

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Architecture

Spécialité : Architecture

Option : Architecture Écologique

Présenté par : FNIDES Abdallah

Titre :

**Influence de l'enveloppe architecturale sur la performance
énergétique des bâtiments**

Sous la direction de : DECHAICHA Assoule

Juin 2017

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents Cherifa et Amar qui ont tout fait pour que je réussisse dans ma vie et mes études, que Dieu me les protège

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation tout au long de ces années.

A tous mes ami(e)s avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur.

REMERCIEMENTS

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu accomplir ce modeste travail

Ce travail de recherche pour l'obtention du diplôme de Magister, dirigé par Monsieur Assoul Dechaicha, a été mené au Département d'Architecture de la Faculté des sciences et techniques de l'Université 8Mai 1945 de Guelma.

Je remercie en premier lieu mon Directeur de mémoire Monsieur Assoul Dechaicha, pour sa disponibilité, pour son suivi, ses nombreux conseils et ses critiques constructives pour l'élaboration de ce travail de recherche.

A tous mes collègues du département d'Architecture, qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail, qu'ils trouvent toute ma gratitude.

Je tiens aussi à remercier les membres du jury qui ont accepté de porter leur apport. Je remercie M^{me} Rifi chams et M^{me} Hafsi. J'espère que leurs remarques, critiques, orientations et conseils me seront très utiles pour une continuité dans le processus de recherche.

Tableau de contenu

<i>Dédicace</i>	i
<i>REMERCIEMENTS</i>	ii
Résumé.....	7
Summary	9
ملخص.....	10
INTRODUCTION GENERALE	11
Problématique	12
Hypothèse	5
Objectifs.....	5
Structure du mémoire.....	5
Méthodologie de recherche :.....	6
PARTIE I : PARTIE THEORIQUE	7
CHAPITRE I : De la performance énergétique des bâtiments	8
Introduction.....	8
I.1.1. Le contexte énergétique et la consommation mondiale.....	8
I.1.2. La consommation énergétique des différents secteurs en Algérie.....	9
I.1.3. Ressources énergétiques	9
I.2.1. La performance énergétique	11
I.2.2. Définition de la performance énergétique :	11
I.2.3. Historique de la performance énergétique :.....	12
I.3.1. Le recours aux énergies renouvelables pour un développement durable	14
I.4.1. Bâtiments performants « basse énergie »	16
I.4.2. Bâtiments très performants « très basse énergie »	17
I.4.3. Bâtiments à énergie positive « zéro énergie »	17
I.5.1. Le chauffage des bâtiments	18
I.5.2. L'efficacité énergétique.....	19
I.6.1. Les éléments technologiques	19
I.6.2. L'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable.....	19
I.6.3. Qu'est-ce que la maîtrise de l'énergie ?.....	20
I.6.4. La maîtrise de l'énergie : quels avantages ?.....	21

I.6.5. Maîtrise de l'énergie et le contexte réglementaire en Algérie	22
I.7.1 Évolution des bâtiments performants :	23
I.7.1.2. Les principales réglementations et labels :.....	24
I.7.2.1. Les labels de performance énergétique :	25
I.7.2.2. Passivhaus (Allemagne) :	25
I.7.2.3. Minergie (Suisse) :.....	25
I.7.2.4. Minergie standard :	26
I.7.2.5. Minergie-p (passif) :	26
Conclusion :	27
CHAPITRE II : Vers une Architecture HPE :	29
Les dispositifs de l'enveloppe architecturale	29
Introduction.....	30
II.1.1.1. L'enveloppe architecturale	31
II.1.1.2. Définition de l'enveloppe :	31
II.1.1.2. Historique de l'enveloppe	32
II.1.1.3. La performance de l'enveloppe	33
II.1.1.4. Les fonctions de l'enveloppe :	34
II.1.1.5. Revêtement intérieur :	34
II.1.1.6. Structure :	34
II.1.1.7. Pare-vapeur :	34
II.1.1.8. Pare-air :	35
II.1.1.9. Isolation thermique :	35
II.2.1.1. Parement extérieur :	35
II.2.1.2. Le contrôle du climat local par l'enveloppe architecturale	35
II.2.1.3. L'eau sous toutes ses formes	35
II.3.1.1. L'air.....	37
II.3.2.2. Les trois modes de propagation de la chaleur	38
Conduction	38
Convection	38
Rayonnement ou radiation	39
II.3.3.1. La position de l'isolation thermique dans la paroi	39
II.3.3.2. L'inertie thermique.....	40
II.3.4.1. L'enveloppe et l'hygrothermie.....	41

II.3.4.2. Le régime des vents.....	42
II.3.5.1. La typologie du bâtiment.....	42
II.3.6.2. L’enveloppe protégée :.....	43
II.3.6.3. L’adéquation entre le mode d’occupation et le bâtiment	43
-Les apports en énergie	43
-Les apports internes	44
-Les apports extérieurs.....	44
II.3.6.7. Principe de gains solaires	44
II.3.6.8. Les pertes d’énergie :	44
II.3.6.9. Le contrôle des apports en énergie :.....	45
II.3.7.1. Le contrôle des apports solaires	45
II.3.7.2. Le mode d’occupation et les occupants.....	45
Conclusion :	46
Partie II : Partie pratique	47
CHAPITRE III : Cas d’étude, méthodologie et application	48
II.1.1. Cas d etude: hotel ‘El Mountazeh’	48
III.1.2. Présentation du projet :	48
III.1.4. Situation du projet :.....	50
III.2.2. Les façades :.....	52
III.1.1.1. Analyse des plans :.....	53
Plan du RDC :	54
III.3.2. La Simulation de l’enveloppe architecturale.....	56
Introduction :.....	56
III.4.1. Application sur le cas d’étude.....	59
III.4.2. Simulation de 2 chambre de L’hôtel el Mountazeh Dans différents niveaux	59
III.4.3. Simulation d’une chambre de l’hôtel en étage courant :.....	62
III.4.4. Conclusion générale et recommandations.....	66
.....	66
III.5.1. Les recommandations (d’après l’évaluation)	67
Conclusion :	68
CHAPITR IV : Projet architectural et intervention.....	69
IV.1.1. Site d’intervention :	70
IV.1.2. Motivation de choix :.....	70

IV.1.2. Situation et délimitation.....	70
IV.1.3. Choix et analyse du site	71
IV.1.4. Présentation générale	71
IV.1.4. Accessibilité :.....	72
IV.1.4. Caractéristiques morphologiques.....	73
IV.1.4. Superficie :.....	74
IV.1.4. Les servitudes naturelles.....	74
IV.1.4. Paysage	74
IV.1.1. Analyse climatique	75
IV.1.1. Températures :	75
IV.1.1. Ensoleillement :	77
IV.1.1. Les vents :	78
IV.1.1. Eude d'exemple	79
Hôtel Lone	79
IV.1.1. Présentation du projet :	79
IV.1.1. Situation du projet :	80
IV.1.1. Plan de masse :.....	80
IV.1.1. L'orientation	81
IV.1.1. Les façades :	82
IV.1.1. Analyse des plans :	83
IV.2.6. Plan du 1 ^{er} sous-sol :.....	85
IV.1.1. Plan du RDC :	86
IV.1.1. Organigramme spatiale du RDC :.....	87
Plan du 1 ^{er} étage :.....	88
IV.1.1. La démarche de conception	89
Conclusion Générale.....	90
Bibliographie.....	91

Tableau de figures :

Figure 1:consomation d Energie mondiale	8
Figure 2 : consommation énergétique.....	10
Figure 3 : system de chauffage des bâtiments	18
Figure 4:Les sollicitations d'enveloppe architectural (AFME)	33
Figure 5:La ventilation d'un bâtiment , ventilation naturelle ou mécanique.....	37
Figure 6:Transfert de chaleur par conduction (AFME)	38
Figure 7:Transfert de chaleur par convection (AFME).....	39
Figure 8:Transfert de chaleur par rayonnement ou radiation (AFME).....	41
Figure 9 :Transfert de chaleur par rayonnement ou radiation (AFME).....	45
Figure 10:terrasse de l'hôtel El Mountazeh	48
Figure 11: hotel El mountazah.....	49
Figure 12: situation de l'hôtel El mountazah.....	50
Figure 13:vue de l'hôtel El mountazah.....	52
Figure 14:Organigramme spatiale du sous-sol	53
Figure 15 : Organigramme spatiale du RDC	54
Figure 16: création de l'interface de simulation du projet Source : l'auteur	60
Figure 17:Temps de simulation	63
Figure 18: Résultat chambre rdc	64
Figure 19: Résultat chambre rdc	64
Figure 20: Résultat chambre 1étage.....	65
Figure 21: Les points Forts et les points faibles d'après l'analyse	66
Figure 22: situation de site	70
Figure 23: limitation de terrain	71
Figure 24: route wilaya le n° 162	72
Figure 25: coupe A-A DE 4%.....	73

Figure 27: précipitations moyenne.....	76
Figure 29: Ensoleillement.....	77
Figure 30 : system de climatisation des bâtiments.....	86
Figure 31 : system de chauffage des bâtiments	88
Figure 31 : system de chauffage	89
photo13:entrée de l'hôtel El moutazah.....	51
photo28: variation des heures d'ensoleillement.....	77
photo29: course solaire du terrain	Error! Bookmark not defined.
photo 30: hôtel Lone.....	79

Résumé

Le bâtiment public en Algérie ne répond pas aux exigences de performance énergétique en général, et thermique en particulier, causant ainsi une augmentation de la consommation de l'énergie. Cette consommation est en relation directe avec des plusieurs risques économiques et écologiques.

Ces constats sont renforcés par la non prise en charge dans la conception de départ de plusieurs critères à savoir, une conception architecturale qui s'adapte au climat par l'adoption d'une l'enveloppe architecturale permettant d'atteindre une inertie thermique stabilisatrice de l'ambiance intérieure du bâtiment.

Cette recherche, s'inscrit dans une optique de l'analyse de l'enveloppe architecturale d'un équipement touristique à la ville de Annaba, pour l'obtention d'un niveau de confort thermique avec une consommation énergétique réduite en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur sa demande énergétique.

Summary

The public building in Algeria does not meet the requirements of energy performance in general, and thermal in particular, thus causing an increase in energy consumption. This consumption is directly related to several economic and ecological risks.

These findings are reinforced by the lack of support in the starting design of several criteria, an architectural design that adapts to the climate by adopting an architectural envelope allowing to achieve a stabilizing thermal inertia of the interior atmosphere of the building;

This research is based on the analysis of the architectural envelope of tourist equipment in the city of Annaba, to obtain a level of thermal comfort with reduced energy consumption by studying the influence of the building envelope on its energy demand.

ملخص

المباني العامة في الجزائر لا تفي بمتطلبات أداء الطاقة بشكل عام وخصوصا الحرارة مما تسبب في زيادة استهلاك الطاقة.

ويرتبط هذا الاستهلاك مباشرة بالعديد من المخاطر الاقتصادية والبيئية.

وتعزز هذه النتائج من قبل معتمد في التصميم الأولي لعدة معايير وهي تصميم المعماري التي تتكيف مع المناخ باعتماد المغلف المعماري لتحقيق الجمود الطاقوية لاستقرار البيئة الداخلية للمبنى.

هذا البحث هو جزء من التحليل البصري للمغلف المعماري كمثال دراسة المرفق السياحي في مدينة عنابة على كيفية الحصول على مستوى الراحة الحراري مع خفض استهلاك الطاقة من خلال دراسة تأثير مغلف البناء على طلب الطاقة.

INTRODUCTION GENERALE

Depuis la révolution industrielle, la consommation d'énergie de chaque habitant dans la planète n'a pas cessé d'augmenter. On estime aujourd'hui que les villes sont responsables de 75% des consommations énergétiques nationales et cette demande se verra reflétée particulièrement dans l'approvisionnement du résidentiel, secteur spécialement énergivore.

La question environnementale s'impose aujourd'hui comme élément de structuration des pays face à des problèmes majeurs : le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables.

Face à l'épuisement des ressources non renouvelables et la croissance incontrôlée de la population dans le monde, la problématique énergétique liée à la construction de logements est devenue un enjeu majeur.

Concevoir un logement de qualité, confortable et efficace d'un point de vue énergétique est devenu non seulement une priorité mais un objectif de développement durable pour nos sociétés.

Le secteur résidentiel est à l'origine de 35 % de la consommation d'énergie finale en Algérie. Les perspectives de développement du parc de logements conduiront à un accroissement exponentiel de cette consommation énergétique. Dans ce contexte, la conception et la réalisation de logements énergétiquement efficace s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques de ce secteur.

Notre recherche vise à mettre en évidence l'importance de l'enveloppe architecturale dans l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments dans une optique de durabilité architecturale.

Nous tentons de développer une recherche théorique analytique et conceptuelle à travers un cas d'étude pour des enseignements et des recommandations pour une architecture écologique en Algérie.

Problématique

La question environnementale s'impose aujourd'hui comme élément de structuration des pays face à des problèmes majeurs : le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables. Face à l'épuisement des ressources non renouvelables et la croissance incontrôlée de la population dans le monde, la problématique énergétique liée à la construction de logements est devenue un enjeu majeur.

Le secteur résidentiel est à l'origine de 35 % de la consommation d'énergie finale en Algérie. Les perspectives de développement du parc de logements conduiront à un accroissement exponentiel de cette consommation énergétique. Dans ce contexte, la conception et la réalisation de logements énergétiquement efficace s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques de ce secteur.

L'Architecture écologique a adopté des alternatives durables afin de concilier le cadre bâti avec l'environnement. L'aspect énergétique constitue un enjeu primordial dans le processus de conception architecturale.

À ce propos, parmi les dispositifs, on trouve la conception de l'enveloppe architecturale qui contribue d'une manière directe dans la production de bâtiments de meilleure qualité énergétique avec un impact moindre sur l'environnement

Dans une perspective de durabilité architecturale, l'enveloppe architecturale mérite d'être interrogée en posant la question suivante :

Comment l'enveloppe architecturale influence-t-elle la performance énergétique des bâtiments ?

Hypothèse

La performance énergétique n'est pas intégrée en amont dans le processus de conception : les outils de recherche sont orientés à la résolution du problème architectural et non pas à la résolution du problème énergétique.

Pour avoir une architecture qui prend en considération le rapport entre l'enveloppe architecturale et l'énergie, les concepteurs et les experts doit penser aux solutions pour avoir un résultat optimal qui peut minimiser la consommation de l'énergie dans le bâtiment sans dégrader le niveau de confort de ses utilisateurs.

Objectifs

-Chercher les stratégies de conception à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer un niveau de confort thermique acceptable en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment.

-Montrer l'importance de l'enveloppe architecturale sur la performance énergétique des bâtiments.

-Maitre en évidence l'approche HPE pour une production architecturale optimale.

Structure du mémoire

Notre mémoire est structurée en deux parties : partie théorique et partie pratique.

-La première partie théorique consiste à une compréhension de différents concepts et notions clés liées à notre recherche.

Elle découle d'une recherche bibliographique sur la performance énergétique. Cette partie est structurée en deux chapitres :

-Le premier chapitre sera consacré à une analyse conceptuelle en mettant en évidence Les notions liées à la consommation énergétique, les enjeux environnementaux ainsi que les nouvelles alternatives développées pour répondre aux soucis écologiques de l'architecture.

-Dans le deuxième chapitre, nous essayerons d'étudier l'enveloppe architecturale en tant que dispositif conceptuelle influençant la qualité et le niveau thermique et énergétique de bâtiments. Nous nous focalisons sur le confort thermique dans l'approche de l'architecture bioclimatique avec ces principes de bases

-La deuxième partie pratique intègre deux chapitres :

Le troisième chapitre consiste en une phase d'expérimentation, une méthode de mesures avec logiciel *Transys* est une interprétation et comparaison des résultats dont le but est d'évaluer les performances énergétiques du bâtiment existant.

Le quatrième chapitre sera consacré à l'intervention conceptuelle. Nous essayerons d'exposer notre démarche du projet dans ces différentes phases : présentation du site d'intervention, analyse climatique et microclimatique, analyse environnementale, étude des exemples, programmation architecturale et la genèse du projet.

-La conclusion générale : Notre recherche sera sanctionnée par une conclusion générale et des recommandations synthétiques pour une démarche HPE des équipements touristiques.

Méthodologie de recherche :

Notre méthodologie, et après une recherche théorique et le développement du modèle d'analyse, fera le recours aux outils d'analyse et d'évaluation offerts par la modélisation et la simulation énergétique. Les résultats seront interprétés en se référant à la réglementation thermique et énergétique implémentés dans le logiciel de simulation *Transys*.

PARTIE I : PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I : De la performance énergétique des bâtiments

Introduction

La production de l'énergie sous toutes ses formes occupe actuellement les débats économiques et politiques. Sa production est stratégique pour le développement d'une nation.

L'énergie est un produit vital, elle est utilisée dans l'activité humaine sous différentes formes notamment mécanique, thermique, chimique, électrique et nucléaire, permettant à chacune des utilisations différentes. Considérée aussi, comme un bien social, l'énergie nous fait vivre et assure notre bien-être. Le bâtiment avec ses différents secteurs, le secteur primaire, secondaire et tertiaire utilisent cette énergie pour répondre à leurs multiples besoins et confort (éclairage, cuisson, chauffage, climatisation, etc.).

1.1.1. Le contexte énergétique et la consommation mondiale

Toutes les activités humaines, et notamment celles qui concourent au développement économique et social, font appel à l'énergie, sauf que, la consommation mondiale d'énergie est restée très longtemps stable lorsque l'homme n'utilisait l'énergie que pour sa survie et ses besoins alimentaires. Néanmoins à partir de 1850, la révolution industrielle a provoqué une augmentation brutale des besoins en énergie. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la consommation mondiale d'énergie va augmenter de 50 % entre 2004 et 2030. Pour accompagner la croissance démographique et économique, le taux de consommation diffère d'un pays à un autre, il est déterminé par les conditions climatiques, le taux de croissance économique et le développement technologique.

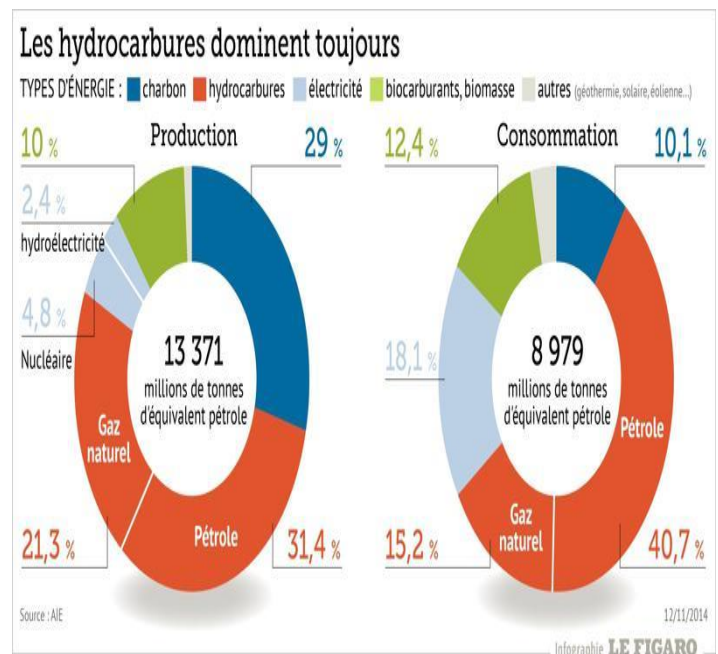


Figure 1: consommation d'énergie mondiale

Source : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2014/11/12/20002-20141112ARTFIG00225-la-consommation-mondiale-d-energie>

I.1.2. La consommation énergétique des différents secteurs en Algérie

La forte demande actuelle de consommation énergétique en Algérie est due principalement à l'augmentation du niveau de vie de la population et du confort qui en découle, ainsi qu'à la croissance des activités industrielles. D'après l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'énergie (APRUE), dans son rapport sur la consommation énergétique finale de l'Algérie, pour l'année 2005, la consommation finale de secteur du bâtiment est évaluée à 7047 ktep¹⁴⁰, soit 40 % de la consommation finale par rapport aux secteurs de l'industrie et celui des transports, cette consommation a triplé durant les trois dernières décennies et il est prévu sa multiplication par le même facteur d'ici les horizons 2025.

La lecture de ces données démontre l'importance, souvent méconnue, de la consommation d'énergie dans les deux secteurs, le résidentiel et le tertiaire, qui représente près de la moitié de la consommation d'énergie finale en Algérie.

I.1.3. Ressources énergétiques

I.1.1. L'énergie primaire

On entend par énergie primaire toute forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Elles ne sont pas toujours utilisables directement et doivent, le plus souvent, être transformées avant d'être utilisées. Elles peuvent être classées selon trois groupes : les énergies fossiles, les énergies nucléaires et les énergies renouvelables.

I.1.2. L'énergie finale

On appelle énergies finales les énergies qui sont utilisées par l'homme (gaz, électricité, fioul domestique, bois, etc.). Pour arriver à ces énergies, il aura fallu les extraire, les produire, les stocker et les distribuer, c'est en fait l'énergie qui arrive chez le consommateur et qui lui est facturée dans la nature avant toute transformation) et l'énergie finale.¹.

¹ Grignon-Masse, L, « Développement d'une méthodologie d'analyse coût-bénéfice en vue d'évaluer le potentiel de réduction des impacts environnementaux liés au confort d'été : cas des climatiseurs individuels fixes en France métropolitaine. ». Thèse de Doctorat, l'École nationale supérieure des mines de Paris, 2010, p305

I.1.4. L'utilisation rationnelle de l'énergie et Le confort thermique ².

L'utilisation rationnelle des énergies regroupe toutes les actions qui permettent d'obtenir le confort nécessaire à l'habitat et en utilisant au mieux les ressources énergétiques, en les paramétrant climatiques de la région lors de la conception des bâtiments qui réalisés de nos jours ne prennent généralement pas en considération le facteur climatique. Ce sont des bâtiments standards qu'on réalise à n'importe quel endroit et sous des climats différents, ce qui entraîne l'installation de systèmes de climatisation ou de chauffage pour les rendre vivables pour les occupants¹⁴. L'ajout du système de climatisation ou de chauffage (inutile si l'ensoleillement avait été pris en compte) ne répondra vraisemblablement plus aux objectifs du développement durable. En effet, Un bâtiment comprend un ensemble complexe de composants, consommateurs d'énergie tels que, l'éclairage, le chauffage, la climatisation ou la production d'eau chaude sanitaire.

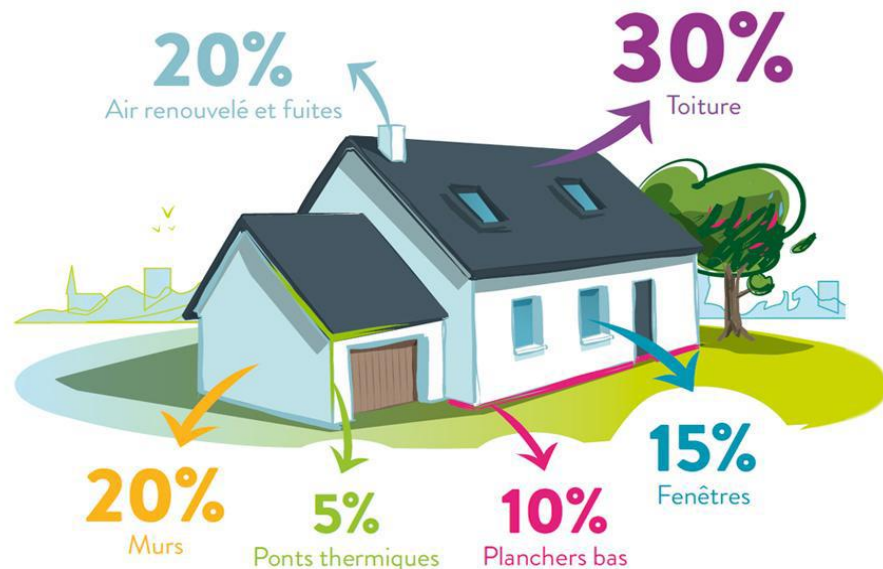


Figure 2 : le pourcentage de consommation énergétique d'un bâtiment

Source : <http://www.le-prof.net/en-51.html>

² Grignon-Masse, L, « Développement d'une méthodologie d'analyse coût-bénéfice en vue d'évaluer le potentiel de réduction des impacts environnementaux liés au confort d'été : cas des climatiseurs individuels fixes en France métropolitaine. ». Thèse de Doctorat, l'École nationale supérieure des mines de Paris, 2010, p305

I.2.1. La performance énergétique

I.2.2. Définition de la performance énergétique :

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de votre habitat.

-La performance énergétique d'un logement est liée à l'efficacité énergétique de chacun équipements, ainsi qu'à l'usage que vous en faites au quotidien : votre comportement est donc essentiel pour optimiser la performance énergétique de votre habitat.

Les logements anciens, construits avant 1980, sont souvent très énergivores. Des travaux de rénovation énergétique vous permettront d'améliorer la performance énergétique de votre habitat et de réduire votre facture de chauffage.

Dans les logements neufs, l'intégration des énergies renouvelables (solaire, biomasse, puits canadiens, etc.), peut contribuer à une meilleure performance énergétique, de même que les pompes à chaleur, les générateurs et chaudières à haut rendement, et les émetteurs de chauffage basse température comme le plancher chauffant.³

-La performance énergétique, c'est la quantité d'énergie que consomme annuellement le bâtiment eu égard à la qualité de son bâti, de ses équipements énergétiques et de son mode de fonctionnement.⁴

-La notion de performance énergétique vise le confort thermique avec une exploitation annuelle optimisée des énergies consommées. L'intégration des énergies renouvelables, le solaire thermique et photovoltaïque, la pompe à chaleur, le puits canadien, octroie une performance énergétique meilleure, tout comme les générateurs et chaudières à haut rendement et les émetteurs de chauffage basse température comme le plancher chauffant, ainsi que les dispositifs de régulation et programmation.

³ <http://www.performance-energetique.lebatiment.fr/dossier/qu%E2%80%99est-ce-que-performance-energetique/2>

⁴ http://www.xpair.com/lexique/definition/performance_energetique

I.2.3. Historique de la performance énergétique :

Depuis quelques années, il est clair, pour la plupart des États du monde, que nos ressources naturelles sont limitées et qu'à moins de changer de politique industrielle, la terre ne pourra plus subvenir à nos besoins énergétiques et agricoles à des échéances relativement courtes. Ainsi, un regard neuf est porté à notre consommation d'énergie et de nouveaux modes de pensées prennent peu à peu naissance dans des domaines tels que le logement. En effet, le bâtiment est l'axe prioritaire de lutte contre le réchauffement climatique et la préservation des ressources fossiles. Avec leurs toitures et cloisons mal isolées, leurs vitraux simples et leurs chauffages peu performants, les 20 millions de logements construits en France avant 1975 sont les principaux émetteurs de CO₂.

Et si les normes diffèrent selon le type de bâtiment (individuel, collectif, industriel, etc.), l'objectif reste le même : minimiser la consommation énergétique des logements tout en assurant aux particuliers un service identique. Autrement dit, il s'agit d'augmenter leur efficacité énergétique.

Si l'on s'intéresse à l'histoire du bâtiment depuis 1850, il est plus aisé de comprendre les réglementations thermiques mises en vigueur ces 10 dernières années.

Ainsi, en 1850, Paris comptait 1 million d'habitants. La ville à cette époque étant très dense, les immeubles étaient accolés les uns aux autres et possédaient rarement des cours intérieurs. Cette organisation urbaine favorisait les économies d'énergie car les déperditions étaient moindres du fait de la mitoyenneté. Même s'il y avait des problèmes de ventilation, l'épaisseur importante des façades et les surfaces vitrées limitées induisaient une bonne inertie thermique. Les immeubles mettaient du temps à se refroidir quand arrivait l'hiver, et inversement gardaient la fraîcheur longtemps en été.

Vers la fin du siècle, certaines villes de France, et plus particulièrement Paris, subissent de grandes transformations. Sous l'impulsion du baron Haussmann, les avenues s'élargissent, le tissu urbain se fait moins dense, plus aéré : les courettes apparaissent. Cette nouvelle configuration entraîne de plus grandes pertes d'énergie.

Après la première guerre mondiale, certaines villes mettent en place des politiques de construction massive de logements. C'est le cas de Paris qui entre 1920 et 1939 fait construire de nombreux immeubles de logements sociaux appelés Habitation Bon Marché (HBM).

Les ilots HBM sont les premiers à posséder de larges ouvertures vers l'extérieur ; offrant de cette manière plus d'air et de lumière aux habitants. Cependant, l'utilisation de la brique et le système constructif mis en œuvre ne sont pas performants du point de vue thermique. La mauvaise isolation des différentes façades et des parties communes conduit à des déperditions énergétiques.

De 1945 à 1967, la forte croissance économique et démographique des Trente Glorieuses entraîne un fort besoin en logements. Durant cette période, on bâtit en masse et rapidement, en favorisant une rationalisation des modes de construction. La disposition des bâtiments d'après-guerre étant plus aérée, les logements urbains, isolés par ce voisinage plus lointain, consomment davantage d'énergie.⁵

De 1967 à 1973, apogée des trente Glorieuses, on construit dans un contexte d'abondance énergétique. Avec les systèmes de climatisation et de chauffage, les architectes de l'époque peuvent se concentrer sur l'esthétique intérieure sans se soucier des conditions climatiques. Ils conçoivent alors des bâtiments plus énergivores avec des surfaces vitrées parfois très importantes. Par ailleurs, la prospérité économique de cette période entraîne également une consommation en chauffage plus importante. Le pétrole étant peu cher, les dépenses énergétiques n'ont pas de freins.

Mais, le premier choc pétrolier de 1973 marque l'arrêt brutal de trois décennies de forte croissance. Une nouvelle politique énergétique est alors amorcée : la première réglementation thermique pour l'habitat date de 1974. Mais, cette dernière, ayant été adoptée dans l'urgence suite à la montée importante des prix des hydrocarbures, dû être repensée à plusieurs reprises afin de renforcer l'exigence de consommation des bâtiments neufs.

La RT de 1974 visait une réduction de 25% de la consommation énergétique des bâtiments, par rapport aux normes en vigueur depuis la fin des années 1950. Mais, le deuxième choc pétrolier de 1979 contraint les politiques à mettre en place une nouvelle réglementation thermique, la RT

⁵ <http://www.dauchezpayet.fr/petit-historique-lefficacite-energetique-logements-urbains-1850-jours/>

1982, ayant pour objectif une économie de 20% sur les consommations énergétiques par rapport à la RT 1974, en mettant tout particulièrement l'accent sur les besoins en chauffage.

La réglementation suivante, la RT 1988, impose de nouveau une réduction des consommations de 20% par rapport à la RT précédente mais en élargissant cette fois son champ de calcul par l'introduction de nouveaux paramètres, considérant les besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire des logements.

Les différentes réglementations qui suivirent (RT 2000, RT 2005 et RT 2012) ne cessèrent de renforcer l'exigence de consommation énergétique des logements urbains, et des autres bâtiments comme par exemple les constructions tertiaires, introduisant toujours plus de critères dans l'évaluation de l'efficacité énergétique du bâti. Néanmoins, avec la réglementation thermique actuelle qu'est la RT 2012, il est désormais impossible de construire un bâtiment comme on le faisait dans la période prospère des Trente Glorieuses. En effet, jusqu'à présent, les différentes réglementations thermiques se basaient sur une réduction, toujours plus importante, de la valeur maximale de consommations énergétiques des logements à respecter, par rapport à celle d'un bâtiment de référence. De ce fait, la limite imposée dépendait de nombreux paramètres qui étaient propres au projet (forme du bâti, caractéristiques des installations...) et différait d'un cas à l'autre. Dans la RT 2012, si le coefficient prend en compte la situation géographique du projet (proximité d'une infrastructure bruyante, altitude, zone climatique...), il ne considère pas la forme du bâtiment. Ainsi, si cette dernière implique des déperditions énergétiques trop importantes, elle devra être repensée à défaut de ne pouvoir être réalisée

I.3.1. Le recours aux énergies renouvelables pour un développement durable

Par opposition à « l'énergie fossile » qui est une énergie de stock, constituée de gisements épuisables de combustibles fossiles (pétrole, charbon ; gaz, uranium), l'énergie renouvelable appelée communément « énergie verte » est une source d'énergie qui est régénérée ou renouvelée naturellement selon un cycle relativement court à l'échelle humaine et dont les caractéristiques sont les suivantes ⁶:

-Elles sont inépuisables, non polluantes et gratuites

⁶ « Confort thermique et construction en climat chaud. », MAZOUZ Said., Ed. Pirsas, (2010), 80p.

-Elles sont exploitables sans produire de déchets, ni d'émissions polluantes ;

-Elles contribuent ainsi à la lutte et à la réduction de l'effet de serre.

Les cinq ressources d'énergie renouvelables sont⁷:

1- L'énergie solaire, qui provient du flux de photons émis par le soleil, utilisée soit pour la production de chaleur (solaire thermique), soit pour la production directe d'électricité (solaire photovoltaïque).

2- L'énergie hydraulique, obtenue à partir de la force mécanique des chutes d'eau.

3- L'énergie éolienne qu'on tire de la force du vent qui circule des hautes vers les basses pressions de l'atmosphère terrestre.

4- L'énergie de la biomasse, obtenue par la combustion d'un combustible ou d'un carburant tiré de la matière organique (les plantes, les arbres, les déchets animaux...), elle-même fabriquée par la photosynthèse du carbone.

5- La géothermie, qui exploite le flux de chaleur qui provient des couches profondes de la terre.

Les énergies renouvelables présentent, par rapport aux énergies fossiles, deux avantages déterminants : le caractère inépuisable ou renouvelable de la ressource et pour la plupart d'entre elles, leur contribution positive à la protection de l'environnement et notamment à la lutte contre le réchauffement climatique.

I.3.2. 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 bâtiments. Selon Thierry Salomon ⁸, elle correspond à réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, soit, mieux utiliser l'énergie à qualité de vie constante. Le rapport final de la « comparaison internationale bâtiment et énergie » initié par PREBAT129 note qu'en construction neuve ou en réhabilitation, un bâtiment efficace énergétiquement est avant tout un concept d'ensemble saisissant dans un même processus l'architecture, le climat, l'enveloppe et les

⁷ Chatelet, A., et Al. *Architecture climatique, concepts et dispositifs*, Tome 2, Editions EDISUD, France., 1998, p159

⁸ Salomon, T. et Bedel, S. « La maison des [méga, watts, Le guide malin de l'énergie chez soi. » Edition. Terre vivante.2004. p. 11.

équipements.

I.4. Classification des bâtiments à efficacités énergétiques

La conception des bâtiments à faible consommation d'énergie est un processus complexe qui nécessite une approche particulière. En effet, les choix techniques et architecturaux retenus pour ce genre de conception influent de manière très importante sur le comportement énergétique du bâtiment. Ainsi, la forme du bâtiment, sa compacité, son orientation, ont des conséquences significatives sur sa performance énergétique, de mauvais choix peuvent entraîner des défaillances difficilement prévisibles dont l'impact sur la consommation énergétique du bâtiment n'est souvent découvert que lors de son exploitation. Suivant leurs niveaux de performances énergétiques, les bâtiments sont classés en trois familles : bâtiments performants, bâtiments très performants et bâtiments zéro énergie ou à énergie positive

Il existe une multitude d'opérations (programmes de recherche, labels, réalisations), pour chaque famille, ces opérations sont fréquemment basées sur la définition de concepts de bâtiments qui définissent à la fois un niveau de performance à atteindre et des exemples de solutions permettant d'atteindre ce niveau. Elles partent d'une même analyse du bilan énergétique orientée par la triade : réduire les besoins énergétiques.

I.4.1. Bâtiments performants « basse énergie »

Les bâtiments performants, souvent appelés bâtiments basse énergie (à basse consommation), existent à plusieurs milliers d'exemplaires. Ils se caractérisent principalement par une conception architecturale bioclimatique, une bonne isolation thermique, des fenêtres performantes, un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait, parfois associé à un puit climatique, un système de génération performant (pompe à chaleur, chaudière bois, chaudière à condensation...) et une attention particulière est portée à la perméabilité à l'air et aux ponts thermiques. Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d'énergie, sans toutefois l'exclure.¹³³ Les opérations les plus connues de ce type de bâtiments sont les labels Suisse minergie et minergie-eco⁹.

⁹ Maugard, A. Millet, J.-R. Quenard, D. « Vers des bâtiments à énergie positive ».Présentation du CSTB.2000

I.4.2. Bâtiments très performants « très basse énergie »

Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ne nécessite pas de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs : les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure confortable toute l'année. Il s'agit en général de bâtiments passifs dont le concept a été défini par le Dr. Wolfgang Feist de l'institut de recherche allemand Passivhaus.

Ils sont définis comme étant des bâtiments dans lesquels l'ambiance intérieure est confortable tant en hiver qu'en été, sans devoir faire appel à aucun conventionnel de régulation de température, ni de chauffage, ni de refroidissement. Cet objectif peut être atteint grâce à une forte isolation thermique, une forte réduction de ponts thermiques et une très bonne étanchéité à l'air.

De plus, les déperditions par ventilation sont réduites à travers un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait.

I.4.3. Bâtiments à énergie positive « zéro énergie »

Il est défini comme étant un bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme, Il est doté de moyens de production d'énergie locaux, ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique.

Ces bâtiments sont la combinaison de bâtiments basse énergie ou passifs avec des systèmes d'énergies renouvelables tels que les toits solaires photovoltaïques. Ce type du bâtiment est particulièrement adapté aux sites isolés ou insulaires car il évite les coûts de raccordement aux divers réseaux.¹⁰

¹⁰ <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/batiment-a-energie-positive>

I.5.1. Le chauffage des bâtiments

De nos jours, les usagers des bâtiments publics exigent un meilleur confort en hiver, qui demande l'utilisation de techniques de chauffage de plus en plus performantes pour maîtriser une température intérieure de confort. Le niveau de température requis sera fonction, du taux d'occupation et de l'activité des occupants.

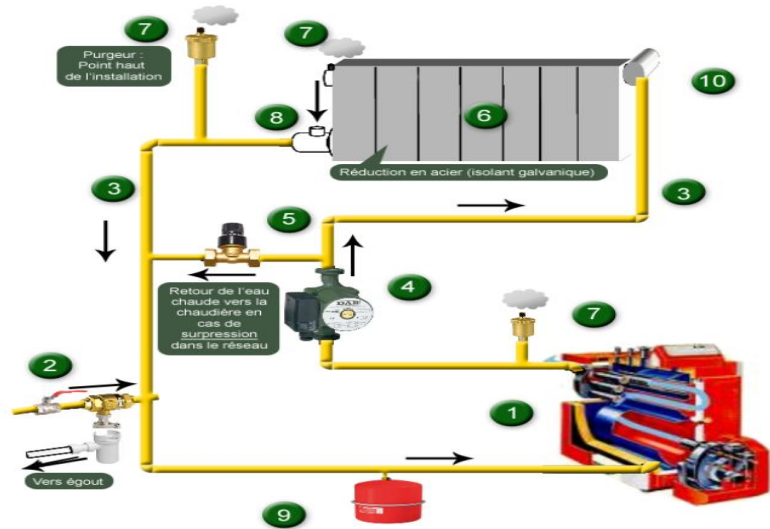


figure 3 : system de chauffage des bâtiments

Source : <http://www.energies-avenir.fr/page/batiexistants-32>

L'évolution principale du chauffage fut le remplacement progressif des combustibles solides, le bois et le charbon, par des combustibles liquides, le fioul puis le gaz naturel, plus facile à stocker et à distribuer, le chauffage central par circulation d'eau chaude est le procédé de chauffage le plus utilisé, avec un système de distribution efficace de chaleur émise en partie par rayonnement.

Ce système de chauffage, consiste à distribuer de la chaleur dans un ou plusieurs locaux au moyen d'appareils multiples reliés à une source unique de chaleur et la chaudière à gaz est la source, la plus employée dans les bâtiments publics. le procédé peut être vu comme un ensemble de trois sous-systèmes ;

La production (la chaudière), la distribution (les canalisations qui permettent de distribuer l'eau chaude vers les différents corps de chauffe) et l'émission (corps de chauffe : radiateurs) comme le montre la figure.

Le principe de fonctionnement du chauffage à eau chaude dans les bâtiments est simple puisqu'il suffit d'accroître la production de chaleur pour chauffer les espaces intérieurs. En réalité, ce n'est pas aussi évident car une même production de chaleur concerne généralement des locaux et des bâtiments aux besoins énergétiques différents. L'inconvénient de ce type de chauffage, est la difficulté de l'équilibrage de la température de chauffage, c'est à dire de l'adaptation de la quantité de chaleur délivrée aux différents locaux en fonction de leurs usages, de leurs tailles, de leurs isolations et de leurs expositions. Il arrive fréquemment que le circuit d'eau de chauffage

soit mal équilibré ;les radiateurs qui se trouvent en bout de circuit sont alors trop peu alimentés en eau chaude et ne sont plus suffisamment chauffés, On constatera donc fréquemment un déséquilibre de température de chauffage, certains locaux sont mal chauffés et d'autres surchauffés.

I.5.2. L'efficacité énergétique

Il existe plusieurs définitions de l'efficacité énergétique, ce qui peut parfois rendre difficile la compréhension du terme et donc son application. Afin d'éclaircir ce concept et d'en faire une ligne directrice de développement, il importe de le comprendre.

Par « efficacité énergétique », on entend globalement une meilleure utilisation de l'énergie disponible. On obtient un rendement énergétique plus élevé, tout en utilisant une moins grande quantité de la ressource pour recevoir le même service. Ceci permet de réduire l'empreinte écologique, qui se traduit notamment par la réduction des émissions de GES.

L'efficacité énergétique repose sur une approche transversale et globale en vue d'une saine utilisation de l'énergie. Le terme clé « efficacité » trouve tout son sens dans différentes pratiques qui s'articulent principalement autour de quatre notions de base :

I.6.1. Les éléments technologiques

Le choix d'équipements et de procédés hautement performants peut optimiser la consommation d'énergie et améliorer les services et les conditions de vie. D'autant plus que l'utilisation de matériel et de techniques adéquats et adaptés permet d'augmenter le rendement énergétique et d'éviter la perte d'énergie.

Les technologies énergétiques relèvent souvent de l'innovation et, comme tout ce qui est nouveau, peuvent présenter des risques lors de l'implantation qui sont à gérer par la municipalité. Il existe cependant différents programmes de soutien à cette implantation.

I.6.2. L'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable

Il est important de comprendre que l'efficacité énergétique peut être réalisée sans nécessairement utiliser d'énergies renouvelables. En effet, tout dépendant de la nature de l'intervention, être efficace énergétiquement pourra prendre diverses formes : réduction des besoins en énergie, récupération de la chaleur provenant de la ventilation dans les bâtiments ou des eaux usées dans les égouts, remplacement d'équipement par un autre plus performant, etc.

En se rappelant le « modèle des 3R » de l'efficacité énergétique (réduction à la source, récupération et remplacement), il faut déterminer si l'utilisation d'une énergie renouvelable est obligatoirement synonyme d'efficacité.

Il est possible, par exemple, d'être un grand consommateur d'énergie inefficace et de s'alimenter au solaire. Il est possible d'utiliser un véhicule énergivore qui carbure au biodiesel. Un bâtiment peut être chauffé à la géothermie mais avoir une isolation minimale. Tous ces cas sont loin de l'efficacité énergétique et, peuvent également présenter un risque de non-rentabilité des projets. En effet, si un bâtiment chauffant à la géothermie demande 30 % d'énergie de plus que ce qu'elle demanderait si elle était efficace, ses puits géothermiques se videront plus vite et diminueront ainsi la rentabilité du projet géothermique.

Il est donc évident que l'énergie renouvelable n'est pas toujours synonyme d'efficacité énergétique. Toutefois, c'est en mariant les deux qu'une consommation optimale de l'énergie peut être atteinte.

Il faut donc se rappeler de :

Ne jamais s'alimenter avec des énergies renouvelables sans mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique

Planifier ses interventions et profiter des aides disponibles pour ce faire¹¹

I.6.3. Qu'est-ce que la maîtrise de l'énergie ?

La maîtrise de l'énergie est un terme approprié pour une municipalité qui a fait de l'efficacité énergétique un critère de développement.

Traditionnellement, la maîtrise s'acquiert en suivant un processus en trois temps :

L'apprentissage et la compréhension de la technique ou de la technologie

La mise en œuvre et la résilience, c'est-à-dire être capable d'appliquer la technique ou la technologie La transmission de ce savoir

Ces trois étapes sont adaptées pour la définition de la maîtrise de l'énergie dans la municipalité.

¹¹ Gonzalo, R., & Habermann, K. J. (2008). *Architecture et Efficacité Énergétique*, p23

Les deux premières étapes sont évidentes, la troisième repose sur la capacité de la municipalité à utiliser l'ensemble de son arsenal réglementaire, financier et incitatif pour transmettre le réflexe « efficacité énergétique » à l'ensemble de la collectivité.

L'efficacité énergétique est la colonne vertébrale de la maîtrise de l'énergie, dont l'application concrète peut se mesurer de manière quantitative. Cependant, l'efficacité énergétique telle que le suggère la définition nécessite plus qu'une technologie si le but est d'en tirer des avantages environnementaux, économiques et sociaux.

Pour en arriver à la maîtrise de l'énergie, il faut impérativement agir :

de manière stratégique, en s'adaptant aux contextes économique, local, social et technique

de manière intégrée, en impliquant les parties prenantes et en recherchant la synergie la plus performante au niveau des techniques et technologies .Au final, la maîtrise de l'énergie c'est être efficace (diminuer les besoins et la demande), savoir produire ou utiliser des énergies renouvelables, savoir investir pour tirer avantage de ses investissements et, savoir pérenniser ses actions.¹²

I.6.4. La maîtrise de l'énergie : quels avantages ?

Les mesures d'efficacité énergétique et la production locale d'énergie contribuent à un ensemble d'avantages qu'il faut mettre à profit pour se positionner, se différencier et être attractif. Ces avantages sont :

- Des économies d'énergie et de coûts
- Un réinvestissement des dividendes (économies)
- Une réduction des émissions de GES
- L'attractivité du territoire pour les citoyens et les investisseurs
- La création d'emplois locaux
- La qualification de la main d'œuvre
- Une meilleure gestion et valorisation des actifs municipaux

¹² DEPECKER.P : « Constitution et modes de transfert d'un savoir scientifique dans le champs de l'architecture : le cas de la thermique » Thèse de doctorat, INSA, Lyon, 1985

- Un contrôle sur les sources d'énergie locales
- La stabilisation des prix de l'énergie (la municipalité peut fixer ses propres prix)
- Une meilleure capacité d'adaptation aux changements par une diversification des sources d'approvisionnement
- La contribution au développement local sur une approche territoriale (synergie entre les acteurs et les fonctions du territoire)
- Une forte contribution à l'image écologique et écoresponsable de la municipalité
- La maîtrise de l'énergie est un axe à privilégier par la municipalité pour animer et donner de la consistance à ses efforts de développement durable.¹³

I.6.5. Maîtrise de l'énergie et le contexte réglementaire en Algérie

En 1986, l'Algérie, pays exportateur de pétrole et de gaz naturel, subit de plein fouet le contrechoc pétrolier : les prix du pétrole baissent et provoquent une diminution des rentrées de devises pour le financement de l'activité économique. Dans ce contexte, le pays prend conscience de la nécessité de définir une politique d'efficacité énergétique. Aujourd'hui notre pays dispose d'un arsenal juridique important en matière de rationalisation de l'utilisation de l'énergie dans le bâtiment.

-La loi 09-99 du 28 Juillet 1999, relative à la maîtrise d'énergie¹⁵⁹ est une loi cadre, elle traduit un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la gestion rationnelle de la demande d'énergie et fixe de nombreux aspects liés à la maîtrise de l'énergie dans le domaine de la construction.

-La loi 04-09 du 14 Août 2004 relatives à la promotion des énergies renouvelable dans le cadre de développement durable¹⁶⁰.

-Le décret exécutif 04-149 du 19 Mai 2004 fixant les modalités d'élaboration du Programme national de maîtrise de l'énergie

¹³ CHITOUR.C.H.E : « L'énergie : Les enjeux de l'an 2000 » Vol/1 Office des Publications Universitaires ALGER, 1994. p. 41.

-Arrêté interministériel du 29 novembre 2008 définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique.

-Le DTR.C 3-2 qui établit les règles de calcul des déperditions calorifiques d'hiver pour les bâtiments à usage d'habitation ; il vise la limitation de la consommation énergétique relative au chauffage des locaux à travers le calcul des déperditions thermiques.

-Le DTR.C 3-4 relatif aux règles de calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments ; il vise la limitation de la consommation énergétique relative à la climatisation des locaux,

-Le DTR.C 3-31 relatif à la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation, fournit les principes généraux qu'il y a lieu d'adopter lors de la conception des installations de ventilation naturelle.

La finalité de cette réglementation est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment et sa mise en application permettra d'après l'APRU,¹⁶⁴ de réduire les besoins calorifiques de nouveaux logements de l'ordre de 30 à 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation. Malgré cet arsenal juridique important, Il faut reconnaître qu'actuellement, il n'existe aucune volonté politique pour prendre en charge la surconsommation énergétique dans nos bâtiments.

Les bâtiments publics en Algérie, ne sont pas encore dotés, d'une réglementation thermique spécifique, l'application de la réglementation thermique détaillée dans les différents documents techniques réglementaires (DTR.C3-2, DTR.C 3-2 et DTR. C3-31) pour les bâtiments à usage d'habitation n'est pas obligatoire, c'est pour ces raisons que la quasi-totalité des bureaux d'études en architecture n'ont pas une copie de cette réglementation.¹⁴

I.7.1 Évolution des bâtiments performants :

Depuis quelques décennies, les questions de la protection de l'environnement, d'économie d'énergie et de développement durable.

Après le choc pétrolier de 1973 qui confirme notre dépendance énergétique, la maîtrise des dépenses énergétiques est devenue un enjeu majeur. Ce dernier a orienté les

¹⁴

architectes à réfléchir autrement, ce qui s'est traduit tout d'abord par une approche solaire en architecture.¹⁵

th Son orientation est déterminante pour une captation maximale de l'énergie solaire incidente et pour l'ajout des protections solaires efficaces. Le développement de cette approche (architecture solaire) dans les années quatre-vingts l'a rendu **une approche bioclimatique** qui vise par la conception architecturale de réduire les besoins énergétiques et d'assurer le confort des occupants. Plus récemment (les années quatre-vingt-dix), une autre approche a été établie sur le constat des problèmes environnementaux (une crise écologique) ; effet de serre, réchauffement de la planète, pollution, déforestation.... Cette **approche dite environnementale, écologique ou verte** (Green architecture) appliquée à l'architecture signifie la réalisation des bâtiments préservant les ressources naturelles en employant des matériaux sains et renouvelables tout en contrôlant les dépenses d'énergies.

L'architecture environnementale « ne se réduit pas à la question du chauffage : elle touche aussi, plus largement, aux questions de l'énergie dépensée pour la fabrication et le transport des matériaux, à leur durée de vie et leur recyclage, à la préservation et au renouvellement des ressources, à la réduction et à la suppression, à terme, de l'usage de celles qui ne sont pas renouvelables, et enfin aux problèmes de pollution concernant les déchets ou l'air intérieur des logements »¹⁶

I.7.1.2. Les principales réglementations et labels :

Avant de définir et caractériser les différents bâtiments performants, on pense qu'il est primordial de faire une petite aperçue sur quelques réglementations et labels qui leur sont associés. Ces labels internationaux et réglementations présentés dans cette section sont utilisés comme cible pour définir les indicateurs et les exigences de performances énergétiques visées dans le cadre de cette recherche.

¹⁵ F PEUPORTIER. Bruno : « Eco-conception des bâtiments. Bâtir en préservant l'environnement » Sciences de la terre et de l'environnement. Les presses de l'école des mines. Paris 2003. p57 ERNANDEZ P., LAVIGNE P., 2009] [ZAMBRANOL., 2008]

¹⁶[RANCK Louise, 2009, p.2].

I.7.2.1. Les labels de performance énergétique :

Les labels sont des indicateurs en termes de confort, de performance énergétique et de respect de l'environnement, afin de réaliser des bâtiments à faibles consommations d'énergie, Ils s'appuient sur des référentiels et sont soumis à des procédures d'audit et d'évaluation. Les principaux labels -notamment européens- sont les suivants :

I.7.2.2. Passivhaus (Allemagne) :

Est un concept global de construction de bâtiments à très basse consommation d'énergie. Créé en 1996 créé par le Dr. Wolfgang Feist, Il évolue régulièrement en intégrant de nouvelles données fournies par le Passivhaus Institut (PHI). Le label Maison Passive/Passivhaus s'applique à tous les bâtiments neufs et à la rénovation, aux maisons individuelles, logements collectifs et individuels groupés, bâtiments d'enseignement, immeubles de bureaux, bâtiments publics, etc.

Un bâtiment Passivhaus est caractérisé par trois principes de base des besoins en chauffage minimisés à l'extrême (l'utilisation de l'énergie solaire passive), une enveloppe très étanche et une faible consommation en énergie primaire totale.

Les principaux critères correspondant au label Passivhaus (Allemagne) sont les suivants

- Consommation pour le chauffage en énergie finale inférieure à 15 kW.h/m².an
- Consommation totale du bâtiment (chauffage, eau chaude sanitaire (ECS), ventilation et électricité domestique) en énergie primaire inférieure à 120 kW.h/m².an.
- Puissance de chauffage maximale : 10 W/m².
- Etanchéité à l'air 0.6 vol/h pour une différence de pression de 50 Pa entre l'intérieur et l'extérieur.
- Ventilation double flux (récupérateur de chaleur avec rendement de plus de 75%).

I.7.2.3. Minergie (Suisse) :

Créé en 1998, Le label MINERGIE® est un label de qualité destiné aux bâtiments neuf ou rénovés, il peut s'appliquer à tout type de bâtiment : individuel, collectif, tertiaire, commercial, industriel ; hôpital école, hôtel-restaurant, Ce label vise [MINERGIE, 2012]

à promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie et avec l'utilisation des énergies renouvelables pour assurer le confort des usagers du bâtiment. Afin d'obtenir le label Minergie, la consommation pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire (ECS), la ventilation et la climatisation en énergie finale doit être inférieure à un seuil de référence en énergie primaire et le surcoût de construction doit être limité par rapport à un bâtiment standard.¹⁷

Un bâtiment Minergie est caractérisé par trois principes de base

- Une enveloppe à isolation thermique renforcée et étanche à l'air ;
- Une aération automatisée et économe en énergie ;
- Une production de chaleur à haut rendement et associée à l'utilisation d'énergies renouvelables (bois, solaire).

Il existe quatre labels qui certifient la performance énergétique dans les bâtiments :

I.7.2.4. Minergie standard :

Les principales exigences à respectées sont les suivantes :des exigences primaires pour l'enveloppe du bâtiment, un renouvellement de l'air au moyen d'une aération de type double flux, une valeur limite de consommation pondérée en fonction de la localisation (stations météo de référence) et de l'altitude, un justificatif du confort thermique d'été, des exigences supplémentaires suivant la catégorie de bâtiment (éclairage, froid industriel et production de chaleur).

Dans ce label la consommation énergétique doit être inférieure à 42 kW.h/m².an et le Surcoût par rapport à un bâtiment standard équivalent inférieur à 10%.

I.7.2.5. Minergie-p (passif) :

Créé en 2003. Le référentiel du label Minergie-P correspond au standard "Passivhaus" parce qu'il intègre en grande partie les critères des constructions passives : sur isolation, étanchéité à l'air contrôlée, ventilation double flux à haut rendement. L'objectif premier est de réduire la consommation énergétique qui doit être inférieure à 30 kWh/m².an et les besoins en chauffage inférieurs à 15 kWh/m².an. Le dimensionnement

¹⁷ [Fadi CHLELA, 2008, p.17] (fig.II-3).

de la puissance de chauffage doit être inférieur à 10 W/ m². Et le surcoût égal au maximum à 15% par rapport à un bâtiment standard.

I.7.2.6. Minergie-Eco (écologique) :

Créé en 2006. Les exigences liées au confort et de rendement énergétique sont identiques à Minergie ou Minergie-P, mais les bâtiments certifiés Minergie Eco doivent répondre à des exigences supplémentaires sanitaires (lumière, bruit et air intérieur) et écologiques (matière première, fabrication et déconstruction)

I.7.2.7. Minergie P-Eco (passif et écologique):

Il est le plus exigeant des labels proposés par Minergie, Minergie-P-ECO est un label qui combine les labels Minergie-P et Minergie-ECO, c'est-à-dire la combinaison des différents critères, ce qui fait que Minergie-P-ECO est un label extrêmement difficile à obtenir.

Conclusion :

Le bâtiment est considéré comme un secteur économique clé, fortement consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre. On constate que la climatisation et le chauffage consomment une portion non négligeable en matière d'énergie. Pour une meilleure efficacité énergétique des bâtiments, l'exploitation rationnelle et le remplacement progressif des sources d'énergie traditionnelles par des énergies renouvelables, doivent figurer parmi les objectifs de toute politique énergétique viable.

Ainsi, la prise en compte du facteur thermique lors de la conception de bâtiments est à l'heure actuelle un défi qu'il est indispensable de mener afin de trouver le juste compromis entre la performance énergétique et les dépenses énergétiques.

Un bâtiment performant sur le plan thermique permettra d'atteindre trois objectifs : la protection de l'environnement extérieur, des économies d'énergie, ainsi que l'amélioration du confort thermique.

Afin de réduire les besoins énergétiques dans les bâtiments en Algérie, on peut intervenir sur plusieurs paramètres dans le bâtiment lui-même par l'intégration du concept bioclimatique qui

visé à utiliser les ressources naturelles renouvelable, ainsi que l'emploi des certains paramètres de conception au niveau de l'enveloppe architecturale du bâtiments pour réduire les dépenses d'énergies consacrées au chauffage et à la climatisation des bâtiments en vue de réaliser un meilleur performance énergétique .

CHAPITRE II : Vers un Architecture HPE :
Les dispositifs de l'enveloppe architecturale

Introduction

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la consommation énergétique du bâtiment en utilisant différentes méthodes et en étudiant l'amélioration de l'efficacité de l'enveloppe et des matériaux qui la constitue. Donc on a fait une synthèse de ce qui a été réalisé dans ce domaine et classé selon les paramètres étudiés au niveau de l'enveloppe du bâtiment. Des recherches sur l'amélioration de l'efficacité de l'enveloppe, comme le choix de l'orientation, type de vitrages, toit vert, matériaux à changement de phase ont été fait, ils sont énumérés comme suit : L'économie d'énergie est une priorité élevée dans les pays développés.

Pour cette raison, des mesures d'efficacité énergétique sont de plus en plus mises en œuvre dans tous les secteurs. Le secteur résidentiel est responsable d'une part importante de la consommation d'énergie dans le monde. La plupart de cette énergie est utilisée pour le chauffage, le refroidissement et les systèmes de ventilation artificielle. En vue de développer l'efficacité énergétique des structures, cet article fournit une vue d'ensemble des critères de conception des constructions qui peuvent réduire la demande d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des bâtiments résidentiels. Ces critères sont basés sur l'adoption des paramètres appropriés pour l'orientation du bâtiment, forme, système d'enveloppe, chauffage passif et des mécanismes de refroidissement, l'ombrage, et le vitrage. Une analyse a été faite des études antérieures qui ont évalué l'influence de ces paramètres sur la demande totale d'énergie et propose les meilleures options de conception. Cette étude est utile pour les professionnels qui sont responsables de la prise de décision lors de la phase de conception de l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels.

II.1.1.1. L'enveloppe architecturale

Dans le dictionnaire, le mot bâtiment est défini par : « toute construction destinée à servir d'abri et à isoler ». Un bâtiment serait donc une construction, une installation qui permettrait de se protéger de l'environnement extérieur : température, humidité, sons, lumière, odeurs ... Aujourd'hui, cette question de l'isolation est très présente en architecture. En effet, nous remarquons que les édifices se figent de l'intérieur. C'est-à-dire qu'ils cherchent à avoir leur propre système, aussi bien au niveau de la lumière que de la température. Face à un environnement mobile dans le temps - selon les saisons, selon l'heure de la journée, selon ce qui s'y construit ou ce qui est détruit - l'homme souhaite obtenir un confort maximum et continu. Cela entraîne ainsi un décalage temporel avec l'extérieur. Cependant, tandis que l'intérieur devient de plus en plus hermétique, les nouvelles préoccupations écologiques repensent la fonction de l'enveloppe.

II.1.1.2. Définition de l'enveloppe :

À première vue l'« enveloppe » architecturale d'un édifice désigne la partie visible de tout édifice, que l'on se situe à l'intérieur ou à l'extérieur de l'édifice. En ce sens, l'enveloppe joue un rôle d'interface avec l'extérieur. Mais c'est avant tout une protection, une « matière » permettant de se protéger. Son rôle protecteur peut se vérifier à toutes les échelles, de la molécule, à la membrane, en passant par le vêtement. Autrement dit, l'enveloppe est l'enveloppant de tout habitat désigné comme l'enveloppé. Mais l'enveloppe elle-même peut-être constituée d'un enveloppé autrement appelé l'entre deux de l'enveloppant comme la voir Kouici « Enveloppe d'un volume architectural : ensemble des surfaces de séparation des espaces intérieurs du volume et l'espace extérieur (murs /toiture /coupole...).on dit également peau par analogie a la peau d'un corps qui enrobe le squelette et la chair comme l'enveloppe enrobe l'ossature et toute la construction d'un édifice ». ¹⁸

D'un autre côté l'enveloppe peut être vue entre deux milieux, elle apparaît à la fois à l'extérieur et à l'intérieur d'un édifice. Elle peut être épaisse, fine, opaque, transparente ou translucide, elle peut être composée de plusieurs matériaux. A propos de l'enveloppe, Philippe Rahm parle de la « mission climatique de l'architecte »¹⁹. C'est l'enveloppe qui crée la transition avec l'extérieur. Georges Teyssot²⁸ décrit la présence de sphères, situées dans « l'intermédialité » : elles jouent le rôle « d'intermédiaire entre l'encerclement et le symbole », donc entre l'environnement et

¹⁸ Article «Sciences de la terre et de l'environnement» Kouici 1999.

¹⁹ Article «Architecture météorologique», Philippe Rahm, 2009

l'édifice. Georges Teyssot²⁰ pense l'architecture comme membrane ; l'enveloppe fait référence à la peau.

De ce qui précède on peut référer à L'enveloppe du bâtiment comme l'interface entre l'intérieur du bâtiment et de l'environnement extérieur, y compris les murs, le toit, et les fondations. Qui agit comme une barrière thermique, l'enveloppe du bâtiment joue un rôle important dans la régulation de la température intérieure et permet de déterminer la quantité d'énergie nécessaire pour maintenir le confort thermique.

Une enveloppe de bâtiment c'est tout ce qui fait le tour de l'habitat créé par l'Homme. Ceci veut dire que la dalle de plancher, les fondations, les murs extérieurs, les ouvertures, les toitures, etc. font partie de l'enveloppe de bâtiment et cette capacité d'avoir constamment une vue d'ensemble est primordiale.

II.1.1.2. Historique de l'enveloppe

Dans de nombreuses régions du monde, les bâtiments ont longtemps été construits en utilisant des matériaux locaux pour maximiser le confort étant donné le climat local. Ainsi, les toits et les murs très réfléchissants étaient typiques il y a plusieurs siècles dans les climats chauds, tandis que des toits de chaume épais offraient des propriétés dans les climats froids isolant.

L'utilisation de la ventilation naturelle était également très commune. Des enveloppes avec une isolation thermique élevée ont été commun pour un temps très long et sont toujours typique dans de nombreuses régions, mais leur utilisation a diminué dans certaines régions pour réduire les coûts.

La modernisation a donné lieu à des densités plus élevées dans les zones urbaines, la nécessité de techniques de construction plus rapides, et des approches plus abordables que dans de nombreux cas, se traduisent par des structures moins efficaces que les techniques anciennes. Dans la plupart des pays, la performance énergétique des enveloppes de bâtiment a été considérablement négligée.

Bien qu'il y ait eu un succès considérable dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des nouveaux appareils de l'éclairage et du chauffage et de refroidissement, de nombreux bâtiments sont encore en cours de construction qui sont pas énergétiquement efficaces, ils ont aucune isolation ou contrôle de l'énergie, avec des fenêtres simple vitrage en verre clair et les toits absorbant du rayons de soleil dans les climats chauds.

²⁰ Article «L'architecture comme membrane», Georges Teyssot, 2008

Étant donné que le chauffage et la climatisation représentent plus d'un tiers de la consommation mondiale d'énergie dans le secteur des bâtiments, l'optimisation de la conception du bâtiment de l'enveloppe doit être un élément clé de toute stratégie à long terme de réduction d'énergie.

II.1.1.3. La performance de l'enveloppe

L'enveloppe extérieure subit de nombreuses agressions du climat local et de l'environnement.

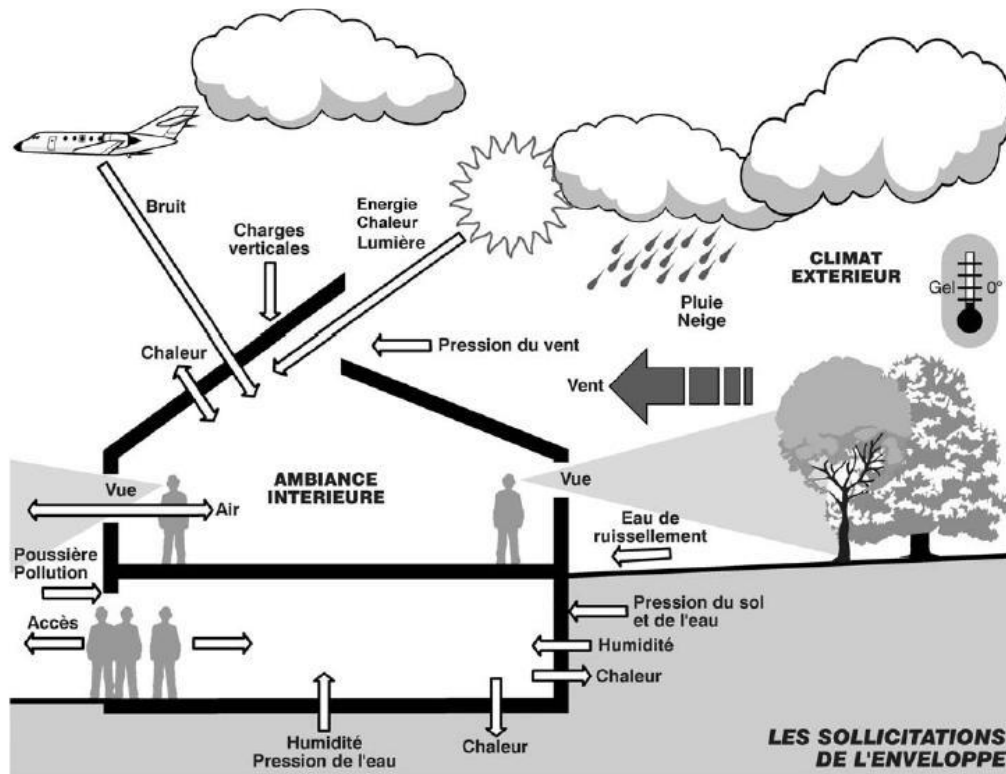


Figure 4: Les sollicitations d'enveloppe architectural (AFME)
 Source : « Architecture et Efficacité Énergétique » GONZALO.K, Ed Habermann, (2008).. 170p

L'enveloppe extérieure doit pouvoir répondre aux sollicitations climatiques et environnementales précédemment énoncées. (Cf figure 03) Pour ce faire, l'enveloppe, son architecture et tous ses constituants doivent :

- contrôler le climat local, c'est-à-dire :
 - l'eau sous toutes ses formes, l'air et le vent.
 - la chaleur.
 - le rayonnement solaire.

- contrôler l'environnement, c'est-à-dire :
 - les bruits aériens extérieurs.
 - la lumière et les vues en général.
- remplir éventuellement d'autres fonctions telles que :
 - le contrôle des points sensibles tels que les accès ,
 - la maîtrise des agressions diverses, notamment le feu, les effractions,
 - La résistance aux charges (fonction structurale) ²¹

II.1.1.4. Les fonctions de l'enveloppe :

Après avoir défini l'enveloppe voici donc ces six fonctions :

- Revêtement intérieur
- Structure
- Pare-air
- Pare-vapeur
- Isolation thermique
- Parement extérieur²²

II.1.1.5. Revêtement intérieur :

Cette fonction est réalisée par les matériaux apparents à l'intérieur. Cette fonction sert aux différents besoins de l'environnement intérieur et les matériaux utilisés doivent remplir les exigences désirées.

II.1.1.6. Structure :

Cette fonction est réalisée par les matériaux qui serviront de support aux autres matériaux des différentes fonctions. Les composantes doivent résister aux pressions des vents et des autres éléments et devra les transmettre à charpente de l'édifice.

II.1.1.7. Pare-vapeur :

Cette fonction est réalisée par un matériau qui diminue (retarde) le passage de l'humidité au travers l'enveloppe par diffusion. Ce matériau doit pouvoir résister au vieillissement durant toute la vie du bâtiment.

²¹ Agence française pour la maîtrise de l'énergie, " Choix climatique et construction. " A. (2003)., p14

²² Idem

II.1.1.8. Pare-air :

Cette fonction est réalisée par un matériau ou un assemblage qui diminuera le passage de l'air au travers de l'enveloppe du bâtiment.

II.1.1.9. Isolation thermique :

Cette fonction est réalisée avec un matériau qui diminue le passage de la chaleur vers l'intérieur.

II.2.1.1. Parement extérieur :

Cette fonction est réalisée par un matériau qui protégera les autres composantes de la détérioration par les éléments de la nature (soleil, eau, neige, vent, etc.) et autres.²³

II.2.1.2. Le contrôle du climat local par l'enveloppe architecturale

Le climat local peut influencer l'implantation du bâtiment et son architecture. Réciproquement, l'enveloppe doit enclore un espace qu'elle protège des variations du climat extérieur.

Le climat local doit conditionner l'orientation, la typologie et le dimensionnement des ouvertures et des fenêtres, la mise en place de serres accolées, ainsi que l'utilisation éventuelle de protections.

La sévérité du climat local, ainsi que l'isolation thermique des parois de l'enveloppe et le système de ventilation influencent les besoins en énergie pour chauffer et/ou refroidir l'air introduit dans un bâtiment.

De plus, la disposition des locaux et les matériaux intérieurs jouent un rôle considérable dans l'absorption, le stockage et la distribution de l'énergie apportée par l'ensoleillement (flux solaire transmis au travers des vitrages). L'enveloppe agit comme une barrière pour certains éléments et comme un filtre pour d'autres.

II.2.1.3. L'eau sous toutes ses formes**-L'eau sous forme liquide**

L'eau doit être arrêtée totalement par l'enveloppe, c'est à dire par tous ses constituants, leurs formes et tous leurs joints, quelle que soit l'action du vent.

-La neige et la glace

Sous nos latitudes, l'enveloppe des bâtiments est moyennement confrontée aux risques que pourraient présenter la neige et le gel. Ce sont chez nous, les cycles de gel et de dégel qui sont les plus à craindre.

²³ **Ould-Henia, A.** (2003). *Choix climatique et construction. Zones arides et semi-arides, maison à cour de Bou-Saada*, Thèse de doctorat, Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne. P32

Cependant, en plus de la nécessité de tenir compte d'une surcharge lors du calcul de la structure portante, il faut veiller à prendre certaines précautions, notamment en choisissant des matériaux non gélifs pour constituer les parois en contact avec l'extérieur. En effet l'eau infiltrée dans la paroi pourrait, si elle gèle, occasionner certains dégâts.

-La vapeur d'eau

En conditions hivernales, la température et l'humidité de l'air sont plus élevées dans le bâtiment qu'à l'extérieur, surtout dans les locaux qualifiés "d'humides", comme la cuisine, la salle de bains, etc.

L'intérieur du bâtiment est un réservoir de chaleur et de vapeur d'eau qui tendent à s'échapper au travers des parois extérieures.

Il faut donc veiller à ce que le transfert vers l'extérieur de l'excédant d'humidité intérieure se fasse correctement sans que cette vapeur d'eau ne s'accumule soit à la surface intérieure ou au sein d'un matériau de l'enveloppe.

La technique et les détails de construction, complétés par le système de ventilation du bâtiment, doivent donc être pensés dans ce sens. En effet, si la composition de l'enveloppe est telle qu'en un endroit on y rencontre des conditions de basse température et une forte teneur en vapeur d'eau, il y a risque de condensation et donc de dégradation et/ou de développement possible de moisissures, et ce, surtout dans si la condensation est de longue durée.

-L'humidité relative

Dans des conditions habituelles de confort, le taux courant d'humidité relative de l'air ambiant est préféré autour de 50 %, pour des températures d'air avoisinant 20°C.

Une température élevée de l'air le rend capable de contenir potentiellement plus de vapeur d'eau que d'autres espaces du bâtiment, c'est le cas pour des locaux tels que la salle de bains ou de douche, la cuisine.

Lorsque cette vapeur d'eau rencontre une paroi froide ou un pont thermique, des problèmes d'hygroscopicité peuvent survenir et entraîner l'apparition de moisissures.

En matière d'humidité relative, il faut veiller à évacuer l'humidité produite. En effet, la production de vapeur d'eau doit rester un pic, la ventilation doit permettre le retour rapide à la normale : une légère ventilation permanente reste préférable à une ventilation intense mais de courte durée. Le tableau ci-contre reprend le classement du climat intérieur du point de vue hygrothermique des

bâtiments en fonction de la pression de vapeur de l'air intérieur, en se basant sur la pression annuelle moyenne p_i de la vapeur du climat intérieur (exprimée en pascals Pa).

II.3.1.1. L'air

Vis-à-vis de l'air, l'enveloppe agit plus comme un régulateur que comme une barrière. Afin de limiter les déperditions thermiques, l'enveloppe extérieure d'un bâtiment ne doit pas présenter de défauts d'étanchéité à l'air.

Ces défauts peuvent notamment survenir :

- au niveau des joints entre mur et toiture.
- au niveau des joints entre mur et châssis.
- au niveau des portes.
- par l'absence de pare-air.
- par l'absence de finition ou de plafonnage.

Le croquis ci-contre illustre les principaux défauts d'étanchéité et de passage d'air que l'on risque de rencontrer dans toute construction. Il est donc important de concevoir une enveloppe la plus étanche possible à l'air mais, pour des raisons d'hygiène et de confort, il est nécessaire de renouveler périodiquement l'air ambiant intérieur.

La ventilation intensive (par ouverture des portes et des fenêtres) ne permet d'évacuer que

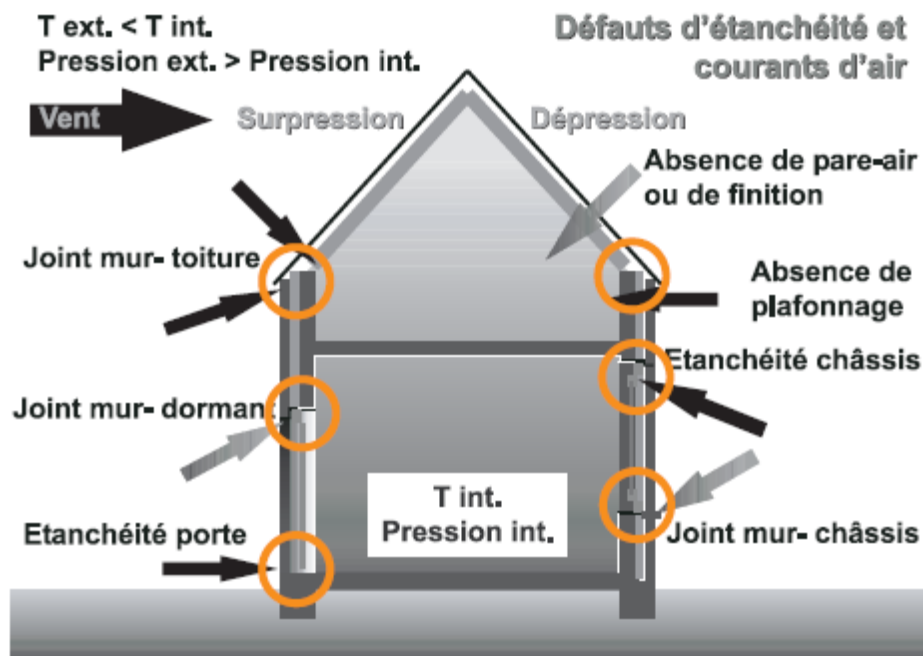


figure 5: La ventilation d'un bâtiment, ventilation naturelle ou mécanique.

Source : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/architecture-ecologique-architecture-durable/>

Ponctuellement des odeurs désagréables exceptionnelles et temporaires ou la surchauffe thermique temporaire. Il est important de doter l'enveloppe d'un système de ventilation permanente qui soit efficace.

II.3.2.1. la chaleur :

II.3.2.2. Les trois modes de propagation de la chaleur ²⁴

Conduction

Mode de propagation de la chaleur à travers un corps ou entre deux corps en contact direct. La quantité de chaleur qui va se propager par conduction en un temps donné, est :

- directement proportionnelle à la conductivité thermique des matériaux λ [W/mK] constituant la paroi et à la différence de température entre les deux faces,
- inversement proportionnelle à l'épaisseur e [m] des lames constituant la paroi. (Cf. Figure05)

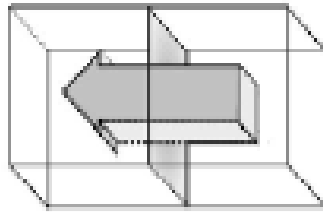


Figure 6 : Transfert de chaleur par conduction (AFME)

Source : www.neo-ides.be.

Convection

Transfert de chaleur de la surface d'un corps solide à un milieu gazeux et inversement. L'intensité de l'échange dépend de la différence de température entre la paroi et l'air, de la vitesse de l'air et des caractéristiques géométriques des parois. (Cf. Figure06), Par exemple, un vent froid et violent causera un important refroidissement.

²⁴ **Rapport**, A. (1972). *Pour une anthropologie de la maison*, dubod.p.85

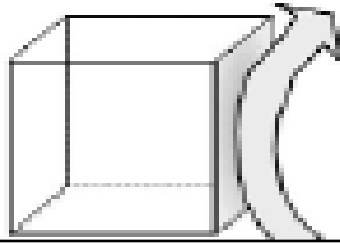


Figure 7: Transfert de chaleur par convection (AFME)

Source : www.neo-ides.be.

Rayonnement ou radiation

Transfert de chaleur à travers le vide, du gaz ou de l'air. Un corps chaud émet un rayonnement infrarouge qui se propage à travers le vide, un gaz ou un corps transparent aux infrarouges. La composition spectrale de ce rayonnement dépend de la nature et de la température de la surface du corps émetteur. (Cf. Figure07), La quantité de chaleur qu'un corps peut transmettre par radiation est fonction de l'émissivité et de la température de surface

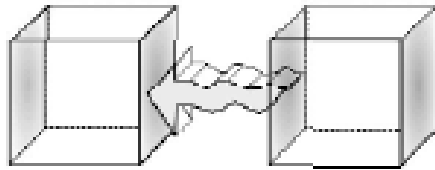


Figure 8: Transfert de chaleur par rayonnement ou radiation (AFME)

Source : www.neo-ides.be.

II.3.3.1. La position de l'isolation thermique dans la paroi

Du point de vue des strictes performances de résistance thermique, la position de la couche isolante dans la paroi n'a pas d'importance, pour autant que cette couche soit au sec.

Mais si l'on veut tenir compte des performances souhaitées en termes d'inertie thermique, d'effusivité thermique des surfaces intérieures des parois extérieures et de la problématique des ponts thermiques, la position de cette couche isolante n'est plus anodine.

Pour un bâtiment, les quatre solutions possibles sont :

- isolation par l'extérieur.
- isolation répartie ou entre deux parois.

-isolation par l'intérieur.

-isolation mixte suivant les parois.

II.3.3.2. L'inertie thermique

L'inertie thermique d'une paroi ou d'un habitat dans son ensemble a pour effet un déphasage entre l'accumulation de chaleur et sa redistribution en surface des parois et sur la température de l'air intérieur.

Cette propriété est, avec l'isolation thermique, un facteur de confort et d'économie d'énergie. En effet, un fort volant d'inertie conduit :

-en hiver, à un fonctionnement régulier de l'installation de chauffage. Ce qui permet une puissance installée moindre et des variations de la température intérieure plus lentes et plus réduites, donc plus acceptables.

-en saison d'été, à une température intérieure clémente en soirée et fraîche pendant la journée.

-Le comportement thermique d'une enveloppe opaque sans chauffage

Les graphiques ci-contre donnent successivement le comportement thermique d'une enveloppe opaque sans chauffage (et sans ensoleillement) en fonction de la manière dont le bâtiment est isolé.

On constate dans les cas extrêmes que la température intérieure est directement influencée par les variations de température extérieure.²⁵

Par contre, une enveloppe lourde et isolée par l'extérieur a pour effet un déphasage prononcé et l'ambiance bénéficie d'une très faible variation de température intérieure

²⁵ Op.cit : **Rapoport**, A, *Pour une anthropologie ...*, p.86

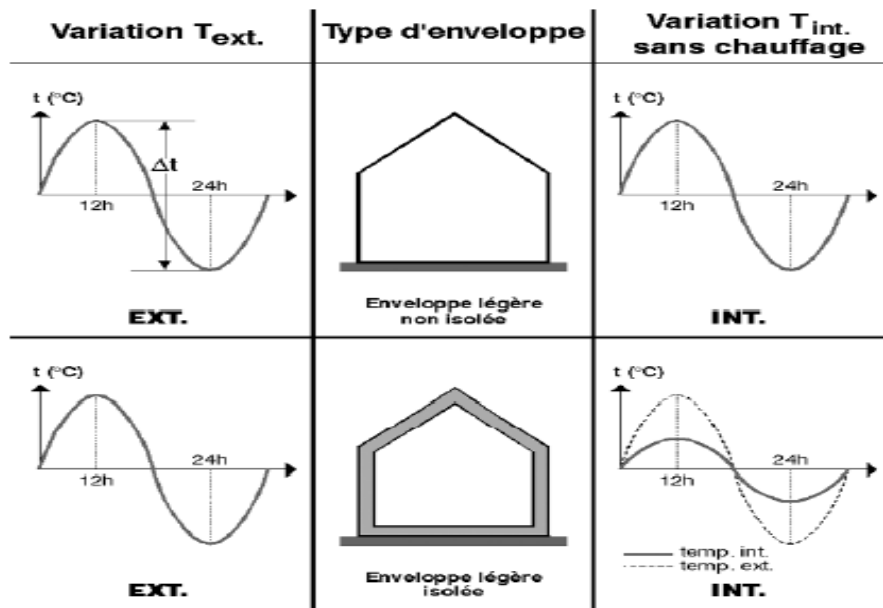


Tableau 6: Transfert de chaleur par rayonnement ou radiation (AFME)

Source : www.neo-ides.be.

II.3.4.1. L'enveloppe et l'hygrothermie

II.3.4.1. Les principes et outils de conception de l'enveloppe

-La position du soleil

Elle permet de déterminer les surfaces éclairées suivant les journées et suivant les saisons.

La hauteur α et l'azimut γ déterminent la position du soleil et donc la direction du rayonnement solaire.

-L'éclairement du soleil

Il exprime l'intensité du rayonnement solaire reçu par les surfaces. Cette intensité dépend de la composition de l'atmosphère (poussières, microgouttes d'eau en suspension, molécules d'air et toutes autres particules contenues dans l'atmosphère).

-Les conditions de température

La température extérieure révèle l'ambiance thermique du milieu. Ce critère n'est pas une grandeur physique, cela représente l'état thermique d'un corps.

Dans l'environnement humain, soit dans une couche d'une trentaine de mètres au-dessus du niveau du sol, la température est essentiellement influencée par l'ensoleillement, le vent et la nature du sol. La température varie également suivant la couverture nuageuse ; lorsque les journées sont claires, la température aura tendance à s'élever parce que les radiations reçues à la surface de la terre seront plus importantes. Par contre, lorsque les nuits sont claires, la terre et donc l'atmosphère se refroidit plus à cause des radiations nocturnes.²⁶

II.3.4.2. Le régime des vents

Les vents ou déplacements d'air sont issus de différences de pression dans l'atmosphère provoquées par des facteurs climatiques complexes.

Vu l'importance des obstacles au sol, le flux d'air est généralement turbulent dans l'environnement humain. Le régime des vents est caractérisé par les directions et les vitesses et permet de prévoir les abris et les surfaces exposées aux échanges thermiques et aux intempéries. Il est important pour le confort des individus de considérer ce facteur climatique lors d'une mission d'architecture car le vent dirige les précipitations, modifie les échanges par convection sur l'enveloppe ainsi que le niveau d'infiltration dans les bâtiments.

II.3.5.1. La typologie du bâtiment

C'est notamment à travers une "typologie" de bâtiment que l'on peut diminuer cette consommation d'énergie.

En effet, si l'on compare deux bâtiments de volume identique (V), mais de surface totale de déperdition (AT) différente, on constate que les quantités d'isolant et d'énergie nécessaires au confort thermique dépendent de la compacité volumique de l'édifice, c'est à dire du rapport du volume sur la surface totale de déperdition (V/AT)⁴⁰.

Ainsi, pour un même volume V , les quantités d'isolant et d'énergie nécessaires au confort thermique d'une villa quatre façades sont largement inférieures aux quantités d'énergie nécessaires pour obtenir le même confort pour une maison plus découpée et moins compacte.

²⁶ M'Sellem, H., & Alkama, D. (2009). Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique: Cas des lieux de travail dans les milieux arides à climat chaud et sec, *Revue des Energies Renouvelables*, Vol.12, N°3, pp.150

Générée dès la première esquisse, la compacité volumique d'un édifice se révèle donc être un facteur significatif tant dans la conception architecturale que dans l'utilisation durable de l'énergie (UDE).⁴¹

Plus le rapport de compacité volumique est grand, moins les espaces intérieurs seront en contact avec l'extérieur, les déperditions de chaleur seront donc moindres par unité de volume d'espaces intérieurs.

II.3.6.2. L'enveloppe protégée :

Les surfaces en contact avec les milieux extérieurs devront présenter des performances correspondant aux critères du développement durable.

Ces performances sont liées non seulement aux matériaux utilisés mais aussi aux détails architectoniques que l'auteur de projet met en place.

Le volume protégé V est calculé à partir des dimensions extérieures des ouvrages. Les parois qui séparent le volume protégé de l'ambiance extérieure, du sol ou des espaces voisins ne faisant pas partie du volume protégé, forment l'enveloppe du bâtiment.

La superficie de déperdition thermique AT est définie comme étant la superficie de l'enveloppe du bâtiment. Il s'agit de l'ensemble des parois par lesquelles le volume protégé V de la maison peut perdre de la chaleur.

Les surfaces en contact avec les milieux extérieurs devront présenter des performances correspondant aux critères du développement durable. Ces performances sont liées non seulement aux matériaux utilisés mais aussi aux détails architectoniques que l'auteur de projet met en place.

II.3.6.3. L'adéquation entre le mode d'occupation et le bâtiment

-Les apports en énergie

Ils se composent de tous les apports de chaleur dus à l'occupation, l'utilisation et l'équipement des locaux (ce sont les apports internes) et de tous les apports de chaleur dus à l'ensoleillement (ce sont les gains extérieurs).

-Les apports internes

Ce sont tous les apports de chaleur fournis par le système de chauffage lui-même, par les équipements mais aussi les apports de chaleur dégagés par une personne en fonction de son activité.

-Les apports extérieurs

Le rayonnement solaire (direct et diffus) réchauffe les parties opaques de l'enveloppe qui, par conduction, diffusent cette chaleur à l'intérieur du bâtiment.

C'est par effet de serre au travers des parois vitrées et translucides que les gains sont les plus importants.

II.3.6.7. Principe de gains solaires

Le principe consiste à stocker, dans les parois lourdes, les apports solaires directs qui passent à travers les vitrages des fenêtres pendant les périodes de chauffe.

-Périodes de chauffe : les apports solaires directs à travers les vitres se stockeront principalement dans les parois lourdes frappées directement par les rayons. La diffusion à travers l'espace est aussi possible mais moins efficace.

-Périodes d'été : il est important de prévoir un ombrage des surfaces vitrées au sud (SE et SO) :

-soit par la végétation.

-soit par la forme du bâtiment.

-soit par une occultation idéalement extérieure.

II.3.6.8. Les pertes d'énergie :

Elles sont constituées des pertes par transmission au travers des parois et des pertes par ventilation.

-Les pertes par transmission : Ce sont toutes les pertes de chaleur au travers des parois. La quantité de pertes est liée à la qualité de l'isolation thermique et à la compacité du bâtiment.

-Les pertes par ventilation Ce sont toutes les pertes par infiltration ou aération qui sont dues à la ventilation intensive (par ouverture des fenêtres et des portes) et qui proviennent également de l'inétanchéité de l'enveloppe chauffée et du système de ventilation (qu'il soit naturel ou mécanique).

II.3.6.9. Le contrôle des apports en énergie :

II.3.7.1. Le contrôle des apports solaires

Le contrôle des apports solaires est indispensable, car le rayonnement solaire peut produire des surchauffes qu'une régulation usuelle maîtrise mal.

Pour économiser de l'énergie, il est conseillé de rechercher l'effet de serre aux périodes froides de l'année. Par contre, dans certains cas, cet effet de serre peut engendrer une hausse des coûts liés aux systèmes de conditionnement d'air, notamment lorsque le taux d'occupation est élevé et que de nombreux appareils électriques (ordinateurs, éclairage artificiel, appareils électroménagers, etc...) sont utilisés.

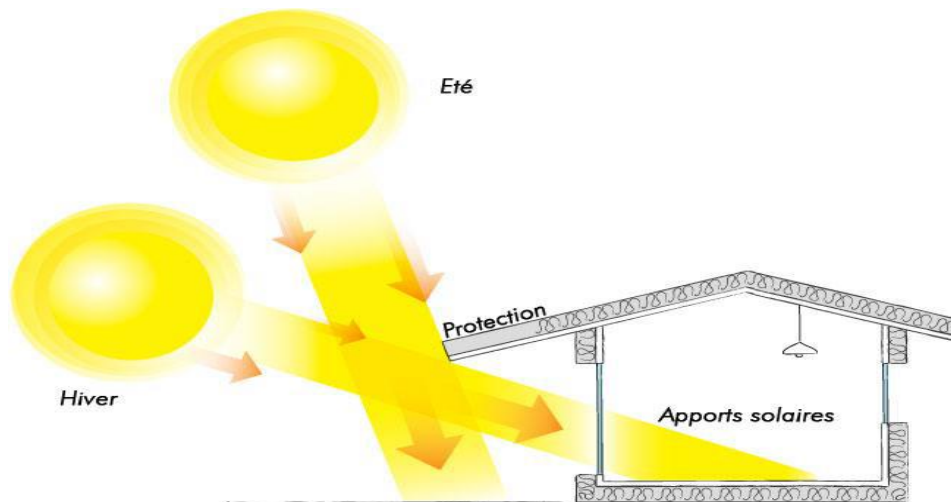


Tableau 7 : Transfert de chaleur par rayonnement ou radiation (AFME)

Source : « L'énergie : Les enjeux de l'an 2000 » CHITOUR.CH.E : Vol/1 Office des Publications Universitaires ALGER, 1994. p. 41.

II.3.7.2. Le mode d'occupation et les occupants

La gestion de l'énergie et la notion de confort reposent également par la relation première entre l'homme et son environnement. Le concepteur devra donc introduire la notion d'occupation et du rythme de vie :

-L'occupation ponctuelle du bâtiment

Il faudra privilégier des matériaux qui pourront se réchauffer rapidement et qui seront "chauds au toucher" comme le bois, le tapis (voir, dans l'annexe 3, la notion d'effusivité thermique).

-L'occupation permanente du bâtiment

Il faudra privilégier la gestion du solaire passif et une construction à forte inertie, c'est-à-dire dont les parois seront capables d'accumuler de la chaleur en période de chauffe et de la retransmettre avec un certain déphasage.

Conclusion :

Le bâtiment est considéré comme un secteur économique clé, fortement consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre. On constate que la climatisation et le chauffage consomment une portion non négligeable en matière d'énergie. Pour une meilleure efficacité énergétique des bâtiments, l'exploitation rationnelle et le remplacement progressif des sources d'énergie traditionnelles par des énergies renouvelables, doivent figurer parmi les objectifs de toute politique énergétique viable.

Ainsi, la prise en compte du facteur thermique lors de la conception de bâtiments est à l'heure actuelle un défi qu'il est indispensable de mener afin de trouver le juste compromis entre la performance énergétique et les dépenses énergétiques.

Un bâtiment performant sur le plan thermique permettra d'atteindre trois objectifs : la protection de l'environnement extérieur, des économies d'énergie, ainsi que l'amélioration du confort thermique.

Afin de réduire les besoins énergétiques dans les bâtiments en Algérie, on peut intervenir sur plusieurs paramètres dans le bâtiment lui-même par l'intégration du concept bioclimatique qui vise à utiliser les ressources naturelles renouvelable, ainsi que l'emploi des certains paramètres de conception au niveau de l'enveloppe architecturale du bâtiments pour réduire les dépenses d'énergies consacrées au chauffage et à la climatisation des bâtiments en vue de réaliser un meilleur performance énergétique .

Ces éléments et leur relation avec la consommation énergétique seront traités à travers le cas d'étude dans le chapitre suivant

Partie II : Partie pratique

CHAPITRE III : Cas d'étude, méthodologie et application

II.1.1. Cas d'étude: hotel 'El Mountazeh'

III.1.2. Présentation du projet :

Cet hôtel fut construit en 1967, à la place de l'hôtel casino du rocher. Conçu par le célèbre architecte Français, Fernand Pouillon. Cette œuvre pittoresque nous rappelle les maisons organiques du M'Zab.

Une cascade de terrasses panoramiques offre des vues imprenables sur la méditerranée, et sur les montagnes formants une silhouette d'une femme allongée²⁷.



Tableau 8:terrasse de l'hôtel El Mountazeh

Source : <http://annaba-patrimoine.com/annaba-monuments-historiques-non-classes/hotel-el-mountazah/>

²⁷ <http://annaba-patrimoine.com/annaba-monuments-historiques-non-classes/hotel-el-mountazah/>



Tableau 9: hotel El mountazah

Source : <https://annabapatrimoine.files.wordpress.com/2013/07/capture-5.jpg?w=300>

III.1.3. Présentation de l'architecte :

Fernand Pouillon, (1912-1986) est un architecte et urbaniste français.

il fut un des grands bâtisseurs des années de reconstruction après la Seconde Guerre mondiale en France. Il a réalisé de nombreux équipements et bâtiments publics à Marseille, Aix-en-Provence, en région parisienne, en Algérie ainsi qu'en Iran. Ses réalisations se caractérisent par une insertion dans le site²⁸.

-Hôtel Djanoub, GHARDAIA 1975

- Hôtel les Ziban, BISKRA²⁹

²⁸ http://www.fernandpouillon.com/fernand_pouillon/biographie/biographie.html

²⁹ http://www.fernandpouillon.com/fernand_pouillon/architecte/algerie/algerie.html

III.1.4. Situation du projet :

L'hôtel El Mountazah (ex-Le Rocher) est situé à Seraïdi au coeur du parc national de l'Edough sur les hauteurs d'Annaba à 1000 mètres d'altitude littéralement perché sur un rocher offrant une vue panoramique sur la côte et la forêt de chênes-lièges alentour.³⁰



Tableau 10: situation de l'hôtel El mountazah

Source: google earth

³⁰ <http://www.algerie-monde.com/hotels/annaba/el-mountazah/>

III.2.1. Plan de masse :

L'hôtel est accessible à partir d'une seule et unique Voie, il ne possède qu'une seule entrée, cet accès est à la fois piéton et mécanique.

Figure 1: entrée de l'hôtel El moutazah



L'hôtel contient un petit parking d'une surface insuffisante (50 places)

L'hôtel est conçu sur un terrain en pente, il se compose de 4 niveaux, chaque niveau sur une bande de courbe de niveau différente.

III.1.1.1. L'intégration du projet dans le site :

L'hôtel en forme d'arc épouse la forme accidentée du terrain. Il s'étale sur 4 niveaux (2 sous sol, un RDC et un étage). Ce qui mène à avoir une façade composée de deux niveaux (principale) et une autre composée de quatre niveaux (postérieure).

III.1.1.1. L'orientation :

L'hôtel est orienté vers le nord de telle manière que les ouvertures donnent sur la mer et la forêt. Mais cette orientation pose problème pour les chambres orientées au nord car elles sont exposées au vent dominant et ne bénéficient pas d'un bon ensoleillement.



Tableau 11:vue de l'hôtel El mountazah

Source : <http://www.algerie-monde.com/hotels/annaba/el-mountazah/hotel-el->

III.2.2. Les façades :

La façade nord, présente un maximum d'ouverture pour bénéficier des vues panoramiques, mais aussi pour L'enseillement et l'éclairage.

La couleur blanche de l'hôtel rappelle la dimension méditerranéenne.

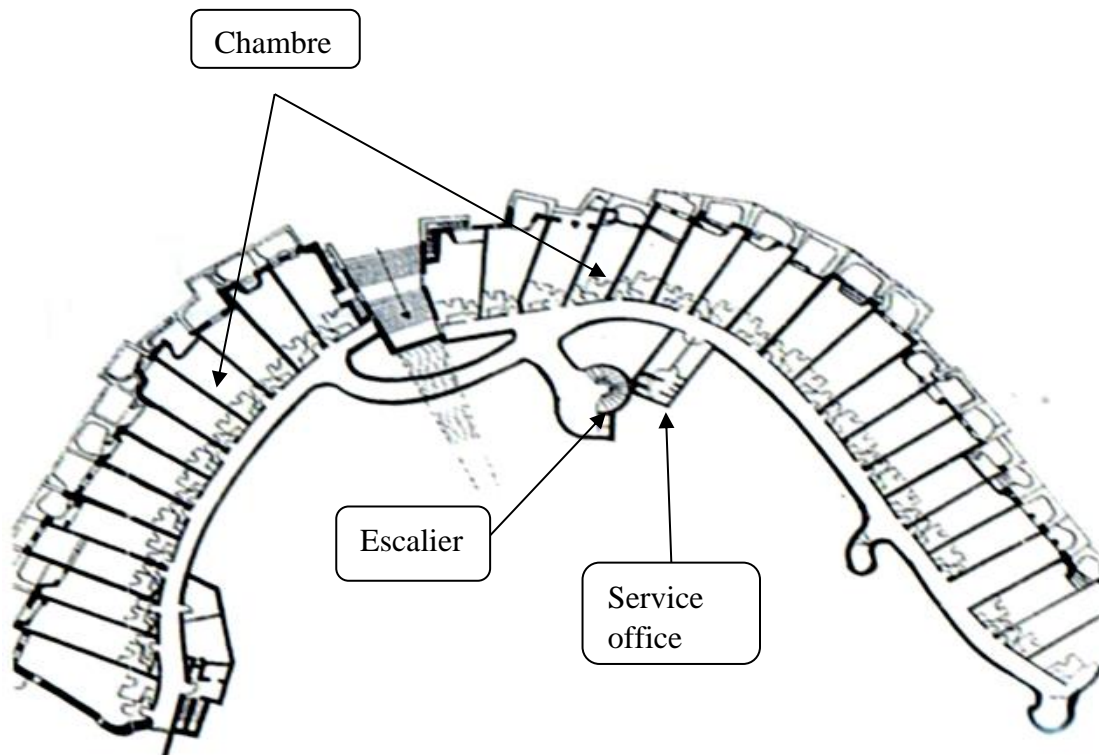
Les toitures utilisées sont plates et ceci revient au style de conception utilisé généralement par Pouillon.

III.1.1.1. Analyse des plans :

L'hôtel El Mountazah dispose de 102 chambres toutes dotées de salles de bain, et d'un balcon avec vue sur la forêt environnante, d'un restaurant gastronomique, d'une discothèque, d'un bar, d'un court de tennis, d'une piscine extérieure avec vue panoramique sur la côte³¹.

Plan du 1^{er} et du 2^{eme} sous-sol :

Le plan du sous-sol se compose de plusieurs chambres reliées par un long couloir.



Organigramme spatiale du sous-sol :

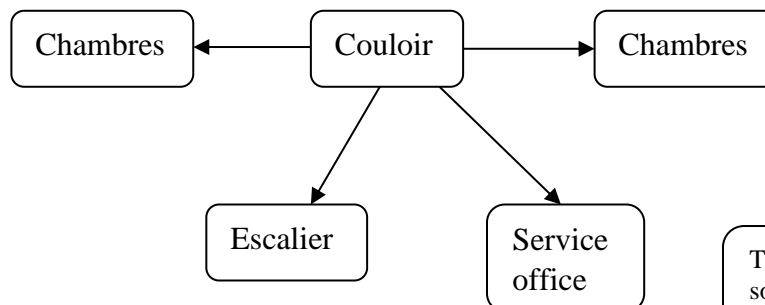
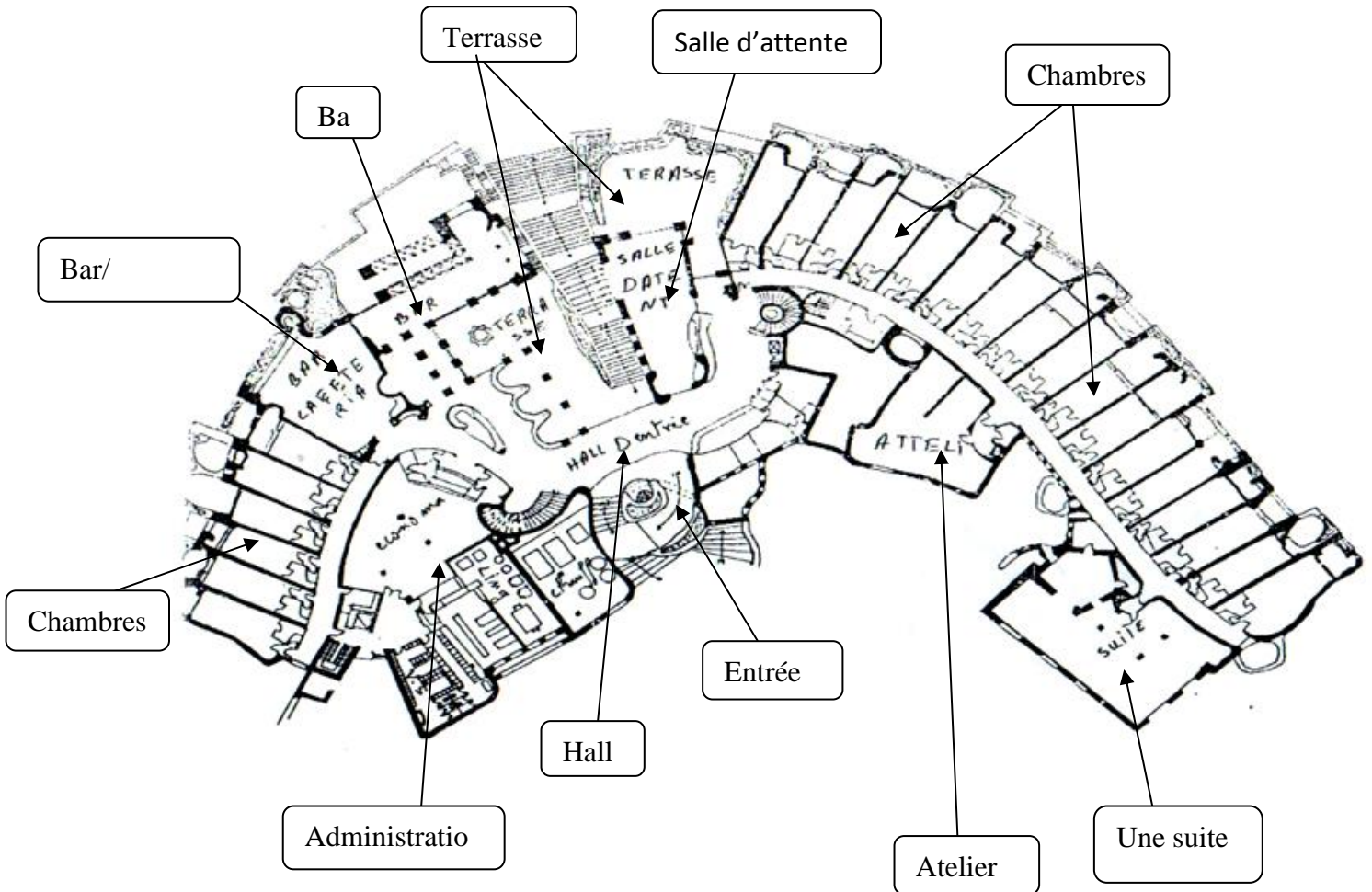


Tableau 12: Organigramme spatiale du sous-sol

³¹ <http://www.algerie-monde.com/hotels/annaba/el-mountazah/>

Plan du RDC :

Le RDC regroupe toute les fonctions principales de l'hôtel (administration, cafeteria, bar, accueil)



Organigramme spatiale du RDC :

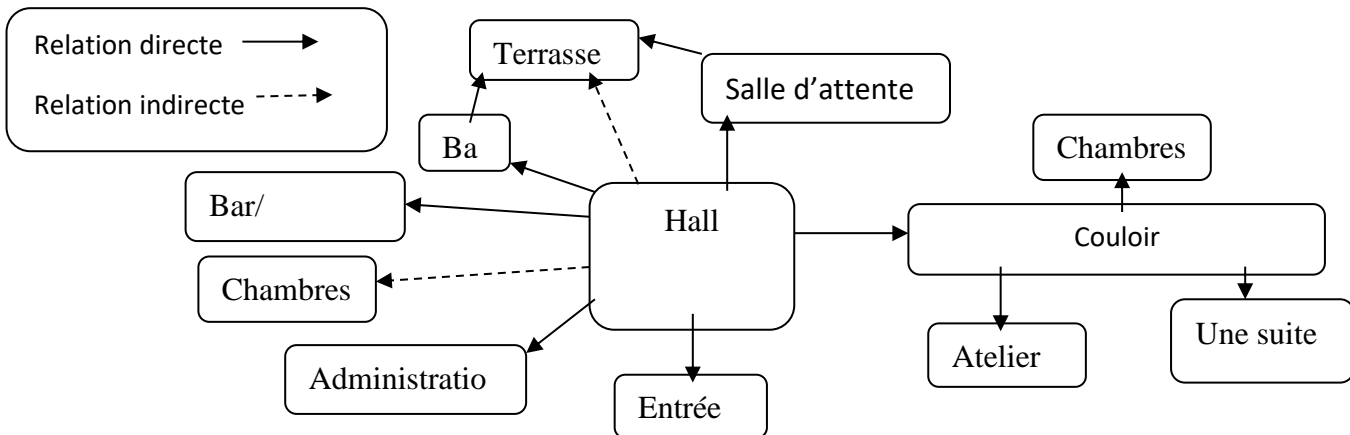


Tableau 13 : Organigramme spatiale du RDC (Source : auteur)

III.1.1.1. Synthèse :

- L'hôtel EL MOUNTAZAH est un hôtel montagneux implanté loin de toute source de bruit et de pollution, ce qui lui offre une certaine intimité.
- Une parfaite intégration au site
- L'espace bâti de l'hôtel est orienté vers le nord ce qui donne un maximum de vue panoramique. (La mer, la montagne, la piscine).
- Les balcons occupent une surface dans toutes les chambres de l'hôtel, et cela revient à la pensée de l'architecte pour profiter de toutes les vues panoramiques existantes.
- L'hôtel est accessible à partir d'un seul accès qui est à la fois piéton et Mécanique
- le parking est insuffisant par rapport à la capacité de l'hôtel.

III.3.2. La Simulation de l'enveloppe architecturale

Introduction :

En raison du coût et des durées expérimentales, la simulation est un moyen efficace pour mettre au point et étudier le comportement thermique des bâtiments en régime variable. Mais il est nécessaire de savoir ce que l'on cherche pour utiliser l'outil de façon optimale. L'informatique offre la possibilité d'effectuer des calculs qui seraient longs, fastidieux et répétitifs. A. Chatelet et al affirment que « pour l'architecte, la simulation doit permettre de valider rapidement des options fondamentales, d'explorer et de commencer à optimiser certains choix...pour un meilleur confort et des charges de fonctionnement moindre ».

III.3.3. La simulation

informatique ou numérique désigne l'exécution d'un programme informatique sur un ordinateur ou réseau en vue de simuler un phénomène physique réel et complexe (par exemple : chute d'un corps sur un support mou, résistance d'une plateforme pétrolière à la houle, fatigue d'un matériau sous sollicitation vibratoire, usure d'un roulement à billes...). Les simulations numériques scientifiques reposent sur la mise en œuvre de *modèles théoriques* utilisant souvent la technique des éléments finis. Elles sont donc une adaptation aux moyens numériques de la modélisation mathématique, et servent à étudier le fonctionnement et les propriétés d'un système modélisé ainsi qu'à en prédire son évolution. On parle également de calcul numérique. Les interfaces graphiques permettent la visualisation des résultats des calculs par des images de synthèse.

Ces simulations informatiques sont rapidement devenues incontournables pour la modélisation des systèmes naturels en physique, chimie et biologie, mais également des systèmes humains en économie et en science sociale. Elles permettent de limiter le risque et d'éviter le coût d'une série d'épreuves réelles (ex: essais de véhicules). Elles peuvent offrir un aperçu sur le développement d'un système trop complexe pour simuler avec de simples formules mathématiques (ex: ouragan)¹.

La simulation numérique est utilisée pour :

- prévoir l'état final d'un système connaissant son état initial (problème direct) ;
- déterminer les paramètres d'un système connaissant un ou plusieurs couples (état initial - état final) (problème inverse) ;
- préparer des opérateurs à des conditions plus ou moins rares dans leur interaction avec un système complexe (simulation d'entraînement).³²

III.3.3. Description du logiciel :

Le logiciel de simulation TRNSYS est un environnement complet et extensible, dédié à la simulation dynamique des systèmes.

Développé par le CSTB dans le cadre de collaborations internationales, TRNSYS est aujourd'hui la référence au niveau mondial de la simulation dynamique de bâtiments et de systèmes. Plusieurs centaines de composants TRNSYS sont disponibles, couvrant un large spectre d'applications.

(Energie solaire, Eoliennes, Hydraulique, Microcontrôleurs, Photovoltaïque, Piles à combustibles, Piscines, Chaudière bois, Cogénération, comportement des usagés, analyse et optimisation tarifaire, Plafond et Plancher rayonnant, Pompes à chaleur, Régulation, Stockage d'énergie intersaison, Systèmes de climatisation, Thermique du bâtiment, Tours de refroidissements, Turbines à gaz,

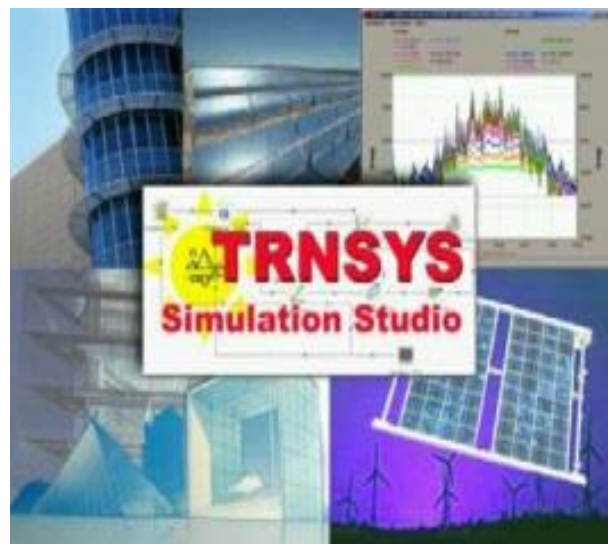


Figure 17: Organigramme spatiale du RDC (Source : auteur)

³² CHATELET. Alain, FERNANDEZ. Pierre et LAVIGNE. Pierre, *Architecture climatique Une contribution au développement durable Tome 2 Concepts et dispositifs*, EDITION EDISUD Aix-en-Provence, 1998, p133

Matériaux à changement de phase, piles à combustible, analyse économique...).

Ces bibliothèques peuvent être connectées pour effectuer des études pluridisciplinaires techniques et économiques.

studio assure l'interface entre le schéma de principe du projet à modéliser et trnsys d'une manière intuitive.

la conception modulaire et ouverte de trnsys permet, aux utilisateurs,

un contrôle sur les organigrammes, une adaptation plus réaliste des composants au projet étudié et la possibilité de créer aisément le composant spécifique pour un problème posé.

Le logiciel trnsys, depuis sa version commercialisée en 1975 a bénéficié de nombreuses améliorations grâce à ses utilisateurs (plus de 500), à ses participations à de nombreuses publications et à ses séminaires.

le noyau de trnsys a pour tâche la résolution de l'ensemble des équations dans les conditions de sollicitations déterminées, en particulier la dimension temporelle (instant initial et final et le pas de temps du calcul). à l'instar des autres logiciels, trnsys peut gérer automatiquement le changement des heures d'hiver et d'été évitant toute confusion dans l'interprétation des résultats.

III.4.1. Application sur le cas d'étude

III.4.2. Simulation de 2 chambre de L'hôtel el Mountazeh Dans différents niveaux

Simulation d'une chambre d'un hôtel au niveau RDC :

Composants de la pièce :

Pour les murs (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Enduit extérieur de 3cm

-Pierre 35cm

-Lame d'air 5cm

-Brique 10cm

-Enduit de plâtre 2cm

Pour le sol (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Gravier +sable

-Béton (plate-forme) 10cm

-Mortier 3 cm

-Carrelage 5cm

Pour le plafond (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Carrelage 5cm

-Mortier 3cm

-Béton 5 cm

-Hourdis 16cm

-Enduit de plâtre 2cm

-la création de l'interface de simulation du projet ; par la création d'un fichier météo et la chambre (composition : dimensions et matériaux)

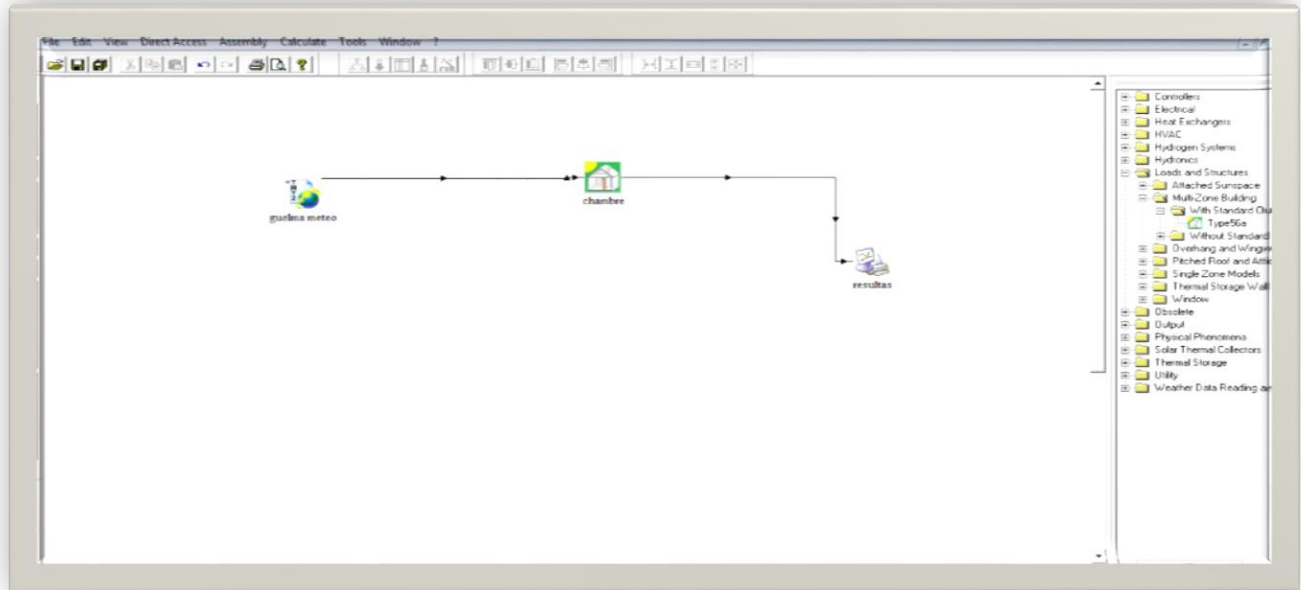
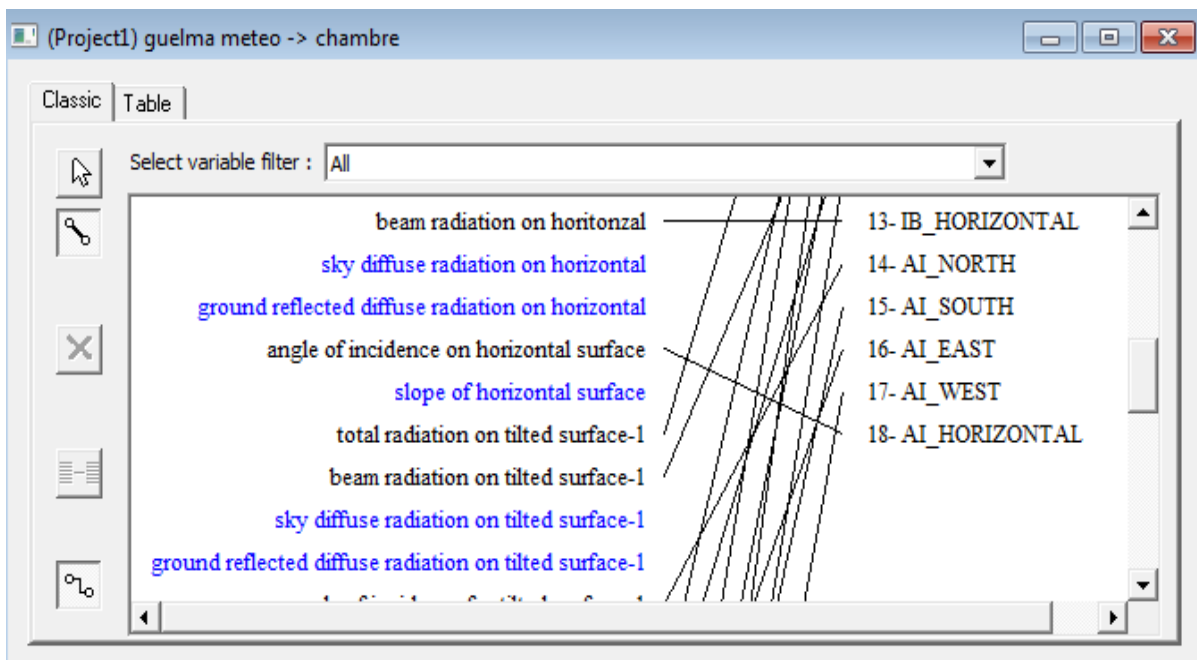


Tableau 14: création de l'interface de simulation du projet Source : l'auteur

b-Création des liaisons entre les éléments de projet (fichier météo-chambre) et (chambre_ traceur)



a- Détermination de temps de simulation (une année dans notre cas)

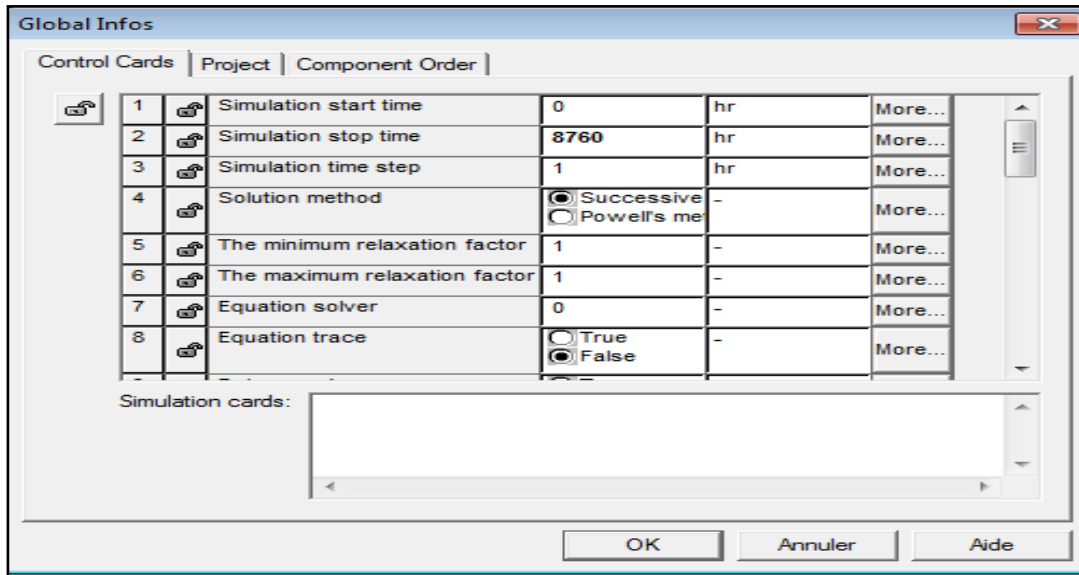
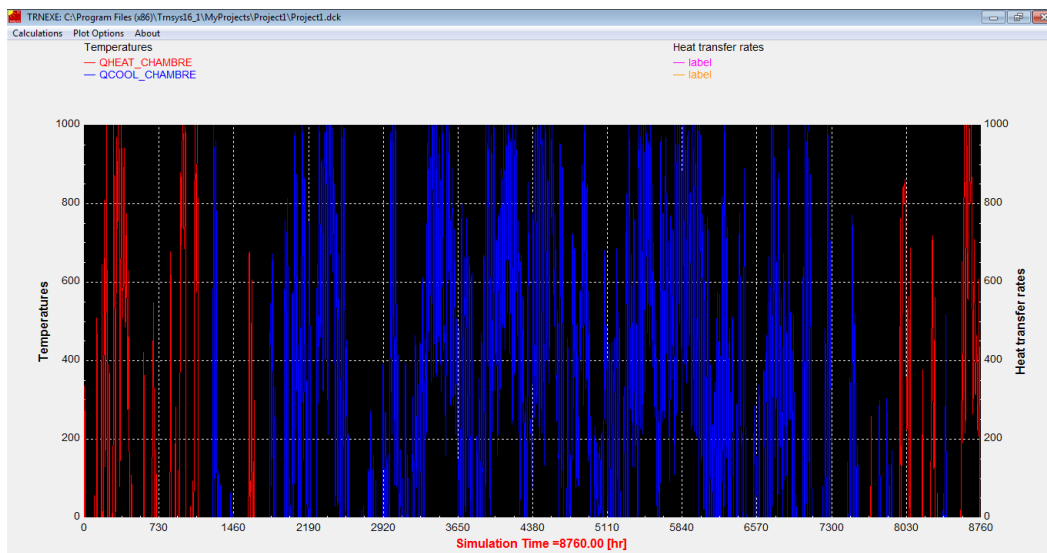


Figure 18 : création de l'interface de simulation du projet Source : l'auteur

Lancement de simulation et obtention des résultats (graphique + calculs)

Après ce calcul en obtient les bilans énergétique de notre chambre ; et avec simple division du totale sur la surface habitable, on opte la classification de notre appartement.

Cet appartement est en classe C avec une consommation de 138 kwh/m²



MONTHLY SUMMARY STANDARD REPORT

SUMMARY VALUES FOR ALL ZONES COMBINED

MONTH	HEATING [KWH]	COOLING [KWH]	INFILTR. [KWH]	VENTILAT. [KWH]	SOLAR_RAD. [KWH]	INT_GAINS [KWH]
JAN	3.898E+01	0.000E+00	-8.137E-02	0.000E+00	9.631E+01	0.000E+00
FEB	2.496E+01	6.569E+00	-6.613E-02	0.000E+00	8.652E+01	0.000E+00
MAR	3.592E+00	2.732E+01	-5.073E-02	0.000E+00	7.388E+01	0.000E+00
APR	0.000E+00	5.850E+01	-3.232E-02	0.000E+00	5.426E+01	0.000E+00
MAY	0.000E+00	8.291E+01	-1.807E-02	0.000E+00	5.143E+01	0.000E+00
JUN	0.000E+00	9.271E+01	-1.340E-02	0.000E+00	4.957E+01	0.000E+00
JUL	0.000E+00	9.082E+01	-1.003E-02	0.000E+00	4.436E+01	0.000E+00
AUG	0.000E+00	9.956E+01	-1.251E-02	0.000E+00	5.215E+01	0.000E+00
SEP	0.000E+00	7.550E+01	-2.823E-02	0.000E+00	6.465E+01	0.000E+00
OCT	0.000E+00	5.583E+01	-4.695E-02	0.000E+00	9.658E+01	0.000E+00
NOV	7.655E+00	6.941E+00	-7.482E-02	0.000E+00	1.008E+02	0.000E+00
DEC	4.055E+01	9.105E-01	-8.297E-02	0.000E+00	1.057E+02	0.000E+00
SUM	1.157E+02	5.976E+02	-5.175E-01	0.000E+00	8.762E+02	0.000E+00

ONE NUMBER IS 1

MONTH	HEATING [KWH]	COOLING [KWH]	INFILTR. [KWH]	VENTILAT. [KWH]	SOLAR_RAD. [KWH]	INT_GAINS [KWH]
JAN	3.898E+01	0.000E+00	-8.137E-02	0.000E+00	9.631E+01	0.000E+00
FEB	2.496E+01	6.569E+00	-6.613E-02	0.000E+00	8.652E+01	0.000E+00
MAR	3.592E+00	2.732E+01	-5.073E-02	0.000E+00	7.388E+01	0.000E+00
APR	0.000E+00	5.850E+01	-3.232E-02	0.000E+00	5.426E+01	0.000E+00
MAY	0.000E+00	8.291E+01	-1.807E-02	0.000E+00	5.143E+01	0.000E+00
JUN	0.000E+00	9.271E+01	-1.340E-02	0.000E+00	4.957E+01	0.000E+00
JUL	0.000E+00	9.082E+01	-1.003E-02	0.000E+00	4.436E+01	0.000E+00
AUG	0.000E+00	9.956E+01	-1.251E-02	0.000E+00	5.215E+01	0.000E+00
SEP	0.000E+00	7.550E+01	-2.823E-02	0.000E+00	6.465E+01	0.000E+00
OCT	0.000E+00	5.583E+01	-4.695E-02	0.000E+00	9.658E+01	0.000E+00
NOV	7.655E+00	6.941E+00	-7.482E-02	0.000E+00	1.008E+02	0.000E+00
DEC	4.055E+01	9.105E-01	-8.297E-02	0.000E+00	1.057E+02	0.000E+00
SUM	1.157E+02	5.976E+02	-5.175E-01	0.000E+00	8.762E+02	0.000E+00

Figure 19 : création de l'interface de simulation du projet Source : l'auteur

III.4.3. Simulation d'une chambre de l'hôtel en étage courant :

Composants de la pièce :

Pour les murs (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Enduit extérieur de 3cm

-Pierre 35cm

-Lame d'air 5cm

-Enduit de plâtre 2cm

Pour le sol (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Enduit de plâtre 2cm

-Hourdis 16cm

-Béton 5 cm

-Mortier 3cm

-Carrelage 5cm

Pour le plafond (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Carrelage 5cm

-Mortier 3cm

-Béton 5 cm

-Hourdis 16cm

-Enduit de plâtre 2cm

En refaire le même travail précède avec les nouveaux changements dans les matériaux en obtient des nouvelles résultats comme suit:

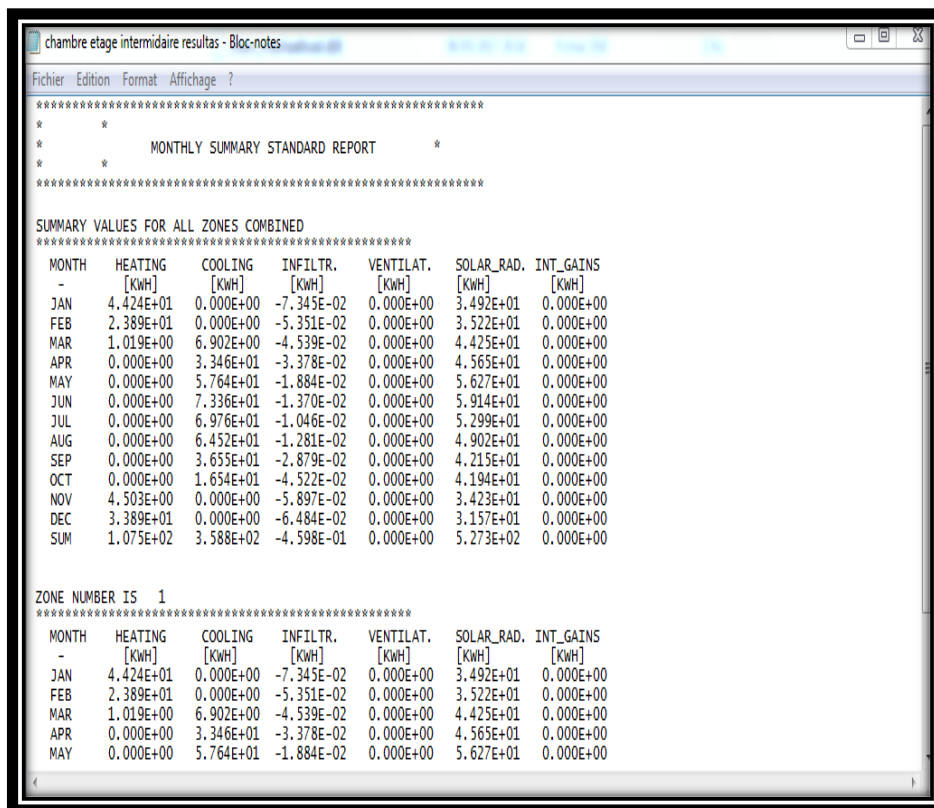


Figure 15: Temps de simulation
Source : l'auteur

Dans ce cas la chambre présente un bilan énergétique moins énergivore que la même chambre en R.D.C

Avec une consommation de 87 ,45KWH /m² (classe B dans l'étiquette énergétique)

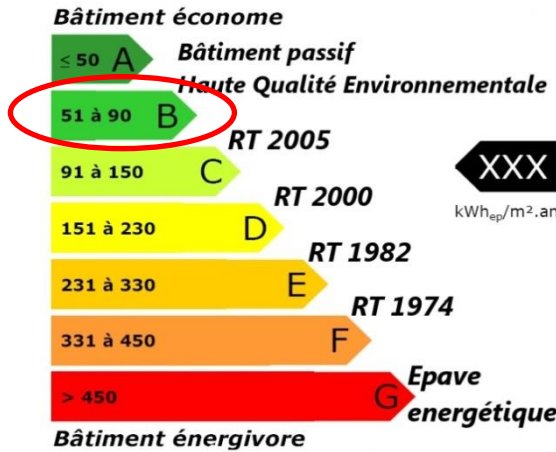


Figure 16: Résultat chambre rdc

Source : l'auteur

Simulation d'une chambre d'une résidence en dernier étage :

Composants de la pièce :

Pour les murs (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Enduit extérieur de 3cm

-Brique 25cm

-Lame d'air 5cm

-Brique 10cm

-Enduit de plâtre 2cm

Pour le sol (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Enduit de plâtre 2cm

-Hourdis 16cm

Le screenshot affiche un rapport mensuel de bilan énergétique pour une chambre au dernier étage. Le rapport est structuré comme suit :

 * MONTHLY SUMMARY STANDARD REPORT *

SUMMARY VALUES FOR ALL ZONES COMBINED

MONTH	HEATING [KWH]	COOLING [KWH]	INFILTR. [KWH]	VENTILAT. [KWH]	SOLAR_RAD. [KWH]	INT_GAINS [KWH]
JAN	3.485E+01	0.000E+00	-8.309E-02	0.000E+00	9.631E+01	0.000E+00
FEB	2.318E+01	7.787E+00	-6.751E-02	0.000E+00	8.652E+01	0.000E+00
MAR	2.391E+00	3.120E+01	-5.241E-02	0.000E+00	7.388E+01	0.000E+00
APR	0.000E+00	6.459E+01	-3.331E-02	0.000E+00	5.426E+01	0.000E+00
MAY	0.000E+00	9.116E+01	-1.850E-02	0.000E+00	5.143E+01	0.000E+00
JUN	0.000E+00	1.020E+02	-1.349E-02	0.000E+00	4.957E+01	0.000E+00
JUL	0.000E+00	9.941E+01	-1.016E-02	0.000E+00	4.436E+01	0.000E+00
AUG	0.000E+00	1.096E+02	-1.259E-02	0.000E+00	5.215E+01	0.000E+00
SEP	0.000E+00	8.499E+01	-2.855E-02	0.000E+00	6.465E+01	0.000E+00
OCT	0.000E+00	6.622E+01	-4.796E-02	0.000E+00	9.658E+01	0.000E+00
NOV	6.063E+00	9.507E+00	-7.852E-02	0.000E+00	1.008E+02	0.000E+00
DEC	3.734E+01	1.211E+00	-8.530E-02	0.000E+00	1.057E+02	0.000E+00
SUM	1.038E+02	6.677E+02	-5.314E-01	0.000E+00	8.762E+02	0.000E+00

ZONE NUMBER IS 1

MONTH	HEATING [KWH]	COOLING [KWH]	INFILTR. [KWH]	VENTILAT. [KWH]	SOLAR_RAD. [KWH]	INT_GAINS [KWH]
JAN	3.485E+01	0.000E+00	-8.309E-02	0.000E+00	9.631E+01	0.000E+00
FEB	2.318E+01	7.787E+00	-6.751E-02	0.000E+00	8.652E+01	0.000E+00
MAR	2.391E+00	3.120E+01	-5.241E-02	0.000E+00	7.388E+01	0.000E+00
APR	0.000E+00	6.459E+01	-3.331E-02	0.000E+00	5.426E+01	0.000E+00
MAY	0.000E+00	9.116E+01	-1.850E-02	0.000E+00	5.143E+01	0.000E+00

Figure 17: Résultat chambre rdc

Source : l'auteur

-Béton 5 cm

-Mortier 3cm

-Carrelage 5cm

Pour le plafond (de l'extérieur vers l'intérieur) :

-Béton 5 cm

-Hourdis 16cm

-Enduit de plâtre 2cm

En refaire le même travail précède avec les nouveaux changements dans les matériaux en obtient des nouvelles résultats comme suit:

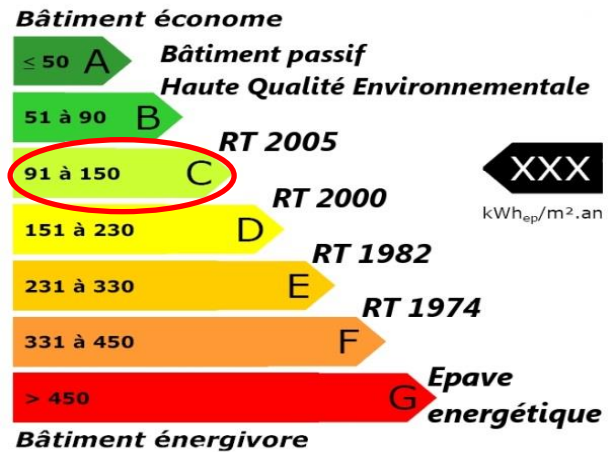


Figure 18: Résultat chambre 1étage

Source : l'auteur

Dans ce cas la chambre présente un bilan énergétique Plus énergivore que la même chambre en R.D.C ; Avec une consommation de 85KWH /m² (classe C dans l'étiquette énergétique)

III.4.4. Conclusion générale et recommandations

-Les points Forts et les points faibles d'après l'analyse

Les recommandations	D'après l'analyse		
	Oui	Non	insuffisant
Orientation : Sud et Nord (Long axe de l'Est à l'Ouest).	✓		
Plan compacts avec cours intérieure			✓
Bâtiments à double orientations		✓	
Ouvertures Très petites 10-20 % de la surface des murs			✓
Protection nécessaire contre le soleil	✓		
Forte inertie : utilisation matériaux lourds comme la pierre, la brique creuse et le béton armé dans Murs extérieurs et les planchers)	✓		
L'isolation dans les ouvertures	✓		
L'isolation dans les murs à l'extérieur	✓		
L'isolation dans les murs à l'intérieur	✓		
L'utilisation Ion des matériaux/ couleur réflecteurs dans les vitrages et la toiture	✓		
Isolation dans les planchers	✓		
Des ouvertures hautes dans les murs	✓		

Figure 19: Les points Forts et les points faibles d'après l'analyse

Source : l'auteur

III.5.1. Les recommandations (d'après l'évaluation)

- L'orientation (Nord-Sud) par l'axe longitudinale
- La forme compacte avec moins de décrochement pour assurer une bonne ventilation et éviter les ponts thermiques
- L'utilisation des matériaux a forte inertie thermique dans les parois et la toiture.
- L'orientation des ouvertures vers le sud.
- L'utilisation des isolants dans l'enveloppe par l'extérieur.
- revoir les dimensions des ouvertures dans les façades, et le rapport plein-vide avec les pourcentages recommandés par les tables de mahoney.
- plan de masse compacte ou avec des petites distances entre blocs pour assurer l'ombrage et réduire les surfaces exposées au vents et soleil.
- L'utilisation des ouvertures principalement pour l'éclairage avec des paramètres de l'isolation et la réflexion.

Conclusion :

Le bâtiment est considéré comme un secteur économique clé, fortement consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre. On constate que la climatisation et le chauffage consomment une portion non négligeable en matière d'énergie. Pour une meilleure efficacité énergétique des bâtiments, l'exploitation rationnelle et le remplacement progressif des sources d'énergie traditionnelles par des énergies renouvelables, doivent figurer parmi les objectifs de toute politique énergétique viable.

Ainsi, la prise en compte du facteur thermique lors de la conception de bâtiments est à l'heure actuelle un défi qu'il est indispensable de mener afin de trouver le juste compromis entre le confort thermique et les dépenses énergétiques. Un bâtiment performant sur le plan thermique permettra d'atteindre trois objectifs : la protection de l'environnement extérieur, des économies d'énergie, ainsi que l'amélioration du confort thermique.

Afin d'assurer le confort thermique et de réduire les besoins énergétiques dans le l'habitat en Algérie, on peut intervenir sur plusieurs paramètres dans le bâtiment lui-même par l'intégration du concept bioclimatique qui vise à utiliser les ressources naturelles renouvelable, ainsi que l'emploi des certains paramètres de conception au niveau de l'enveloppe architecturale du bâtiments pour réduire les dépenses d'énergies consacrées au chauffage et à la climatisation des bâtiments en vue de réaliser un meilleur confort thermique.

Ces éléments et leurs relations avec la consommation énergétique seront traités à travers le cas d'étude dans le chapitre suivant

CHAPITRE IV : Projet architectural et intervention

IV.1.1. Site d'intervention :**IV.1.2. Motivation de choix :**

- potentiel naturel et paysage favorable :
- un microclimat spéciale
- biodiversité riche-un paysage attractive
- valeur touristique importante au niveau local (régionale)

IV.1.2. Situation et délimitation

La zone aménageable à court terme est située au sud de Ben Djerrah et au sud de Guelma à 3,5 km de vol d'oiseau du chef-lieu de la commune de Ben Djerrah et à 5,8 de distance linéaire de Guelma.



Figure 20: situation de site

Source : google earth

IV.1.3. Choix et analyse du site

Nous avons constaté que la commune de Ben Djerrah présente un déficit dans plusieurs domaines. Renfermant la forêt de Mahouna, et de par son intérêt écologique, floristique et pittoresque, elle mérite largement d'être classée comme zone d'exploitation touristique et économique.

IV.1.4. Présentation générale

Le terrain d'intervention se situe dans une zone d'expansion touristique.

Cette ZET est caractérisé par une grande histoire et ruine, et la température délicieuse, un site pittoresque agréable, des bois magnifiques, et les richesses naturelles (faune et flore).

Le terrain reste une zone récréative de premier ordre pour le tourisme et la détente, pendant toute l'année.

Le site d'intervention est éloigné de toute zone industrielle pour éviter la pollution atmosphérique et fréquenté par les touristes, pendant les périodes de la neige ce qui lui permet de jouer un rôle important comme étant un pôle d'animation qui va renforcer le parcours touristique de Guelma en général et de Ben Djerrah en particulier.

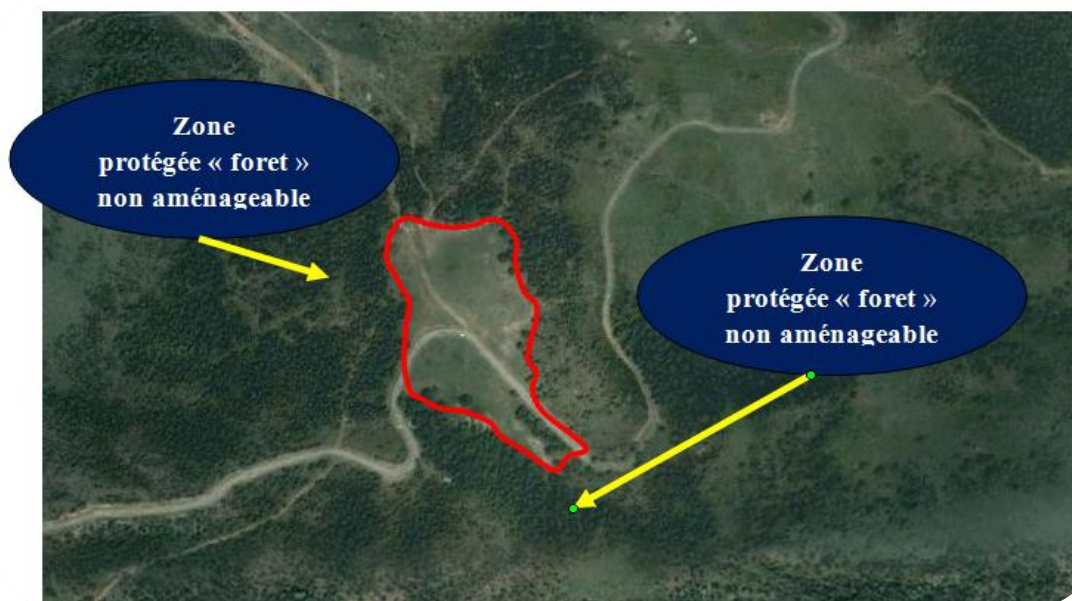


Figure 21: limitation de terrain

Source : google earth

Le projet est en plein montagne dans un foret récréatif dont le chêne liège représente la grande partie de végétation.

IV.1.4. Accessibilité :

Le terrain choisi est desservi par la route wilaya le n° 162 de 7m de largeur, c'est le seul axe qui relie Guelma et Ben Djerrah à notre zone, ce dernier se trouve en bonne état et de plus l'existence des nouveaux parkings de part et d'autre au long de la route jusqu'à l'arrivée au sommet.

On peut l'accéder aussi par une autre piste en mauvais état et nécessite des travaux de revêtement.

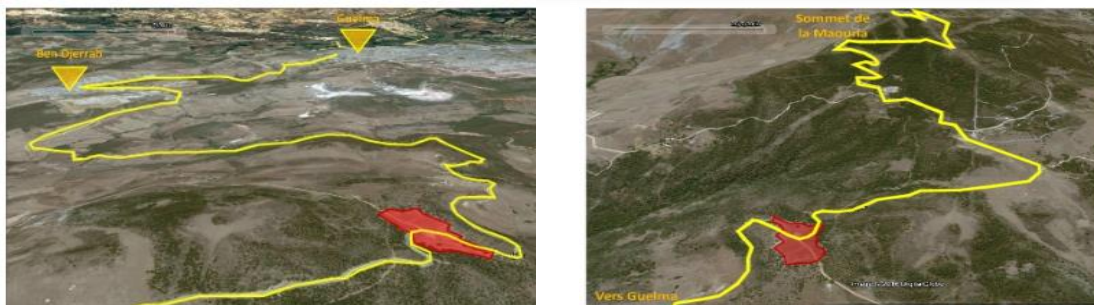


Tableau 22: route wilaya le n° 162 Source : auteur

IV.1.4. Caractéristiques morphologiques

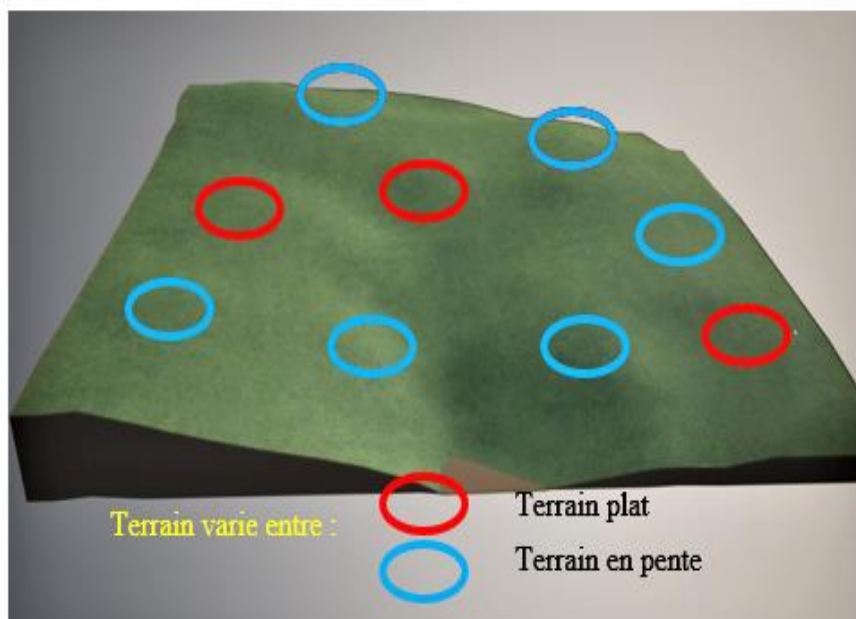


Figure 25 : coupes-en 3d de terrain
Source : auteur

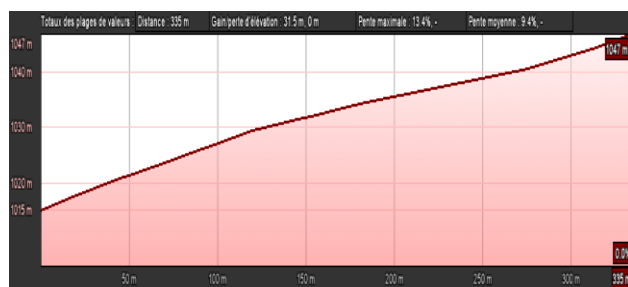


Tableau 23: coupe A-A DE 4%
Source : google earth

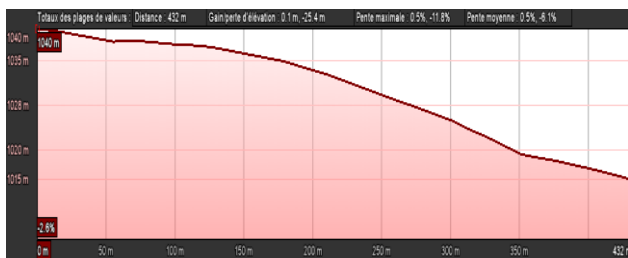
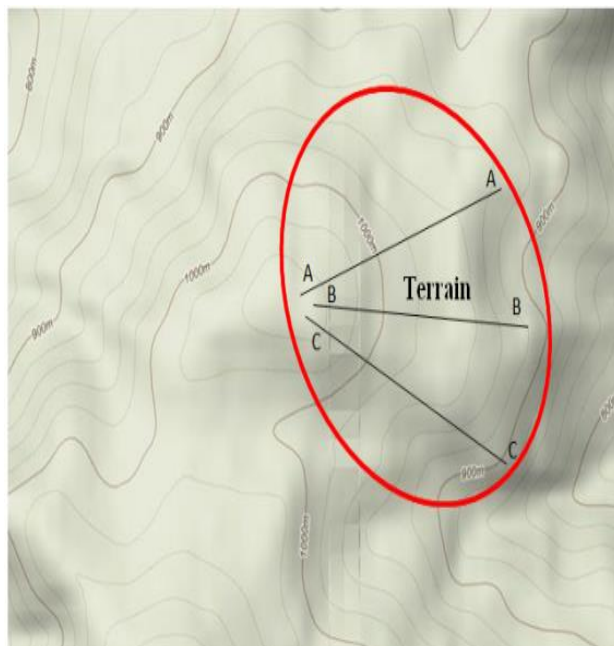


Figure 27 : coupe B-B DE 1.5%
Source : google earth



IV.1.4. Superficie :

La surface de terrain dépasse 6 ha, mais la surface aménageable est de 3ha.

IV.1.4. Les servitudes naturelles.

- Forêts
- Déclivité forte
- servitude de la moyenne tension (15m à partir de la ligne)

IV.1.4. Paysage

Des vues panoramiques à partir de la montagne, sont d'une grande beauté par leur variété

**IV.1.4. Couvert végétal :**

-Dans les régions montagneuses les facteurs climatiques provoquent un gradient écologique dépendant en particulier de changement de la température et les précipitations avec l'altitude qui déterminent un étagement de la végétation.

-Le couvert végétal de l'aire aménageable est fortement représenté par des broussailles et le chêne liège.

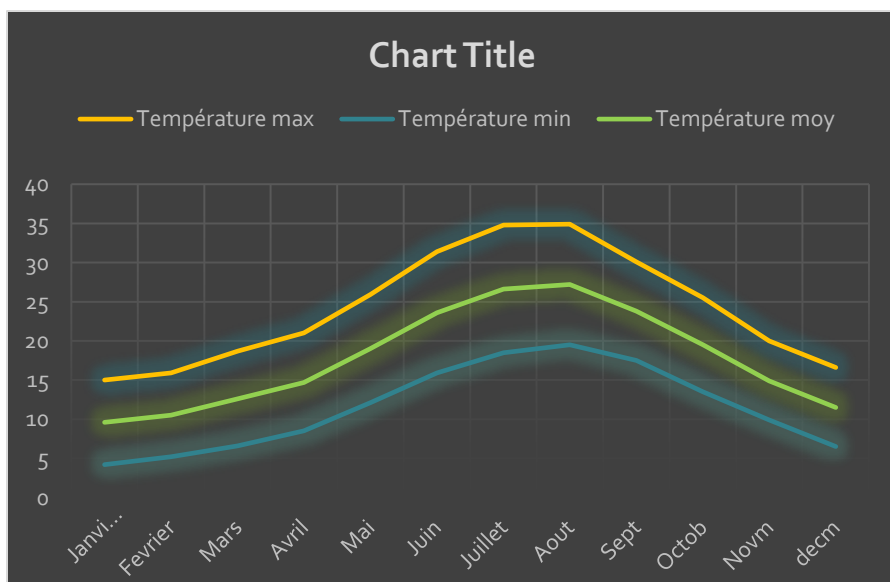
IV.1.1. Analyse climatique

IV.1.1. Températures :

Un climat tempéré chaud est présent à Ben Djerrah . L'été, à Ben Djerrah , les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa. En moyenne la température à Ben Djerrah est de 17.8 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 546 mm.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Novm	dec m
Température max	15,0	15,9	18,7	21,0	25,9	31,4	34,8	34,9	30,1	25,5	20,0	16,6
Température min	4,2	5,2	6,6	8,5	12,1	15,9	18,5	19,5	17,5	13,5	9,9	6,5
Température moy	9,6	10,5	12,6	14,7	19,0	23,6	26,6	27,2	23,8	19,5	14,9	11,5

Tableau 2: tableau des températures
 Source : <http://fr.climate-data.org/location/325354>



Les résultats enregistrés au niveau de la station montrent bien que la région se caractérise par une température moyenne annuelle : 27,2 °C avec de fortes variations saisonnières (27,2°C en juillet et 9,6°C en janvier).

Le mois de Aout est le plus

Chaud de l'année

Le mois de Janvier est le plus froid de l'année

Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 17,6 °C

Les précipitations

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octob	Novm	dec	Cumul
Précipitation moy	78	58	55	45	38	25	3	11	25	49	71	88	546

Tableau 3: précipitations moyenne

Source : <http://fr.climate-data.org/location/325355>

Les précipitations sont forte et irrégulières d'un mois à un autre et suivant les années.

Les pluies sont surtout concentrées en automne et en hiver.

La moyenne annuelle des précipitations est de 546 mm/an

3mm font du mois de juillet le plus sec de l'année, Le mois de Décembre avec une moyenne de 88mm

La variation entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 85mm

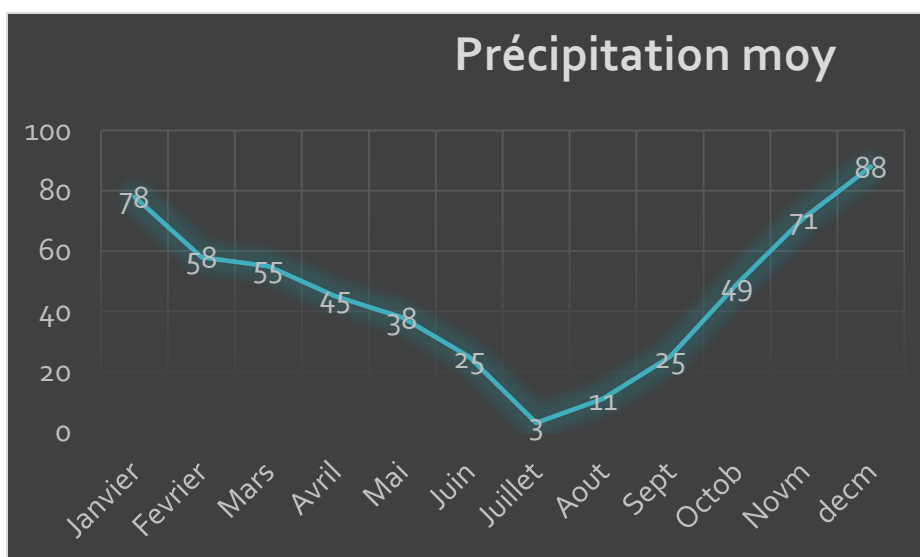


Figure 24: précipitations moyenne

Source : <http://fr.climate-data.org/location/325357>

IV.1.1. Ensoleillement :

DATE	21 MARS		21 JUIN		21 DECEMBRE	
	ELEVATION	AZIMUT	ELEVATION	AZIMUT	ELEVATION	AZIMUT
LEVER SE SOLEIL		- 0,76 E	00	29,64 E	00	-28,93 E
COUCHER DE SOLEIL	00	1,1 O	00	29,64 O	00	-28,94 O

Tableau 3: Ensoleillement

Source : <http://fr.climate-data.org/location/325357>

A MIDI	52,73°	15,5 S	75,29°	29,88 S	29,74°	7,37 S
--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------

Tableau 25: Ensoleillement



Figure 2: course solaire du terrain

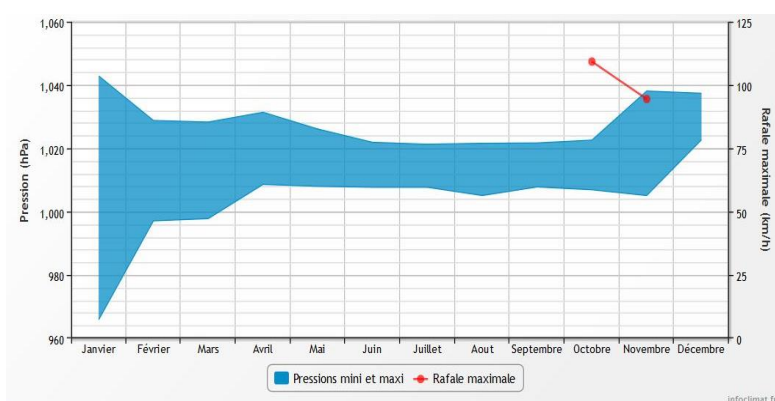


Figure 39: variation des heures d'ensoleillement

IV.1.1. Les vents :

Soufflent pendant toute l'année. Généralement, ce sont les vents du Nord-Ouest qui prédominent : vents froids et secs en hiver.

Le sirocco. Il provoque une augmentation notable de la température, une accélération de l'évaporation et une chute brutale de l'humidité atmosphérique. Par conséquent, il augmente la sécheresse



Tempe/mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyenne
Vent Moyen m/s	12,6	12,2	1,4	16,6	16,7	17,6	18,6	17,2	14,5	14,1	12,2	14,6	15,1

	Pression max (hpa)	Pression min (hpa)
Février	997,1	1028,8
Mars	997,8	1028,3
Avril	1008,6	1031,4
Mai	1008,0	1026,1
Juin	1007,7	1021,9
Juillet	1007,7	1021,3
Aout	1005,1	1021,6
Septembre	1007,8	1021,7
Octobre	1006,9	1022,6
Novembre	1005,1	1038,1
Décembre	1022,7	1037,4

Rafale maximale du mois d'octobre: 109,3 km/h

Rafale maximale du mois de novembre: 94,5 km/h

IV.1.1. Eude d'exemple

Hôtel Lone

IV.1.1. Présentation du projet :

Créé par une équipe de renommés créatives croates(3LHD), composé d'une nouvelle génération d'architectes, Hôtel Lone est le premier hôtel design en Croatie et est situé dans le parc forestier de Monte Mulini. Ce parc est l'une des plus belles zones de touristiques de Rovinj³³

L'hôtel a été réalisé entre 2006-2010, il a une surface de 22157m², il dispose de 236 chambres et 12 suites³⁴.



Figure 30 : hôtel Lone

(Source : <http://www.archiscene.net/wp-content/uploads/2011/08/Hotel-Lone-in-Croatia-by-3LHD03.jpg>)

³³ <http://www.archdaily.com/155584/lone-hotel-3lhd/>

³⁴ http://studio3lhd.hr/files/file/projects-142_hotel_lone_infosheet-1317651344.pdf

IV.1.1. Situation du projet :

Situé dans le parc naturel Golden Cape, à proximité immédiate de l'hôtel Eden légendaire et le nouvel hôtel Monte Mulini. Il se trouve à 200 mètres de la mer et à 15 minutes à pied du centre de Rovinj³⁵.

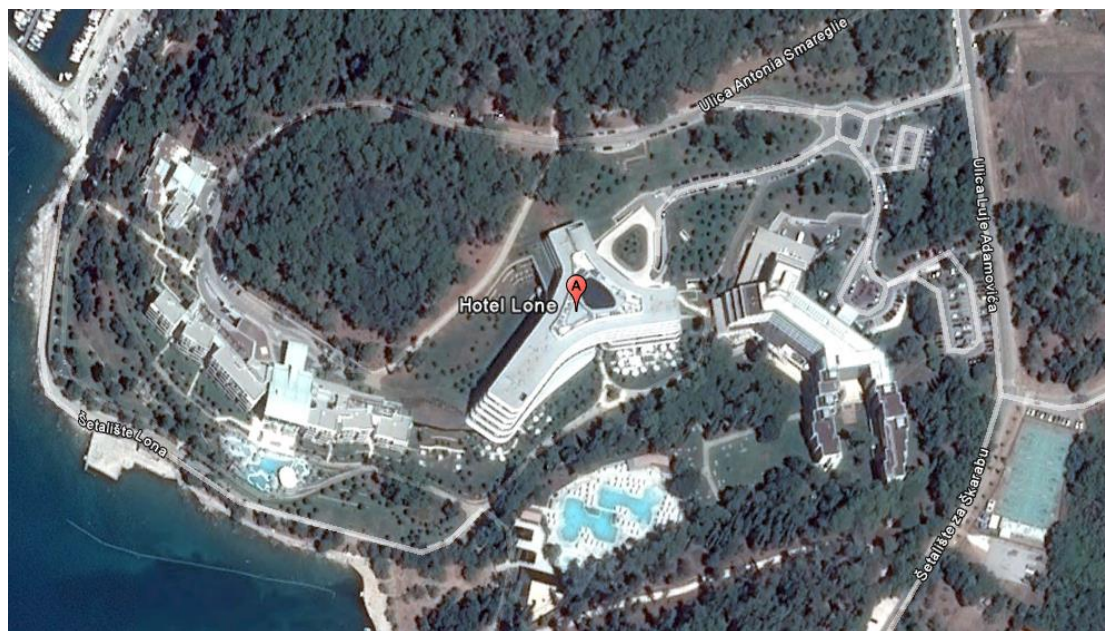


figure 31: hôtel lone
source : google earth

IV.1.1. Plan de masse :

L'hôtel se situe dans le parc naturel Golden Cape, l'accès est commun pour les trois hôtels

L'hôtel lone a un plan en Y, il partage sa piscine avec l'hôtel éden

³⁵ <http://www.booking.com/hotel/hr/lone.fr.html>

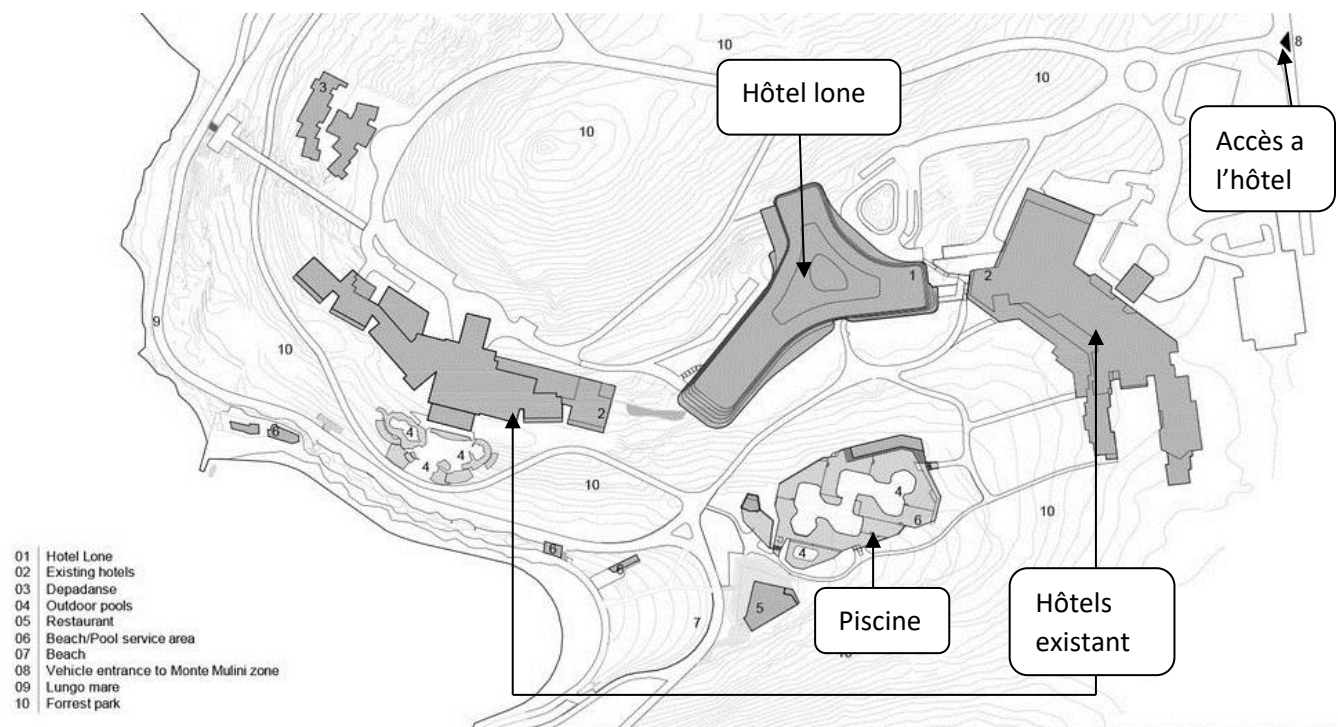


Figure 32: plan de masse hôtel Lone
 Source: <http://www.architecturenewsplus.com/cdn/images/l/n/2/8/n28k1jz.jpg>

IV.1.1. L'orientation

L'hôtel est orienté de manière a profité des vues sur la forêt et sur la mer

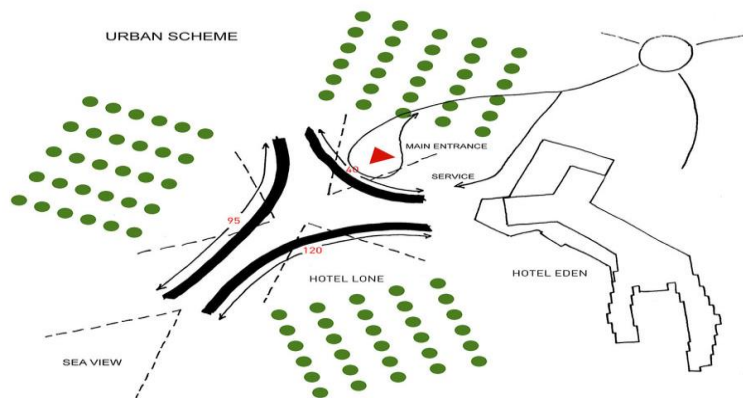


Figure 33: orientation de l'hôtel Source : <http://www.archiscene.net/wp-content/uploads/2011/08/Hotel-Lone-in-Croatia-by-3LHD151.jpg>

IV.1.1. Les façades :

Identité de l'hôtel est reconnue à travers le design extérieur du bâtiment, avec une façade qui est définie par des lignes horizontales dominantes - gardes terrasse conçus pour évoquer l'image des ponts de bateau incliné. Contrat de varangues du bâtiment à monter de niveau en niveau, créant une élévation qui est effilée dans tous les angles³⁶



Figure 34 : hôtel Lone

Source : http://s3.amazonaws.com/europaconcorsi/project_images/4500811/3LHD_142_Hotel_Lone_photo_by_3LHD_02_large.jpg

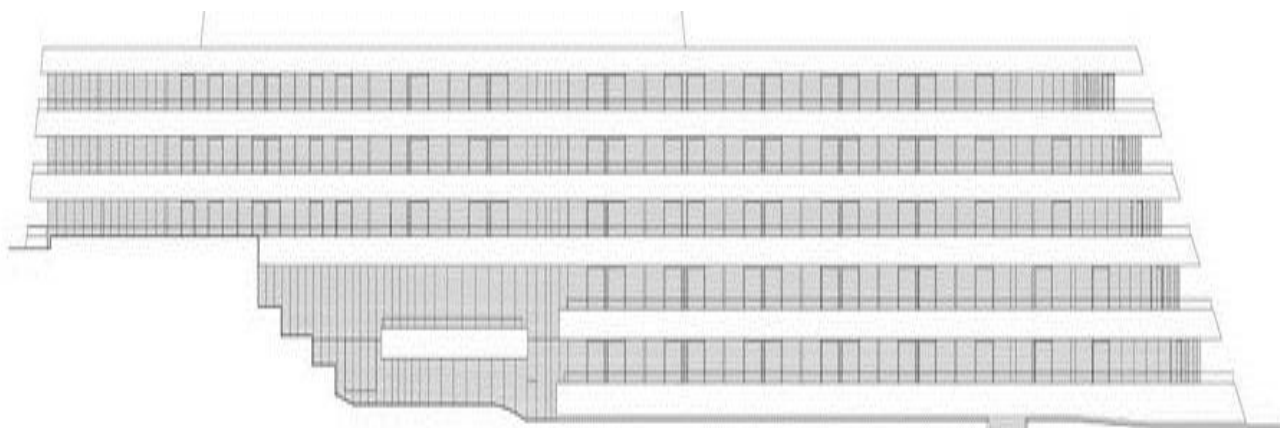


Figure 35 : façade ouest de l'hôtel

Source : http://s3.amazonaws.com/europaconcorsi/project_images/4500864/3LHD_142_Hotel_Lone_drawings_elevation_west_large.jpg

³⁶ <http://www.architecturenewsplus.com/projects/2069>

IV.1.1. Analyse des plans :

Le plan spécifique en Y a permis ce qui suit : un schéma d'organisation rationnelle et fonctionnelle, vues de qualité de toutes les chambres et le regroupement des équipements publics autour d'un hall d'accueil central vertical.

Le hall principal relie des espaces communs à tous les niveaux, création d'un volume central d'une hauteur impressionnante et avec des vues intéressantes .toutes les fonctions vitales de l'hôtel se déroulent dans et autour du hall. ³⁷

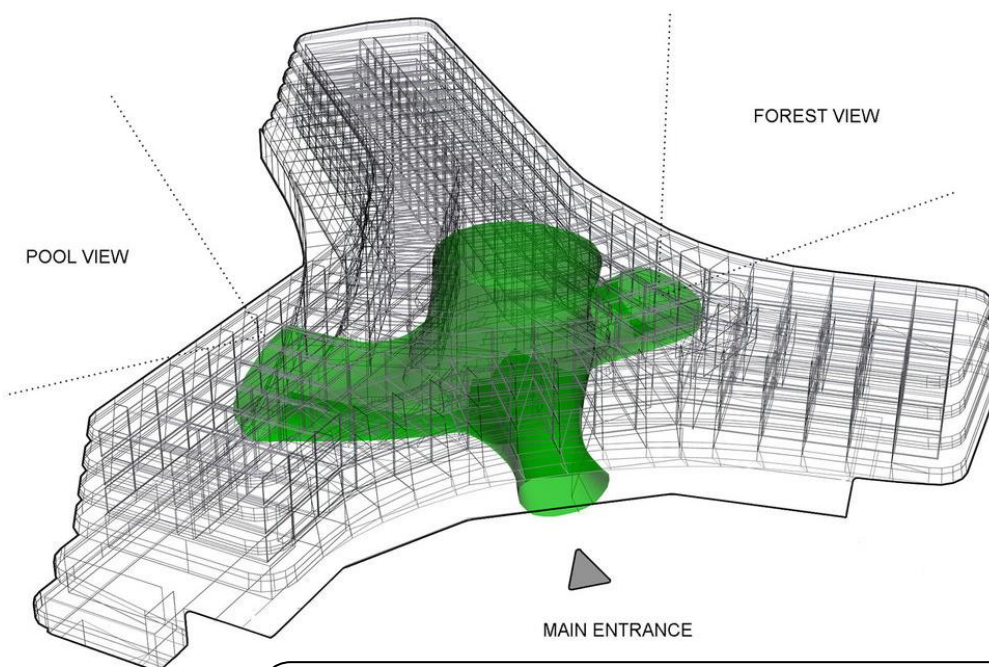


Figure 36 : schéma du hall de l'hôtel

Source : http://s3.amazonaws.com/europaconcorsi/project_images/4500843/3LHD_142_Hotel_Lone_concept_02_full.jpg

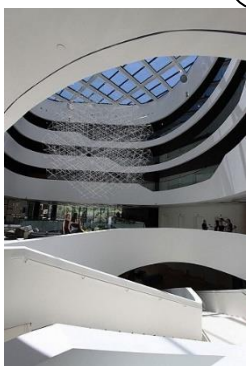


Figure 37: vue sur le hall de l'hôtel

Source : <http://www.architecturenewsplus.com/cdn/images/l/n/e/t/netqh17.jpg>

³⁷ <http://www.architecturenewsplus.com/projects/2069>

Plan du 2^{eme} sou sol :

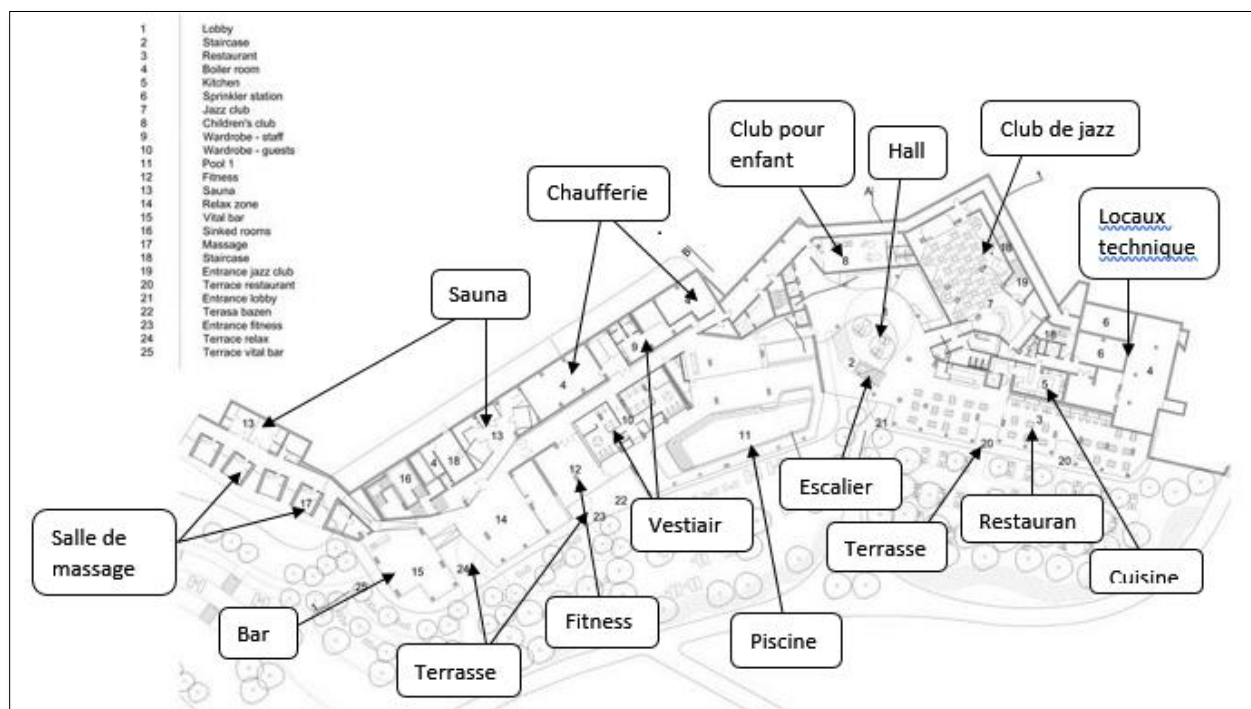


Figure 38: plan du 2^{eme} sous-sol Source : <http://www.archiscene.net/wp-content/uploads/2011/08/Hotel-Lone-in-Croatia-by-3LHD161.jpg>

Organigramme spatiale du 2^{eme} sous-sol :

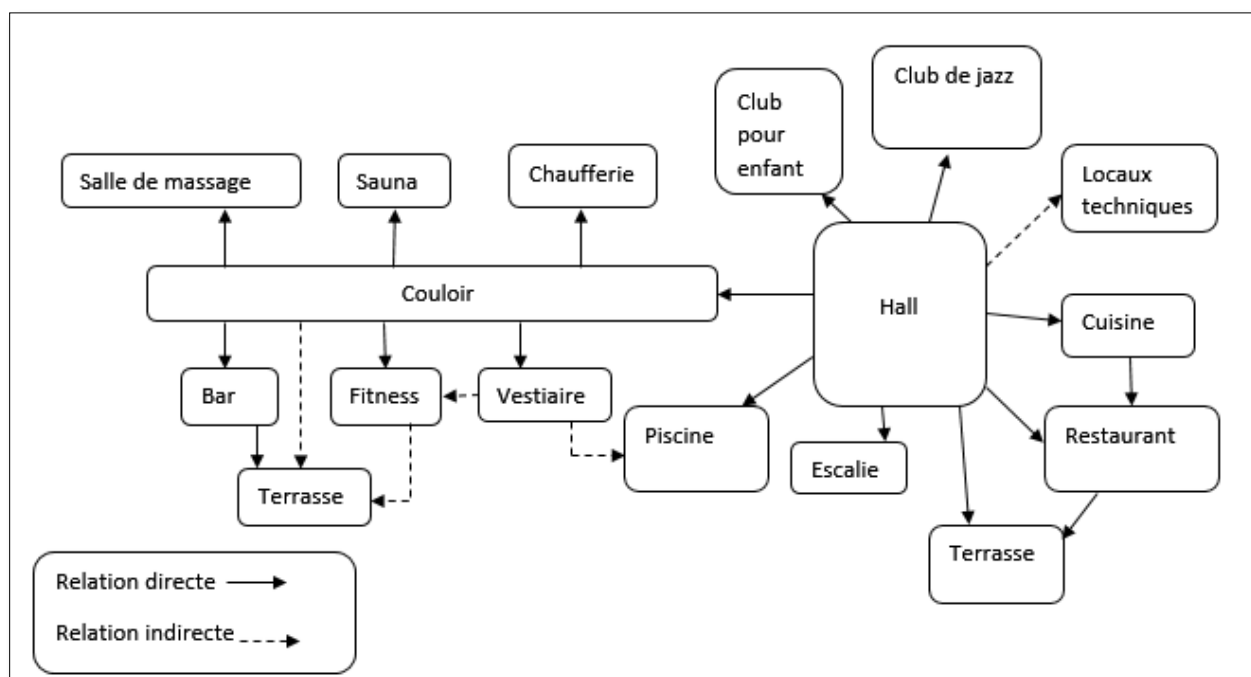


Figure 39: Organigramme spatiale du 2^{eme} sous-sol Source : auteur

IV.2.6. Plan du 1^{er} sous-sol :

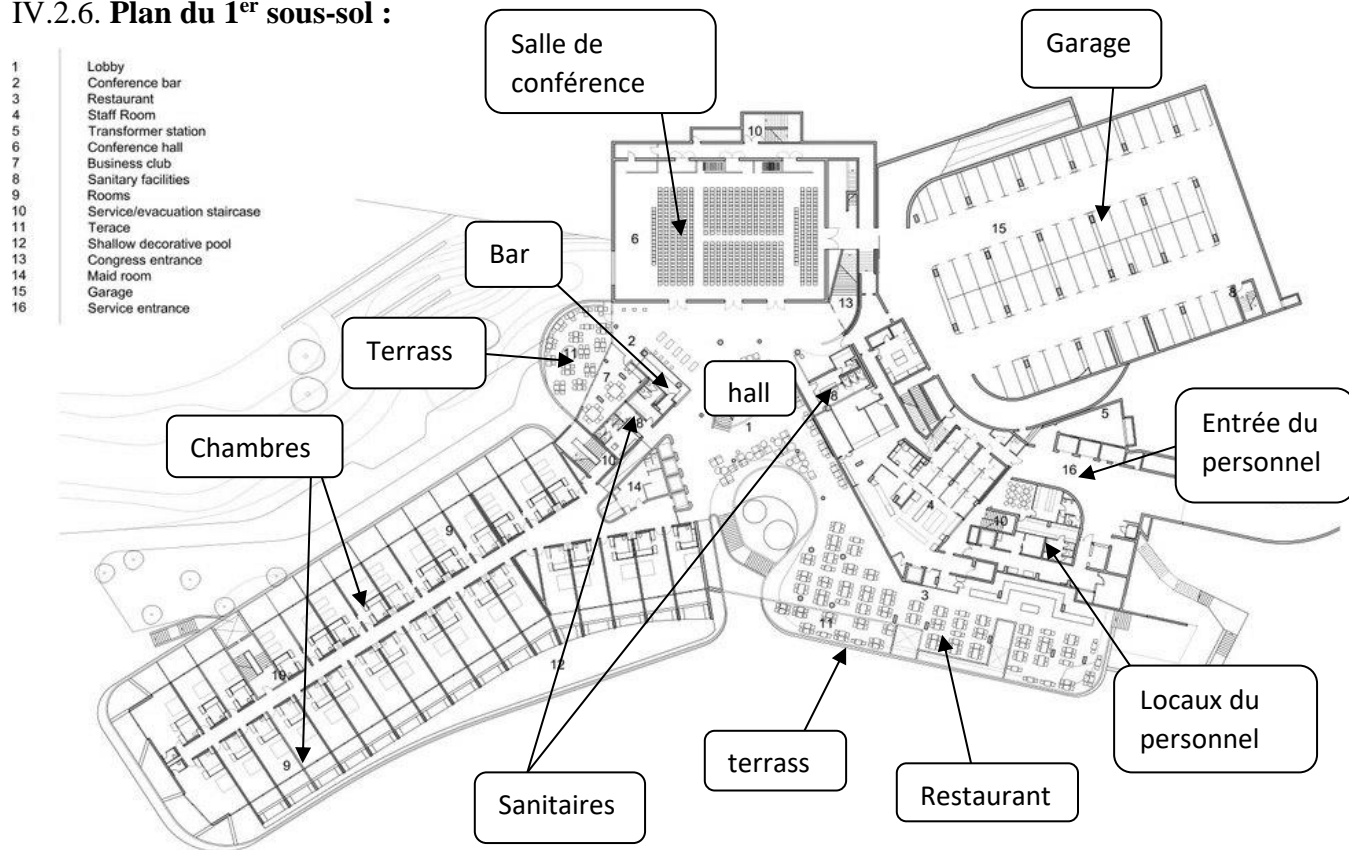


Figure 40: Plan du 1^{er} sous-sol

Source : http://s3.amazonaws.com/europaconcorsi/project_images/4500869/3LHD_142_Hotel_Lone_drawings_floor_plan_-1_large.jpg

Organigramme spatiale du 1^{er} sous-sol :

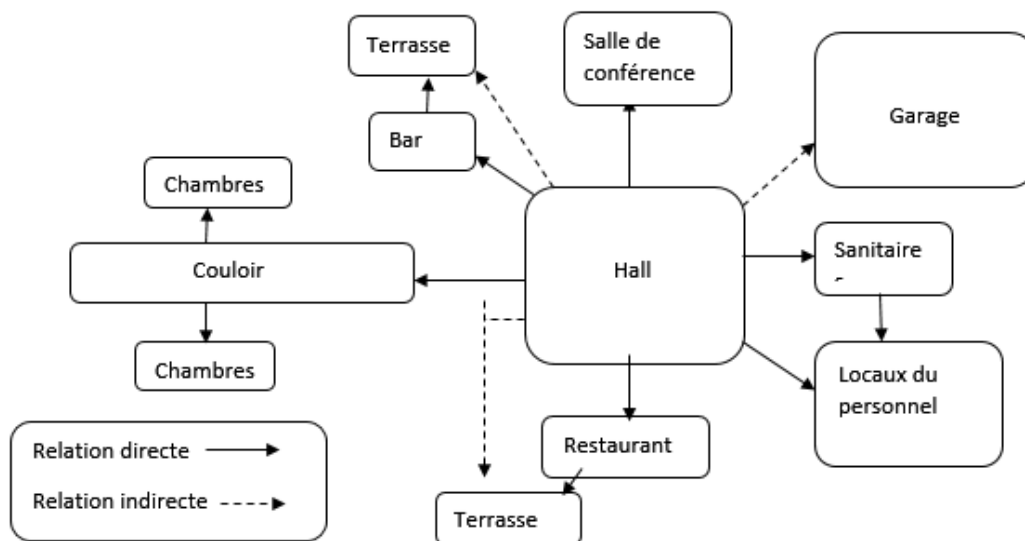


Figure 41 : Organigramme spatiale du 1^{er} sous-sol Source : auteur

IV.1.1. Plan du RDC :

L'hôtel dispose de trois restaurants « L », « ON » et « E », deux bars, un club de jazz et un mini-club.

Une des principales caractéristiques de l'hôtel est le centre de conférence de haute qualité de pointe avec 4 salles de conférence, plusieurs salles de réunion et un salon VIP entièrement équipée avec la technologie la plus avancée et un bar qui l'accompagne.³⁸

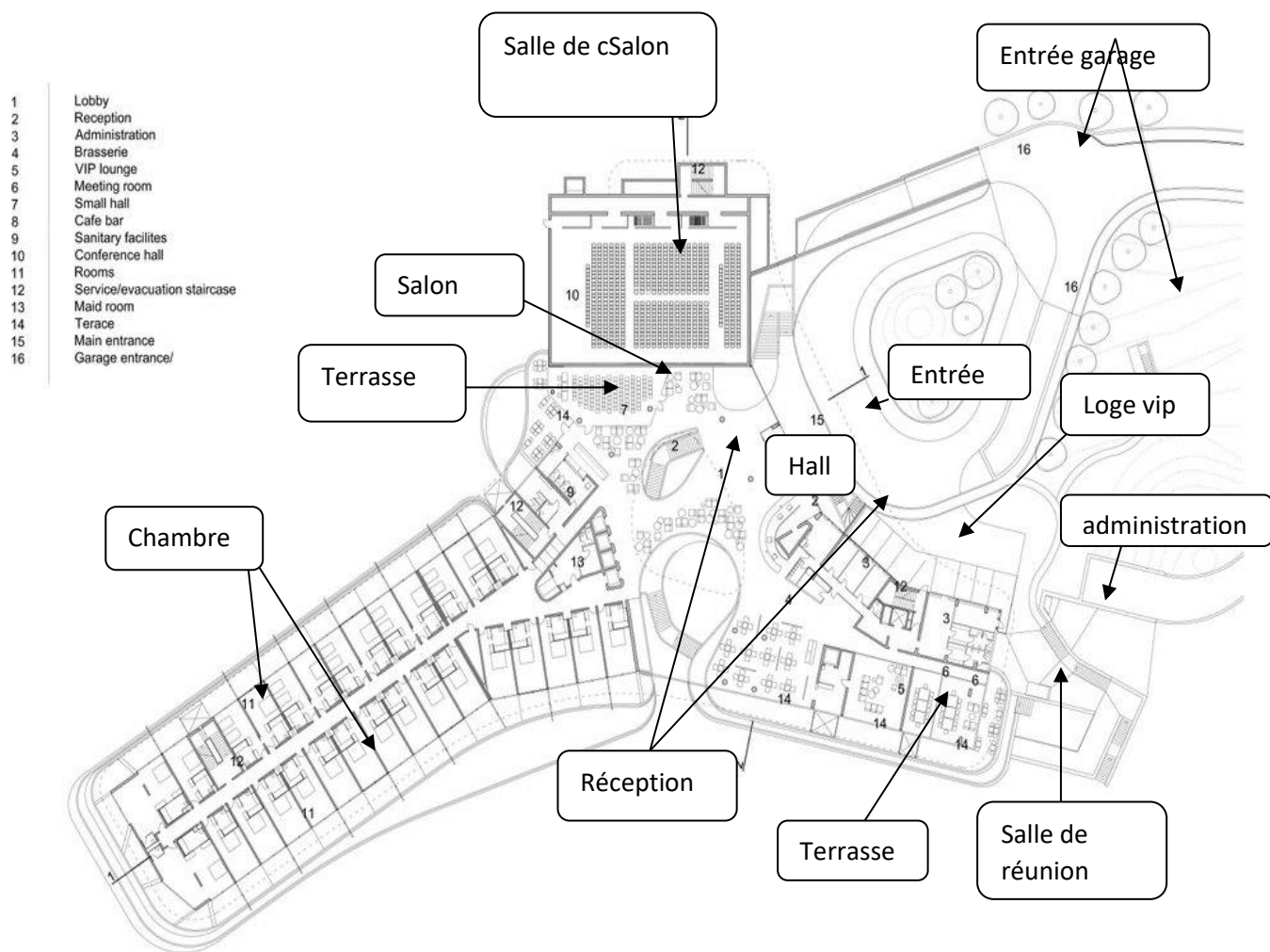


Figure 42 : plan du 1^{er} étage

Source :http://s3.amazonaws.com/europaconcorsi/project_images/4500889/3LHD_142_Hotel_Lone_drawings_floor_plan_3_large.jpg

³⁸ <http://www.architecturenewsplus.com/projects/2069>

IV.1.1. Organigramme spatiale du RDC :

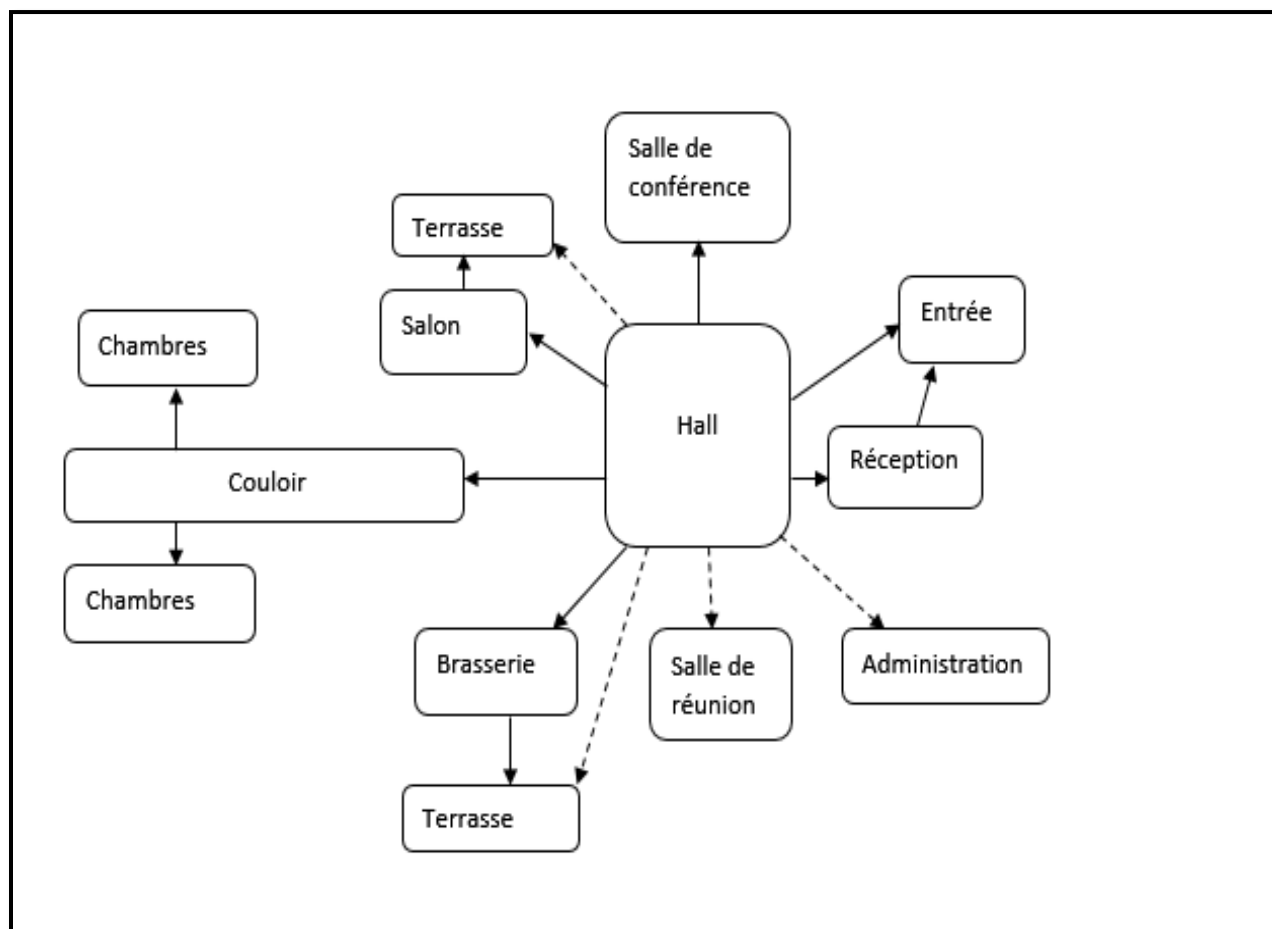


Figure 43: Organigramme spatiale du RDC

Source : auteur

Plan du 1^{er} étage :

- 1 Hallway
- 2 Maid room
- 3 Rooms
- 4 Fire/evacuation staircase

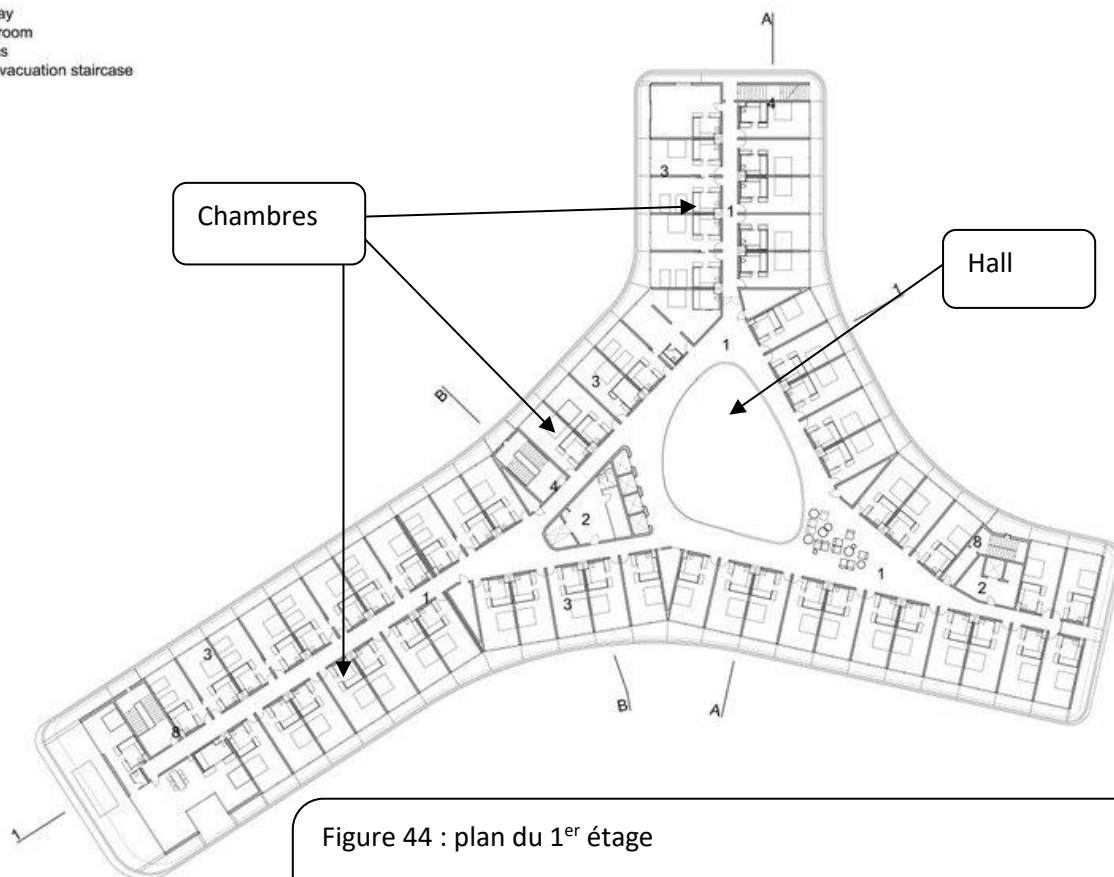


Figure 44 : plan du 1^{er} étage
 Source : http://s3.amazonaws.com/europaconcorsi/project_images/4500889/3LHD_142_Hotel_Lone_drawings_floor_plan_3_large.jpg

Organigramme spatiale du 1^{er} étage :

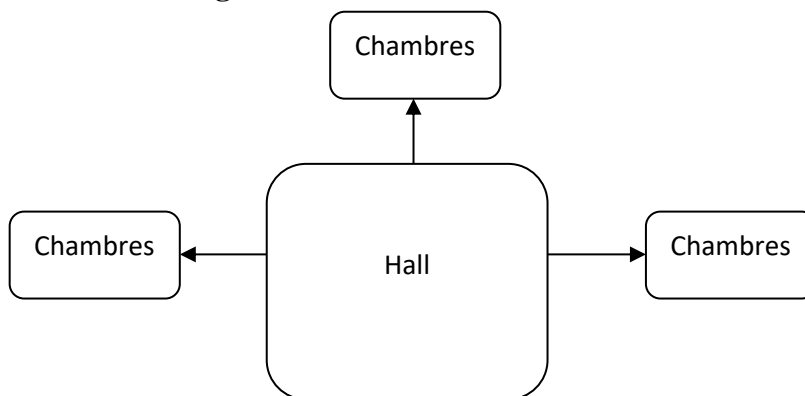


Figure 45 : Organigramme spatiale du 1^{er} étage Source : auteur

IV.1.1. Synthèse :

- L'intégration parfaite avec le site.
- La hiérarchisation spatiale est bien étudiée de façon à ce que toutes les chambres Profitent des vues panoramique.
- le regroupement des équipements publics autour d'un hall d'accueil central vertical.
- Un bon aménagement extérieur et intérieur.

IV.1.1. La démarche de conception

EVOLUTION DE LA FORME : influence par la forme et la limite de terrain j'ai cherché une forme qui nous permet an intégration parfait dans le site avec l'environnement

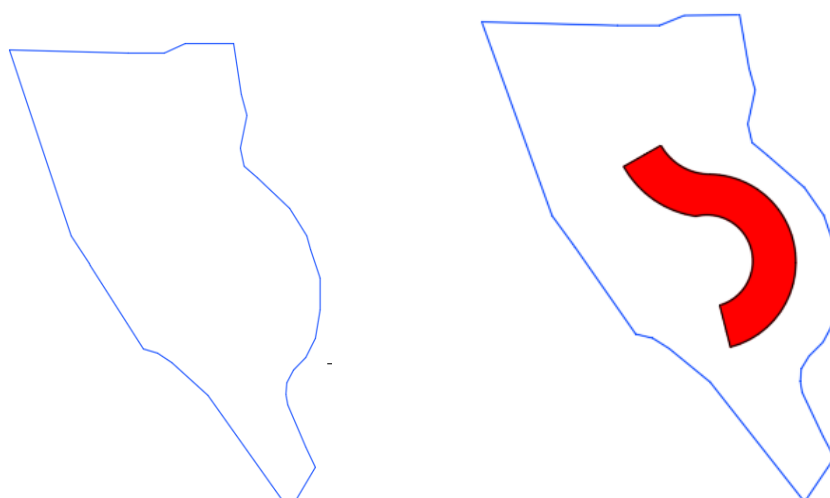
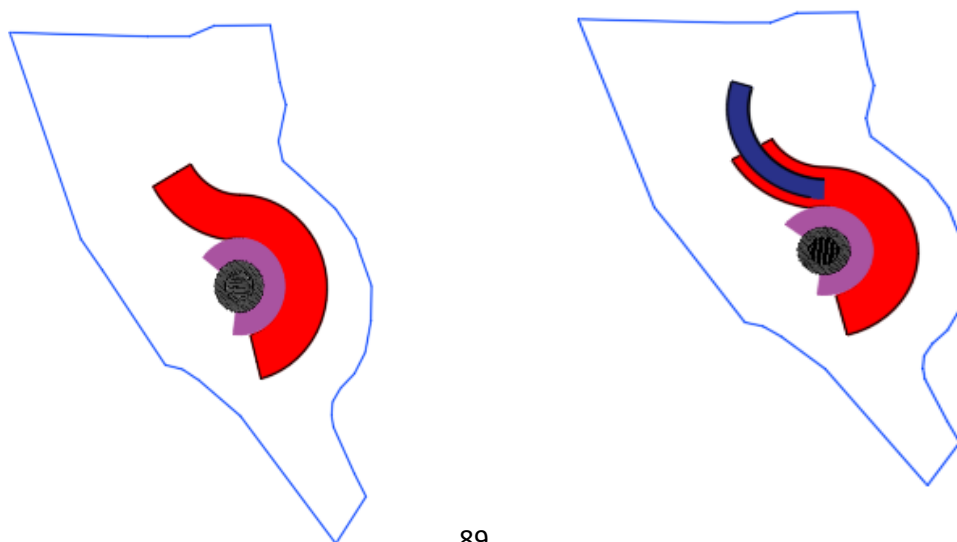


Figure 46 : évolution de la concept . Source :



Conclusion Générale

Cette recherche s'est basée sur le principe que : « l'énergie la plus respectueuse de l'environnement, c'est l'énergie qui n'est pas dépensée », et elle s'attache à répondre aux objectifs ambitieux avec des solutions fiables pérennes à l'enveloppe architecturale des bâtiments selon le suivant une démarche bioclimatique.

L'enveloppe est un élément primordial par le biais duquel l'efficacité énergétique du bâtiment peut être examinée. Ainsi, pour contrôler la consommation de l'énergie et améliorer l'efficacité du bâtiment l'enveloppe architectural peut jouer le rôle de stabilisation des interactions aérothermiques, c'est une barrière pour certains éléments et un filtre pour d'autres, car elle enclore un espace qu'elle protège des variations du climat extérieur.

L'utilisation d'une enveloppe énergétiquement efficace va permettre de réduire les besoins énergétiques des habitants, et cela offre de meilleures solutions écologiques par rapport aux autres solutions qui cherchent toujours l'alternative dans les énergies renouvelables.

Il est très important de prendre en considération l'impact de l'enveloppe architecturale sur la consommation de l'énergie lors de la conception ou la rénovation des bâtiments afin de réduire leur consommation d'énergie de la manière la plus rentable. Par exemple, avec un nouveau bâtiment, il est mieux de choisir un design avec une enveloppe de bâtiment à haute performance et plus coûteuse mais qui réduit considérablement le besoin de chauffage et de refroidissement avec un système de CVC plus petit et moins coûteux. Pour les bâtiments existants, il peut être mieux d'ajouter de l'isolant à un bâtiment que d'installer un système de chauffage plus efficace.

À travers l'analyse du cas d'étude et les exemples étudiés, nous avons tenter de proposer notre intervention avec le projet HPE et de mettre en exergue l'aspect énergétique de l'enveloppe architecturale. Dans cette recherche, le but était de réduire l'énergie consommé par un bâtiment public, mais pour des recherches futures il est recommandé de prendre en considération que les bâtiments de demain seront inévitablement à « énergie positive ». Le bâtiment à énergie positive n'est pas autonome du point de vue énergétique, mais seulement surproducteur.

Bibliographie

Ouvrages :

1. « Consommation énergétique finale de l'Algérie », Ministère de l'énergie et des mines, APRUE : L'Agence de la promotion de l'utilisation de l'énergie, (2015) 90p.
2. « Confort thermique et construction en climat chaud. », MAZOUZ Said., Ed. Pirsas, (2010), 80p.
3. « La maison des [méga, watts, Le guide malin de l'énergie chez soi », Salomon, T. et Bedels., Ed. Terre vivante. (2004). 320p.
4. « Architecture et Efficacité Énergétique » GONZALO.K, Ed Habermann, (2008)., 170p
5. « l'Homme, l'Architecture et le Climat » Givoni, B. Ed. Le Moniteur, Paris, (1978). 220p
6. « Archi Bio », Izard, J. L., & Guyot, Ed. Parenthèses, (1979). 178p
7. « Paysage, ambiance, architecture » Fernandez, P.: Edition Pierre Mardaga. (1981). 145p.
8. « Choix climatique et construction » AFME, Agence française pour la maîtrise de l'énergie., (2003), 70p.

Articles de presse :

1. « L'énergie et la crise économique. », auteur : S.S, journal Liberté, Algérie, publié le 12 avril 2013
2. « L'énergie : Les enjeux de l'an 2000 » CHITOUR.C.H.E : Vol/1 Office des Publications Universitaires ALGER, 1994. p. 41.
3. « Sciences de la terre et de l'environnement » par : Kouici, magazine ; 'l'architecture autrement'', publié le 15 mai 1999.
4. « Architecture météorologique », Article par Philippe Rahm, magazine ; l'architecture d'aujourd'hui, publié le 22 février 2009
5. « L'architecture comme membrane », Article par Georges Teyssot, magazine ; l'architecture d'aujourd'hui, publié le 22 février 2009

Conférences, rencontres scientifiques :

1. « Vers des bâtiments à énergie positive », Maugard, A. Millet ; J.-R. Quenard, D. présentation du CSTB 2000
2. « L'éco-construction en Algérie. », Le premier Séminaire International sur le Génie climatique et l'énergétique, SIGCLE'2010, Le Laboratoire de Génie Climatique de Constantine, Algérie : 06-07 décembre 2010.
3. « Missions économiques : Fiche de synthèse « le secteur de l'électricité en Algérie » DGE : conférence le 9 août 2006.

Mémoires et thèses :

1. « Choix climatique et construction. Zones arides et semi-arides, maison à cour de Bou-Saada » Ould-Henia, A. (2003)., Thèse de doctorat, Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne. 312p
2. « Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires », Kabouche Azouz, thèse de Magister, Université de Tlemcen Juin 2012, 214p
3. « Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments a basse consommation d'énergie », Chlela.F, thèse de doctorat. Université de la rochelle. 2008. 295p
4. « Constitution et modes de transfert d'un savoir scientifique dans le champ de l'architecture : le cas de la thermique » DEPECKER.P : Thèse de doctorat, INSA, Lyon, 1985. 309p
5. « Caractérisation des sensations thermiques et de la reponse physiologique chez l'être humain, contribution à l'étude des indices de confort », IMESSAD.K, Université de Blida 2011,220p
6. « Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique : Cas des lieux de travail dans les milieux arides à climat chaud et sec » M'Sellem, H., & Alkama, D. Université de Tlemcen (2009), 210p

Sites WEB :

1. Meda, (2005). Architecture Méditerranéenne, disponible : <http://www.meda-corpus.net>, consulté le 17 mars 2016.

2. Vivre magazine (2016) disponible : <http://www.avivremagazine.fr>, consulté le 13 avril 2016

