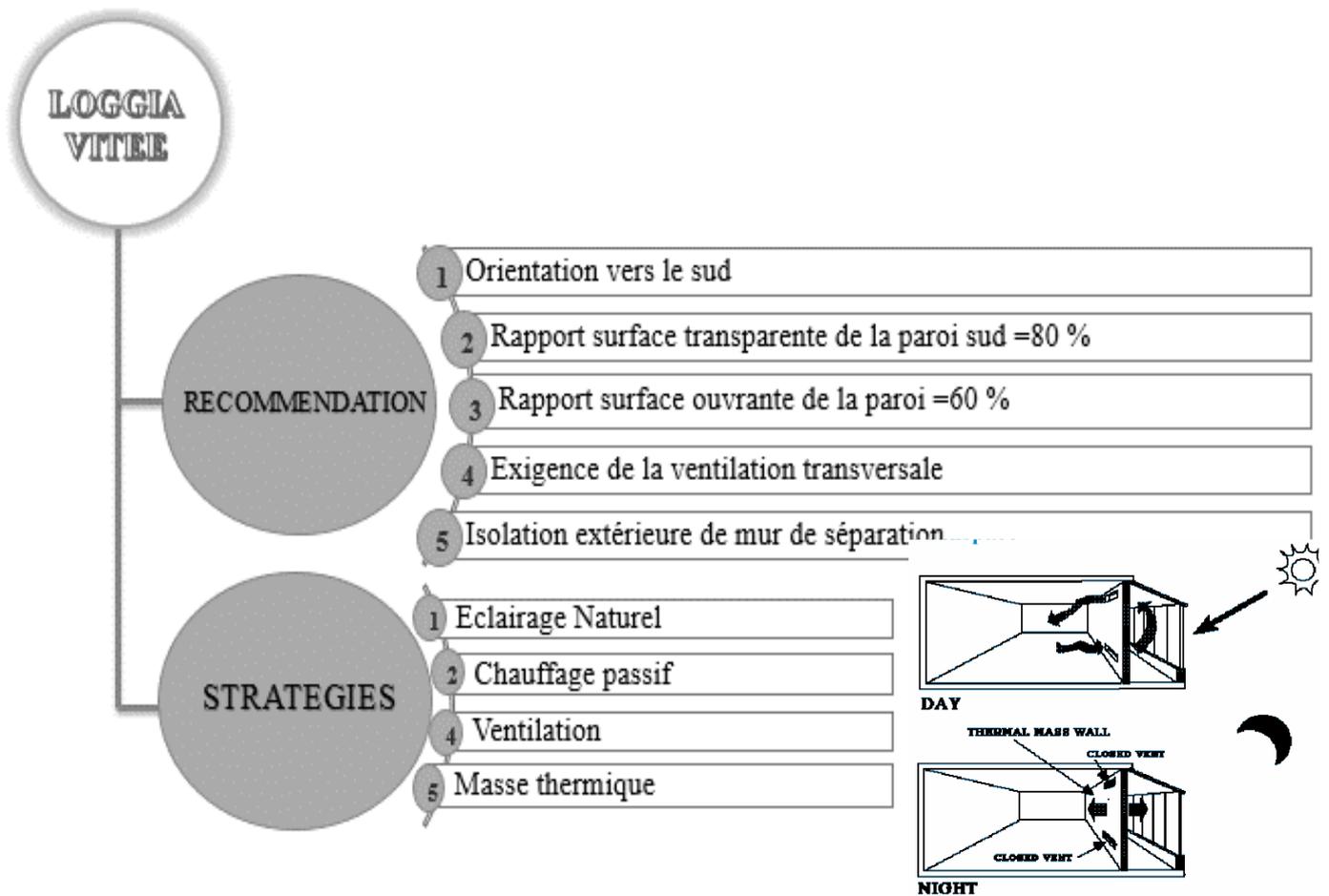
La loggia vitrée est un dispositif architectural qui a un effet majeur sur la consommation énergétique et l’ambiance thermique dans le bâtiment, afin de bien comprendre l’impact de cet élément et faire ressortir des recommandations, on a choisis quelques thèses comme références.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIVE
01	BADECHE Mounira 2008	Impact de la loggia vitrée sur le confort thermique Dans la région de Constantine	L’objectif principal vise dans le cadre de ce travail, est de trouver pour la loggia vitrée les caractéristiques thermiques les plus adéquates dans le but d’une amélioration des conditions de confort des locaux adjacents, et de faire de son volume vitré un élément architectural de valeur pour l’année entière

Tableau 04 : référence de la loggia vitrée (source, Auteur)

3.4.4 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :

Les résultats obtenus suivant l’étude de ces références nous permettent d’émettre plusieurs recommandations.



3.5 LA FORME ARCHITECTURALE :

« Nos yeux sont faits pour voir les formes sous la lumière ; les ombres et les clairs révèlent les formes ; les cubes, les cônes, les sphères, les cylindres ou les pyramides sont les grandes formes primaires que la lumière révèle bien ; l'image nous en est nette et tangible, sans ambiguïté. C'est pour cela que ce sont de belles formes, les plus belles formes. Tout le monde est d'accord en cela, l'enfant, le sauvage et le métaphysicien. » Le Corbusier 1924

3.5.1 Définition :

« La forme architecturale est le lien entre la masse et l'espace... »²¹

Ce concept ne se résume pas à un volume défini par sa configuration géométrique selon les trois dimensions euclidiennes de la volumétrie spatiale, mais elle est plutôt le résultat d'assemblage et de combinaison, obéissant à certaines règles de composition, de plusieurs éléments architecturaux. Elle se caractérise aussi par des propriétés visuelles telles que la couleur, les proportions, la texture, le rapport à l'environnement, etc. Dans ce même contexte, Ching (1979), dans son ouvrage « Architecture, Form, Space and Order », montre la distinction en anglais entre « form » et « shape ». Tandis que le premier signifie un volume tridimensionnel caractérisé par des propriétés, le dernier renvoie spécifiquement à la configuration des contours délimitant la forme.

3.5.2 Classifications typologiques des formes architecturales :

Diverses études tendent à classifier et maintenir une typologie des formes architecturales produites. Ibrahim. M (1998) a énuméré un nombre de classification typologiques à travers les travaux de certains auteurs qui s'intéressent à l'étude de la forme, d'abord, il a entamé une première classification issue en fonction de la nature d'étude et ses objectifs comme suit : Selon la fonction ; Selon la structure et Selon le style (le grec, le romain, le byzantin, l'islamique, le gothique, la renaissance, le moderne, etc.

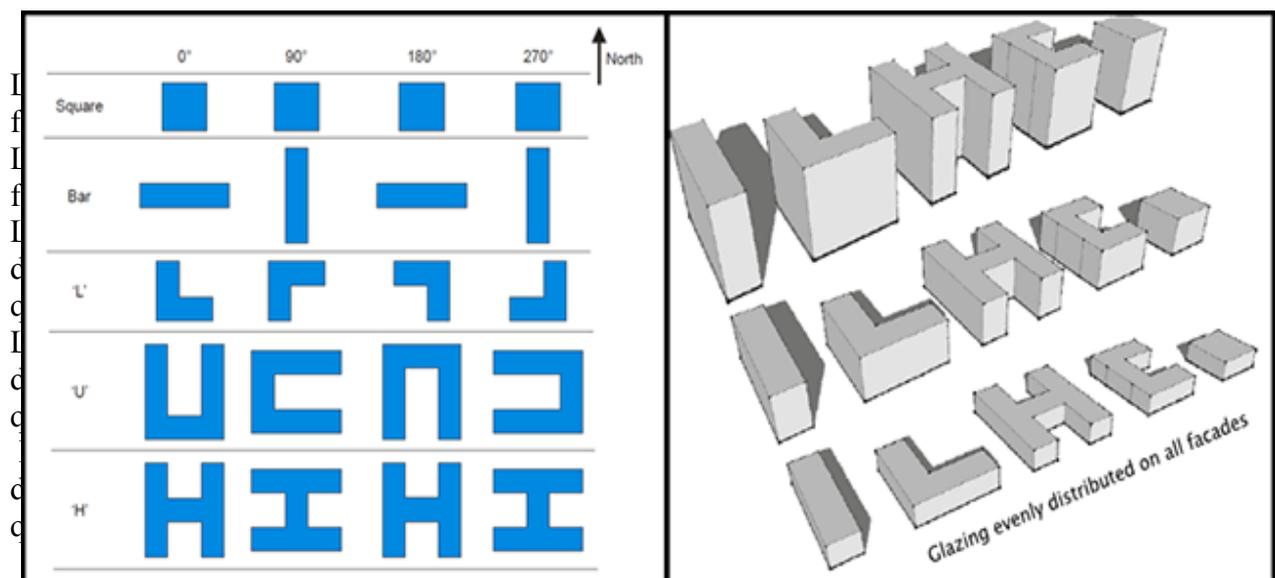


Figure 18 : Empreintes au sol et orientations des bâtiments (source Google) image

²¹ (Bacon, 1974 cité par Ching, 1979).

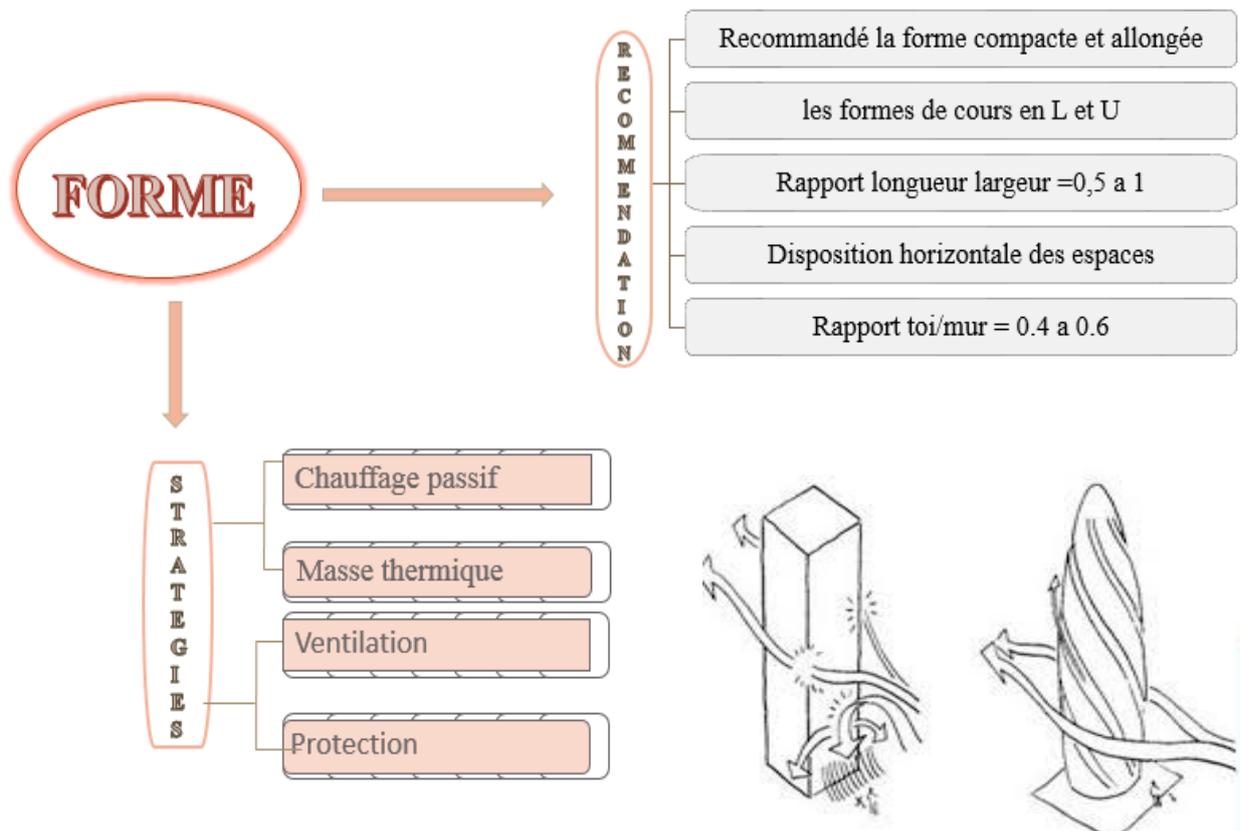
L'effet de la forme du bâtiment sur son comportement thermique est grandement fonction du degré d'exposition de l'enveloppe à la température extérieure et au vent. On a choisis quelques thèses pour bien comprendre son impact et tirer les recommandations nécessaires.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	Huda Mohammed Hussein Abed 2012	Effect of Building Form on the Thermal Performance of Residential Complexes in the Mediterranean Climate of the Gaza Strip	La recherche vise à évaluer la performance thermique de différentes formes et orientations géométriques de l'unité de logement et dans différentes configurations urbaines
02	LABRECHE Samia 2009	Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignement supérieur en régions arides	La présente étude vise principalement à évaluer et mesurer l'impact de la forme architecturale des bâtiments d'enseignement, dans les universités, sur le confort hygrothermique des étudiants sous un climat aride et participe

Tableau 05 : référence de la forme architecturale (source, Auteur)

3.5.3 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :

La relation entre la forme du bâtiment et la transmission solaire thermique n'est pas cependant critique, du fait qu'il existe de nombreuses stratégies permettant de minimiser les effets négatifs de la forme sur la consommation énergétique et le confort thermique du bâtiment.



3.6 MATERIAUX DE CONSTRUCTION :

L'enveloppe du bâtiment joue un rôle très important dans le maintien de l'équilibre intérieur des ambiances thermiques, et protège les occupants des changements cycliques des paramètres climatiques (températures ambiante, humidité, le vent, le rayonnement solaire, la pluie, la neige,...) cette enveloppe est composée généralement de deux types de matériaux opaques et transparents. La performance thermique de cette enveloppe dépend du type du matériau utilisé et ces caractéristiques thermo physiques (système d'occultation, l'isolation,...) en plus des matériaux situés à l'intérieur du bâtiment, plancher, cloisons, et même les meubles, qui ont aussi une incidence sur les températures intérieures en modifiant la capacité calorifique du bâtiment ainsi que le taux d'absorption de chaleur produite sur place ou pénétrant dans la construction.

3.6.1 Les propriétés thermo physiques des matériaux :

- **Conductivité Thermique :** Selon (F. Jadoul, 2002) La conductivité thermique (λ) C'est le flux de chaleur, par mètre carré
- **La résistance thermique :** (R) est l'inverse de la conductivité thermique ($1/\lambda$) du matériau
- **Le coefficient de surface :** Pour caractériser une paroi, on utilise souvent le coefficient de transmission surfacique (U). Ce coefficient correspond à l'inverse de la résistance thermique R
- **La capacité calorifique :** Selon (B.Givoni, 1978) le terme de capacité calorifique d'un mur ou d'une toiture désigne la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une unité de volume
- **Le coefficient d'absorption et d'émission des parois :** D'après (A. Liebard. et A. De Herde, 2005), le coefficient d'absorption est le rapport entre l'énergie solaire absorbée et l'énergie solaire incidente

3.6.2 Les matériaux de construction écologiques :

Les ressources naturelles de l'environnement ne sont pas inépuisables. Les matériaux utilisés dans la construction écologique sont étudiés de façon intelligente, ils proviennent de sources qui ne sont pas néfastes pour l'environnement et ils entraînent une réduction des déchets lors de leur fabrication. L'utilisation de matériaux naturels (bois, pierre, terre, chaux, etc...) et respirant permet l'autorégulation de l'hygrométrie ambiante.

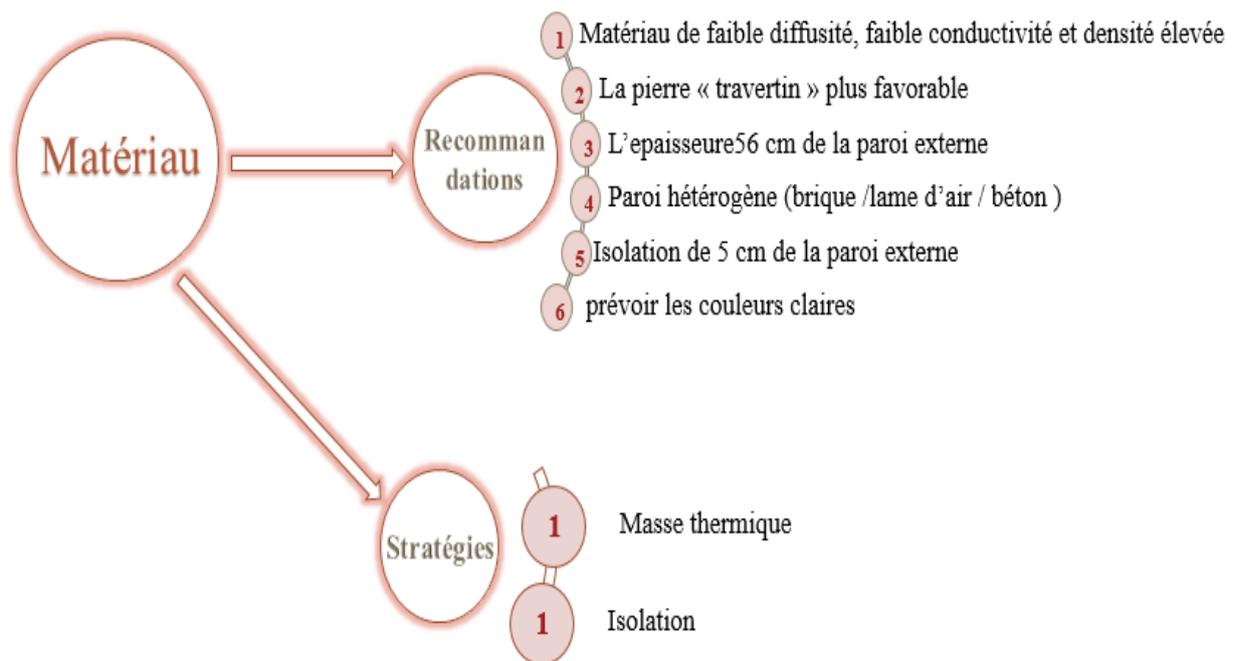
- **Le bois :** Le bois est le matériau écologique par excellence. Grâce à sa structure cellulaire particulière, il économise l'énergie.
- **Le béton de chanvre :** Le chanvre est une plante cultivée en Europe et utilisée pour ses fibres particulièrement robustes. Solide, ne nécessitant pas de traitement ni d'engrais, très économe et léger, le chanvre pousse vite et produit papiers et textiles de bonne qualité et très sains. Le béton de chanvre peut convenir à de nombreuses utilisations : pour les sols, en tant qu'isolant pour les murs, pour les toitures...
- **La brique en terre cuite :** La brique est fabriquée avec des argiles cuites à très haute température et compressées. Deux modèles existent : les briques pleines et les briques creuses. Les briques en terre cuite sont très résistantes et offrent un bon confort thermique, deux fois supérieur au parpaing.
- **La brique mono mur :** La brique mono mur se différencie de la brique en terre cuite car elle est plus aérée ce qui en fait un très bon isolant. Lors de la cuisson de l'argile sont ajoutées des microbilles qui fondent et augmentent la quantité d'air contenu dans la brique. Grâce à cette structure particulière, la brique mono mur est un meilleur isolant que le parpaing. C'est également un matériau très sain et très adapté à la construction écologique.

Plusieurs Thèses qui traitent le thème matériaux de construction ont été choisies pour démontrer l'effet de ces matériaux sur l'ambiance thermique et la performance énergétique.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	Mansouri Ouarda 2008	L'influence de la réflectivité des matériaux (albédos) sur la modification du microclimat et le confort thermique extérieur - Cas du Coudiat de Constantin-	L'objectif donc est de démontrer quels sont les matériaux de surfaces caractérisés par leur texture (couleur et rugosité) qui sont susceptibles par un choix judicieux d'offrir une ambiance thermique confortable, dans un climat semi-aride comme celui de la ville de Constantine.
02	Medjelekh Dalel 2006	Impacte de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment Cas de l'habitation de l'époque coloniale à Guelma	Dans le but de développer les travaux ayant trait à la réglementation technique relative à la consommation de l'énergie du bâtiment, la démarche vise plusieurs fins qu'il est possible de les résumer ainsi : 1* le meilleur choix des matériaux de construction utiles pour la masse thermique 2* l'exploitation optimale de l'énergie solaire et l'adoption des solutions passives pour limiter au minimum le recours à l'énergie d'appoint.

Tableau 06 : référence de matériaux de construction (source, Auteur)

3.6.3 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :



3.7 PROTECTION SOLAIRE :

3.7.1 Définition :

On entend par protection solaire tout élément dont le rôle est d'éviter que tout ou seulement une partie du rayonnement solaire ne pénètre à travers une ouverture.

Ainsi, La protection solaire des parois vitrées peut se faire à la fois par le vitrage lui-même (caractérisé notamment par son facteur solaire, FS) et par les différentes protections extérieures ou intérieures fixes ou mobiles que l'on peut leur associer.

3.7.2 Le rôle des protections solaires :

La conception des protections solaires doit répondre à une multiplicité d'objectifs comme : la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut également contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade. ²²

3.7.3 Typologies des protections Solaires :

Les dispositifs de protection solaire pouvant être extérieurs ou intérieurs, saisonnier, fixes ou mobiles sont présents. Certains dispositifs permettent de remplir tous ces rôles. ²³

- **Protections intérieures :** Les dispositifs de protection solaire intérieurs pouvant être situés dans la pièce ou à l'intérieur des ouvrants - protègent les occupants contre les effets directs du rayonnement solaire et l'éblouissement. Ils ont l'avantage de pouvoir rester ouverts la plupart du temps et tirer seulement quand l'incidence du soleil le nécessite.
- **Protections extérieures :**
Les protections extérieures permettent de bloquer tout rayonnement direct et peuvent aussi être particulièrement efficaces pour se protéger des rayonnements diffus. Elles sont plus efficaces pour réduire les apports solaires : toute l'énergie solaire absorbée à l'extérieur est dissipée. Des protections solaires saisonnières peuvent être fournies par la végétation : les arbres à feuilles persistantes ou caduques, la vigne ou les plantes d'ornement.
- **Les protections fixes :** Les avancées horizontales (casquettes) sont les plus communes des protections solaires fixes et c'est le système le plus simple pour contrôler le rayonnement solaire direct pour les incidences fortes (proches de la verticale).
- **Les protections mobiles :**
Les dispositifs mobiles peuvent être internes, externes ou entre les vitres d'un double ou triple vitrage, ils incluent : les volets roulants, les stores vénitiens et les rideaux (généralement internes).

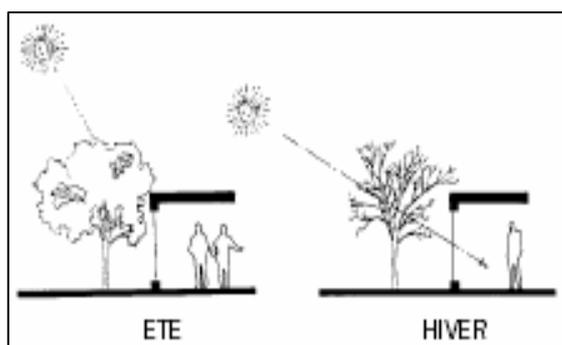


Figure 19 : protection végétale (source Google image)

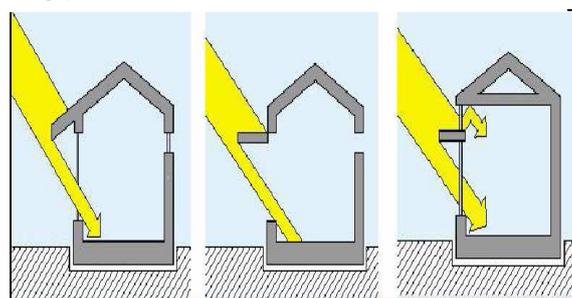


Figure 20 : Dispositifs de protection solaire fixes source (Tareb, 2004)

²² De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005

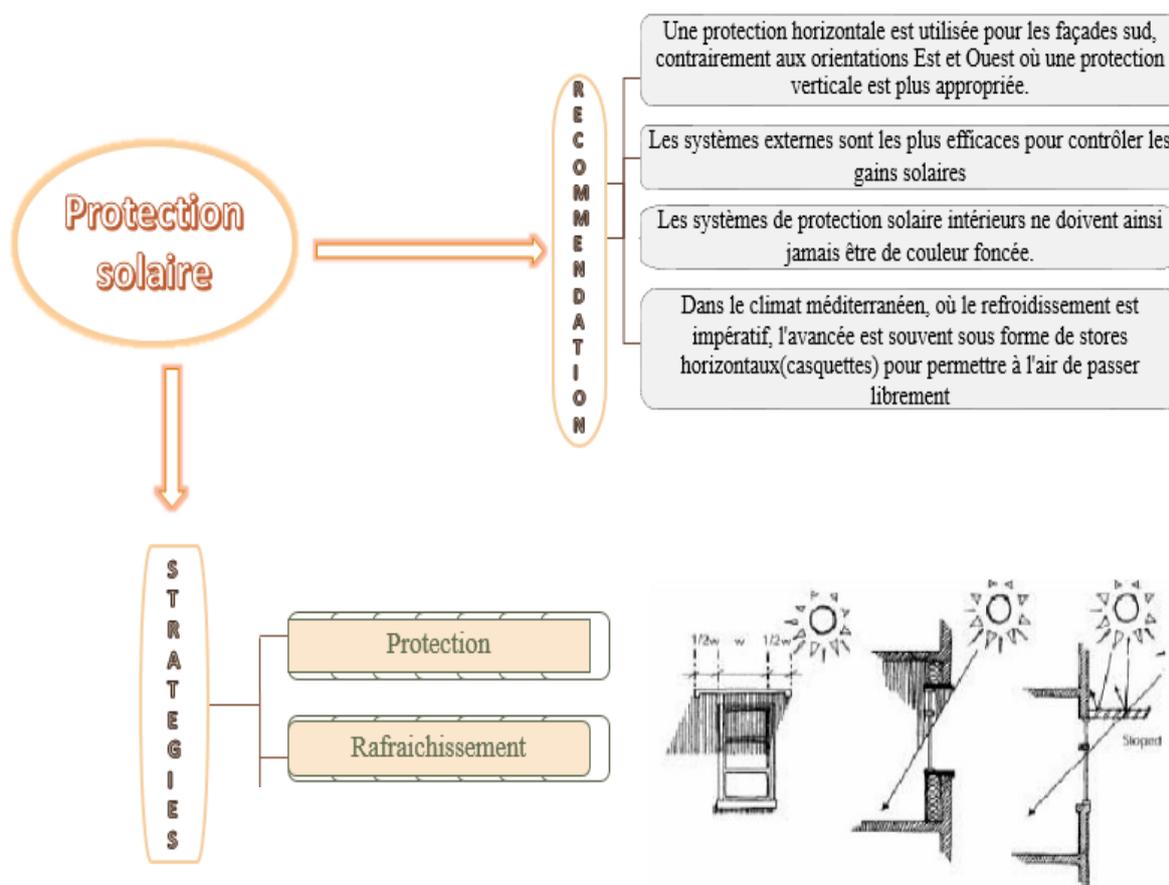
²³ protection solaire, recommandation pratique », in guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petits bâtiments, n°ENE13 ; Belgique. 2007

Les dispositifs d'ombrage peuvent réduire les pertes thermiques à travers la fenêtre de manière significative, surtout si les mesures et l'orientation de ces éléments sont bien étudiées.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	Marie-Claude Dubois 2001	Solar Shading for Low Energy Use and Daylight Quality in Offices	Cette thèse contribue à la recherche de l'impact des dispositifs d'ombrage solaire sur la consommation d'énergie et sur la qualité de la lumière du jour dans les immeubles de bureaux.
02	Marcelino Januário Rodruiguês 2010	Influence of Solar Shading and Orientation on Indoor Climate A Case Study in Maputo City	Cette recherche a pour objectif d'analyser l'influence de l'orientation dominante du bâtiment et les dispositifs d'ombrage fixe prédominants utilisés sur les bâtiments de Maputo City et d'évaluer leur impact sur le confort thermique des occupants des bâtiments.

Tableau 07 : référence de protection solaire (source, Auteur)

3.7.4 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :



3.8 FFENETRE:

« Certains disent que les maisons sont faites de murs. Je dis qu'elles sont faites de fenêtres ». Hundertwasser

3.8.1 Définition :

« Baie comportant une fermeture vitrée, pratiquée dans un mur d'un bâtiment pour permettre l'entrée de la lumière, la vision vers l'extérieur et, habituellement, l'aération. Espace vide, généralement carré ou rectangulaire, laissé dans une surface, un écrit, etc. »²⁴.

3.8.2 Les différentes fonctions de la fenêtre :

Selon (Gay, 2001)²⁵, la fenêtre est un élément complexe a plus d'un titre. Elle est amenée à remplir différentes fonctions importantes et, à chacune de ces fonctions, est lie un effet indésirable comme le montre le tableau suivant :

Fonctions	Buts recherches	Effets non souhaités
Vue	Contact avec l'extérieure	Perte de privacité
Fermeture ouverture	Etanchéité + Résistance	Agressions diverses
Contrôle social	Vue vers l'extérieur	Vue vers l'intérieur
Lumière	Eclairage naturel	Eblouissement
Chaleur	Gains solaires	Surchauffes / Pertes excessives
Aération	Apport d'air neuf	Pertes par ventilation

La meilleure fenêtre étant, dans l'absolu, celle qui répondrait à toutes les fonctions ! Selon (Brown et al, 1988), d'un point de vue historique, la fonction première d'une fenêtre est de permettre l'entrée de la lumière et la vision sur l'extérieur. Tous les autres critères de performance devraient être subordonnés à ces deux objectifs. Cette étude se focalise sur les trois dernières fonctions citées ci-dessus (tableau) : la chaleur, la lumière et L'aération. On entend par fenêtre l'association vitrage / châssis. Les principales caractéristiques de ces deux éléments sont décrites, suivies de l'étude de leur association et de l'identification des points faibles au niveau thermique.

3.8.3 Vitrage :

Le constituant principal du vitrage est le verre qui a la particularité d'être transparent au rayonnement visible et (presque opaque) aux grandes longueurs d'onde. C'est cette caractéristique qui est la cause de l'effet de serre.

1) Types de vitrage :

- **Verre nu ou simple vitrage (Region Wallonne, 2003) :** Il est constitué d'un verre clair ou colore obtenu par coulage sur un bain d'étain en fusion.
- **Double vitrage ((Simon et al, 1998), (Bodart, 2002)) :** Le double vitrage est composé de 2 feuilles de verre séparées par une lame de gaz de nature et d'épaisseur choisies.
- **Triple vitrage :** La valeur Ug du vitrage peut être améliorée par l'ajout d'une troisième, voire d'une quatrième plaque de verre.

La déperdition thermique d'une fenêtre est la résultante de la déperdition du vitrage, mais aussi du châssis, (les châssis de la fenêtre peuvent être en bois, en PVC (chlorure de polyvinyle), en acier, en aluminium ou encore en matériaux composites) qui elle-même est due à l'épaisseur du châssis et à la nature du matériau qui détermine le coefficient de transmission thermique.

²⁴ www.larousse.fr/dictionnaires/français/fenêtre/33252

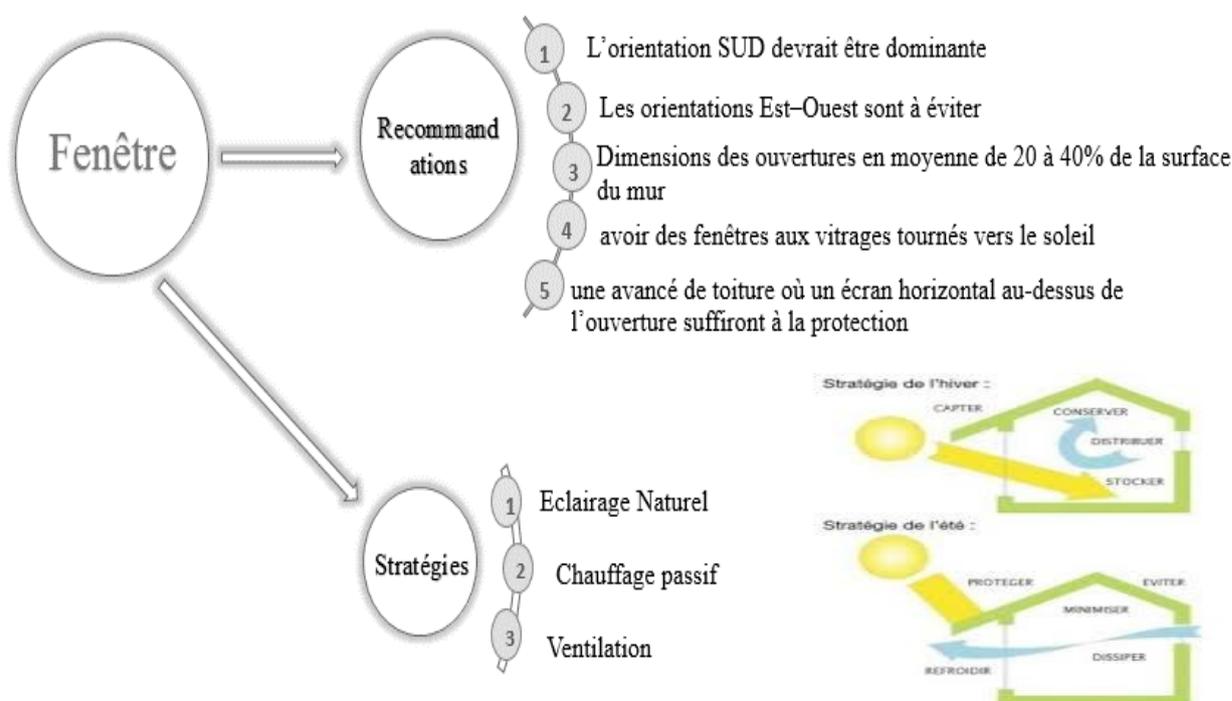
²⁵ (Gay, 2001) Fenêtres et protections solaires, Gay JB, Cours du Master en Architecture et Développement Durable, 2001

Les gains solaires à travers les ouvertures peuvent être contrôlés par leur orientation, leur taille et leur inclinaison. Pour bien comprendre l'impact de ce dispositif et tirer des recommandations nécessaires on a choisis quelques thèses a étudié.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	MEZERDI Toufik 2014	Les fonctions de la fenêtre et leurs impacts sur le confort lumineux dans les régions à climat sec et aride	L'objectif est d'évaluer quantitativement les performances lumineuses du système d'éclairage l'latéral d'une salle de lecture d'une bibliothèque, afin de voir les points négatifs et positifs des dispositifs de la fenêtre.
02	Roy Karanen 2016	The Effect of Windows on Thermal Comfort	Ce travail tente de répondre à la question : Comment une fenêtre affecte-t-elle nos zones de confort climatique ?
03	TAHOURI Ali 2015	Evaluation of Windows and Energy Performance Case-Study: Colored Building, Faculty of Architecture (EMU)	Le but de cette thèse est de trouver l'alternative optimale pour les fenêtres vitrées avec simulation différente pour atteindre un équilibre entre les réductions du niveau de perte de chaleur

Tableau 08 : référence de la fenêtre (source, Auteur)

3.8.4 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :



3.9 ORIENTATION :

Les effets de l'orientation sur le climat intérieur des pièces étaient déterminés par une combinaison de nombreux facteurs relatifs à la conception et la réalisation des bâtiments²⁶

3.9.1 Définition :

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 blocs²⁷.

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 vitrage²⁸.

Selon J.BOUYER l'orientation du bâtiment, notée «Or», correspond à la distance angulaire entre l'axe Ouest-Est et l'axe principal du bâtiment (axe de symétrie longitudinal dans le sens de la longueur L).

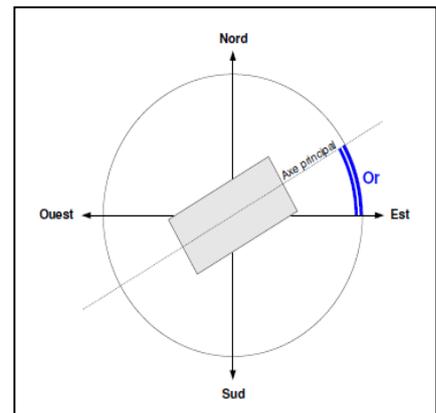


Figure 21 : Définition de l'orientation d'un bâtiment (J.BOUYER)

3.9.2 Choix de l'orientation :

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.

3.9.3 Les Classes d'orientations :

Il est possible de répartir les orientations sur un cercle en huit classes : NORD, EST, SUD, OUEST, SUD EST, SUD OUEST, NORD EST ; NORD OUEST. Comme le montre la figure (13).

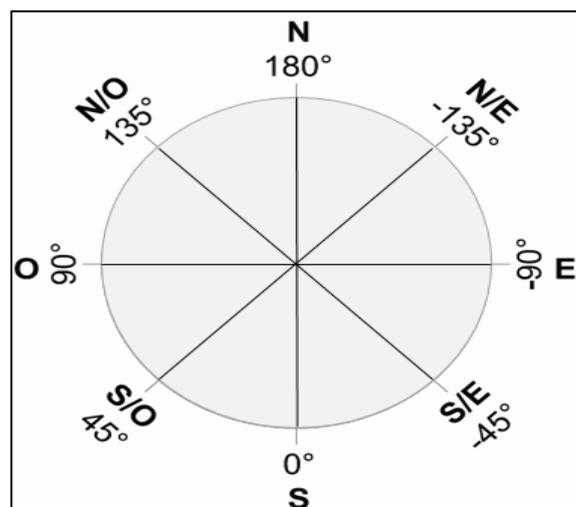


Figure 22 : Classes d'orientations pour le climat méditerranéen en été. Source : [Google image]

²⁶ GIVONLB – L'homme, L'architecture Et Le Climat- édition le moniteur. Paris, 1978. Page244.

²⁷ GIVONLB – L'homme, L'architecture Et Le Climat- édition le moniteur. Paris, 1978. Page 229.

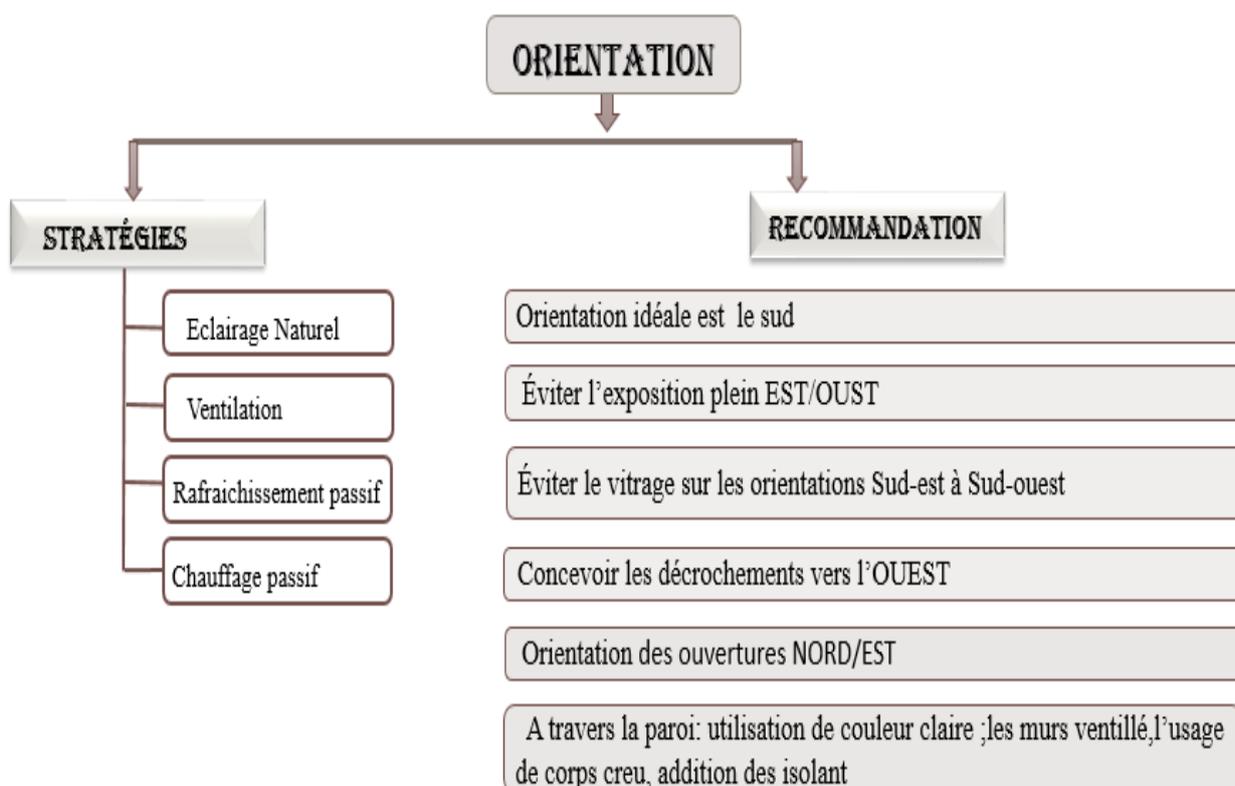
²⁸ GUIDE POUR LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR « conception thermique de l'habitat »EDISUD. France, 1988.page.39

Une orientation soignée peut limiter les apports solaires et réduire les charges thermiques. Pour Cela On a choisis quelques thèses pour ressortir les recommandations nécessaires.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	BELLARA Samira 2005	Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine	L'objectif consiste à tester le comportement thermique d'un bâtiment collectif contemporain situé à la nouvelle ville Ali Mendjeli de Constantine vis-à-vis les conditions climatiques extérieures. Cela concerne l'étude de l'impact de l'orientation sur la température intérieure de l'habitat collectif. et de rechercher l'orientation optimale.
02	BENHARRA Houda 2016	Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment. -Cas des zones arides et chaudes-	Cette recherche va se focaliser sur les orientations les plus appropriées pour une architecture responsable. Le bon sens va nous permettre de fournir à la fin de cette recherche quelques recommandations et solutions conceptuelles.

Tableau 09 : référence de l'orientation du bâtiment (source, Auteur)

3.9.4 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques :



3.10 VEGETATION :

3.10.1 Définition :

La végétation est l'ensemble des plantes qui poussent en un lieu donné selon leur nature. De la notion de végétation découlent les notions connexes de tapis végétal, de paysage végétal, de type de végétation et de formation végétale. On distingue la végétation naturelle composée de plantes sauvages dites spontanées de la végétation artificialisée composée de plantes cultivées. On considère ce qui pousse sur une surface donnée de sol, ou dans un milieu aquatique. On parle aussi de « couverture végétale » ou de « paysage végétal »²⁹.

3.10.2 Le rôle de végétation :

Avec l'atmosphère et l'océan, la végétation est un des moteurs principaux des changements de l'environnement.

Alors qu'elle est directement influencée à la fois par le climat et les activités humaines, elle a aussi en retour un impact important sur le climat et ses variations à long terme, ainsi que sur la disponibilité des ressources pour l'espèce humaine.

La végétation participe à la protection solaire. Elle apporte un ombrage et crée un microclimat par évaporation (figure23).

Le choix de l'espèce est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité. Ainsi le feuillage d'un arbre (figure 24) peut filtrer de 60 à 90 % du rayonnement solaire et un tapis de végétation réduit également le rayonnement solaire réfléchi par le sol. La végétation agit sur la qualité de l'air, elle transforme le CO² en oxygène.³⁰

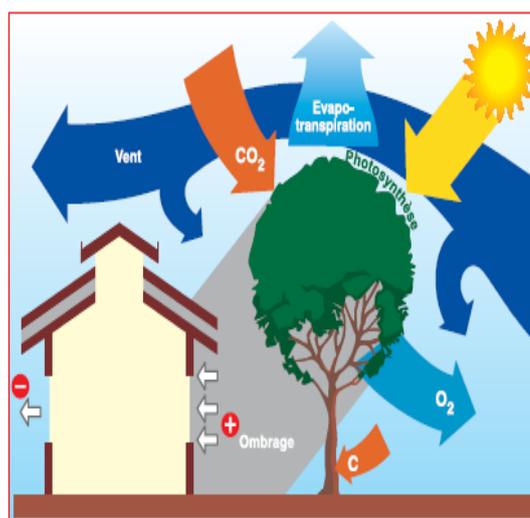


Figure 23 : les différents effets de la végétation
source De Herde André, Liébard 2005

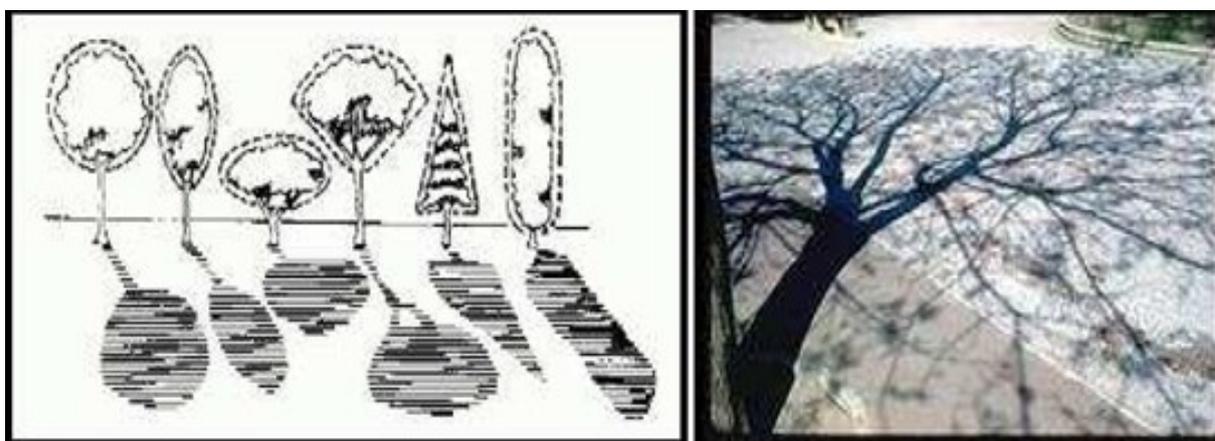


Figure 24 : influence de la forme d'arbre par rapport à l'ombre (source Google) image)

²⁹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9g%C3%A9tation>

³⁰ De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005

Plusieurs thèses ont traité le thème de la végétation est son rôle et impact sur la consommation énergétique et l’ambiance thermique du bâtiment.

	AUTEUR	TITRE	OBJECTIF
01	Benhalilou Karima 2008	Impacte de la vegetation grimpante sur le confort hygrothermique estival du batiment -cas Du climat semi-aride-	L'étude a pour objectif d'évaluer l'impact de la végétation grimpante à feuillage caduc sur le confort hygrothermique estival des bâtiments sous le climat de Constantine et, par conséquent, sur le confort des individus.
02	Alamah Misni 2012	The effects of surrounding vegetation, building construction and human factors on the thermal Performance of housing in a tropical environment	L'objectif de cette étude était d'examiner et de quantifier la relation entre la végétation environnante et la performance thermique du logement dans un Tropical.

Tableau 10 : référence de la végétation (source, Auteur)

3.10.3 Recommandations générales et stratégies bioclimatiques

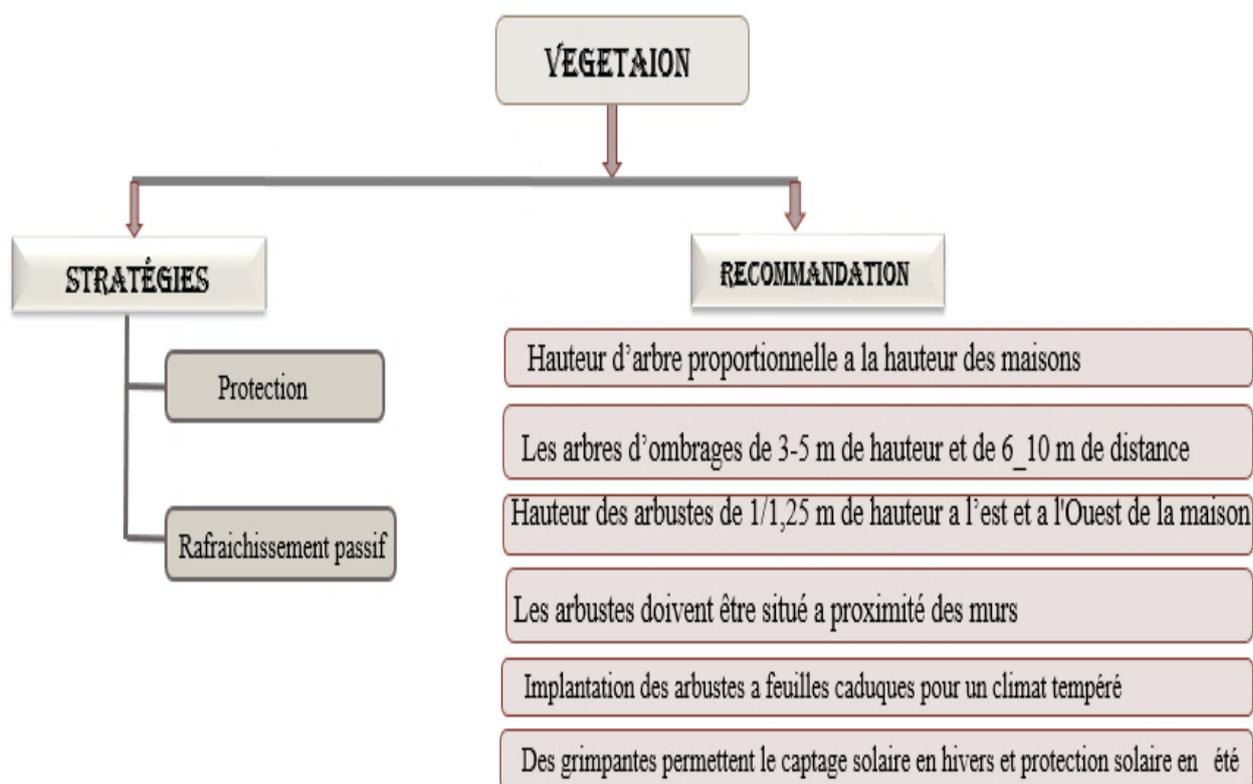
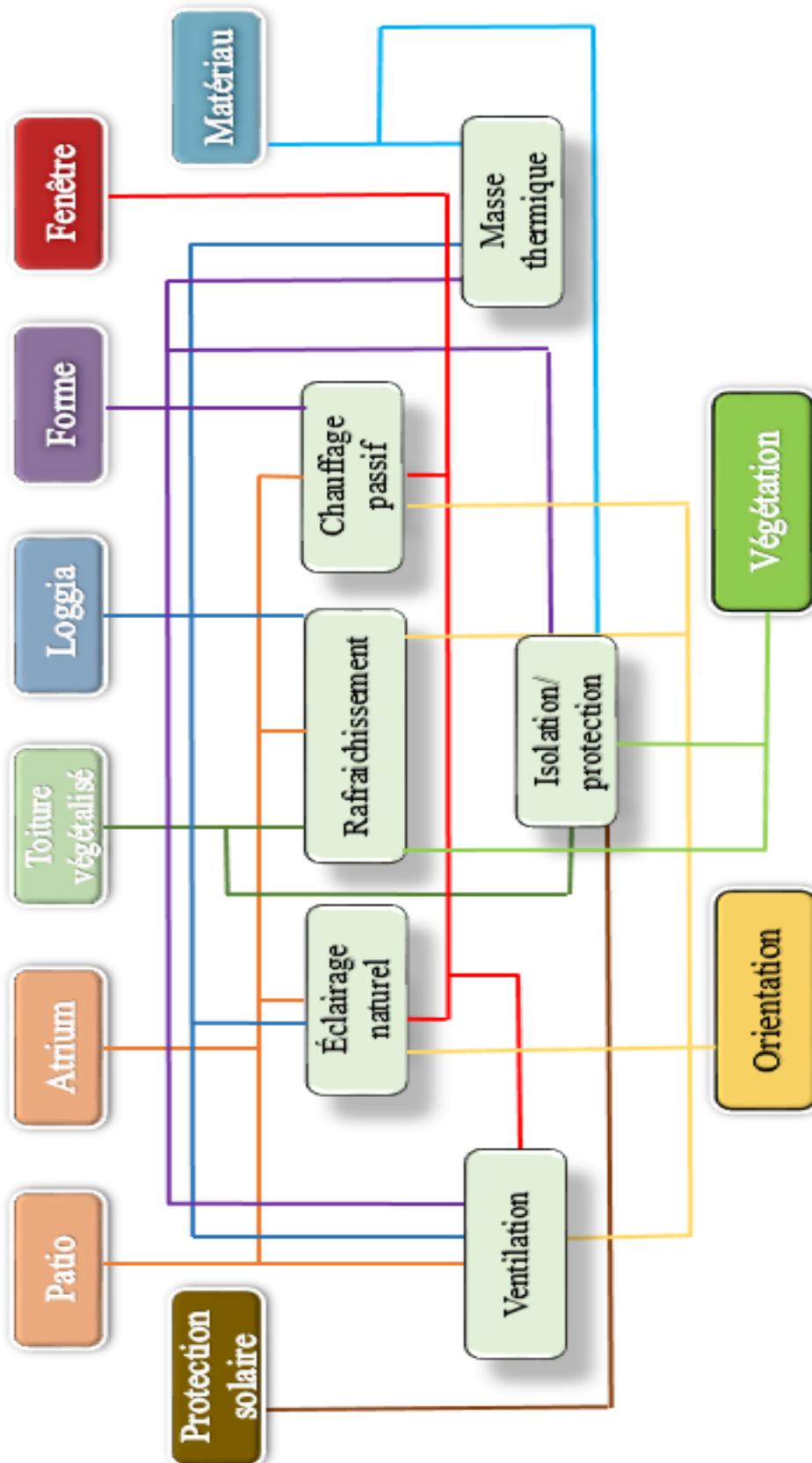


Schéma de synthèse des dispositifs et stratégies :



4. Dispositifs architecturaux et consommation énergétique :

Cette étude sera réalisée selon une approche monovariante à base de simulations réalisées sur le logiciel ECOTECT, qui tend à évaluer l'impact de la variation d'un certain nombre de paramètres. L'étude sera effectuée sur un archétype situé à Alger. Les paramètres à varier sont liés à l'enveloppe du bâtiment, à la forme et à l'environnement.

4.1 LES PARAMETRES D'ENTREE :

1 / Les Dimensions : l'archétype choisies est de dimensions de 4*4*4 m³ sans obstacle.

2 / Les Parois :

Composition	Epaisseur
Enduit extérieur	2 cm
Brique creuse de 15cm	10 cm
Lame d'air	1.5 cm
Brique creuse de 10 cm	10 cm
Enduit plâtre	2 cm

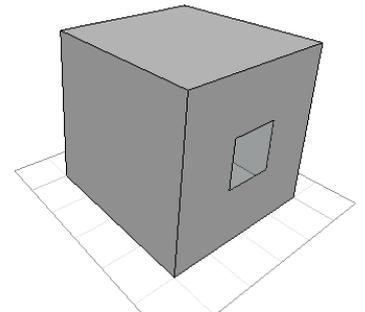


Figure 25 : l'archétype source (auteur)

3/ Les ouvertures : la fenêtre de type « LSV Aluminium », U=3W/m².K

4 / Le taux de vitrage : est fixé à 10%

5 / L'orientation : plein sud

Pour la présentation des résultats une corrélation entre les différents paramètres et leurs indices de performance énergétique donne le potentiel de réduction des besoins énergétiques suivant les variations paramétriques choisies. L'étude est réalisée pour les besoins annuels en chaud et en froid. L'outil développé se présente sous forme de diagramme Radar.

4.2 LES SIMULATIONS :

4.2.1 Orientation :

L'orientation de la façade vitré est varié par un pas de 45° ce qui totalise 8 simulations

Les résultats : Les données de sortie des simulations montrent que la meilleure orientation pour le site considéré est l'orientation sud-est en hiver avec un potentiel de réduction de 18% et l'orientation nord en été avec un potentiel de réduction de 8%. La réduction des besoins totaux est de 7% dans l'orientation plein sud.

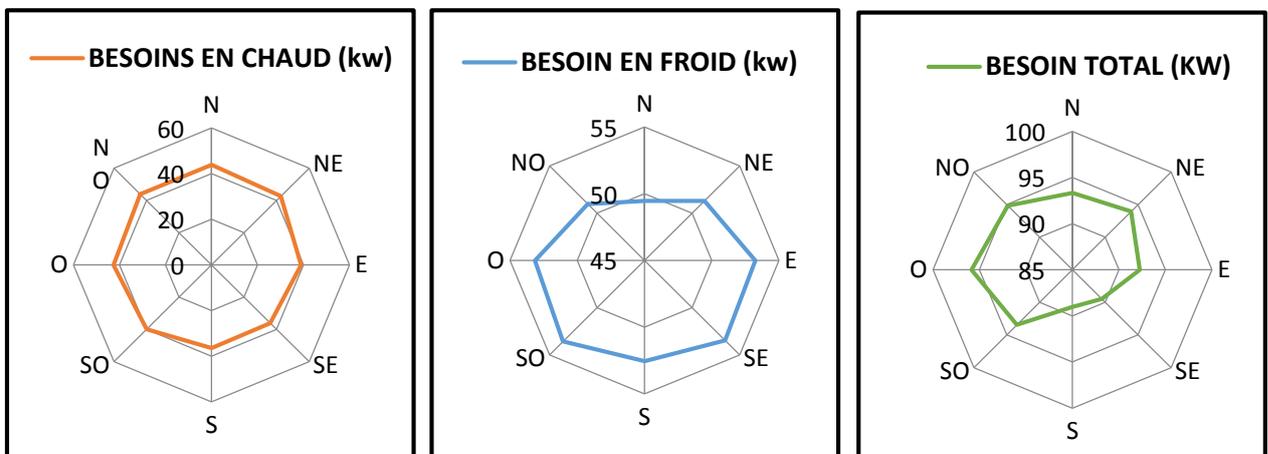


Figure 26 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'orientation Source : Auteur

4.2.2 Taux de vitrage :

C'est le pourcentage de la surface vitré par rapport la surface total de la façade. Il est varié un pas de 10% jusqu'à atteindre les 100% de vitrage ce qui totalise 10 simulations.

Les résultats :

Pour diminuer les charges de chauffage et de climatisation simultanément, le taux de vitrage recommandé est de 10% dans ce cas, la réduction est d'environ 64%.

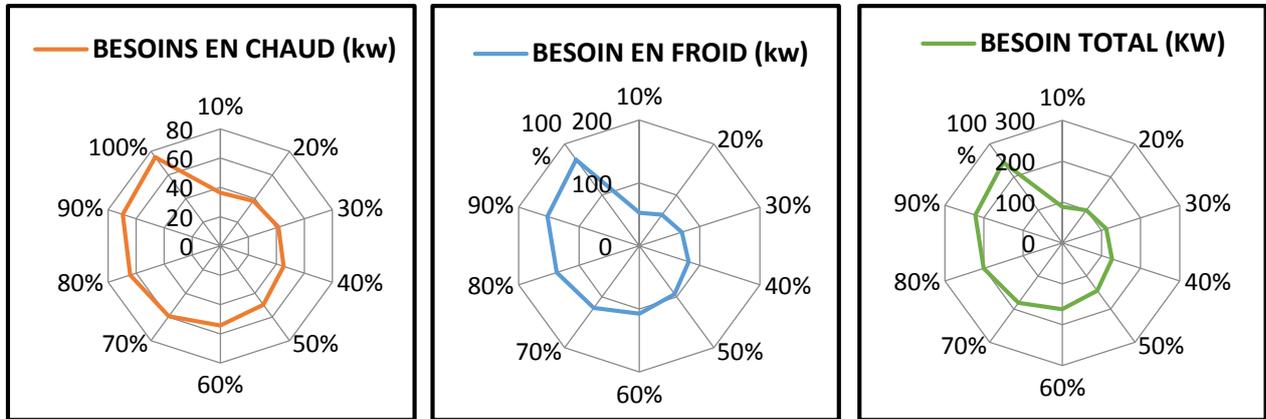


Figure 27 : Taux de réduction de consommation d'énergie par rapport aux taux de vitrage Source : Auteurs

4.2.3 Type de vitrage :

La variation du vitrage est faites par rapport au coefficient de transmission U et au couche de vitre (du simple au triple) se qui totalise 12 simulations (tableau 2)

Simple Vitrage U=1.5 W/m².K	Double Vitrage U= 4.5 W/m².K
Simple Vitrage U=3 W/m².K	Double Vitrage U= 6 W/m².K
Simple Vitrage U=4.5 W/m².K	Triple Vitrage U= 1.5 W/m².K
Simple Vitrage U= 6 W/m².K	Triple Vitrage U= 3 W/m².K
Double Vitrage U=1.5 W/m².K	Triple Vitrage U= 4.5 W/m².K
Double Vitrage U= 3 W/m².K	Triple Vitrage U= 6 W/m².K

Tableau 11 : Protocole de simulation des types de vitrages

Les résultats :

Les résultats montrent que le meilleur type de vitrage est le double vitrage avec U=1.5 W/m².K avec 10% de réduction.

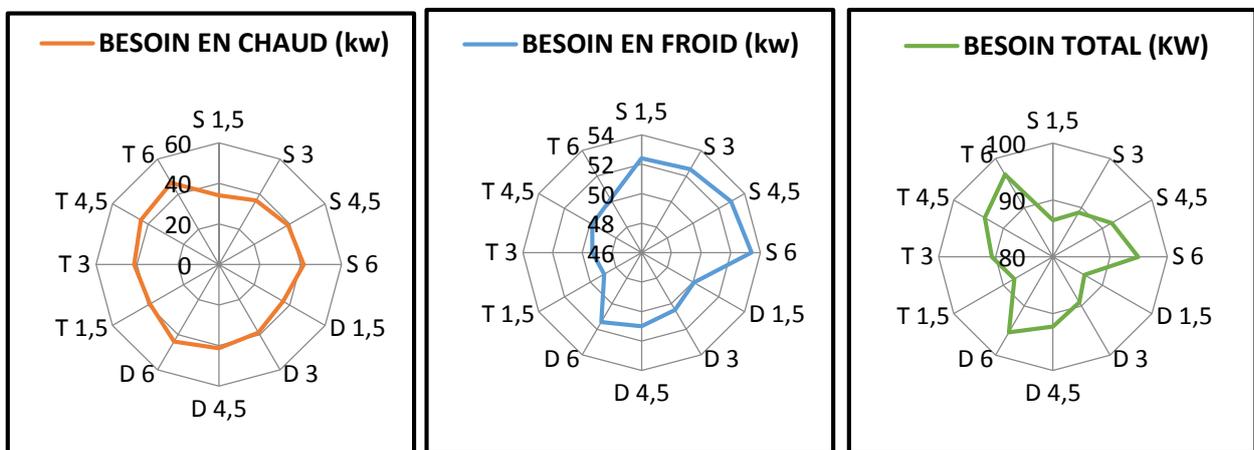


Figure 28 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport aux types de vitrage Source : Auteur

4.2.4 Matériaux :

On utilise les quatre matériaux suivants : brique, béton, pierre et terre. Donc on a 4 simulation.

Les résultats : Les données de sortie des simulations montrent que la brique est le meilleur matériau parmi les matériaux de construction choisis avec un potentiel de réduction d'environ 43% des besoins totaux.

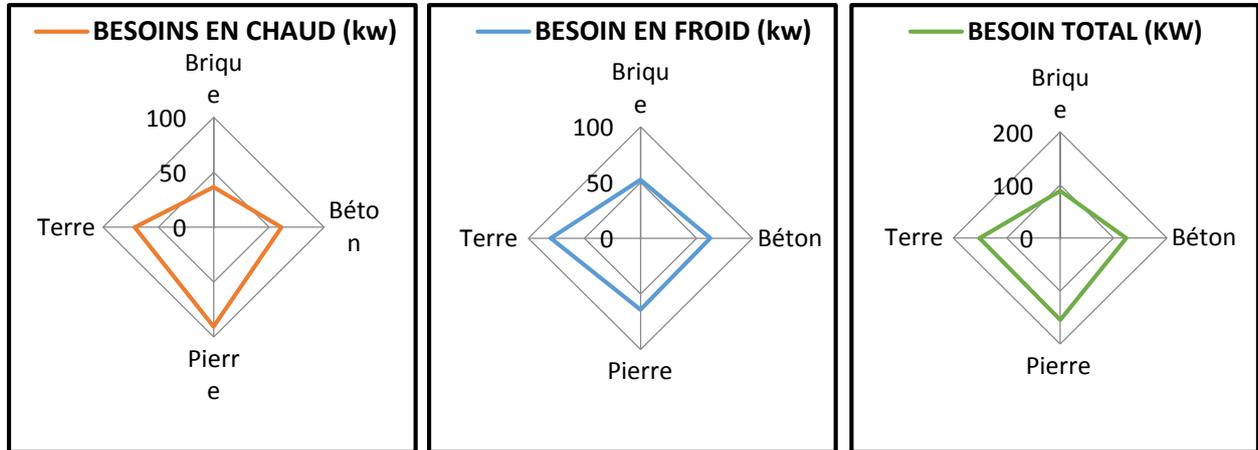


Figure 29 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au type de matériau source : auteur

4.2.5 Isolation thermique :

On a utilisé un isolant (polystyrène expansé) d'une épaisseur qui varie entre 2,5 cm et 10 cm avec un intervalle de 2,5 cm. Donc on a 4 simulations.

Les résultats : Les résultats montrent que l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant jusqu'à 10 cm réduit la consommation d'énergie avec un potentiel de 41% pour les besoins en chaud, 42% pour les besoins en froid et 51% pour les besoins en énergie annuels.

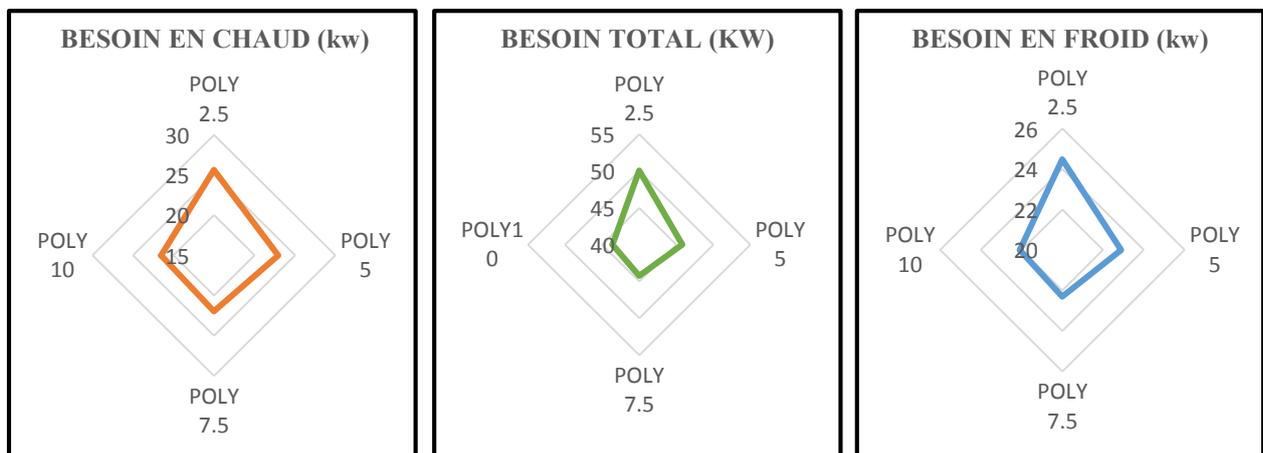


Figure 30 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'isolation du mur source : auteur

4.2.6 La protection solaire :

On utilise un réflecteur en essayant de varier sa profondeur par rapport la hauteur de l'ouverture (h). On utilise les pourcentages suivante de 0% jusqu' à 100% avec un intervalle de 12,5%. Donc on a 8 simulations.

Les résultats : Pour diminuer les charges de chauffage et de climatisation simultanément, le réflecteur recommandé est de 12,5 % dans ce cas, la réduction est d'environ 1% pour les besoins

taux, 13% pour les besoins en chauffage, mais l'augmentation de profondeur de la protection jusqu'à 100% favorise la diminution des charges de climatisation de 2% dans la façade sud.

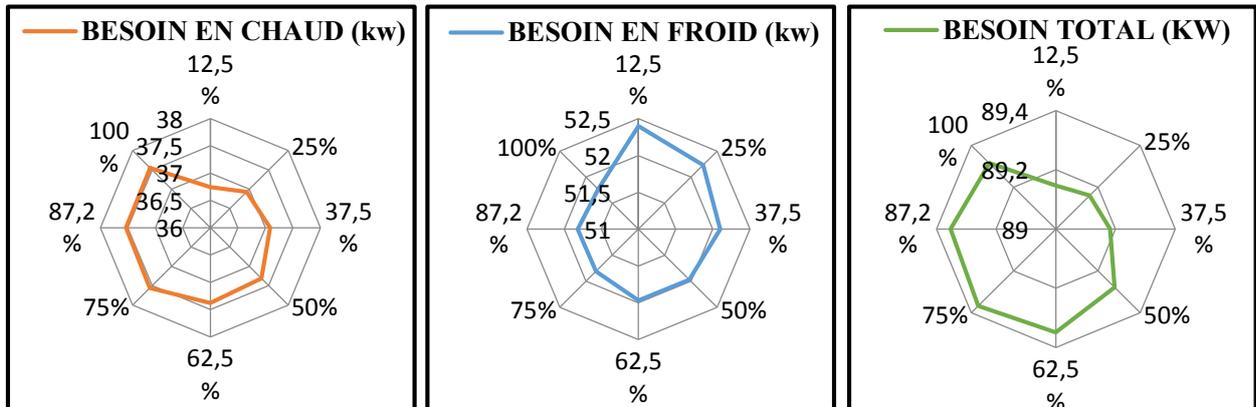


Figure 31: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à la profondeur du réflecteur source : auteur

4.2.7 Le patio :

On a changé les dimensions de notre model par les valeurs suivantes 4*16*16, Sans et avec patio de 64m³ de plusieurs configurations :

Carré, Rectangle de 2*4*8m allongé sur l'axe N/S. Rectangle de 2*4*8m allongé sur l'axe E/O. Donc on a 4 simulations.

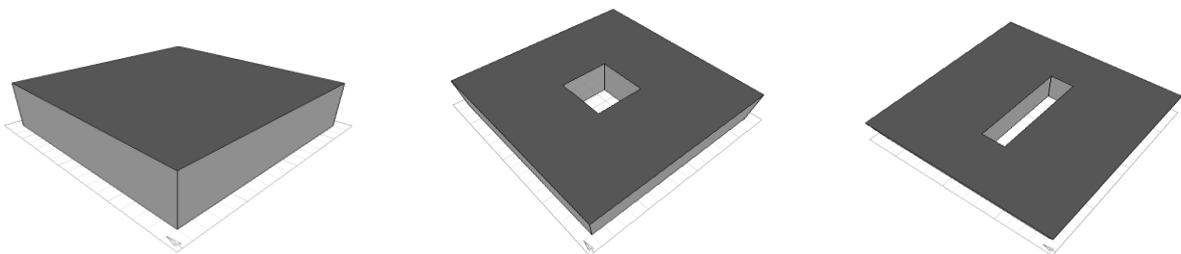


Figure 32 : les différentes formes de patio simulées, source auteur

Les résultats :

Après les différentes simulations réalisées les résultats montrent que le patio allongé sur l'axe E/O diminue la consommation énergétique la réduction et d'environ 1% pour les besoins totaux, de 2% pour les charges de climatisation. Mais pour les besoins en chauffage le patio carré favorise la diminution avec un potentiel d'environ 3%.

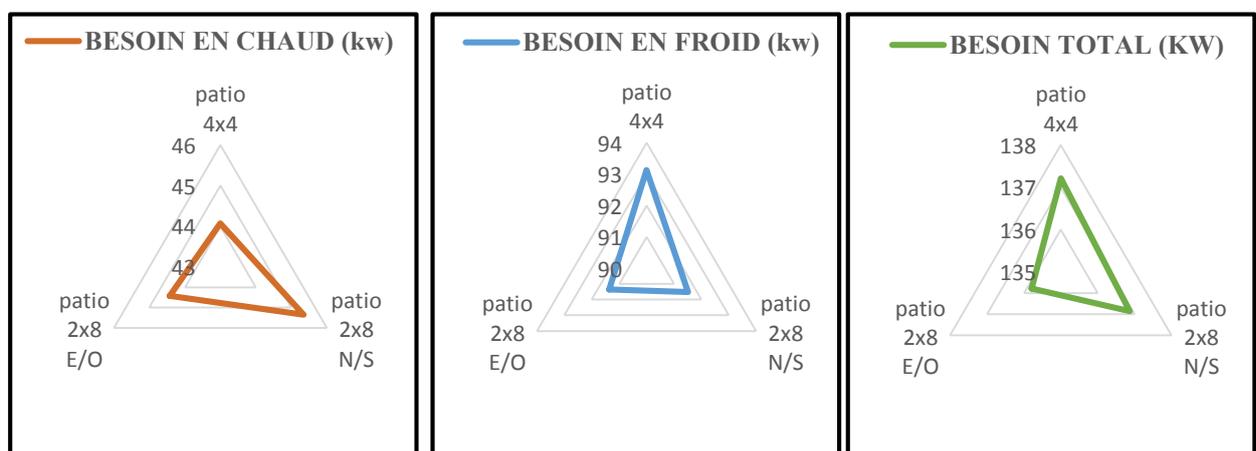


Figure 33 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à la forme et l'orientation du patio, source auteur

4.2.8 Le coefficient de la forme :

On va travailler le coefficient de la forme ($Cf = S/V^{2/3}$) avec plusieurs valeur de ce dernier. Donc, on va fixer la hauteur (4m) et on essaye de changer les autres dimensions de notre modèle pour atteindre CF égale à : 1 – 1,16 – 1,84 – 2,92 – 4,64. Donc on a 5 simulations.

Les résultats : Les données de sortie des simulations montrent que l'augmentation de la taille également le CF réduit les besoins en chauffage avec un potentiel de réduction d'environ 5% mais une réduction de 17% pour les besoins totaux dont le CF est inférieur, ainsi pour les charge de climatisation avec 31% de réduction.

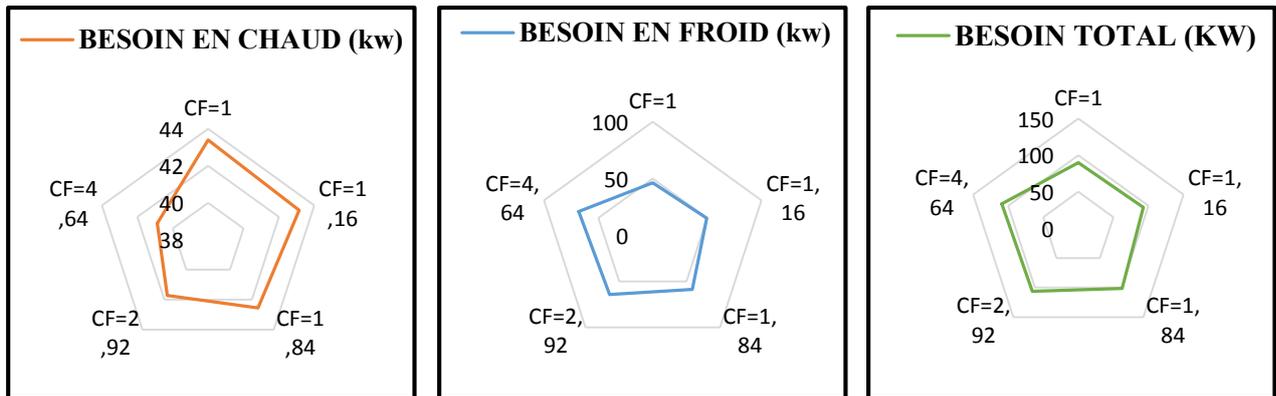


Figure 34 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au coefficient de forme source auteur

SYNTHESE :

Dans l'ensemble, L'analyse qu'on a effectué confirme des hypothèses déjà déclarés dans des études précédentes des chercheurs, Les résultats obtenus de chaque simulation nous ont permis d'identifier quels sont les paramètres prédominants qui influent sur la consommation d'énergie.

De ce fait nous disposons à suggérer un outil d'aide à la conception architecturale applicable à la ville d'Alger et ses environs à partir d'un classement des paramètres selon leur degré d'influence sur la consommation énergétique annuelle, tel que le taux de vitrage au premier lieu suivi de l'isolation. Alors afin de garder le même confort à l'intérieur du bâtiment tout en réduisant sa dépense énergétique il faudrait bien réfléchir au taux de vitrage, la composition et l'isolation des parois de l'enveloppe sans oublier la forme et l'orientation du bâtiment. Un graphe qui résume les résultats obtenus des simulations est représenté ci-dessous (figure).

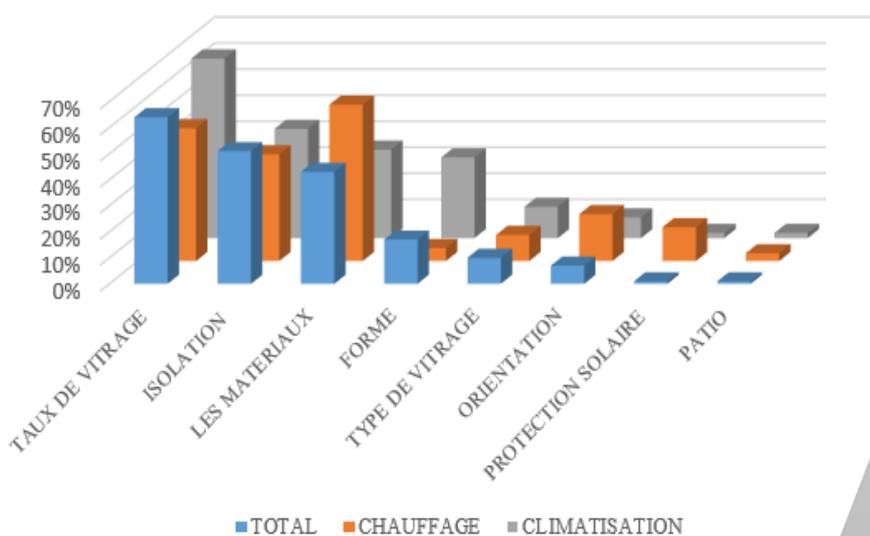


Figure 35 : comparaison entre les taux de réduction de la consommation d'énergie des différents paramètres étudiés/source : auteur

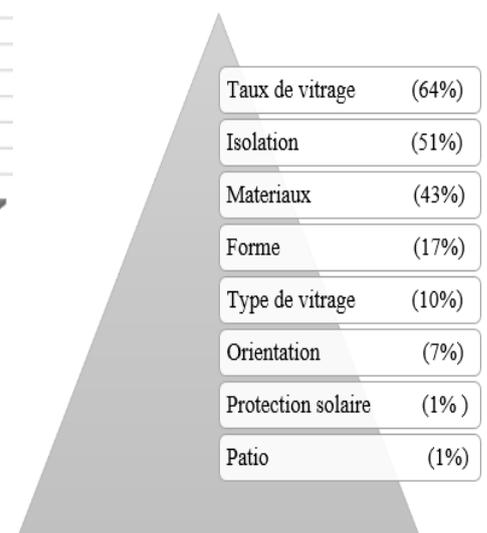


Figure 36 : outil d'aide à la conception obtenu par le classement des paramètres source auteur

5. Recherche thématique :

5.1 Introduction :

Aujourd'hui les équipements nouveaux suscitent un intérêt grandissant dans le paysage urbain. Le projet d'un siège administratif rentre dans le cadre de l'amélioration des conditions de l'activité tertiaire en matière d'équipement publics à grande envergure.

Le but de cette recherche thématique c'est d'élaborer un socle de données et avoir un maximum de connaissances avant d'entamer la conception architecturale.

5.2 Généralité sur les sièges administratifs :

Le siège administratif ou le bâtiment de bureaux est l'une des grandes icônes du XXe siècle. Les tours de bureau dominent les horizons des villes dans tous les continents l'indice le plus visible de l'activité économique, Du progrès social, technologique et financier, ils sont venus pour symboliser beaucoup de ce que ce siècle a été environ.³¹

Cela est vrai parce que ce bâtiment est le reflet le plus tangible d'un changement profond dans les modèles d'emploi qui a eu lieu au cours des cent dernières années. Dans l'Amérique d'aujourd'hui, l'Europe du Nord et le Japon, au moins 50 pour cent de la population active travaille dans des bureaux, contre 5% de la population au début du XXe siècle.

Il existe deux types d'équipement administratifs :

▪ Les équipements administratifs privés :

Y compris les bâtiments pour les bureaux d'avocats, des ingénieurs, des architectes peu importe leur emplacement et situation dans la ville.

▪ Les Equipements administratifs à service publics :

Les organismes gouvernementaux (tels que siège de ministère sièges de wilaya ...), Bureaux d'entreprises les banques, et les bâtiments des marchés boursiers, ainsi que les bureaux des agences, et des bureaux des services judiciaires. Ces édifices doivent être situés au centre de la ville près des axes importants de la ville.

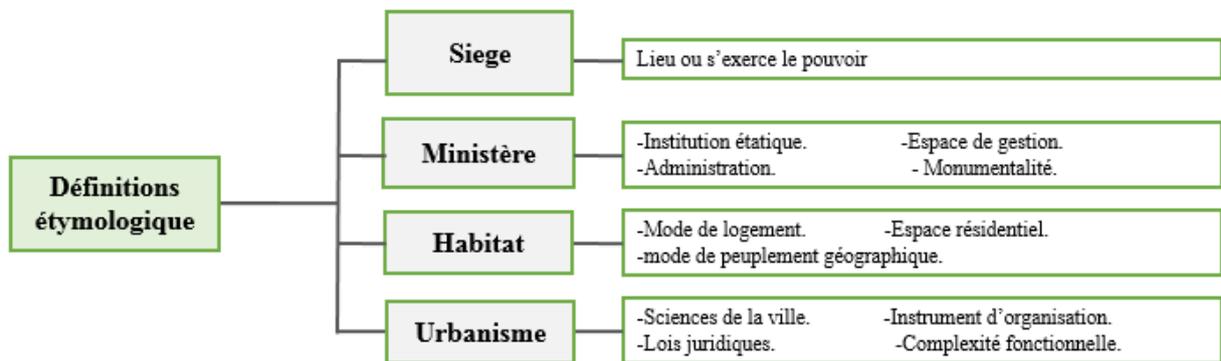
✚ Éléments fonctionnels dans le bâtiment administratif :³²

- Bureaux administratifs : le bureau Peut être privé, semi-privé ou bureau public (ouvert).
- Salles de conférence.
- Espaces Services : sanitaires, salle de soins (...)
- Les locaux techniques : la climatisation, l'entretien, les ascenseurs et les salles de contrôle
- Boutiques commerciales : peuvent être séparées ou regroupées, kiosque ou distributeur automatique.
- Réception : à l'entrée dans une zone relativement grande.
- Atrium ou espace commun : Espace récréatif et récréatif polyvalent.
- Cafétéria ou salle à manger.
- Aires de stationnement et parking.

³¹ WBDG Whole Building Design Guide / <https://www.wbdg.org/building-types/office-building>

³² <http://fr.slideshare.net>

5.3 Définition du ministère des affaires religieuses et wakfs :



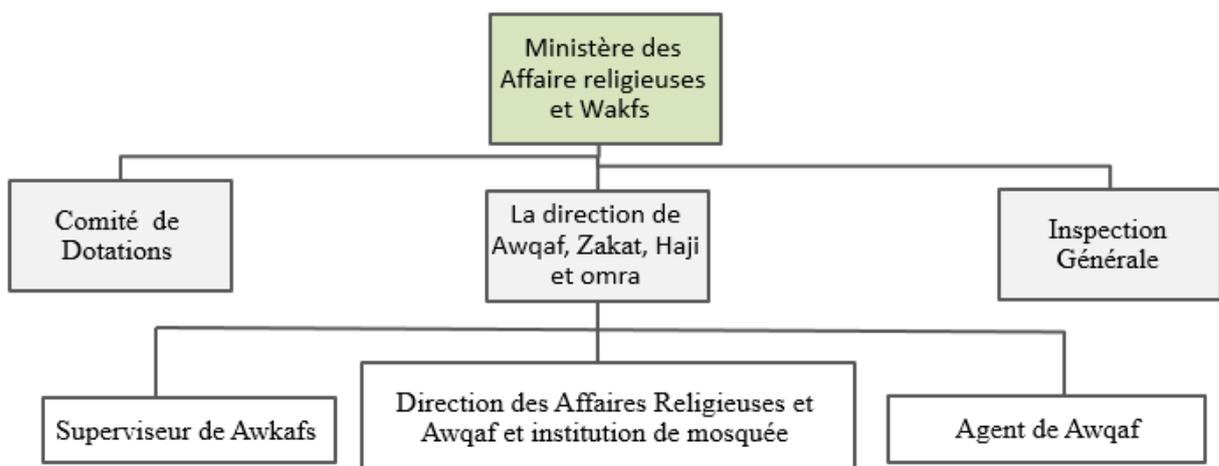
Un siège du ministère des affaires religieuses et Wakfs est un édifice où se loge une institution étatique qui a pour fonction la gestion des affaires de rites religieux à l'échelle nationale.³³

5.4 Aperçu historique :

Le ministère des Affaires religieuses et des Wakfs est l'un des plus anciens ministères fondé après l'indépendance, rien n'est surprenant parce qu'elle est l'outil de l'Etat et son dispositif au service de la vie spirituelle du citoyen ; Enraciné dans les constitutions et lois et les chartes dont la plus importante est la déclaration de 1er Novembre, c'est pourquoi l'existence de ce ministère des Affaires religieuses est si importante et utile .

Le ministère a connu plusieurs nominations depuis sa création à l'heure actuelle. Lors de la constitution, il porte le nom Awqaf jusqu'en 1971 où il s'unie à l'éducation sous le nom de «ministère de l'Education et des Affaires religieuses d'origine». Il a été séparé de l'éducation en 1980 et porte le nom du ministère des Affaires religieuses. En 2000, le mot Awkaf a été ajouté à cette dernière à cause de sa relation avec les affaires religieuses des Algériens, depuis lors le nom devient le ministère des Affaires religieuses et des Wakfs³⁴.

5.5 Structure de gestion d'un ministère :³⁵



³³ www.wikipedia.org

³⁴ http://www.marw.dz

³⁵ Dr. Aziez Salaheddine Administration of Islamic affairs(waqf/endowments, hajj, zakat, mosque..) in Algeria

5.6 Organisation fonctionnelle de MARW : ³⁶

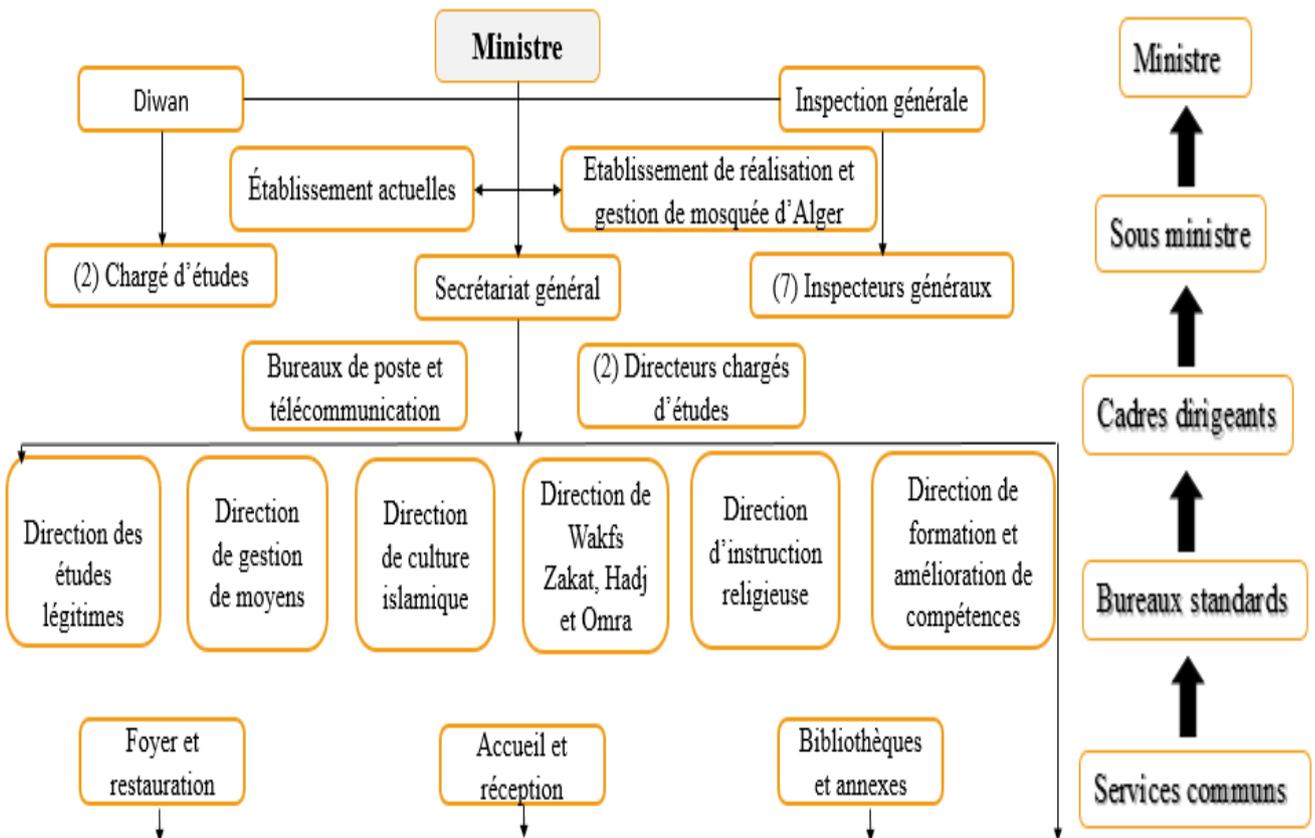


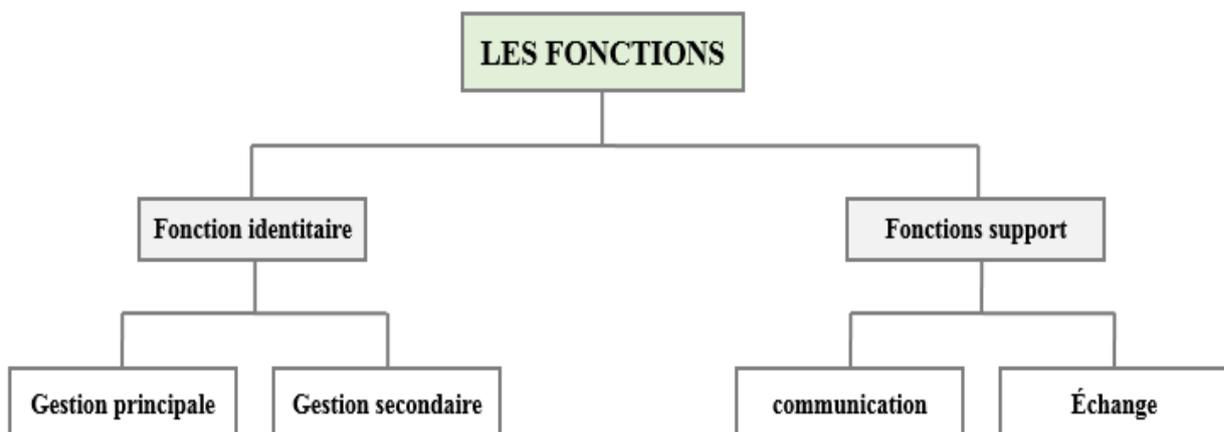
Figure 37 : organisation fonctionnel du MARW (source <http://www.marw.dz>)

5.7 Fonction et exigences spatiales d'un MARW :

a. Fonction :

A partir de l'organisation de MARW donné on peut déterminer une fonction identitaire et une fonction secondaire :

- **Fonction identitaire** : LA GESTION.
- **Fonctions support** : LA COMMUNICATION ET L'ECHANGE.



³⁶ <http://www.marw.dz>

b. Activités et espaces :

Objectif programmatif	Fonction	Activité identitaire	Activités	Espaces
Offrir une structure d'échange et de communication	Echange	-Regroupement. -Rencontres.	-séminaires. -Conférences. -congrès. -communiqués	-salle de conférence. -salles de réunions. -Auditorium
	Communication	-Information	-communiqués -Expositions -Publicités -Documentation. -consultation.	-S archives commune. -Hall d'exposition. -Centre de documentation
Valorisation de la fonction identitaire	Gestion principale	-Pouvoir. -Gestion(degré 1)	-travail. -réunions. -réceptions. -communication. -détente.	-Bureaux. -secrétariats. -réceptions. -salons. -archives.
Fragmentation	Gestion secondaire	-gestion(degré2)	-travail. -réunions. -réceptions. -détente.	-Bureaux. -secrétariats. -réceptions. -salons. -archives.

Tableau 12 : Fonction activité et espace source auteur

c. Exigences spatiales :

➤ **Les différentes typologies de surfaces :**

La présente norme recense les 3 grandes typologies de surface qui composent un bâtiment administratif standard :

- Les bureaux : • Individuels • Partagés : de 2 à 4 personnes • Paysager : > 4 personnes
- Les espaces connexes : • Espaces de travail complémentaires • Pause • Salle de conférences, salle de réunions • Copieurs • Accueil et réception
- Les autres espaces : • Sanitaires • Archives • Etc.

✚ **Les bureaux :**

Afin de favoriser les échanges et la communication, ainsi que la flexibilité des locaux, les bureaux seront aménagés dans des espaces individuels, partagés ou paysager.

- **Les bureaux individuels** : sont attribués en fonction des 3 critères suivants :
Niveau hiérarchique : Secrétaires généraux / Directeurs généraux et Directeurs.
Besoin de confidentialité : il s'agit de personnes qui, par leur fonction ou par leur secteur d'activité, sont amenées à traiter quotidiennement des données confidentielles.
Besoin de concentration permanent.
- **Les bureaux partagés / bureaux paysager** : Toutes les autres personnes non concernées par les 3 critères ci-dessus auront un bureau partagé ou paysager du type 3/4/5 ou 6.

▪ Surfaces types de bureaux et leurs équipements :

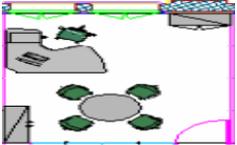
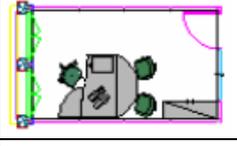
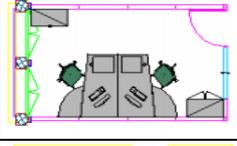
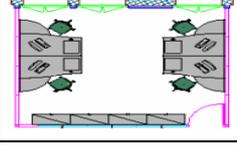
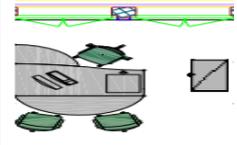
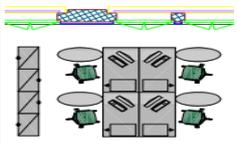
BUREAUX	TYPES	N° de poste	Profil d'utilisateur	Surface cible	Surf min	Surf max	Réunion
Individuels		01	P5	21m ²	14 m ²	30 m ²	¾ sièges visiteurs
		01	P2	14m ²	12 m ²	20 m ²	2 sièges visiteurs
Partagés		02	P1/2/4	20m ²	20 m ²	27 m ²	Dans salle d réunion
		04	P1/3/4	32m ²	30 m ²	40 m ²	Dans salle d réunion
Paysagers		01	P2	14m ²	12m ²	10m ² par poste	+ 2 sièges visiteurs
		N>4	P1/3/4	18+8* (N-2)m ²	18+6* (N-2)m ²	10m ² par poste	+ 2 sièges visiteurs

Tableau 13 : type de bureaux espaces et surfaces exigées source (source Norme et règles d'utilisation des locaux administratifs)

✚ **Espaces connexes :**³⁷

Les espaces connexes sont des surfaces mutualisées pour une ou plusieurs unités organisationnelles. Il s'agit d'espaces de travail (salles de conférences, espaces auxiliaires, etc.) ou de détente (espaces pause).

	Espaces	Ratio	Surface type	Rapport
Espace de travail supplémentaire	Cœur / Auxiliaires	0,9 m2 / poste	6 à 8 m2	1 espace pour 6 à 9 poste
Espace pause	Espace respiration / Café	0,4 m2 /poste	8 à 12 m2	1 espace pour 20 à 30 postes
	Espace réfectoire	0,3 m2 / poste	12 à 30 m2	1 espace pour 40 à 100 personnes
Espace de réunion	Salle de conférence/salle de réunion	1,4 m2 / poste	20 à 40 m2	1 espace pour 15 à 30 postes

³⁷ ETAT DE GENEVE / Norme et règles d'utilisation des locaux administratifs 18 novembre 2008

Espace copieur / courrier	Espace copieur / courrier	0,3 m2 / poste	6 à 9 m2	1 espace pour 20 à 30 postes
Espace accueil des administrés	Espace accueil des administrés	0,3 m2 / poste	40m2	Min 20m2 / max 200 m2
Espace réception des professionnels	Espace réception des professionnels	0,3 m2 / poste	30 m2	Mini 18m2 / maxi 50 m2
Espace de rangement	Dossiers communs Archives vivantes	0,8 à 2,5 m2	10 à 15 m2	1 espace pour 20 à 30 postes

Tableau 14 : espace connexes et leurs surfaces Norme et règles d'utilisation des locaux administratifs

➤ **Les exigences thermiques, visuelles et acoustiques :**

D'un point de vue physique du bâtiment, le confort intérieur comprend quatre aspects sont :

1. le confort thermique, que l'on peut diviser en confort thermique estival et hivernal.
2. la qualité de l'air intérieur.
3. le confort acoustique.
4. le confort visuel.

1) Confort thermique :

Si les niveaux de température et d'humidité dans les bureaux sont trop élevés ou trop faibles, les occupants peuvent être insatisfaits à l'égard de leur environnement, qu'ils jugeront inconfortable, et être moins efficaces dans leurs tâches. Le maintien de conditions confortables dans les bâtiments à ventilation mécanique dépend des six variables suivantes : la température de l'air, la vitesse d'écoulement de l'air, l'humidité relative, la température de rayonnement, le degré d'isolement des vêtements et le niveau d'activité des occupants. La norme 55 de l'ASHRAE³⁸ définit une « zone de confort » basée sur ces six variables comme étant celle où une majorité des occupants se sentent à l'aise.³⁹

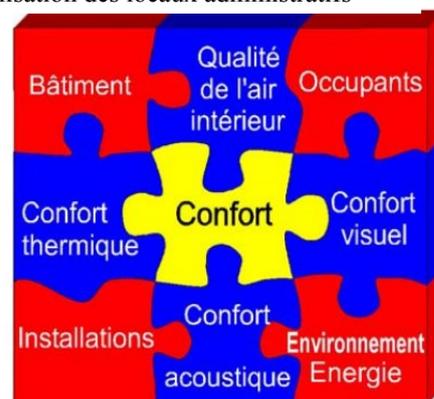


Figure 38 : Le confort intérieur d'un point de vue physique du bâtiment

Conditions	Températures opératives acceptables	
	°C	°F
Été (degré d'isolement des vêtements = 0,5 clo)		
Humidité relative 30 %	24,5–28	76–82
Humidité relative 60 %	23–25,5	74–78
Hiver (degré d'isolement des vêtements = 1,0 clo)		
Humidité relative 30 %	20,5–25,5	69–78
Humidité relative 60 %	20–24	68–75

Tableau 15 : Exemples de plages de température opérative jugées acceptables, basées sur les diagrammes de la zone de confort de la norme 55-2004 de l'ASHRAE

2) La qualité de l'air intérieur :

Pour obtenir une bonne qualité de l'air intérieur (QAI), on doit tenir compte de nombreux facteurs, tels que : le type et la quantité des contaminants ainsi leur déplacement dans l'espace, l'apport d'air extérieur, tant en qualité qu'en quantité, le mouvement de l'air, la propreté des bureaux et du système de ventilation.

³⁸ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

³⁹ ASHRAE. *ANSI/ASHRAE Standard-55- 2004: Thermal environmental conditions for human occupancy*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, 2004.

3) Le confort acoustique :⁴⁰

Le bruit est un mal omniprésent dans les bureaux individuels et paysagés et résulte d'un niveau de réverbération trop prononcé qui conduit à une élévation du niveau sonore. Les conséquences directes sont une diminution de la concentration et de la productivité.

Le temps de réverbération est la durée de persistance du son après l'arrêt de la source.⁴¹ Plus ce temps est élevé, plus le bruit se réfléchit et s'accumule dans la pièce conduisant à une élévation du niveau sonore et une perte d'intelligibilité. Pour réduire le temps de réverbération, l'unique solution est d'ajouter des matériaux absorbants. Ceux-ci peuvent être de formes variées (panneaux acoustiques, stores acoustiques et ou mobilier acoustique). L'absorption du son ne suffit pas à traiter les effets induits par le champ direct c'est à dire conséquences du bruit (conversations, machines...) de proximité. Il est nécessaire d'inclure dans les projets d'aménagement des séparations mobiles (types écrans acoustiques ou cloison nettes acoustiques). Ce mobilier doit par ailleurs être absorbant pour maximiser le bénéfice sur le plan acoustique.

4) Le confort visuel :⁴²

L'éclairage doit être conçu et réalisé de manière à éviter la fatigue visuelle, ainsi que les affections de la vue qui en résultent et permettre de déceler les risques perceptibles à la vue. Les locaux de travail doivent autant que possible disposer d'une lumière naturelle suffisante.

En matière d'éclairage, il est impératif d'être vigilant aux principes suivants :

- Donner la priorité à l'éclairage naturel
 - Assurer un niveau d'éclairement suffisant
 - Éviter l'éblouissement et les rayonnements gênants
 - Assurer la bonne maintenance des installations
 - En fait, il s'agit de combiner quantité et qualité de lumière
- **Aide-mémoire pour la conception de l'éclairage des espaces de travail**
- **Locaux tertiaires - immeubles de bureaux :**
 - Salon réception, couloirs ou activité intermittente : 150 lux
 - Travail de bureau : 200 à 300 lux
 - Salles de conférences : 300 lux

SYNTHESE :

A travers l'analyse nous pouvons ressortir 3 familles qui correspondent à 3 entités :

La première entité est occupée par le cabinet du ministre ainsi que par ses directions principales correspondant à la fonction identitaire qui est la gestion (degré 01). La deuxième entité est occupée par les directions secondaires correspondant aussi à la gestion (degré 02). La troisième entité est occupée par les infrastructures communes correspondant à l'échange, la communication et le regroupement.

5.8 Analyse des exemples :

Trois projets sont étudiés comme exemples pour enrichir la recherche thématique :

- Ministère de l'intérieur de Géorgie.
- Ministère des travaux publics, Chili.
- Ministère de l'économie en Argentine.

⁴⁰ <http://www.acousteo.fr/solutions/bureaux-confort-acoustique/>

⁴¹ www.acousteo.fr/glossaire

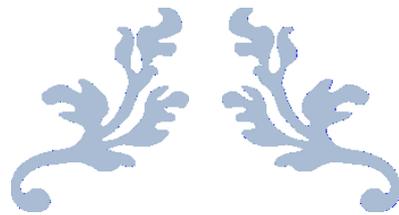
⁴² <http://www.preventica.com/actu-enbref-actineo-eclairage-agreable-1091111.php>

6. Conclusion

A la fin de ce chapitre, on estime que nous avons assez d'informations et des bases pour la réalisation de notre projet architectural. Les définitions des concepts nous ont permis de se familiariser avec les thèmes traités au cours de notre recherche, ainsi que les dispositifs et stratégie bioclimatiques tirés qui nous ont permis de ressortir les recommandations qui vont à leur rôle nous aider dans la partie esquisse du projet. On a pu établir des concepts et modèles d'optimisation énergétiques clés qui nous donnent l'identité et la performance des projets énergétiquement efficace et c'est grâce à cette partie théorique que nous avons maintenant les appuis qui serviront de bases pour l'élaboration de notre projet architectural.

Nous avons aussi acquis de connaissances de matière d'efficacité énergétique grâce aux lectures, recherches et simulations pour mettre en œuvre la partie approche énergétique à l'échelle architecturale. Les résultats obtenus de cette partie nous ont servi d'appuis pour concevoir des projets qui s'inscrivent dans les normes du développement durable dans le climat d'Alger.

Les recherches thématiques effectuées et associées des exemples ont servies à élaborer des cahiers de charges et des programmations exigées par notre projet.



Chapitre III

Projet



1. Introduction

Le projet architectural reflète la synthèse et la prise de décision vis-à-vis de références théoriques, formelles et constructives, ainsi le projet doit être pensé dans son contexte, organisé par rapport aux exigences du programme, et inscrit dans une théorie. Dans ce chapitre on va entamer notre conception à l'aide des résultats obtenu dans le chapitre précédant afin d'obtenir un bâtiment a basse consommation.

2. Analyse du site :

2.1 Contexte national :

Alger, "El Bahdja, la Blanche, capital politique, administrative et économique" représente par sa position stratégique, comme chef-lieu de la capitale algérienne, située au nord centre du pays et occupe une position géostratégique intéressante, un carrefour essentiel entre l'Eurasie et l'Europe de l'Ouest en passant par l'Afrique du Nord. (Point de vue des flux et échanges économiques avec le reste du monde, que du point de vue géopolitique). Elle s'étend sur plus de 809 Km².



Figure 67 : situation d'Alger au niveau national source Google image

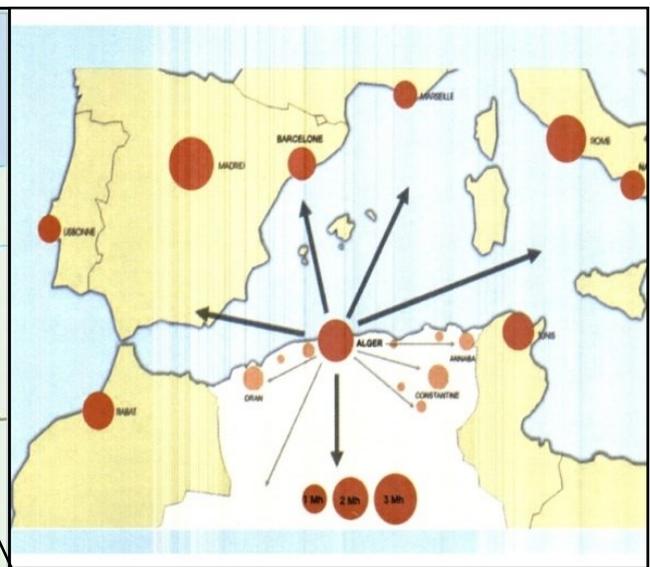


Figure 68 : situation d'Alger au niveau international, source Google image

Alger est délimitée par :

- Blida au sud a 51km.
- Tipaza au nord-ouest a 70km.
- Boumerdes au sud-est a 20km.
- La mer méditerranée au nord.

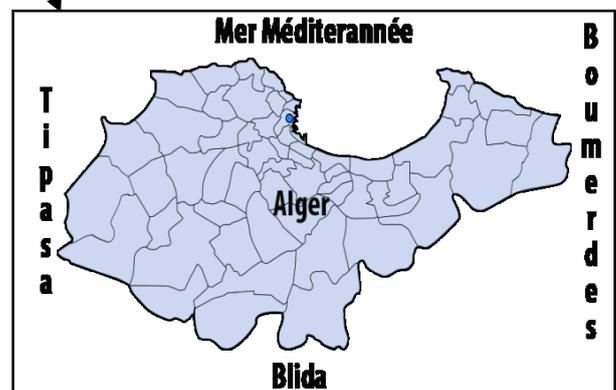


Figure 69 : situation d'Alger au niveau locale source Google image

2.2 Contexte Communal :

2.2.1 Situation de la commune d'Hussein Dey :

Hussein Dey est une commune côtière située à 10 KM à l'Est du centre d'Alger, elle s'étend sur une superficie de 125 ha / 1,25Km². Située dans la demi-couronne de la baie d'Alger, ainsi elle donne sur la mer méditerranée en sa limite Nord, elle s'étire sur une bande longue de 3Km.

La commune est délimitée à l'est par la bretelle d'autoroute du caroubier, au nord par la mer, à l'ouest par le chemin des fusillés qui la sépare de la commune de Belouizdad (ex-Belcourt) et au sud par les communes d'El Magharia et Kouba.

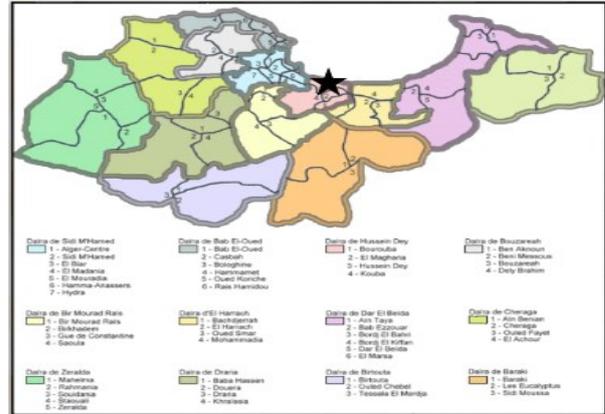


Figure 70 : délimitation de la commune d'Hussein dey source Google image

2.2.2 Accessibilité :

L'accessibilité à Hussein Dey s'effectue par diverses échelles :

- **L'échelle territoriale :** la voie ferrée (le train) et la route nationale n°11.
- **L'échelle métropolitaine :** l'Autoroute ALN n°11 qui est parallèle à la voie ferrée. La pénétrante des Annassers qui facilitent l'accessibilité à la commune au niveau de sa partie ouest en reliant les axes qui la traversent (autoroute est, Tripoli, Fernane, ALN La bretelle de Oued Ouchayah : permet l'accès à la commune en sa partie Est.

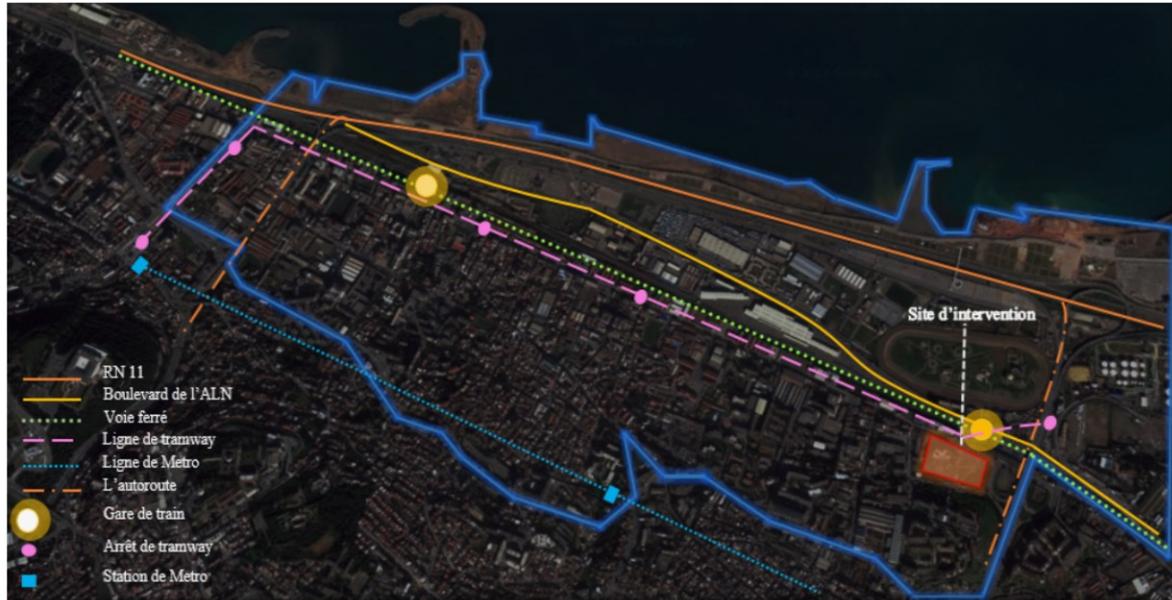


Figure 71 : vue aérienne sur Hussein dey source Google Earth réadapté par auteur

2.2.3 L'échelle urbaine :

Notre aire d'étude est le quartier de la Cote rouge, qui s'inscrit dans le POS U31.

2.2.4 L'échelle Locale :

a. Choix du site d'intervention :

Le diagnostic rapide de la région montre une absence confirmée de structuration pouvant faire de la région un ensemble urbain harmonieux, on note un déficit réel en matière d'équipements et d'infrastructures.

Cependant des éléments nouveaux se présentent déjà autour du site : tel que la nouvelle station de tramway en correspondance avec la ligne ferroviaire(en cours d'amélioration) : sans oublier les liaisons autoroutières que ce soit avec la route nationale n°11, et l'échangeur menant vers le tunnel de oued Ouchayeh. Ainsi que l'institut des sciences sociales qui surplombe le projet en hauteur.

Ces éléments participent à l'accessibilité et la mise en valeur de tel projet par rapport à une assiette désenclavée et délaissée jusqu'à présent.

b. Localisation du terrain :

L'assiette du nouveau siège Ministère des affaires Religieuses et des Wakfs se situe à Hussein Dey, sis à Rue Tripoli, Alger .Elle est dotée d'une parcelle de terrain de forme trapézoïdale qui s'étend sur une surface totale de 25000m².



c. Environnement immédiat :

L'environnement immédiat au site est caractérisé par une forte concentration d'équipement à caractères multiples.

Figure 72 : Vue aérienne du site source Google Earth réadapté par auteurs

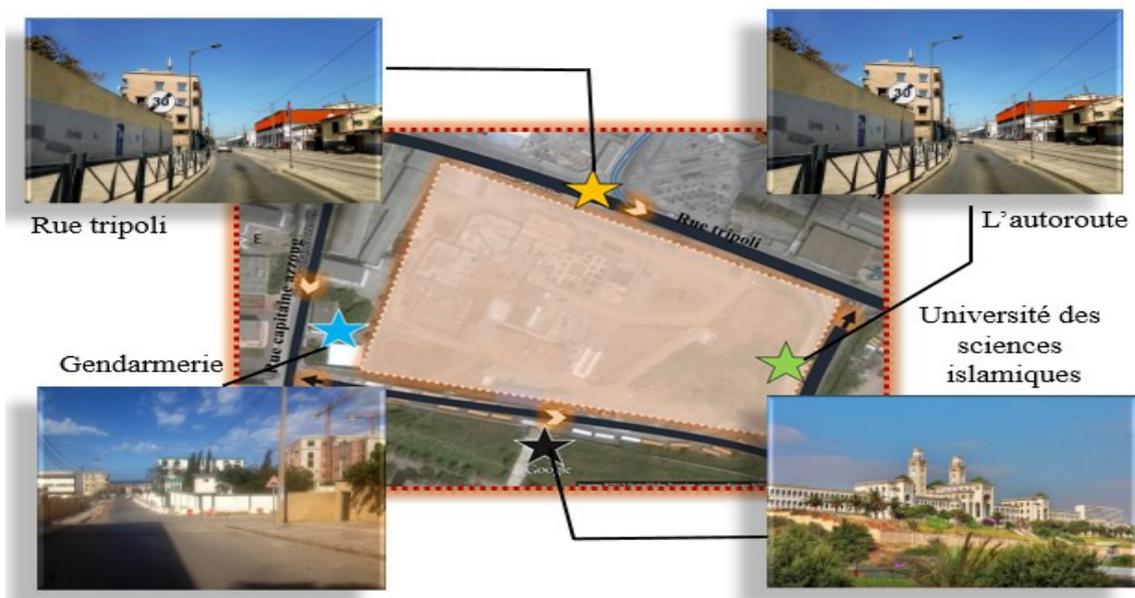


Figure 73 : Environnement immédiat source auteur

L'assiette est limitée comme suite :

- Au Nord : la rue tripoli.
- Au Sud : l'institut des sciences sociales.
- A l'Est : ALN.
- A l'Ouest : la gendarmerie, la rue menant vers l'institut des sciences sociales.

d. Les activités existantes et Gabarit

On distingue plusieurs activités autour de notre site d'intervention (éducation, administration, commerce) voir figure 4, tous les habitats qui donnent sur la rue de Tripoli contiennent de commerce en RDC.

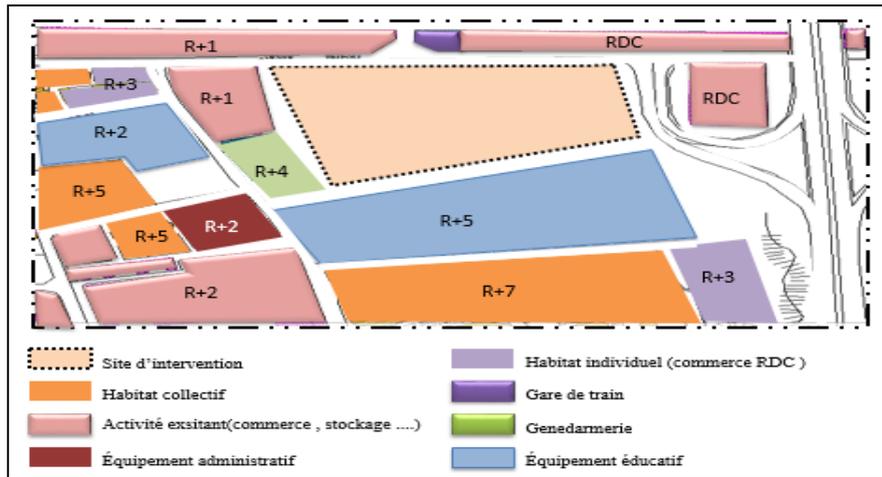


Figure 74 : Carte des activités et gabarits source auteurs

Le gabarit varie entre un faible (RDC, R+1), moyen (R+3, R+5) fortement présent dans l'habitat collectif, et enfin fort (R+6) dans l'institut des sciences islamique. Cette variété avec la dominance du faible et moyen gabarit donne une homogénéité visuelle à la ville.

e. Voiries et accessibilité :

Le site porte une accessibilité depuis tous les côtés, du Nord la route principale de Tripoli, de l'Est le boulevard de ALN et la rue de oued Ouchayeh, une voie du côté Sud et une voie secondaire du côté Ouest.



Figure 75 : Accessibilité au site source auteur

f. Les vues :



Figure 76 : vues du site source auteur

Synthèse de l'échelle locale :

Notre site d'intervention se situe sur un axe important, dans une zone a forte concentration d'équipements. Le terrain en question porte une situation et une forme particulière vue son emplacement Il présente une facilité d'accessibilité et différentes percées visuelles vers des paysages urbains et naturels.

2.2.5 Les variables des données géographiques :

- **La Géologie du site**

La région d'Alger est classé Zone III : sismicité élevée « Zone en vert foncé ». Le facteur sismique est donc à prendre en compte lors de la conception ainsi que le choix de la structure.

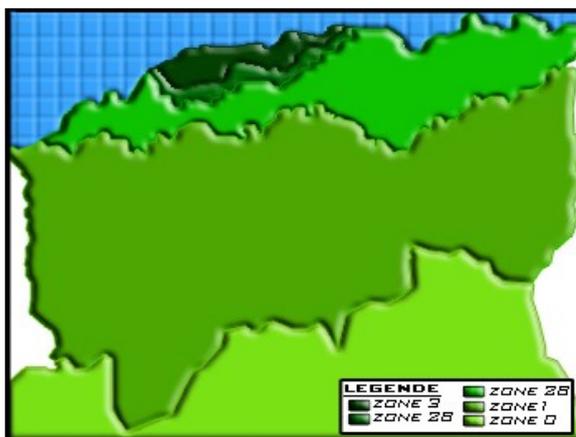


Figure 77 : Carte de zonage sismique du territoire national source Google

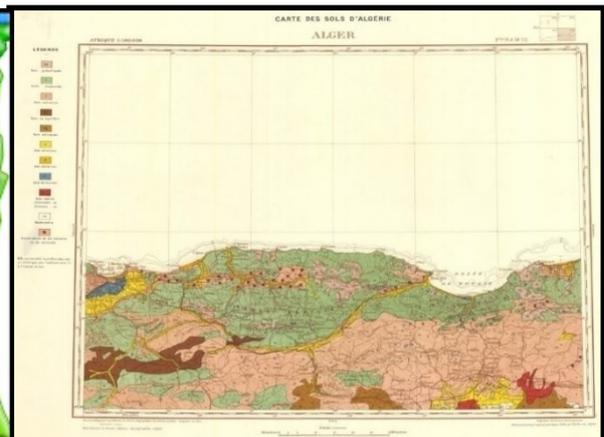
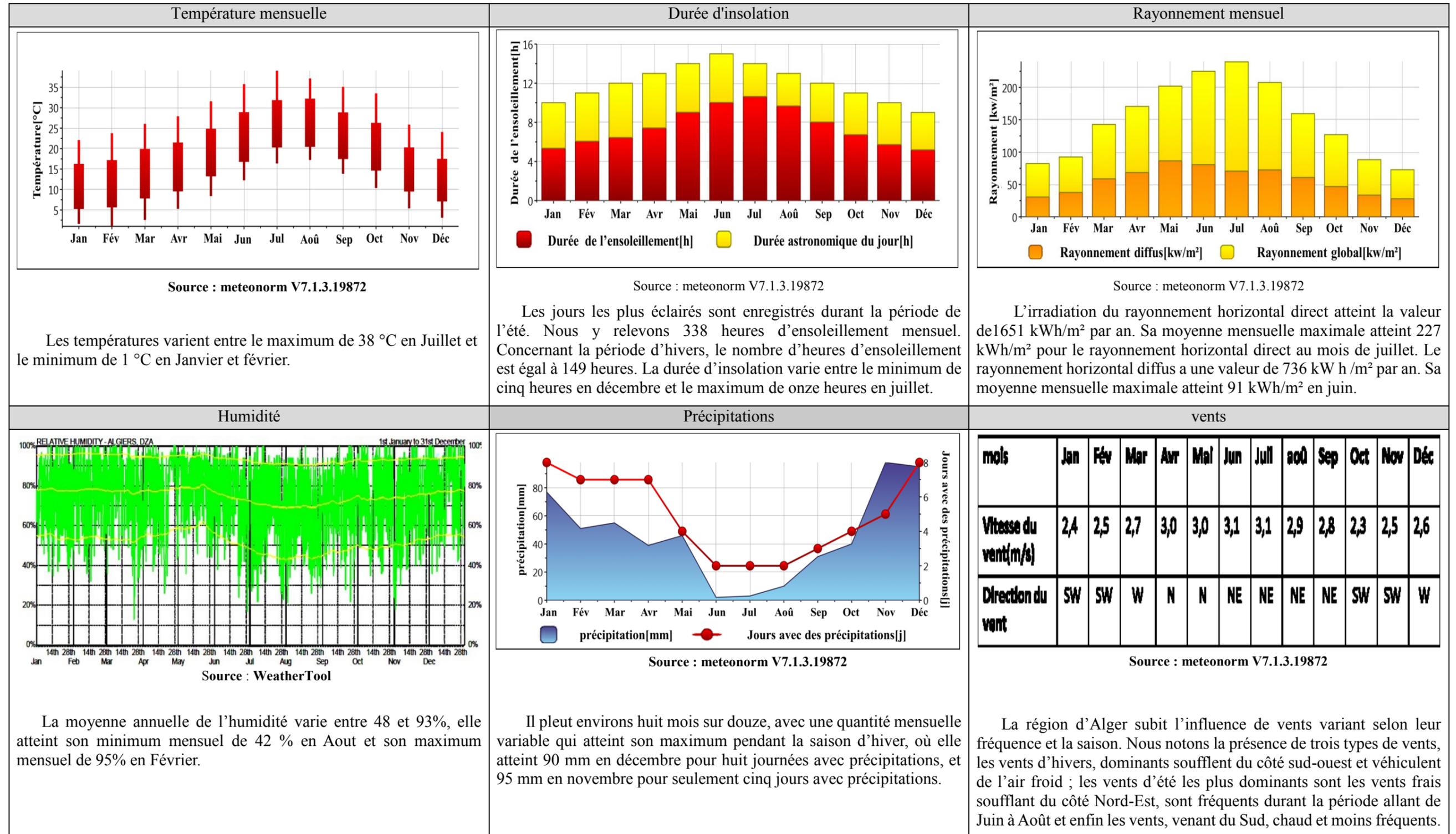


Figure 78 : Carte des sols de région d'Alger source Google

3. Approche bioclimatique :

3.1 les données climatiques



Synthèse :

D'après l'analyse climatique de Hussein dey et vu sa localisation au niveau du littoral sa donne faveur a un climat méditerranéen qui se caractérise par ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides. Ces résultats reçus après cette analyse nous obligent à arriver à une architecture durable qui s'adapte à ces conditions climatiques afin d'assurer un certain confort aux occupants.

3.2 Analyse bioclimatique :



Figure 79 : carte schématique des variantes climatiques (vents et ensoleillement) source auteur

Pour l'analyse bioclimatique d'Hussein Dey, la méthode utilisant le diagramme psychométrique a été choisie, elle repose essentiellement sur une analyse des données climatiques de la région. Voir tableau (16)

L'exploitation du diagramme psychométrique de Givoni fait ressortir des recommandations conformes au climat de la région.

Température	Jan	Fév	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T° Moy/m max	16,5	17	19,5	21,5	25	28,5	31,5	32,5	28,5	26,5	20	17,5
T° Moy/m min	5,5	6	8	10	13	17	20,5	20,5	17,5	15	9,5	7,5
Humidité %												
HR Moy/m max	94%	95%	94%	93%	94%	93%	91%	90%	91%	93%	92%	94%
HR Moy/m min	55%	53%	52%	54%	58%	56%	48%	42%	44%	50%	50%	53%

Tableau 16 : données climatique d'Hussein Dey Source métronome

3.3 La température de confort :

Température	T moyenne	T moyenne de confort
T d'été (le mois le plus chaud)	26,3 C°	25,9 C° (+2,5 ou -2,5)
T d'hiver (le mois le plus froid)	10,2 C°	20,9 C° (+2,5 ou -2,5)

D'après le diagramme ci-dessus la température de confort de cette zone est:

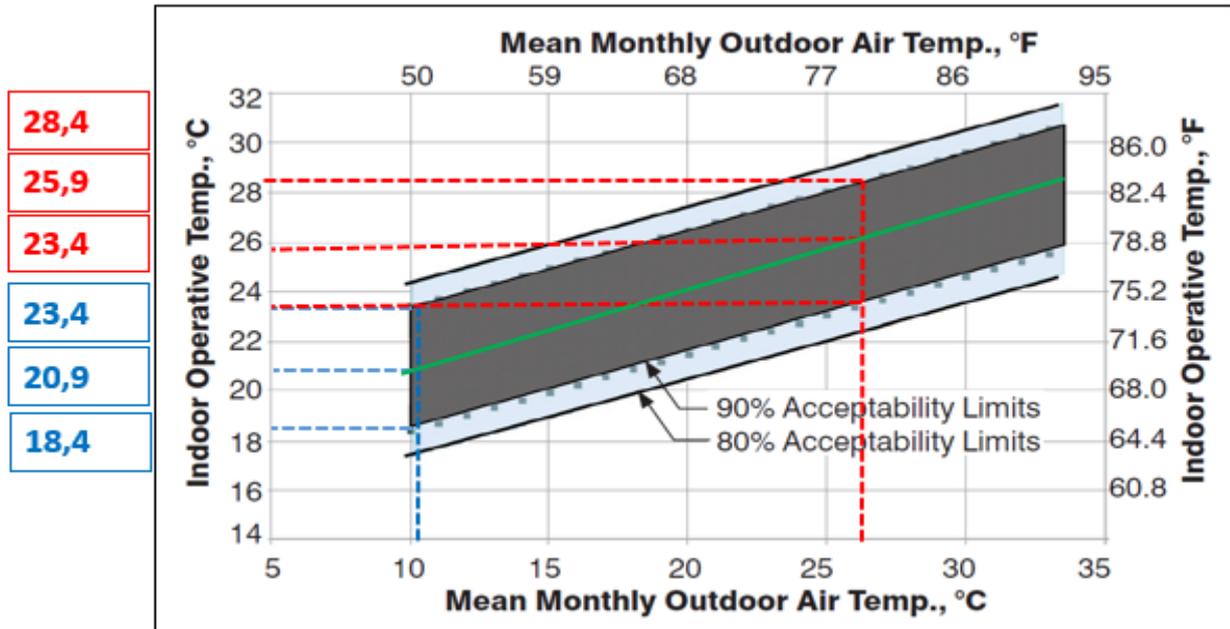


Figure 80 : gammes de confort adaptatif selon la température moyenne extérieure mensuelle (source : ASHARAE standard 55-2004) modifier par auteur

- 20,9 en hiver
- 25,9 en été

Mais la zone de confort de cette zone est :

- Entre 18,4 (min) et 23,4 (max) en hiver
- Entre 23,4 (min) et 28,4 (max) en été

3.4 Génération des stratégies conceptuelles bioclimatiques :

3.4.1 Diagramme de Givoni :

L'utilisation du diagramme bioclimatique permet de savoir si l'espace considéré se trouve dans la zone de confort (zone verte sur le diagramme) ou hors de cette zone pour chercher quels aménagements à apporter pour retrouver le confort (circulation d'air, chauffage, humidification, rafraîchissement par évaporation, action de la masse thermique ..)⁴³.

Le diagramme psychométrique permettra de déterminer :

- a. La zone de confort ;
- b. La zone de surchauffe ;
- c. La zone de sous chauffe.

⁴³ Oued-Hennia, A. « choix climatique et construction, zones arides et semi-arides : la maison à cour de Boussaâda ». Thèse de doctorat, école polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 2003 page 180

✚ Lecture de diagramme :

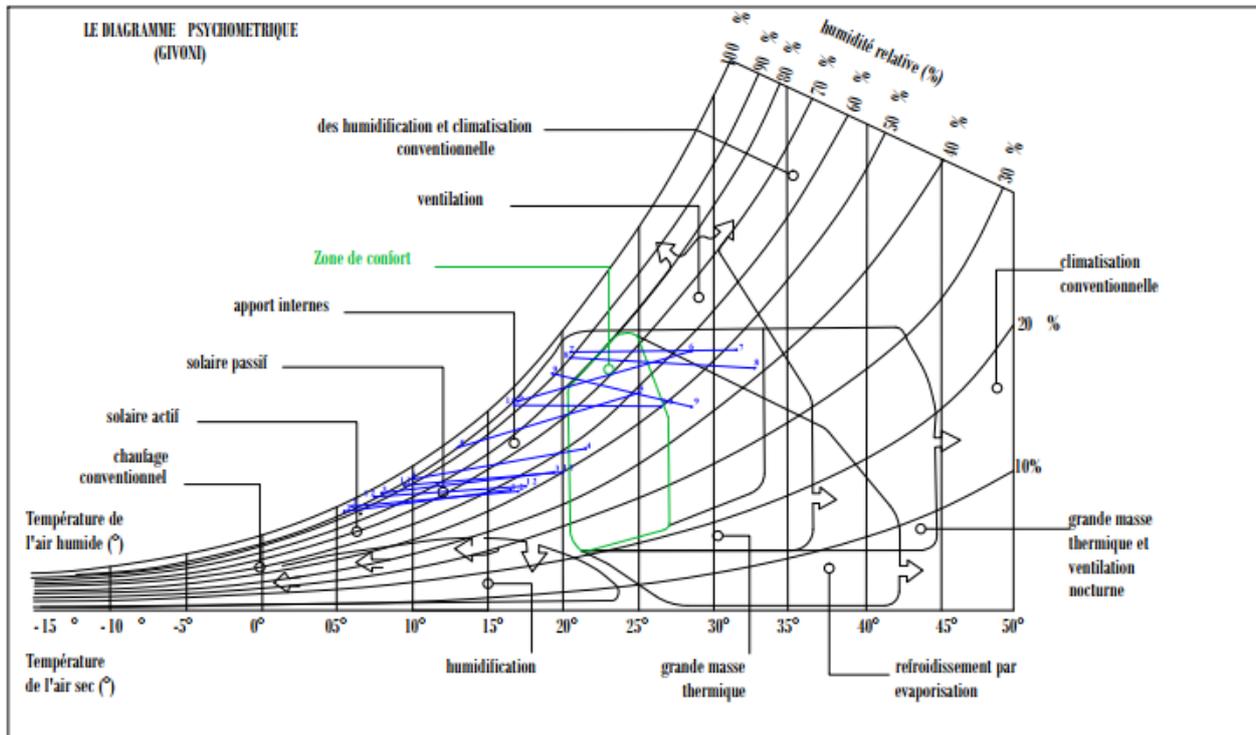


Figure 81 : Diagramme bioclimatique d'Hussein Dey source auteur

La lecture du diagramme de Givoni permet d'établir les recommandations suivantes pour la commune d'Hussein Dey :

- Un système actif est nécessaire les mois de janvier février mars novembre et décembre (nuits).
- Un système passif (utilisation de l'énergie solaire sans utilisation d'équipements spécifiques, la chaleur est captée, stockée et restituée, via ses ouvertures et les murs) est nécessaire les mois de janvier février mars novembre et décembre (jours) et avril et mai (nuits).
- Les apports internes suffisent pour atteindre le confort, donc le chauffage n'est pas nécessaire durant les mois juin septembre et octobre (nuits).
- Aussi pendant la période d'hiver qui correspond au mois janvier février mars novembre et décembre (jours) on a recours à la masse thermique.
- Période du confort durant laquelle ni le chauffage ni la ventilation ne sont nécessaires les jours de avril mai et octobre et septembre.
- Pendant la période d'été qui correspond au mois de juin, juillet, août, (jours) on a recours à la masse thermique et au refroidissement par évaporation associé à une ventilation nocturne, ce sont les stratégies recommandées pour la zone de surchauffe afin de réintégrer le confort d'été.

3.4.2 Méthode de mahoney :

Carl Mahoney a développé une méthode de traitement des données climatiques très simple, ce sont une série de tableaux de référence d'architecture utilisée comme guide pour obtenir des bâtiments confortable, adapté aux conditions climatiques ces tables sont constituées d'une suite de 6 tableaux⁴⁴.

Cette méthode permet au concepteur d'arriver à partir de données climatiques (Température, Humidités relative, Précipitations, Vents) à des recommandations de confort spécifiques au site d'intervention sans recours au chauffage et à la climatisation.

Par l'application de la méthode de Mahoney sur la commune de Hussein Dey sous la latitude 36°73 Nord, On a abouti à un certain nombre de recommandations nécessaires à la réalisation du confort hygrothermique dans le bâtiment, variant du général (implantation, orientation ...) jusqu'au détail (dimension des ouvertures).

➤ Synthèse des recommandations spécifiques :

- ✓ Plan compact avec cours intérieures.
- ✓ Protection contre les vents chaud /froids.
- ✓ Bâtiments à double orientations permettant une circulation d'aire intermittente.
- ✓ Dimensions des ouvertures moyennes, 25à 40 % de la surface des murs.
- ✓ Ouvertures dans les murs Nord et Sud, à hauteur d'homme du coté exposé au vent.
- ✓ Construction massive, décalage horaire supérieur à 8hs.
- ✓ Toiture légère et bien isolée.

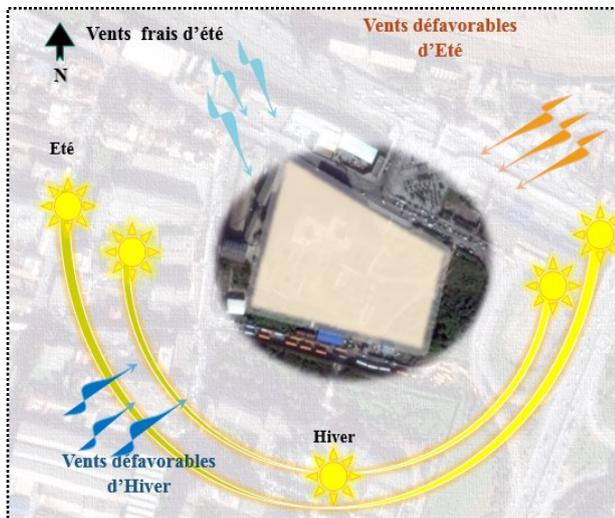
Les recommandations à satisfaire pour les espaces intérieurs, s'avèrent à une région climatique ou les éléments principaux en considération sont le rayonnement solaire et la température de l'air.

⁴⁴ Oued-Hennia,A. « choix climatique et construction, zones arides et semi-arides : la maison à cour de Boussaâda ».Thèse de doctorat, école polytechnique Fédérale de Lausanne,suisse,2003

4. Approche programmatique :

Département	Espace	unité	Surface	Surface total	Ambiance recommandée	
Infrastructures communes	Salle de conférence	1	250 M ²	250M ²	isolation acoustique, ventilation permanente	
	Salle d'attente	2	50M ²	100M ²	siège d'attente confortable	
	Hall d'accueil	1	170 M ²	170M ²	Espace dégagé, lumière naturelle	
	Salle de réunion	6	60M ²	360M ²	600M ²	lumière naturelle, bonne ventilation
		3	80M ²	240M ²		
	Salle de travail	1	120M ²	120M ²	ventilation naturelle, éclairage naturel, T° 22c° en été, 20c° en hiver, humidité 50 à 60%	
Salle de lecture	1	130M ²	130M ²	ventilation naturelle, éclairage naturel, T° 22c° en été, 20c° en hiver, humidité 50 à 60%		
Services technico-administratifs	Salle de prière	4	70M ²	280M ²	520M ²	Orienté ver qibla
		6	40M ²	240M ²		
	Restaurant	1	120M ²	120M ²	210M ²	Vue vers l'extérieur
	Foyer (cafétéria)	1	90M ²	90M ²		
		2	60M	120M ²		
	Cuisine	1	50M ²	180M ²	Espaces isolé du publique	
	Dépôt cuisine	1	130M ²			
	magasin	3	80M ²	240M ²		
	Archive principal	1	140M ²	140M ²		
	Atelier de réparation	1	140M ²	140M ²		
	Dépôt	1	150M ²	150M ²		
	Garage	2	50M ²	100M ²		
	Locaux techniques	2	30M ²	60M ²		
	Local bêche d'eau	1	30M ²	30M ²		
	Local technique (électricité,	13	7M ²	91M ²		
	Sanitaires	16	10M ²	160M ²	370M ²	Ventilation naturelle
		16	20M ²	170M ²		
Salle de tirage	2	30M ²	60M ²	/	/	
Salle de photographie	1	25M ²	30M ²	/	/	
Salle d'entretien	4	10M ²	40M ²	/	/	
Directions secondaires	Bureau d'inspecteur	12	30M ²	360M ²	éclairage naturel, bonne ventilation	
	Secrétariats	21	25M ²	525M ²		
	Bureaux chef d'assistants	35	30M ²	1050M ²		
	Bureaux d'assistants	60	40M ²	2400M ²		
	Bureau de comptabilité	3	25M ²	75M ²		
	Bureaux des offres sociales	2	25M ²	50M ²		
	Réception	16	30M ²	480M ²		
	Archives	13	25M ²	325M ²		
Directions principales	Bureau de Conseiller	13	35M ²	210M ²	éclairage naturel, bonne ventilation	
	Bureau de directeurs	11	40M ²	440M ²		
	Inspecteur général	1	60 M ²	60M ²		
	Secrétariat générale	1	70M ²	70M ²		
	Bureau du ministre	1	84M ²	84M ²		
	Salon d'honneur	1	60M ²	60M ²		
	Annexe ministre	1	160M ²	160M ²		
	Secrétariats	3	20M ²	60M ²		
	Réception	3	20M ²	60M ²		
	Bureau de sécurité	1	16M ²	16M ²		
Circulation verticale	escalier	8	16M ²	96M ² +21M ²	137M ²	Visible au publique
	Ascenseurs	4	4M ² +3M ²	12M ² +3M ²	15M ²	Visible et repérable (pour ascenseurs publics), Isolé du publique pour les monte du charges

5. Synthèse des recommandations :



➤ Recommandations tirés des simulations

- la meilleure orientation pour le site considéré est l'orientation sud.
- le taux de vitrage recommandé est de 10%.
- le meilleur type de vitrage est le double vitrage avec $U=1.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- la brique est le meilleur matériau.
- l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant jusqu'à 10 cm réduit la consommation d'énergie.
- le réflecteur recommandé est de 12,5 %
- le patio allongé sur l'axe E/O diminue la consommation énergétique.

➤ Recommandations de Givoni

- **Un système actif** est nécessaire les mois de janvier février mars novembre et décembre (nuits).
- **Un système passif** est nécessaire les mois de janvier février mars novembre et décembre (jours) et avril et mai (nuits).
- **Les apports internes** suffisent pour atteindre le confort durant les mois juin septembre et octobre (nuits).
- pendant la période d'hiver qui correspond au mois janvier février mars novembre et décembre (jours) on a recours à **la masse thermique**.
- Pendant la période d'été qui correspond au mois de juin, juillet, août, (jours) on a recours à **la masse thermique** et au **refroidissement par évaporation** associé à une **ventilation nocturne**.

➤ Recommandations de Mahoney

- Plan compact avec cours intérieures.
- Protection contre les vents chaud /froids.
- Bâtiments à double orientations permettant une circulation d'aire intermittente.
- Dimensions des ouvertures moyennes, 25à 40 % de la surface des murs.
- Ouvertures dans les murs Nord et Sud, à hauteur d'homme du côté exposé au vent.
- Construction massive, décalage horaire supérieur à 8hs.
- Toiture légère et bien isolée.

6. Approche conceptuelle :

6.1 Introduction :

D'après **Jean Pierre Eperon** « Le projet d'architecture prend forme à travers un débat sur le sens de modèle, sur la signification de la référence, sur la pertinence des principes ou des archétypes ».

Un projet architectural nécessite des fondements théoriques afin de permettre à l'architecte de justifier les principes qui guident sa réflexion et sa méthode par une manière cohérente.

« Le projet est façonné par l'enchaînement d'arguments, la mise en ordre de conception, l'évolution de critère. Bref par l'entrelacement de multiples éléments (...) le projet est le fruit de processus de décomposition mentale ». **Oswald Ungers**

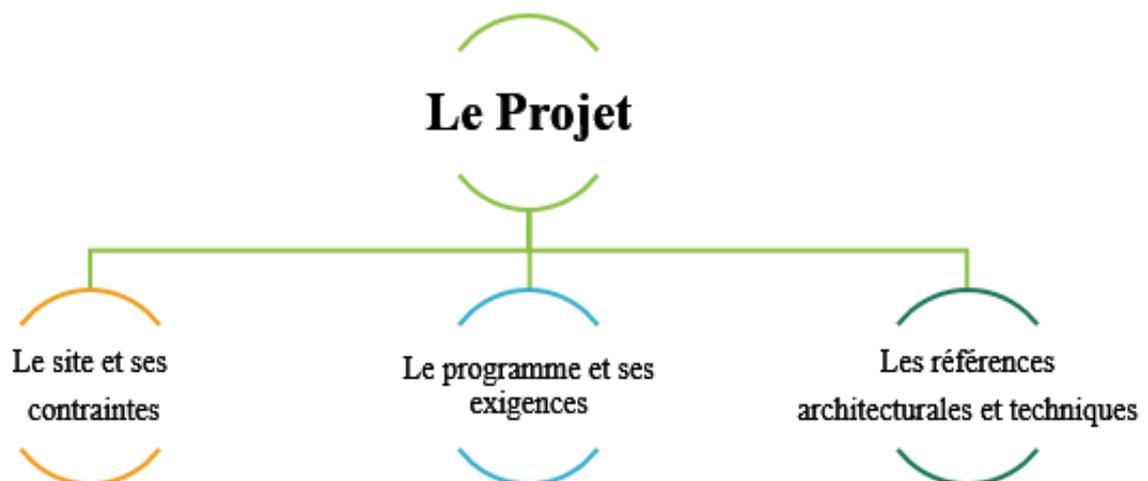
Cette phase comportera 2 étapes :

- la démarche conceptuelle.
- Les concepts.

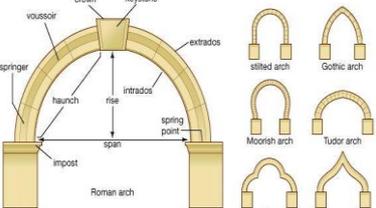
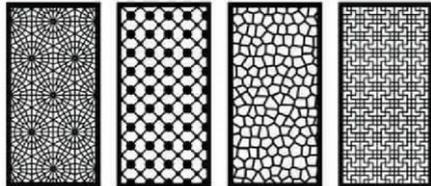
6.2 Système de conception :

Le site, le programme et la références architecturales et technique nous fournissent les concepts opératoires chaque concept peut être compris comme une forme au départ pour devenir une opération.

« Un projet doit être pensé dans son contexte, organisé par rapport aux exigences et s'inscrit dans une théorie ».



6.3 Eléments d'inspiration :

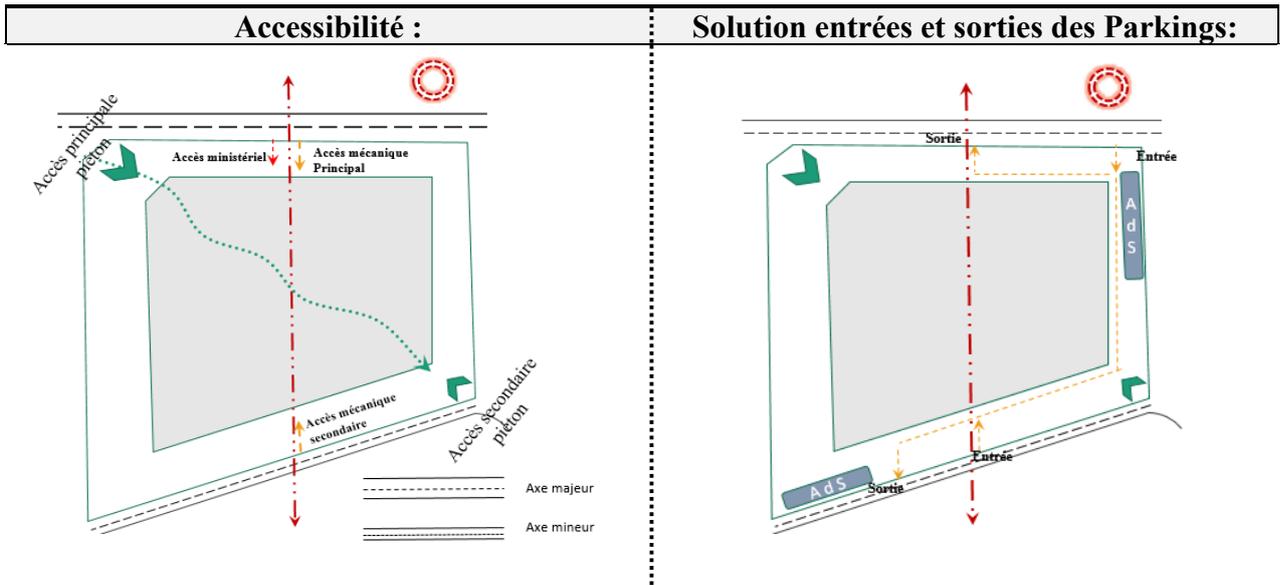
La forme carrée	Patio	aménagement des jardins
 <p>Une structuration linéaire des espaces (rappel de l'ordre et de l'ordonnancement).</p> <p>2-Un aspect hiérarchique dans l'affectation des fonctions.</p> <p>3-Une organisation centrale</p>	 <p>Introduction du style traditionnel de l'architecture de l'Algérie : Patio.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ espace de regroupement fournit aux personnels et publics les lieux de détente et lieux de convivialité. 	 <p>Harmonisation entre tradition et moderne : Un rencontre entre le patio algérien (espace fermé) et la place moderne (espace libre) donne naissance à un nouvel espace harmonieux entre eux.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Inspiration des jardins Andalouse.
Façade Néo mauresque	Minaret magrébine	Moucharabié
 <p>utilisation des différents types d'arcs constituant une façade néo mauresque.</p> 	 <p>Inspiration des minarets magrébines pour l'élément de monumentalité (tour).</p> 	 <p>le moucharabié moderne comme élément de façade islamique et dispositif de protection solaire.</p>  <p>Rome San Diego Suva Tokyo</p>

6.4 Les concepts :

D'après les récentes recherches, références et recommandations on a opté à notre projet de siège du ministère les concepts principaux suivants :

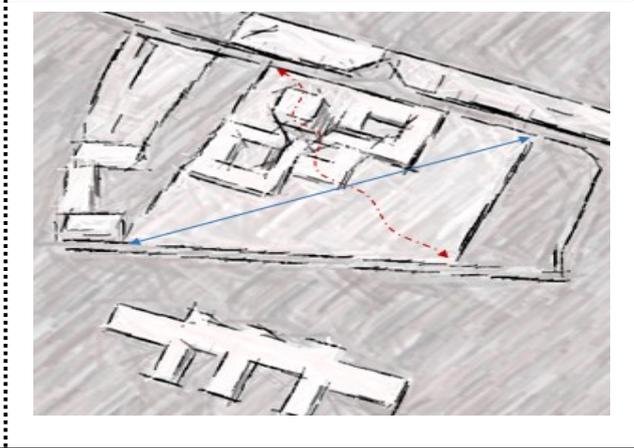
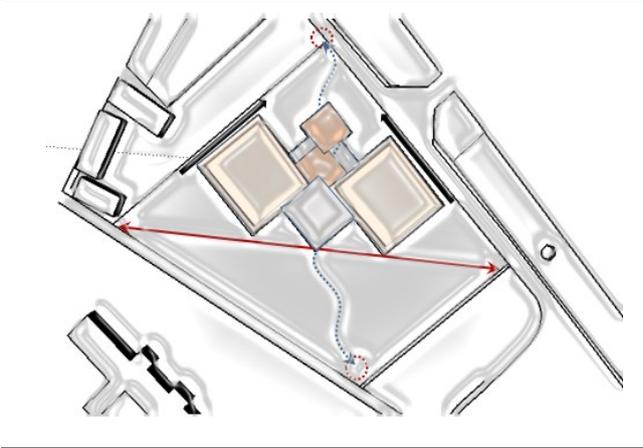
- ✓ Concepts urbanistique (liés au site).
- ✓ Concepts bioclimatiques (liés à l'environnement).
- ✓ Concepts programmatiques (liés au programme).

6.4.1 Concepts Urbanistiques :

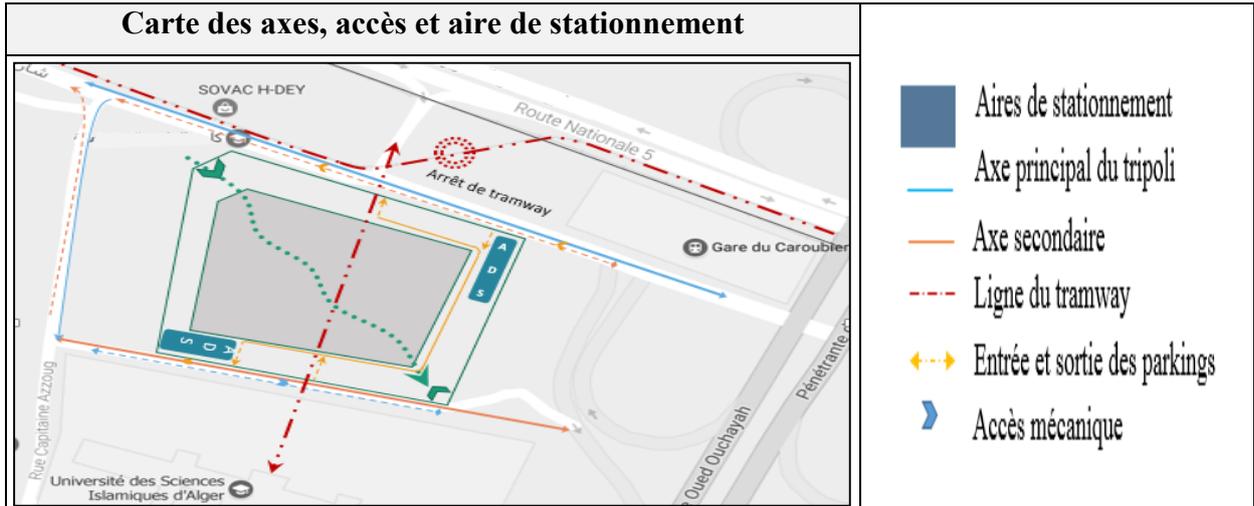


- 7. Axe majeur (mécanique, piéton (axe de tripoli) dispose des caractères plus larges en raison de la présence d'un fort flux.
 - 8. Axe mineur (mécanique et piéton) qui sépare l'assiette du projet et l'université des sciences islamiques.
- Accès principal (piéton) depuis l'axe majeur (c'est l'entrée principale Nord du ministère).
 - Accès secondaire (piéton) depuis l'axe mineur du côté sud.
 - Accès principal (mécanique) depuis l'axe majeur du côté Nord Est.
 - Accès secondaire mécanique (entrée honoraire) pour le ministre et les invités d'honneur.
 - Accès secondaire (mécanique) depuis l'axe majeur du côté Sud-Ouest.
 - Positionnement des aires de stationnement aux extrémités (Est et Ouest) du terrain.

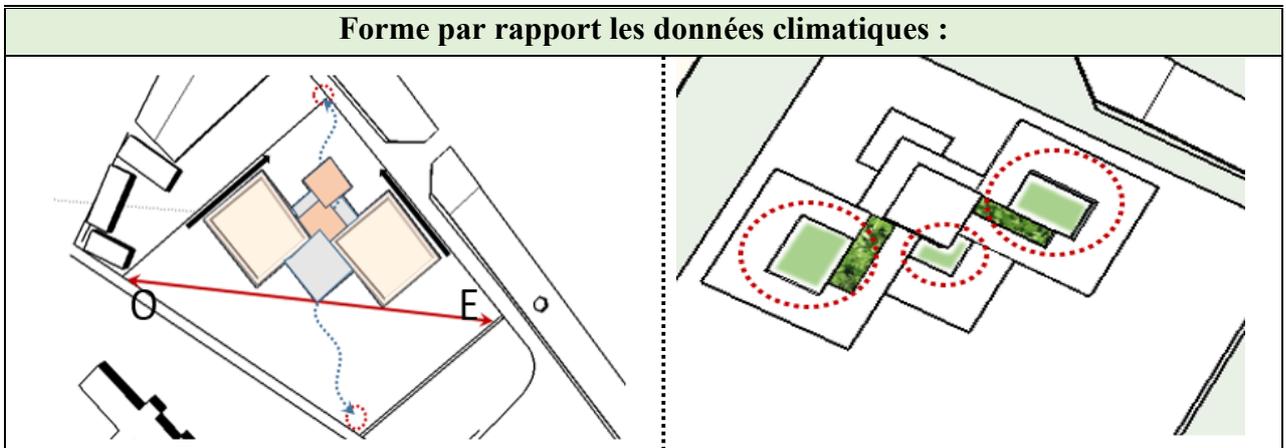
Forme par rapport terrain et l'alignement:	Gabarit d'edifice :
--	---------------------



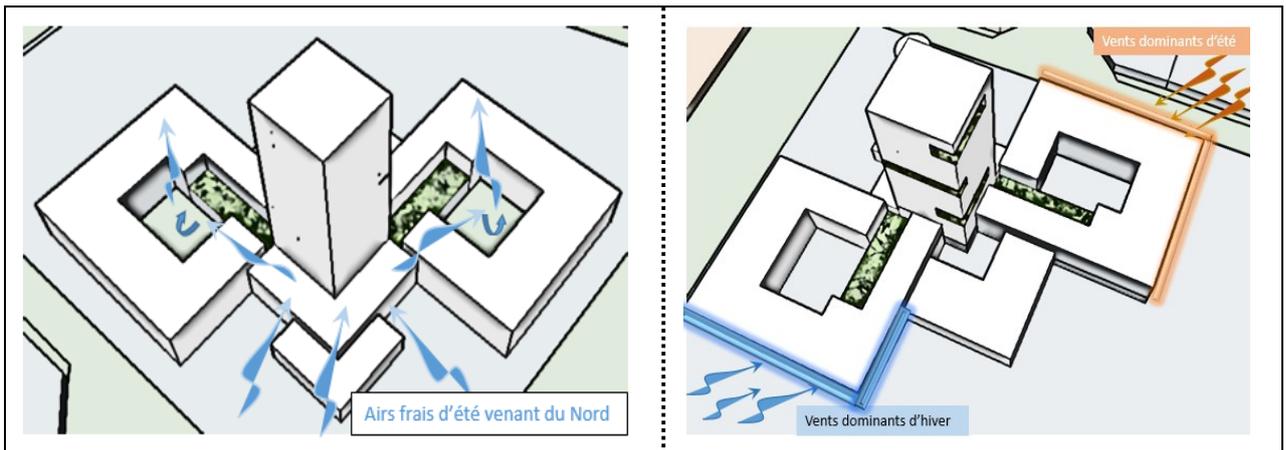
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Implantation du bâti de forme carré selon les diagonaux du terrain en occupant la partie Nord. ➤ Suivre l'alignement de la rue de Tripoli avec un recul de 9 m. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Une variété de gabarit entre 6m(R+1)et 52m(R+12) ➤ Le socle et un jeu de volume de RDC et R+3 ➤ La tour fait 52 m d'auteur assure une belle vue vers la mer est |
|--|---|



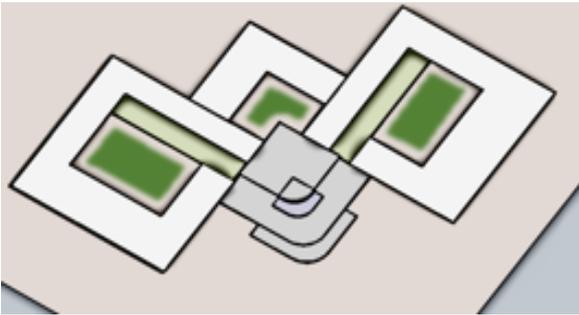
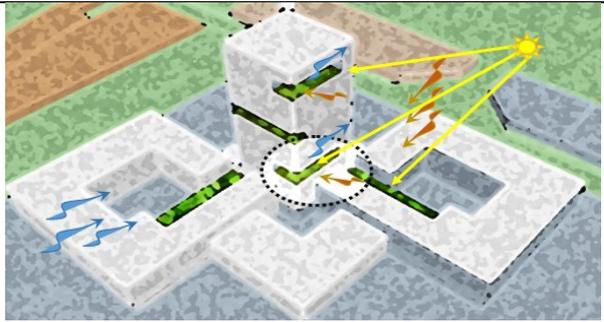
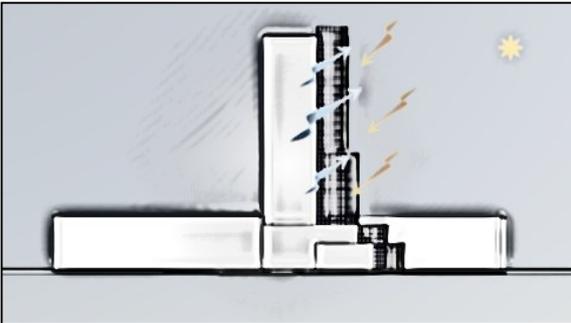
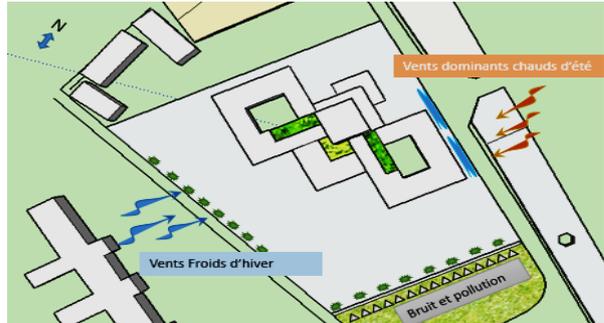
6.4.2 Concepts bioclimatique :



- Implantation d'un bâtiment orientée selon l'axe longitudinal Est Ouest avec cour a l'intérieur suivant la recommandation du Money.

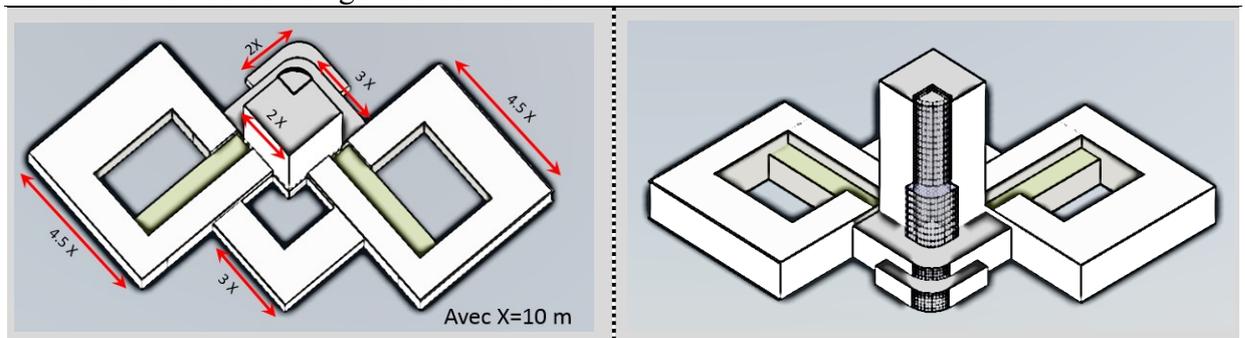


- Un gabarit plus bas par rapport le reste et une ouverture dans la forme du côté Nord d'où viennent les vents frais d'été assure une bonne circulation d'air à l'intérieur des patios.
- Des formes fermées du côté Sud-Ouest et Nord Est

Utilisations des éléments architecturaux bioclimatiques :	
Patis	Toitures végétalisées
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Création des patios allongé sur : <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'axe E/O le plus recommandé selon les simulations faites au 2 eme chapitre. ▪ 2 patios couverts sur les axes (N.E/S.E) ET (N.O/S.O). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Création des terrasses jardin au niveau de la façades Sud de la tour. ➤ Deux autre terrasses au niveau du socle orientées vers le S.O et le S.E permis un bn rafraichissement d'air.
Atrium	Utilisation de la Végétations et l'eau :
	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conception d'un atrium sur la façade Nord de la tour comme un élément architectural pour accueillir un bon éclairage naturel et assurer une bonne ventilation. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un barrage végétal du côté S.E protège l'immeuble des vents dominat d'hiver ▪ Un autre du coté Est minimise le bruit et absorbe la pollution d'air causé par les bus d'étudiants. ▪ Des murs d'eau rafraîchissent l'air chaud d'été venant du côté N/E

6.4.3 Concepts programmatiques :

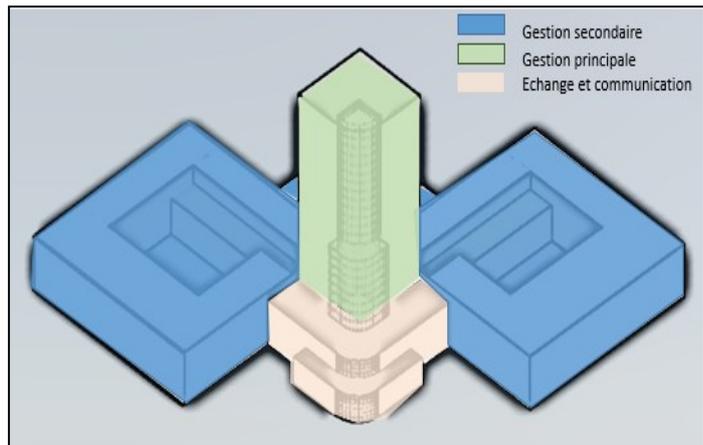
- La forme liée aux exigences du thème :



- L'inspiration de la forme été fondue sur les bases de l'architecture islamique vue le thème « ministère des affaires religieuses » :
 - La forme carrée, les patios la présence de symétrie ; de géométrie et la proportion
 - La forme de tour inespérée du minaret magrébine (Ex. la grande mosquée d'Alger)
- La forme carrée : Le caractère de la fonction gestion exige :
 - 1- Une structuration linéaire des espaces (rappel de l'ordre et de l'ordonnement).
 - 2- Un aspect hiérarchique dans l'affectation des fonctions.
 - 3- Une organisation centrale.
- La création des espaces de regroupements (patio et terrasse jardin).

▪ Hiérarchie et stratification :

Le concept de stratification découle du fait que la disposition intérieure des activités nécessite une hiérarchie spatiale qui passe d'un plateau d'activités rattaché à l'urbain 'large public ç des espaces destiné au public privé tout en utilisant le semi public comme un intermédiaire. Amélioration de l'efficacité de travail par le zonage fonctionnel selon chaque activité.



7. Description du projet :

Notre bâtiment est un bâtiment tertiaire à base consommation énergétique (BBC), celui-ci occupe deux fonction la première fonction identitaire c'est la Gestion qui se compose en gestion principale est secondaire englobe les activités de gestions, la seconde est la fonction support (échange est communication se définit en plusieurs espaces de regroupement et d'échange.

7.1 Plan de masse :

➤ Bâti

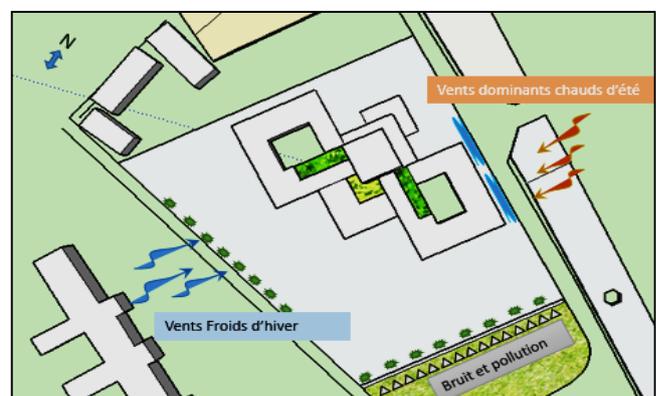
L'espace bâti comprend tout ce qui est espaces de travail.

C'est le volume en lui-même celui-ci est un jeu de gabarit de R+1, R+2 jusqu'au R+12.

La surface d'emprise du sol =

➤ Non Bâti

L'espace non bâti comprend tout ce qui est espaces verts et aménagement urbain



7.2 Plans :

Dans notre projet la structuration des plans résulte tout naturellement de la prise en compte les différents facteurs programmatiques (distribution intérieure des activités selon une hiérarchie spatiale et le zonage fonctionnel (séparation horizontal et vertical des fonctions). Plus la prise en considération les facteurs énergétiques (distribution spatiale s'est faite suivant les logiques d'architecture bioclimatique.



Figure 82 : Plan de RDC

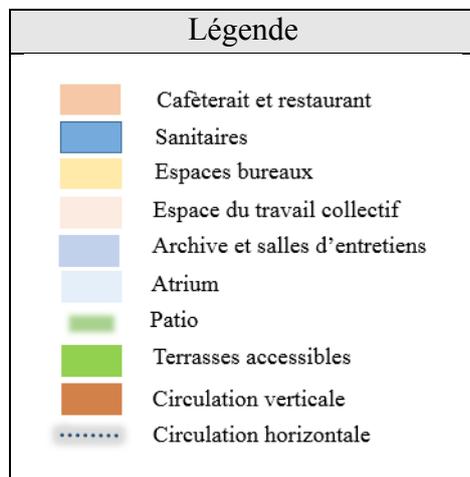


Figure 83 : Plans du 1 er étage



Figure 84 : Plan du 2ème niveau

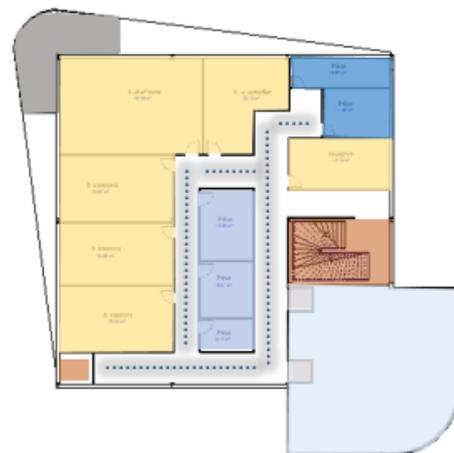
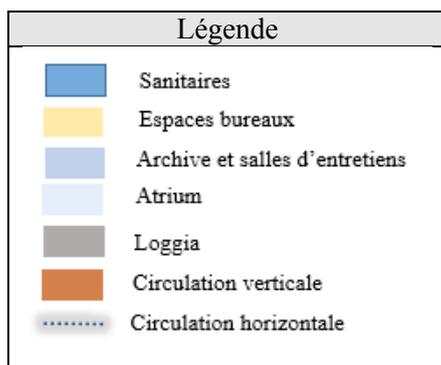


Figure 85 : Plans du 3ème et 4ème étage

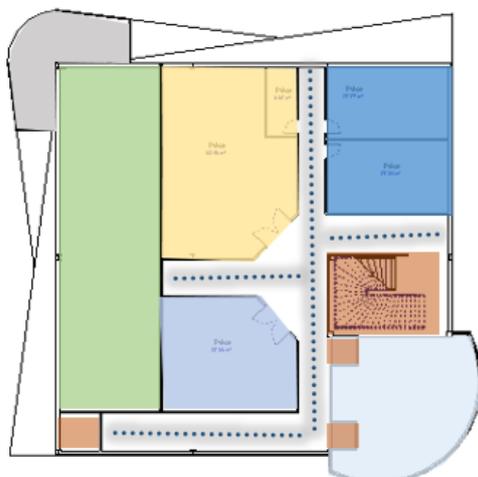
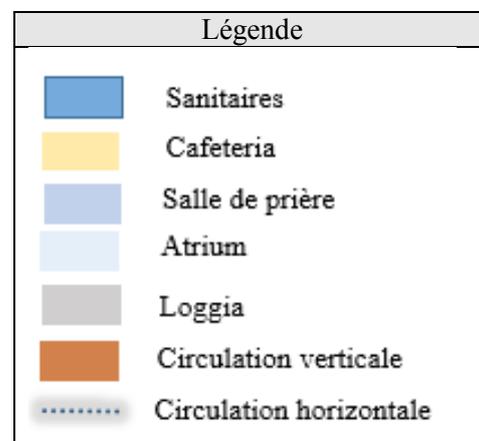


Figure 86 : plan du 5ème étage



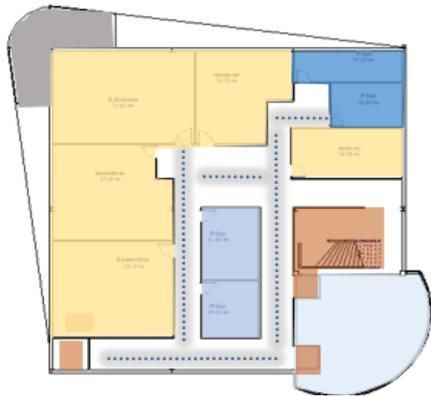


Figure 87 : plan de 6 ,7 et 8 eme étage

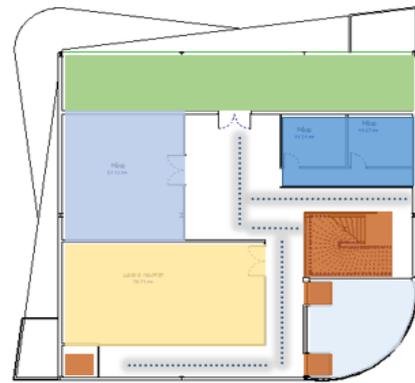
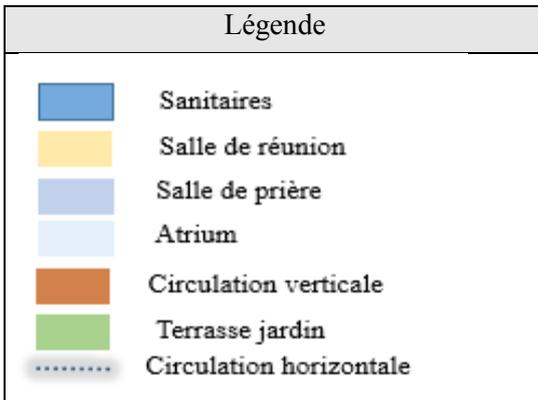
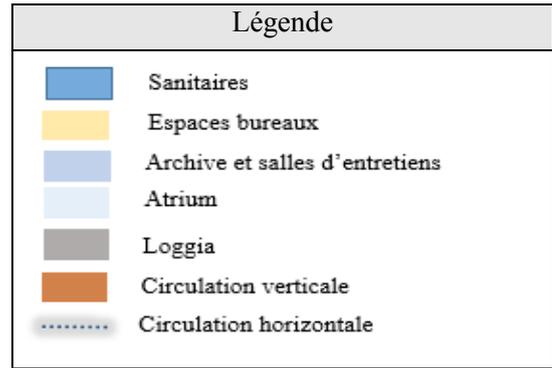


Figure 88 : plan de 9 eme étage

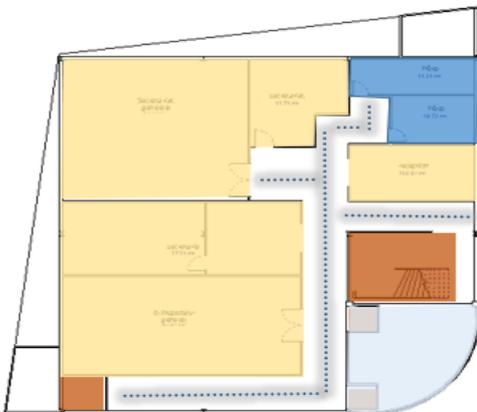


Figure 89 : plan de 10 eme étage

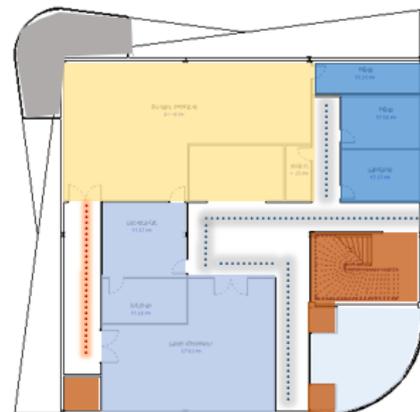
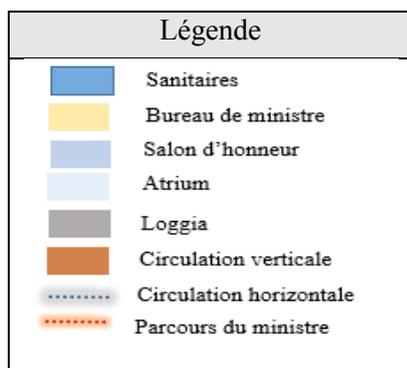
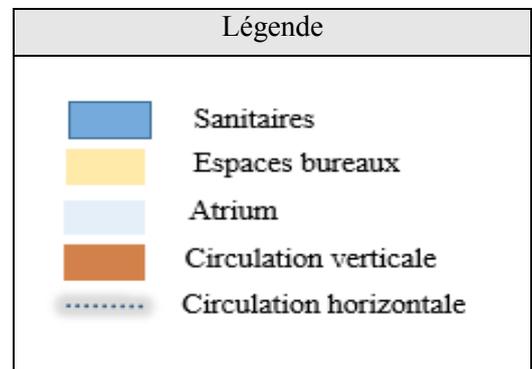


Figure 90 : plan de 11 eme étage

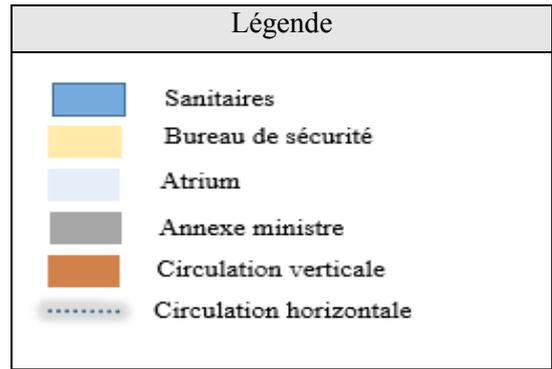
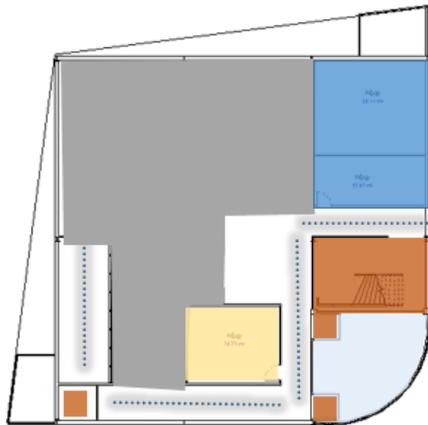


Figure 91 : plan de 12 eme étage

- Les étages 11 et 12 sont réservés au ministre un étage de travail et un de détente.

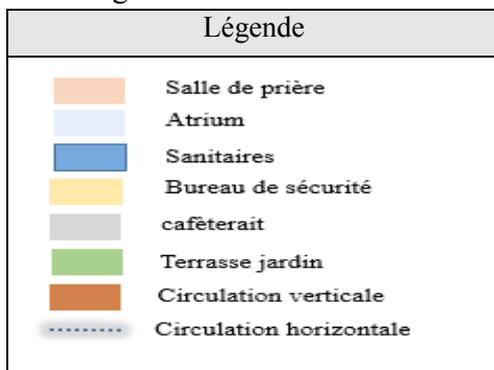


Figure 92 : plan du 13 eme étage

- Les étages 5, 9 et 13 de la tour sont des étages séparatifs contiennent les espaces communs et de détente.

7.3 Structure du projet :

La structure est considérée comme le squelette du bâtiment.

Nous avons opté pour une structure auto-stable en poteaux poutres en béton armé avec des planchers à corps creux et des dalles pleines.

D'après le règlement parasismique Algérien (RPA), les projets situés en zone à forte Sismicité (cas d'Alger) dont la hauteur dépasse les 8m On a utilisé une structure métallique pour la tour.

7.4 Façades :

La façade est le résultat final d'un processus de conception architecturale, cherchant à établir un dialogue non seulement Intérieur mais aussi Extérieur et surtout entre la ville et notre projet, il s'agit donc d'exprimer ce qui se passe à l'intérieur des unités tout en essayant de s'intégrer avec son environnement immédiat.

▪ Principe de la façade :

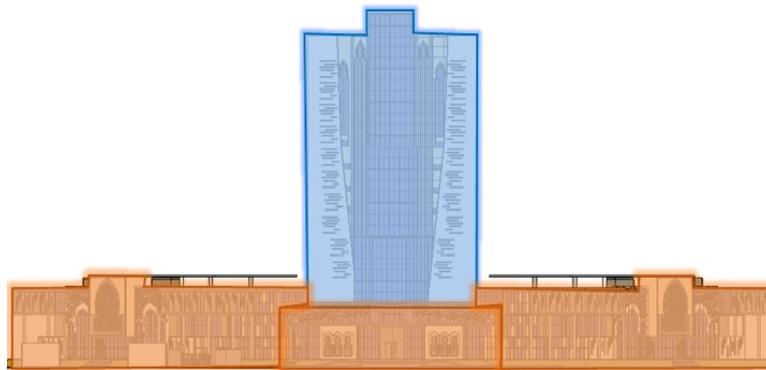
Le principe général de la composition des façades dans notre projet est basé sur les

expressions suivantes :

■ Le socle (gestion secondaire + échange et communication)

■ La tour (réservée pour l'entité gestion principale)

• Notre façade est une façade Islamique moderne dont on a utilisé les éléments d'inspirations cités avant.



• Le choix des couleurs :

Pour référer à l'architecture méditerranéenne, on a opté pour une mixité entre le blanc, le beige, la peinture grise et le bleu du vitrage

• Le choix des matériaux :

Couplage entre les maçonneries des murs avec le verre utilisé dans les façades vitrées ainsi dans l'atrium.



➤ Façade NORD/EST, NORD/OUEST :

Même dans la conception des façades on a gardé les critères de l'architecture islamique (le rythme, la proportion et la symétrie aussi l'utilisation des arcs).



Pour cette vue les façades du socle et celles de la tour sont traitées de manière uniforme. On a un jeu entre le plein et le vide dans la partie inférieure du socle RDC, dans le 2ème étage on a ajouté d'ouvertures sous forme de variantes des barres verticales toute en respectant la logique d'orientation et la distribution des espaces intérieurs dans un but d'optimiser d'ensoleillement, d'éclairage naturel et de garantir une bonne ventilation naturelle. donc on a porté à ces ouvertures un intérêt particulier quant à leur disposition et leur dimensionnement pour améliorer et non aggravé le confort attendu. D'autres ouvertures sous

forme des barres horizontales sont intégrées dans une façade à double peau dans la tour. Utilisation des moucharabiés modernes comme systèmes de protection solaire.

➤ **Façade, Sud/Ouest, Sud/Est :**



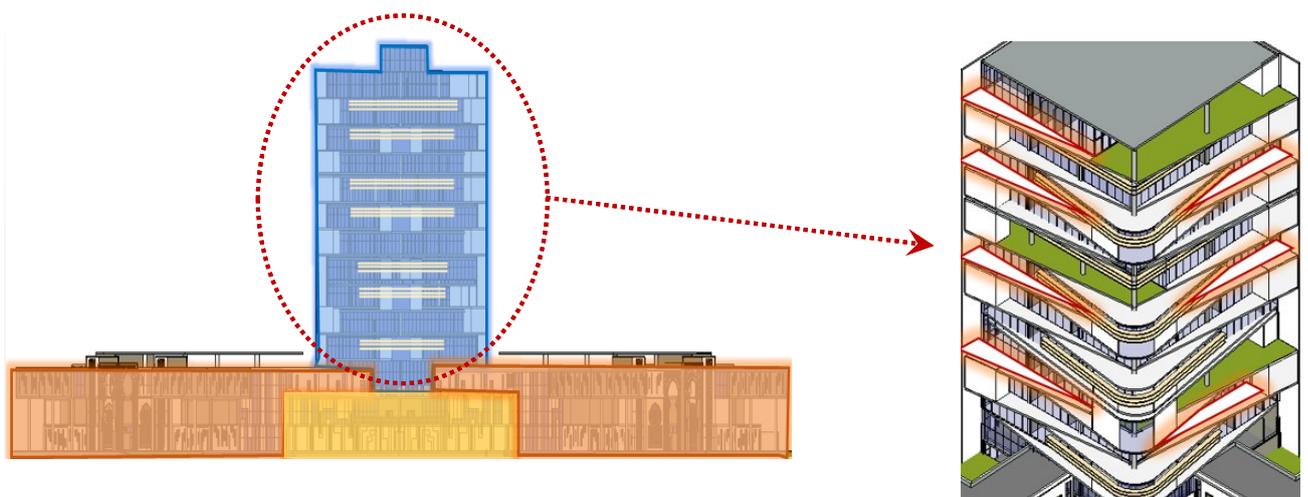
Pour les ongles orientés vers l'Ouest on a ajouté des ouvertures sous forme de bars verticales de 30 cm de largeur afin de minimiser les rayons solaire.

D'autres ouvertures protégées avec des moucharabiés.

➤ **Façade Sud :**

La transparence assurée par des façades vitrées pour mettre en relation l'intérieur du projet avec son extérieur, et pour alléger la massivité du volume.

Si le captage de la chaleur par le vitrage sud des ouvertures et recherché en hiver, il est par contre, nécessaire de se prémunir des surchauffes de l'été, Pour cela on a opté à protéger la façade de la tour orientée en pleine sud par des brises soleils, aussi les dalles qu'on a fait servent aussi comme des protections horizontales qui vont minimiser les rayons solaire direct. Et de protéger les fenêtres de tout contact avec le soleil.



8. Approche énergétique :

8.1 Technique utilisées :

8.1.1 Les systèmes passifs :

Notre objectif était d'intégrer les notions de l'architecture bioclimatique afin d'avoir un bâtiment performant et pour atteindre notre but on a utilisé les dispositifs architecturaux qui aide à avoir un niveau de confort thermique acceptable sans trop consommer l'énergie parmi ces système passifs on a choisi 5 élément compatibles avec le climat de site choisis on peut citer : l'atrium, le patio, la toiture végétalisée et les protections solaires.

a. Atrium :

Assurance d'un éclairage naturel optimal tout en évitant ses inconvénients : L'utilisation de l'atrium pour la tour permet l'accès à la lumière naturelle de façon idéal dans les espaces tout en profitant pleinement de vues sur les espaces extérieurs.

Dans le cas de grandes constructions, la priorité est généralement donnée à l'éclairage naturel, dans ce cas l'atrium est orienté vers le Nord. D'autre part on a limité les surfaces Est et Ouest afin de réduire les surchauffes estivales.

Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau de l'atrium.



Figure 93 : atrium du projet source auteur

b. Patio :

Le patio a toujours été une solution architecturale efficace contre la chaleur d'été à Alger, on a vu juste de le redonner vie dans l'architecture d'aujourd'hui. Il permet l'entrée de l'air fraîche à travers les petites ouvertures dans les façades intérieures et fait dégager l'air chaude des grandes ouvertures en haut.

- Dans notre projet on a conçu des patios allongé sur :
 - L'axe E/O le plus recommandé selon les simulations faites au 2^{ème} chapitre.
 - 2 patios couverts par une toiture en moucharabiehs mauresque sur les axes (N.E/S.E) et (N.O/S.O).

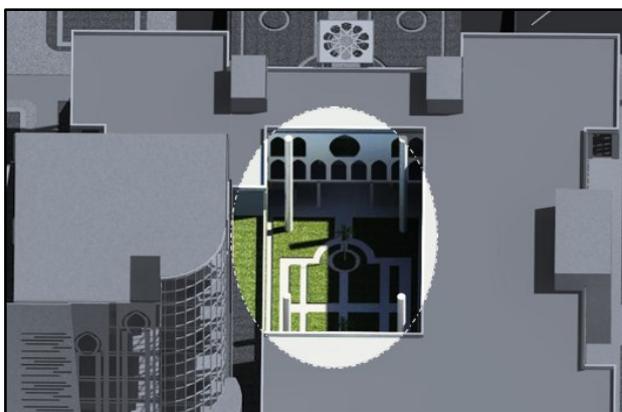


Figure 94 : vue sur les patios du projet source auteur

c. Toiture végétalisée :

La toiture représente la zone la plus défavorable dans un bâtiment en termes de déperdition pour bien l'isoler on a donc choisi un système de toiture végétale.

La toiture végétalisée présente de nombreux avantages, tant sur le plan de l'esthétique et de la durabilité, que dans une perspective de protection de la biodiversité et de l'environnement en milieu urbain.

Dans notre projet on a créé des terrasses jardin au niveau de la tour orientées vers le sud. Deux autres terrasses au niveau du socle orientées vers le S.O et le S.E permis un bon rafraîchissement d'air.

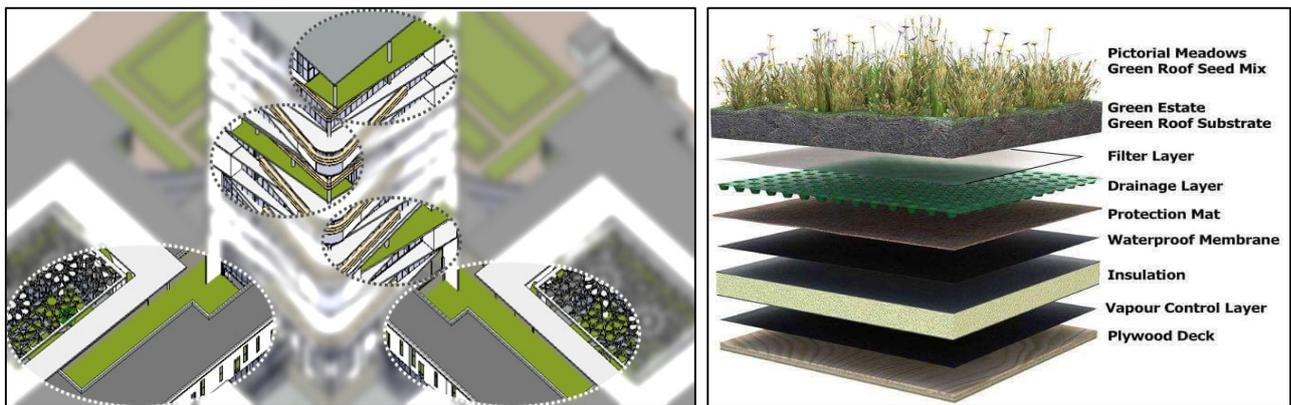


Figure 95 : Terrasse jardin du projet source auteur

d. Protections solaires :

Les dispositifs d'ombrage sont essentiels en été pour éviter les surchauffes.

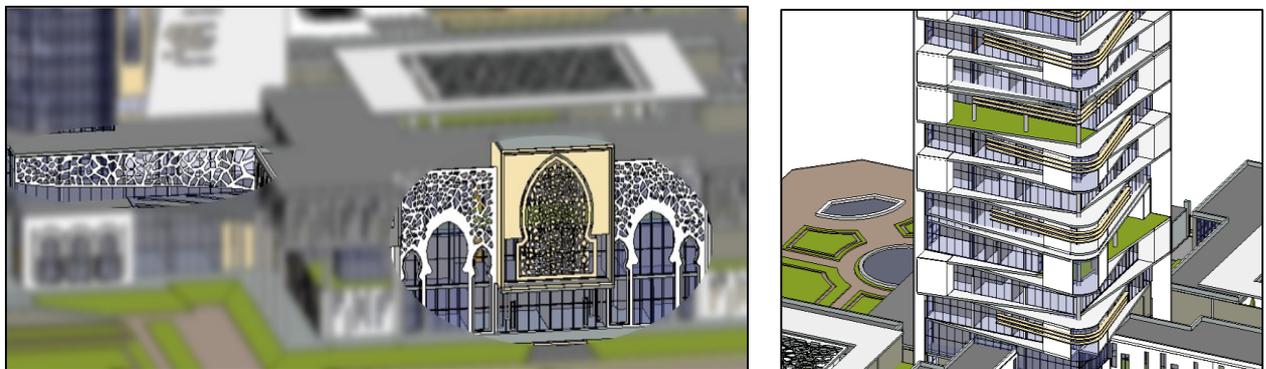


Figure 96 : les éléments de protection solaire source auteur

Dans notre projet on a utilisé deux types de protections solaires y compris les moucharabieh et les protections solaires horizontales sur la façade sud de la tour pour éviter les surchauffes de la période estivale.

e. Matériaux utilisés, type de vitrage et isolation thermique :

D'après les résultats obtenus des simulations en chapitre II sur les matériaux de construction, on a utilisé pour les murs la brique le matériau le plus performant, on a appliqué une isolation thermique sur les parois extérieures et les toitures à l'aide du polystyrène expansé et extrudé afin de diminuer les pertes thermiques. Concernant le type de vitrage on a choisi le Double vitrage avec un coefficient de transmission : $U = 1.5$

8.1.2 Les systèmes actifs :

- Utilisation des énergies renouvelables :
 - a. Les panneaux photovoltaïques :

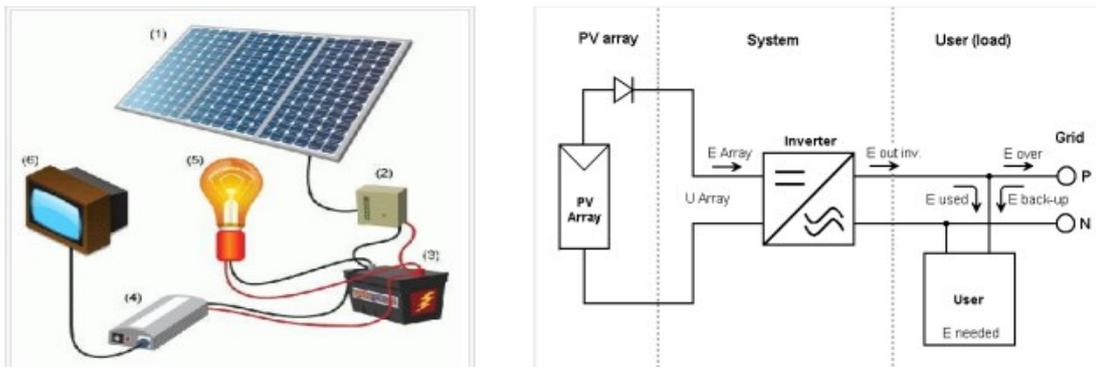


Figure 97 : composants d'un panneau photovoltaïque source Google

Une installation photovoltaïque autonome est une installation qui produit de l'électricité grâce au soleil, mais qui fonctionne indépendamment du réseau électrique. Cette installation se compose d'un ou plusieurs modules photovoltaïques, d'un régulateur de charge, d'une ou plusieurs batteries, et éventuellement d'un onduleur. Un panneau constitué de 20 cellules photovoltaïques va donc délivrer une tension U de 12V, et cela quel que soit l'ensoleillement. Mais pour faire fonctionner des appareils électriques, c'est la puissance P (en Watt) qui détermine l'énergie électrique. Dans notre projet on a placé les panneaux photovoltaïques sur les toitures des aires de stationnement, orientés vers le sud avec une inclinaison de 30°

b. Le chauffe-eau solaire :

Le chauffe-eau solaire est le système actif à conversion directe du rayonnement solaire en chaleur utile le plus répandu au monde. Il a maintenant fait les preuves de sa rentabilité économique et de sa fiabilité, à conditions qu'un certain nombre de règles de dimensionnement et de mise en œuvre décrites dans les ouvrages spécialisés, soient respectées. Dans sa conception la plus simple, le chauffe-eau solaire schématisé à la Figure comprend :

- Le capteur solaire proprement dit. Celui-ci transforme le rayonnement solaire en chaleur.
- Le stock ou accumulateur de chaleur. Il joue un rôle de tampon, permettant d'adapter les apports d'énergie par le soleil aux besoins en eau chaude de l'utilisateur.
- Le circuit de transfert de la chaleur ; deux conduites principales relient le capteur au stock thermique. Une pompe de circulation permet l'entraînement du fluide caloporteur, un mélange d'eau et d'antigel permettant de passer l'hiver sans risque de dégâts
- Un corps de chauffe auxiliaire (résistance électrique, échangeur de chaleur couplé à une chaudière) installé dans la partie supérieure de l'accumulateur, permet de suppléer à un trop faible ensoleillement ou de satisfaire une forte demande occasionnelle en chaleur.
- Le module de régulation électronique qui n'enclenche la pompe de circulation que lorsque le capteur est à température plus élevée que l'eau contenue dans la partie inférieure du stock

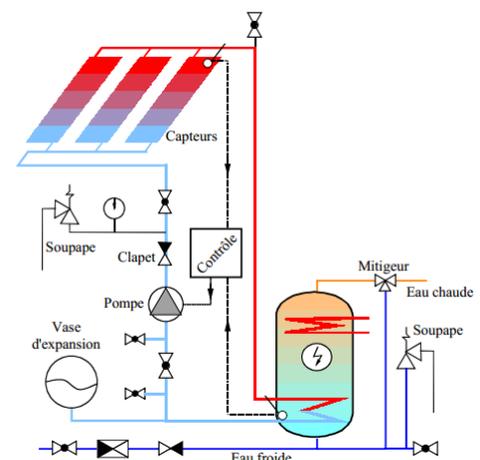


Figure 98 : Chauffe-eau solaire source Google

8.2 Evaluation de la performance énergétique du projet :

Dans cette partie nous allons faire une évaluation énergétique sur un étage de notre projet qui est l'étage du ministre en prenant en considération les stratégies qu'on a fixés dans la partie analytique Le logiciel utilisé pour réaliser cette étude est Ecotect analysis.

8.2.1 Simulation thermique dynamique d'un bâtiment standard :

a. Définition de la composition des parois, planchers et toitures :

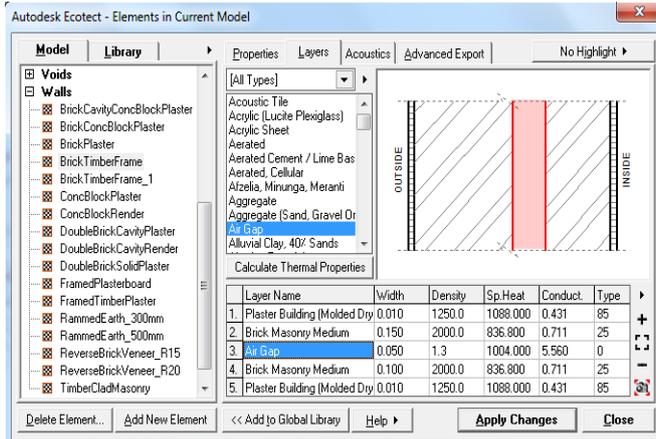


Figure 99 : composition d'une paroi extérieure

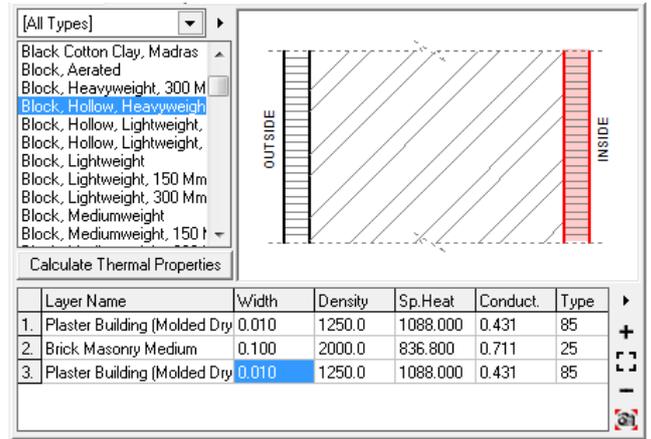


Figure 100 : composition d'une paroi intérieure

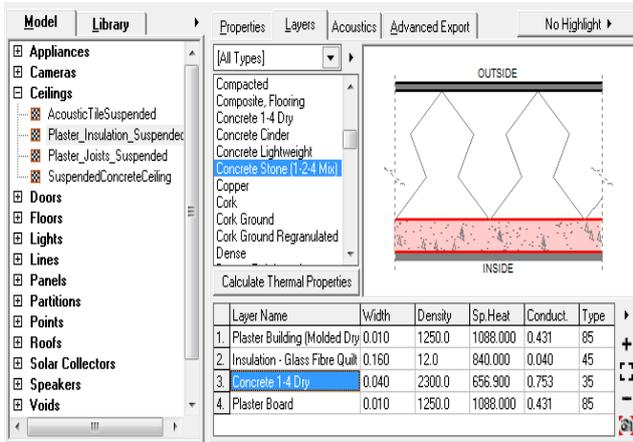


Figure 101 : composition d'un plancher haut

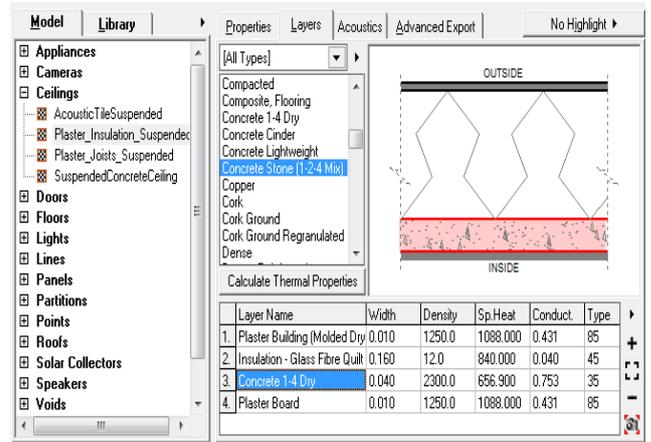


Figure 102 : composition d'un plancher bas

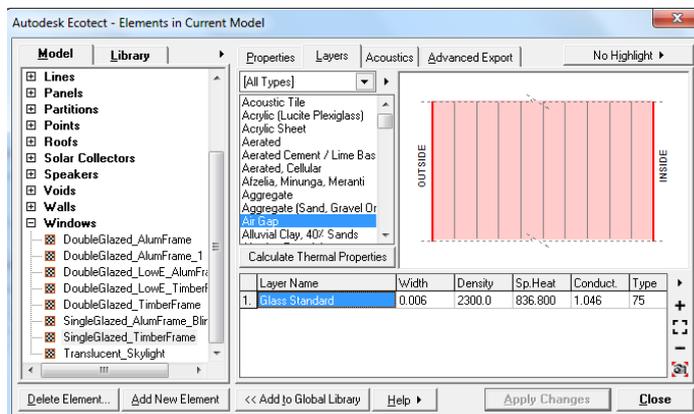


Figure 103 : type de vitrage d'une fenêtre

8.2.2 Conception du plan sur le logiciel ECOTECT :

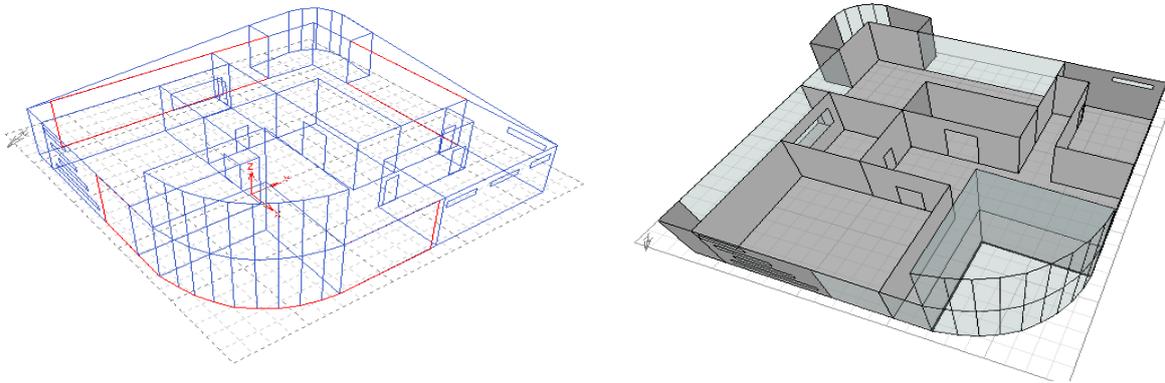


Figure 104 : plan du 11 éme étage source Ecotect

8.2.3 Résultats de la simulation :

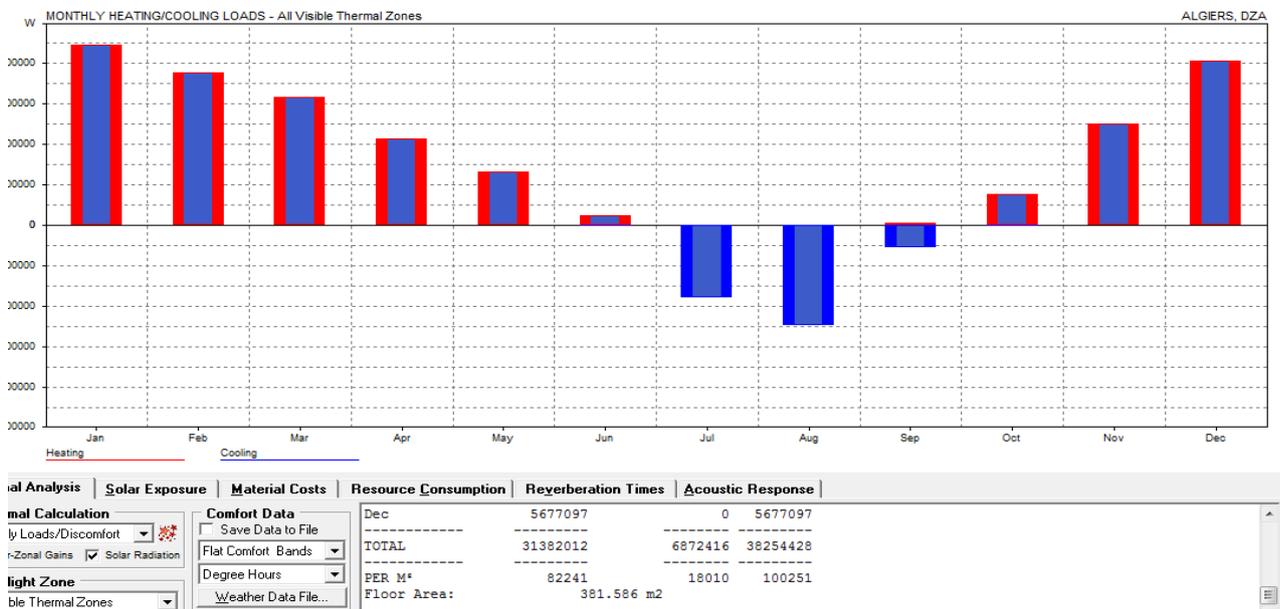


Figure 105 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT)

	HEATING(Kw)	COOLING(Kw)	TOTAL(Kw)
TOTAL	31382,012	6872,416	38254,428
PER M²	82,241	18,01	100,251
	Floor Area: 381.586 m2		

Tableau 16 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT)

Les besoins annuels du bâtiment sont de 38254 kWh, ceux-ci seront divisés par la surface de l'étage qui est de 381,5m² pour obtenir le résultat de **100.25 kWh/m²/an**

Le résultat est deux fois plus conséquent que celui du bâtiment optimisé, nous retiendrons donc la nécessité et l'importance de l'isolation thermique de l'enveloppe extérieure du bâtiment qui peut réduire de manière considérable la consommation énergétique du bâtiment

8.2.4 Simulation thermique d'un bâtiment basse consommation :

a. Définition de la composition des parois, planchers et toitures

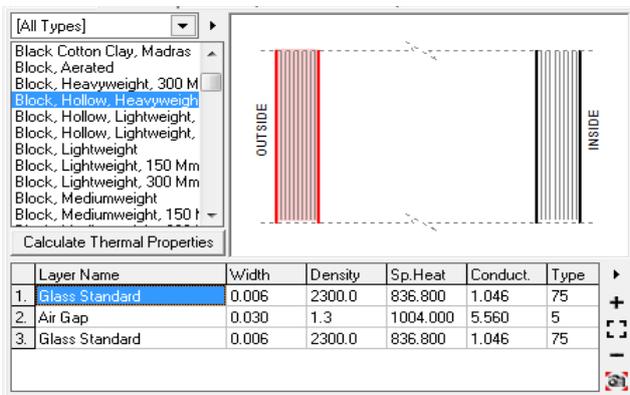
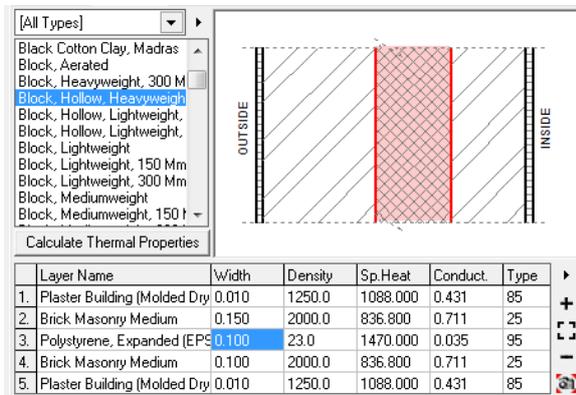


Figure 106 : paroi extérieure BBC (source ECOTECT) Figure 107 : fenêtres BBC (source ECOTECT)

8.2.5 Résultats de la simulation :

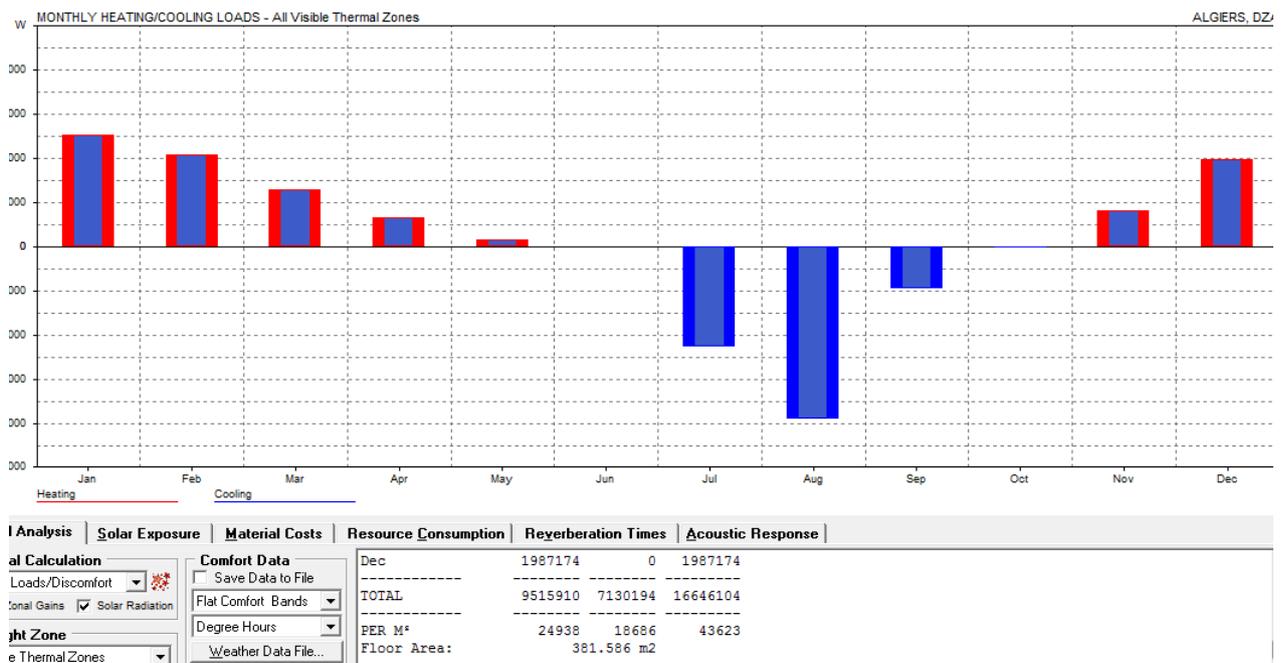


Figure 108 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT)

	HEATING(Kw)	COOLING(Kw)	TOTAL(Kw)
TOTAL	9515,91	7130,194	16646,104
PER M²	24,938	18,686	43,623
	Floor Area:	381.586 m2	

Tableau 18 : résultats des besoins en chaud et en climatisation (source ECOTECT)

Les besoins annuels du bâtiment sont de 16646 kWh, ceux-ci seront divisés par la surface de l'étage qui est de 381,5m² pour obtenir les résultats de **43kWh/m²/an**

8.2.6 Calcul du rendement de Générateur photovoltaïque raccordé au réseau :

On a calculé le rendement des panneaux photovoltaïques positionnés au niveau de Toitures des parkings leur rendement = 118 771 (kWh/an)

Devisé par la surface du bâti (17394 m²) nous donne un résultat de :

6.83 Kw/m²/an

Station Météo	Alger	
Latitude du lieu	34°43	
Modules PV	Générique Si monocristalin (Verre/Tedlar)	
	Puissance 217 Wc	Surface unitaire 1,5 m ²
Orientation	0 ° /Sud	
Inclinaison	30 ° /horizontale	
Surface utile	600 m ²	
Puissance crête	86,8 kWc	

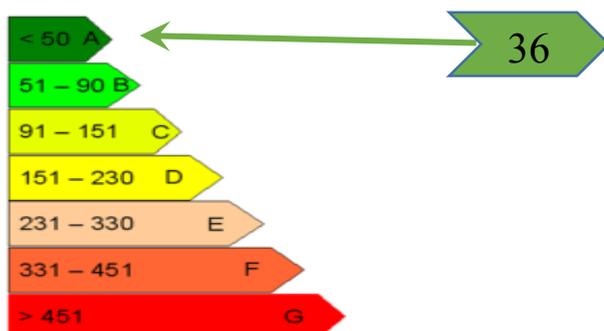
Tableau 19 : paramètres ajoutés source TECSOL

Mois	Energie solaire reçue plan horizontal Wh/m ² .j	Energie solaire reçue plan des capteurs Wh/m ² .j	Electricité produite par le système kWh/mois
Janvier	2 236	2 948	6 029
Février	3 264	4 155	7 675
Mars	4 476	5 163	10 557
Avril	5 474	5 634	11 150
Mai	6 640	6 320	12 925
Juin	6 802	6 219	12 308
Juillet	6 936	6 423	13 134
Août	6 422	6 404	13 097
Septembre	5 144	5 709	11 298
Octobre	3 630	4 409	9 017
Novembre	2 408	3 080	6 096
Décembre	2 008	2 682	5 485
	Total énergie (kWh/an)		118 771
	Total CO2 évité (kg/an)(*)		42 758
	Productivité (kWh/kWc.an)		1 368

Tableau 20: Résultats de rendement source Tecsol

Les besoins majeures d'un bâtiment sont généralement ceux du chauffage ainsi que de la climatisation, dans notre cas, ils constituent un chiffre de **43,62** avec le rendement des panneaux photovoltaïques on obtient un chiffre de **36,79**.

De ce fait, on déduira que notre objectif principal a été atteint et nous pouvons donc certifier notre bâtiment à basse consommation.



➤ Selon le classement énergétique du logement notre projet se situe dans la classe A.

9. Conclusion générale :

La consommation énergétique est un axe de recherche récent. Elle est évaluée selon des différentes méthodes dont la base est la simulation soit au niveau urbain ou architectural, (pour notre travail on a effectué les simulations au niveau architectural seulement). Ainsi, elle est évaluée par rapport à la compacité des constructions, la forme du bâtiment, son orientation, sa transparence, son isolation aussi bien que, ses matériaux constructifs...etc. Dans un bâtiment durable, il faut prendre en considération quelques recommandations. Parmi ; les stratégies bioclimatiques : la stratégie du captage solaire en hiver, se protéger en été et assurer le bon éclairage à l'intérieur du local. Bien que la consommation énergétique prenne sa valeur dans l'architecture quand elle est évaluée par rapport aux principes de l'architecture durable.

Le travail présent dans ce mémoire est une contribution à la recherche conceptuelle d'un bâtiment tertiaire qui cherche à profiter des potentiels naturels, et des éléments offerts par le climat et qui peuvent être utilisés comme sources d'énergie (chaleur, vent, lumière, éclairage) et tous cela dans une démarche de développement durable.

Les recherches établies sur les stratégies bioclimatiques passives ainsi l'effet des éléments architecturaux sur le confort thermique et la consommation énergétique aussi les résultats obtenues par les simulations effectuées sur ces éléments dans le climat d'Alger nous ont permis de bien choisir les dispositifs à utiliser dans notre projet afin de concevoir un bâtiment à basse consommation BBC, sans oublier les différentes analyses bioclimatiques réalisées dans le dernier chapitre.

Après la conception de notre bâtiment du ministère des affaires religieuses et l'intégration des techniques actives on a vérifié la performance énergétique de notre édifice par l'outil de simulation ECOTECT, les résultats montrent que notre objectif principale de concevoir un bâtiment performant avec une consommation énergétique réduite $36\text{kWh/m}^2/\text{an}$ a été atteint.

Pour conclure, ce travail n'est qu'une prise de conscience et un processus de réflexions qui a abouti à une solution discutable et qui appartient à tout le monde de développer.

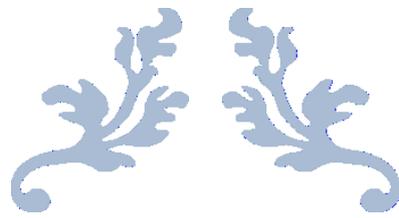
On espère que ce travail aura contribué à apporter une attention sur la tendance nouvelle du moment qui est le développement durable et aura contribué à sensibiliser et éveiller les esprits en ce qui concerne le secteur de l'énergie et de la préservation de l'environnement de notre pays.

10. Bibliographie :

1. **André Casault, 2006**, Comprendre L'habitat de Hà Nội: Une Expérience Interculturelle de Partenariat Universitaire, Presses Université Laval, 373 pages.
2. **BALLOUT AMOR, 2010** , *Le Rôle De La Végétation Et L'eau Dans La Creation D'un Microclimat Urbain « Cas De La Place De Ain El Fouara A Setif»*, Université Mentouri de Constantine.
3. **Bellara Samira, 2005**, Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective, Université Mentouri, Constantine.
4. **Ben Ameer Okba**, Etude de l'impact du rafraîchissement des fontaines d'eau dans les maisons a patio, cas des zones sahariennes, Université de Biskra.
5. **Benhalilou Karima, 2008**, Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment, Université de Constantine.
6. **Carole-Anne Sénit (Sciences Po, Iddri) 2007**- L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel - une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée. Livre blanc de l'Efficacité énergétique, Février 2011.P29
7. **Consommation Énergétique Finale de l'Algérie chiffres clés année 2005**. Ministère de l'Energie et des Mines Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie. Edition APPRUE.
8. **De Herde André, Liébard Alain 2005**, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France,
9. **Dr. Aziez Salaheddine** Administration of Islamic affairs(waqf/endowments, hajj, zakat, mosque..) in Algeria
10. **Edissud.1988**. Conception thermique de l'habitat. Guide pour la region Provence-Alpe-Cote d'Azur. Tamarack Technologies, Inc.Knowledge Base: History of Sunrooms.
11. **Gandermer, 1976 Guyot**. « Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti », CSTB,
12. **Gay, 2001 Fenêtres et protections solaires**, Gay JB, Cours du Master en Architecture et Développement Durable,
13. **GIVONIB 1978**– L'homme, L'architecture Et Le Climat- édition le moniteur. Paris,. Page244.
14. **GUIDE POUR LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR 1988** « conception thermique de l'habitat »EDISUD. France,.page.39
15. **Jean-Yves Charbonneau, 2004**, Confort thermique à l'intérieur d'un établissement, Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec ,Dépôt légal-Bibliothèque nationale du Québec.
16. **KHARCHI Razika, 2013**, L'efficacité énergétique dans le bâtiment, Equipe bioclimatique, Division Solaire Thermique et Géothermie – CDER.
17. **Mazria Ed. 1981**.Le guide de l'énergie solaire passive. Éditions parenthèses,. p 173
18. **M.chantant. 1993**. Transient thermal analysis of a sunspace. Elaboration and validation of a computer model. Solar energy in architecture and urban planning. 3rd Uropan conference on architecture. Florence.
19. **Michael Harbison, Lord Mayor, 2010**, Mixed-use-development-guide, Adelaide City Council, 41 pages.
20. **Samir Abdulac** Continuités historiques, adaptations bioclimatiques et morphologies urbaines LES MAISONS À PATIO
21. **Sébastien Jacquet, 2011**, Performance énergétique d'une toiture végétale au centre-ville de Montréal, L'École de technologie supérieure, Montréal, Canada.
22. **Theodore Osmundson In Beau Henderson**, «Human-Driven Extensive Greenroof Design», master of Landscape Architecture, Virginia Polytechnic Institute & State University, Juin 12, 2003. p.16.
23. **Tiberiu Catalina, Joseph Virgone and Vlad Iordache , 2011**, Study On The Impact Of The Building Form On The Energy Consumption , Université de Lyon, France.
24. **W.Y. Hung, 2003**, ARCHITECTURAL ASPECTS OF ATRIUM, International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes, volume 5, number 4, Chine.

Sitographie:

1. <http://www.acousteo.fr/solutions/bureaux-confort-acoustique/>
2. www.acousteo.fr/glossaire
3. <http://www.preventica.com/actu-enbref-actineo-eclairage-agreable-1091111.php>
4. www.wikipedia.org
5. <http://www.marw.dz>
6. WBDG Whole Building Design Guide / <https://www.wbdg.org/building-types/office-building>
7. <http://fr.slideshare.net>
8. [www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=4414 - 55k](http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=4414-55k)
9. www.larousse.fr/dictionnaires/français/fenêtre/33252
10. http://www.renovationdurable.eu/IMG/pdf/confort_thermique.pdf
11. <http://www.archdaily.com>



Annexes



Annexe 01 : Tables de mahoney :

Tableau 1: Situation	
Localisation	hussein Dey
Longitude	3°11 E
Latitude	36°73 N

Tableau 2: température													
Température	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
T moy Max (c°)	16,5	17	19,5	21,5	25	28,5	31,5	32,5	28,5	26,5	20	17,5	
T moy Min (c°)	5,5	6	8	10	13	17	20,5	20,5	17,5	15	9,5	7,5	AMR (T max-T min)
T moy mensuelle	10,2	11	13,5	15,6	19,1	23,2	25,9	26,3	23,3	20,2	14,7	11,8	AMT (T max + T min)/2

Tableau 3: Groupes d'humidité	
Groupe d'humidité	Humidité relative
1	H < 30 %
2	H : 30-50%
3	H : 50-70%
4	H > 70%

Tableau 4: Humidité relative, précipitation et vent													
Humidité relative	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
HR moy Max %	94%	95%	94%	93%	94%	93%	91%	90%	91%	93%	92%	94%	
HR moy Min %	55%	53%	52%	54%	58%	56%	48%	42%	44%	50%	50%	53%	
HR moy mensuelle %	75%	74%	73%	74%	76%	75%	70%	66%	68%	72%	71%	74%	
Groupe d'humidité	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	Total
précipitation (mm)	76	50	54	39	47	2	2.5	5	30	40	100	96	539
V moy du vent (m/s)	2.4	2.5	2.7	3	3	3.1	3.1	2.9	2.8	2.3	2.5	2.6	

Tableau 5: Limites de confort						
Groupe d'humidité	AMT > 20°C		AMT : 15-20 °C		AMT < 15°C	
	jour	nuite	jour	nuite	jour	nuite
1	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12_21
2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12_20
3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12_19
4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12_18

Tableau 6: Diagnostique													
mois	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
Groupe humidité	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	
T moy Max (c°)	16,5	17	19,5	21,5	25	28,5	31,5	32,5	28	26,5	20	17,5	
confort diurne Max	25	25	25	25	25	25	28	28	28	25	25	25	
confort diurne Min	20	20	20	20	20	20	21	21	21	20	20	20	
T moy Min (c°)	5,5	6	8	10	13	17	20,5	20,5	17,5	15	9,5	7,5	
confort nocturne Max	20	20	20	20	20	20	21	21	21	20	20	20	
confort nocturne Min	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
stress thermique jour	C	C	C	O	O	H	H	H	O	H	O	C	
stress thermique nuit	C	C	C	C	C	O	O	O	O	O	C	C	

C: trop froid

O: confort

H : trop chaud

Tableau 7: Indicateurs													
mois	Jan	Fév	Mar	avr	mai	juin	juil	aou	sep	oct	nov	déc	
H1 mouvement d'aire essentiel													2
H2 mouvement d'aire désirable													4
H3 protection contre la pluie													0
A1 stockage thermique nécessaire													3
A2 dormir dehors désirable													0
A3 protection de froid													4

Indicateur	Confort thermique		Précipitation	G. d'humidité	AMR
	Jour	Nuit			
H1	H			4	< 10°
	H			2,3	
H2	O			4	
H3			+ 200 (mm)		
A1				1,2,3	> 10°
A2		H		1,2	> 10°
	H	O		1,2	
A3	C				

