

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 de : Architecture

Spécialité : Architecture

Option : ARCHITECTURE ECOLOGIQUE

Présenté par : DJOUDI SABRI

**Thème : contribution de l'énergie solaire dans la performance
énergétique dans un projet architectural à haut qualité
énergétique cas hammem debagh**

Sous la direction de : Mme RIFFI SABAH

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier sincèrement Mme Riffi, qui en tant que notre encadreur, s'est toujours montré à l'écoute et disponible tout au long de la réalisation de ce travail, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer et sans qui ce projet n'aurait jamais vu le jour.

Nos remerciements à Mr : dechaicha asoul pour avoir accepté de présider le jury ainsi que ...
Hafsi Fatima Z pour avoir examiné notre modeste travail.

Je saisis cette occasion pour remercier mes enseignants monsieur, Dr.Lazri youcef . kasis
faisel , dechaicha asoul

Je remercie tous ma famille : Djoudi et Arribi

Je remercie tous mes amis et toutes les personnes qui m'ont soutenu durant ces années de recherche. Sans eux, le travail accompli n'aurait pas la même saveur

Dédicaces

Avec joie et plaisir, fierté et respect, je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents, mon père et ma mère qui ne m'ont jamais cessé d'allumer mon chemin par leur amour et prières, leurs sacrifices et leurs encouragements, c'est en grande partie grâce à eux.

A ma chérie nousou

A mes chers frères et sœurs

À mes grands-parents et à toute ma famille

A mes amis

Et tous ceux que j'aime.

Table des matières

I- Introduction générale :.....	11
II- Problématique :	12
III- HYPOTHESES :.....	14
VIII- Les objectifs :.....	14
V-METHODOLOGIE D'APPROCHE :	15
V.1 - La récolte des documents :.....	15
V.2-etude analytique :	15
V.3- L'étude du contexte :.....	15

Chapitre 01 : définition des concepts

I-Introduction ;	16
I.1.L'énergie :	16
I.2.Les différentes énergies :	16
I.2.1Energie renouvelable :	17
I.2.2.Les sources d'énergie renouvelable :.....	17
I.2.3.L'énergie solaire :	18
I.2.4.Solaire photovoltaïque	18
I.2.5.Solaire thermique	19
I.3.Confort :.....	19
I.3.1.Confort Thermique :	19
I.3.2.L'orientation :	20
I.4.Bâtiment performant :	21
I.5.Labels des bâtiments performants :.....	21
I.5.1Haute Performance Energétique HPE :.....	21
I.5.2.Standard suisse «MINERGIE»	23
I.5.3Bâtiment a basse consommation	23
I.5.4.Bâtiment à zéro énergie ou à énergie positive	23

I.5.5.Haute Qualité Environnementale :.....	24
II-Conclusion :.....	24

Chapitre 02 : Analyse des exemples internationaux

I-Introduction :	25
II- Les quatorze " cibles " de la Haute Qualité Environnementale :	25
III-Etude d'exemple international :	28
III.1.Hôtel de Ville d'Echirolles :.....	28
III.2.Contexte et site :	29
III.3.Présentation technique :.....	30
III.3.1.Traitement des cibles très performantes :.....	30

Chapitre 03 : cas d'étude

VIII-Conclusion :	33
I. Introduction :.....	34
II-Economie des énergies en Algérie, Politique et réglementation :.....	34
II.1.Principes et objectifs :.....	34
II.2.Normes et exigences d'efficacité énergétique.....	35
II.3.Le programme national de maîtrise de l'énergie.....	35
III-Analyse de Cas d'étude : complexe Chellala	36
III.1.Situation de hamem chellala :	36
III.2.Analyse climatique :.....	36
III.3.Microclimats de la ville :.....	39
III.4.Analyse environnementale :	39
III.5.Orientation :.....	40
III.6.L'ensevelissement :	40
III.7.L'organisation :	41
VIII-Simulation :.....	41
VIII.1.Description du logiciel :	41

VIII.2.Déroulement de la simulation :.....	43
VII.2.1Création du projet simulation (fichier météo-salle-traceur)	43
VIII.2.2.Création de la salle	43
VIII.2.3.Création des liaisons entres les éléments de projet :	43
VIII.2.4.Lancement de simulation et obtention des résultats :.....	44
V-Conclusion	46

Chapitre 04 : programmation

Introduction :	47
I. Interprétation de résultat :	47
II. complexe thermale Taunus thermes:	47
II.1. Situation:	47
II.2. Analyse Architecturale :	48
II.2.1. Étude du plan de masse :	48
II.2.2. Accessibilité :	49
III-Étude du volume :	49
IV- L'organisation Spatiale :.....	50
IV.1. Plan RDC :	50
IV.2. Plan 1er Étage :	52
V-Analyse de complexe Chellala:.....	53
V.1. Présentation :	53
V.2. Situation et Implantation :	53
V.3. La surface de complexe:.....	54
VI.Analyse architecturale :.....	55
VI.1. Étude extérieure (morphologique) :	55
VI.1.1. Étude du plan de masse :.....	55
VI.1.2. L'espace cure :	55
VI.2. L'espace commercial :	56

VI.3. L'espace hébergement (Bungalows) :	56
VI.4. Accessibilité:	56
VI.5. Circulation :	57
VI.6.D-Orientation :	58
VI.6.1. Organisation spatiale :	58
VI.7. La Volumétrie :	59
VI.8. Façades :	59
VII. Étude intérieure (typologique) :	60
VII.1. Hébergement :	61
VIII. Le programme retenu du bloc thermal :	66
I. Introduction :	70
II. Critères du choix de terrain.....	70
II.1. Quelques considérations sur la ZET	70
III. présentation du terrain :	71
III.1. limites du terrain :	71
III.2. accessibilité :	72
IV. Microclimat :	73
V. La topographie.....	75
VI. Etude paysage	76
VI.1. Contrainte et servitude	76
VI.1.1. Etude géologique géotechnique	76
VI.1.2. La végétation.....	76
VII. Recommandations et principes appliqués dans le projet :	78
VIII-Genèse de projet :	79
I.1. Les Principes écologique :	80
I.2. Etape 01 : choix des accès.....	81
I.3. Etape 02 : La formulation	82

I.3.1. La concrétisation des axes structurant	82
I.3. Etape 3 : la forme du projet :	83
I.5. étape 05 : La formalisation finale de l'idée.....	84
I.6. étape 06 : La formalisation finale de l'idée.....	84
I.7. Entité d'accueil :	85
I.8. Atrium :	85
I.8.1. Durant la période estivale :	85
I.8.2. Durant la période hivernal.....	85
I.8.3. En matière de confort visuel	85
I.9. Isolation renforcée de l'enveloppe :	86
I.10. Panneaux photovoltaïques :	86
Conclusion générale :	87
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	88

Liste des figures

Figure 1: Panneaux photovoltaïques	18
Figure 2 : les capteurs solaires de la crèche de reine (arch. B. Pierre).....	19
Figure 3 : hôtels de ville d'Echirolles	28
Figure 4 : plan de masse hôtel de ville d'Echirolles.....	29
Figure 5 : hôtel de ville d'Echirolles	30
Figure 6 : l'atrium d'hôtel de ville d'Echirolles.....	31
Figure 7 : l'atrium d'hôtel de ville d'Echirolles.....	32
Figure 8 : situation de hamem chellala.....	36
Figure 9 : Interprétation des données météorologiques de Guelma: période 95-2004.....	38
Figure 10 : Analyse environnementale.....	39
Figure 11 : L'ensoleillement	40
Figure 12 : Les vents dominons	40
Figure 13 : Composition du projet sur plan et sur coupe	42
Figure 14 Création du projet simulation (fichier météo-salle-traceur).....	43
Figure 15 Création de la salle.....	43

Figure 16 Création des liaisons entre les éléments de projet.....	43
Figure 17 Création des liaisons entre les éléments de projet.....	44
Figure 18 Lancement de simulation et obtention des résultats	44
Figure 19 Création des liaisons entre les éléments de projet.....	46
Figure 20 : Situation du Bad Homburg	47
Figure 21 : plan de masse.	48
Figure 22 : volume.	49
Figure 23 : Plan RDC	50
Figure 24 : Vue intérieure.	51
Figure 25 : Vue intérieure piscine.....	51
Figure 26: Plan RDC.	52
Figure 27 : Espace sauna.....	53
Figure 28 : Situation du complexe	53
Figure 29 : La cascade.....	54
Figure 30 : Plan de masse du complexe.	55
Figure 31 : Le complexe Chellala vue de l'extérieure	55
Figure 32 : Locaux commerciaux.....	56
Figure 33 : Bungalow	56
Figure 34 : Voie piétonne.....	57
Figure 35 : Parkings	57
Figure 36 : Circulation piétonne.....	58
Figure 37 : La Volumétrie Bloc thermal	59
Figure 38 : Bloc thermal façade de l'hôtel.....	59
Figure 39 : Situation du ZET.....	70
Figure 40 : Situation du terrain	71
Figure 41 : limites du terrain	72
Figure 42 : accessibilité du terrain	73
Figure 43 : les vents dominant	74
Figure 44 : L'ensoleillement	74
Figure 45 : topographie du terrain.....	75
Figure 46 : terrain.....	75
Figure 47 : terrain.....	75
Figure48 : paysage du terrain	76
Figure 49 : L'olivier	77

Figure 50 : l'eucalyptus	77
Figure 51 : le cupressus	77
Figure 52 : Choix des accès.....	81
Figure 53 : Schéma de principe.....	82
Figure 54 : La forme du projet	83
Figure 55 : La forme du projet	83
Figure 56 : La forme du projet	84
Figure 57 : La formalisation finale de l'idée.....	84
Figure 58 : Entité d'accueil atrium.....	85
Figure 59 Isolation renforcée de l'enveloppe.....	86
Figure 60 Panneaux photovoltaïques	86

Liste des tableaux

Tableau 1 : cibles de HQE hotel hôtels de ville d'Echirolles	30
Tableau 2 : Tableau 2 : Le programme retenu du bloc thermal	69
Tableau 3: recommandation	78
Tableau 4 : recommandation	79

Liste des abréviations :

HQE	Haute Qualité Environnementale
HPE	Haute performance énergétique
EV	Energie Verte
DUC	Direction d'Urbanisme et de Construction
PDAU	Plan Directeur d'Architecture et d'Urbanisme
BBC	Bâtiment Basse Consommation
SR.....	Référence solaire
DD	Développement durable
BBC	bâtiment basse consommation
λ	conductivité thermique W/ m°C

ρ masse volumique Kg/m³

e épaisseur m

I- Introduction générale :

Aujourd'hui, la thématique de l'efficacité énergétique, notamment dans le secteur du bâtiment, dispose d'une réelle opportunité de développement dans le monde. Le bâtiment devient soudainement un enjeu central de deux défis planétaires majeurs : le changement climatique et l'approvisionnement énergétique. Le secteur du bâtiment en Algérie (le résidentiel et le tertiaire) consomme plus de 40% du total de l'énergie, contre 46%² en Europe, et de 19% des rejets de CO₂ dans l'atmosphère, contre 25% ailleurs. Ce secteur représente un potentiel énorme d'efficacité énergétique et de réduction des gaz à effet de serres. Pour ce bâtiment (secteur résidentiel et tertiaire), certes, le concepteur devra continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, mais devra également faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé.

A la suite du mouvement des auto-constructeurs américains des années soixante qui, dans la mouvance des mouvements hippies et écologistes, a posé les jalons d'une réflexion dans ce sens, l'essor de l'architecture « solaire » puis « bioclimatique » permettait à la fois de théoriser et concrétiser cette réflexion dans la production normale du cadre bâti. C'est ainsi que, revenant à son sens premier (le terme bioclimatique fait référence à une partie de l'écologie qui étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat), nous pouvons définir l'architecture bioclimatique comme suit : « Cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecte.»¹

¹ L. Freris et D. Infield, « les énergies renouvelables pour la production d'électricité », DUNOD, 2009

II- Problématique :

La production d'énergie est un défi de grande importance pour les années à venir. En effet, les besoins énergétiques des sociétés industrialisées ne cessent d'augmenter. Par ailleurs, les pays en voie de développement auront besoin de plus en plus d'énergie pour mener à bien leur développement. De nos jours, une grande partie de la production mondiale d'énergie est assurée à partir de sources fossiles. La consommation de ces sources donne lieu à des émissions de gaz à effet de serre et donc une augmentation de la pollution. Le danger supplémentaire est qu'une consommation excessive du stock de ressources naturelles réduit les réserves de ce type d'énergie de façon dangereuse pour les générations futures

Au bout d'un certain temps, l'environnement naturel devient très pollué et malsain pour la vie, Ainsi une crise d'énergie est une crise de l'avenir, une crise de Croissance anticipée, pour la comprendre, il suffit de voir que la Consommation d'énergie dans le monde n'est pas constante et n'augmente pas de façon linéaire ; l'augmentation est exponentielle Et cette consommation sera dépassée de loin, le rythme de production des énergies possibles que fournit la terre.²

Une grande part de la consommation mondiale de l'énergie se rend au profit des énergies fossiles : pétrole, gaz naturel, etc . En ordre de grandeur, on utilise en moyenne 11 fois plus d'énergie pour nous chauffer, 8 fois plus d'énergie primaire pour notre consommation d'électricité, 10 fois plus pour l'industrie et 11 fois plus pour le transport.³

Seul le chauffage absorbe environ les deux tiers de l'énergie mondiale. Il peut s'agir du chauffage des locaux (habitations, usines, magasins) ou du chauffage d'industrie.⁴

En Algérie, le secteur résidentiel et tertiaire se trouve parmi les secteurs les plus énergivores, avec une consommation de 46% de l'énergie finale et de 28% de l'énergie primaire

L'Algérie, riche en gaz et en pétrole ne s'est intéressée sérieusement à la rationalisation de l'utilisation de l'énergie qu'à la fin des années 80. Le 24 février 1971, date de la décision de nationalisation du secteur pétrolier, ainsi que la maîtrise et le contrôle des ressources

² Belhadj Mohammed, « Modélisation d'un système de captage photovoltaïque autonome », Centre universitaire de Bechar, 2008.

³ PEUPORTIER. Bruno, *Eco conception des bâtiments. Bâtir en préservant l'environnement*, Paris : Les presses de l'Ecole des Mines, 2003, p 75

⁴ MAILLET. Pierre et CASSETTE CARRY. Martine, *L'énergie*, Série que sais-je ? Paris : Presses Universitaires de France, 7^{ème} édition refondue, mai 1989, p17

pétrolières et gazières. Le gaz naturel qui constitue 60% de ses réserves en énergie fossile, alimente à hauteur de 30% de ses revenus en devises.⁵

Les avantages de l'exploitation à plus grande échelle de l'énergie solaire en Algérie sont nombreux : amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, diminution de la consommation en énergie fossile et électrique, création d'emplois à travers les régions de tout le pays, réduction des émissions des gaz à effet de serre et hausse des exportations d'électricité, etc.

Le potentiel énergétique à Guelma est assurée par deux réseaux. Le premier est le réseau électrique de 3.178 Km avec un taux moyen d'électrification de 92%. Le second réseau est celui du gaz naturel de 262 Km avec un taux de branchement de 45%.⁶

La ville de Guelma bénéficie d'un climat tempéré chaud. L'hiver à Guelma se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. D'après Köppen et Geiger. En moyenne la température à Guelma est de 17.2 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 557 mm.⁷

L'extension des zones urbaines au sein de la ville de Guelma conduit à la détérioration de son environnement naturel; elles doivent se baser sur le fait de garantir un confort visuel, thermique et respiratoire qui exige à son tour une consommation énergétique considérable, ce qui nous fait réfléchir à un projet architectural de sensibilisation environnementale comme étant un modèle plus durable et plus viable. Donc, notre recherche nous pousse à fonder une série de questions afin de bien analyser et étudier notre problématique.

Comment concevoir un projet architectural a HPE qui pourrait répondre aux besoins fonctionnels et prendre en considération l'économe d'énergie et l'utilisation d'énergie renouvelable ?

⁵ S. Assyl, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004, p30

⁶ Direction des mines et de l'industrie Guelma.

⁷ "<http://fr.climate-data.org/>"

III- HYPOTHESES :

Peut-être pourrait réduire l'exploitation non rationnelle de l'énergie, le spectre disponible par le climat, et nous savons que la diversité est un facteur important dans la recherche de solutions aux problèmes existants de ce phénomène et la pièce de solutions par le biais :

- Exploitation maximales de potentialités climatiques (énergie renouvelable) et la réduction de la pollution de l'environnement.

En fait le choix des matériaux de construction, joue un rôle important dans le confort des locaux. L'inertie thermique d'un matériau est une fonction directe de sa capacité thermique qui agit concrètement, c'est à dire qu'elle tente de s'opposer à toutes les variations brutales de température. Mais comme un amortisseur qui réduit et retarde l'effet des conditions extérieures (déphasage) c'est aussi un grand absorbeur d'énergie⁸

- l'utilisation des techniques et des matériaux moderne reduire la consommation d'énergie et améliorer le confort.
- On profitant des apports offerts par le site, par l'intégration des systèmes des énergies renouvelables tel que : la géothermie, les panneaux photovoltaïque, les panneaux solaire thermique ... etc.

VIII- Les objectifs :

- 1) Dans le but d'avoir un bâtiment haut qualité environnementale, on doit adapter les aptitudes pour satisfaire les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur et de la création d'un environnement intérieur confortable et sain.

Il assure : – le confort hygrothermique – le confort visuel – le confort acoustique

- 2) Minimisé la consommation d'énergie fossile
- 3) L'utilisation des nouveaux type d'énergie (l'énergie renouvelable, énergie solaire Etc.)

⁸ SIDLER Olivier, directeur de la Sté ENERTECH, *L'inertie thermique en climat méditerranéen. Confort et consommations d'énergie*, Montpellier : Colloque le 15/05/2003

V-METHODOLOGIE D'APPROCHE :

Pour atteindre les objectifs tracés on opte les démarches suivantes :

V.1 - La récolte des documents :

Qui ont une relation avec notre sujet de recherche (Livres, revues, mémoires,... etc.) Pour enrichir notre connaissance reliée à notre thème puis on a fait un traitement et investigations des données récoltes

V.2-étude analytique : un exemple international qui nous permettre :

- ❖ Une connaissance de la stratégie environnementale « HQE » et la stratégie énergétique « HPE »
- ❖ Etablir une méthode d'analyse qui concerne notre cas d'étude

V.3- L'étude du contexte : pour bien connaitre les éléments influant sur le site d'intervention par des visites sur terrain, le contact avec les différents directions (Dlep – Duc) et la consultation des documents graphiques liée à notre site d'intervention pour assimiler les atouts et les contraintes de site

CHAPITRE 1

Définition des

concepts

I-Introduction ;

La recherche de la qualité énergétique vise à établir un équilibre harmonieux entre le bâtiment et leur consommation d'énergie, Ce chapitre a pour but de comprendre ces termes, ses concepts ainsi que ses principes, qui sont des éléments déterminants de la réussite de notre recherche

I.1.L'énergie :

De tout temps, l'homme a eu besoin de l'énergie pour se nourrir se mouvoir. Celle-ci existe sous plusieurs formes.

Aujourd'hui, la technologie permet d'en produire en grande quantité, en utilisant toutes les ressources possibles (fossiles, eau, vent, soleil...).

L'énergie est un enjeu majeur, tant au niveau politique, économique, scientifique que qu'environnemental...

Selon Depecker, le concept de l'énergie peut s'introduire dans l'architecture à travers deux thèmes principaux :

- le coût énergétique « initial » de l'ouvrage se forme à partir du coût énergétique des matériaux utilisés, et du coût de la construction
- le coût énergétique « vécu » de l'ouvrage qui correspond à la consommation en chauffage ou climatisation, éclairage et alimentation

L'énergie apparaît sous plusieurs formes : le mouvement, la chaleur, la lumière, les réactions chimiques et l'électricité. On dit que l'énergie est présente dans les sources d'énergie telles que le bois, le vent, les aliments, le gaz naturel, le charbon, le pétrole et au Cœur des noyaux d'atomes.

Toutes ces différentes formes d'énergie ont en commun le fait que nous pouvons les utiliser pour obtenir ce que nous désirons. Nous utilisons l'énergie pour mettre des choses en mouvement, pour modifier des températures et produire de la lumière ou du son. C'est ainsi qu'on pourrait dire : *l'énergie est la capacité d'accomplir un travail utile.*⁹

I.2.Les différentes énergies :

Il existe plusieurs sources d'énergie. Nous utilisons les combustibles fossiles, tels que le charbon, le pétrole, le gaz naturel, ainsi que l'énergie éolienne et solaire, nous avons des

⁹ MARK Tiele. Westra, S. Kuyvenhoven , L'énergie fait tourner le monde , 2002 , p2

centrales fonctionnant grâce à la fusion nucléaire, et de grands barrages hydrauliques. Les scientifiques travaillent au développement de l'énergie de fusion, la source d'énergie qui fait briller le soleil et les autres étoiles.¹⁰

On distingue deux différentes sources d'énergie : les matières premières et les phénomènes naturels. Les premières fournissent les énergies dites fossiles alors que les autres fournissent les énergies dites renouvelables.¹¹

- Energie non renouvelable
- Energie renouvelable

I.2.1Energie renouvelable :

Les énergies renouvelables constituent historiquement les premières sources d'énergies utilisées par les hommes.

Fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau; ces énergies, par définition, se renouvellent naturellement après avoir été consommées et sont donc inépuisables (au moins sur des très grandes échelles de temps).

Aujourd'hui, elles servent surtout à la production d'électricité mais participent également à la production de chaleur.

- Une énergie renouvelable, ou EnR en abrégé, est une source d'énergie qui se constitue ou se reconstitue plus rapidement qu'elle n'est utilisée¹²
- Se dit de formes d'énergie telles que l'énergie solaire, le vent, les marées, la biomasse.¹³

I.2.2.Les sources d'énergie renouvelable :

Les énergies renouvelables, comme leur nom l'indique, ne sont pas tarissables. Appelées aussi « *énergies vertes* » ou « *énergies propres* » car provenant des phénomènes naturels (vent, rayonnement solaire, force des courants marins).¹⁴

- L'énergie solaire
- L'énergie éolienne
- L'énergie de la biomasse
- Hydraulique

¹⁰ MARK Tiele. Westra, S. Kuyvenhoven , L'énergie fait tourner le monde , 2002 , p24

¹¹ <https://www.kelwatt.fr/energie.php>

¹² <http://www.futura-sciences.com/planete/definitions/energie-renouvelable-energie-renouvelable-6634/>

¹³ *Dictionnaire Larousse*

¹⁴ <https://www.kelwatt.fr/energie.php#renouvelables>

- L'énergie géothermique

I.2.3.L'énergie solaire :

- L'énergie solaire est l'énergie que dispense le soleil par son rayonnement, directement ou de manière diffuse à travers l'atmosphère.
Grâce à divers procédés, elle peut être transformée en une autre forme d'énergie utile pour l'activité humaine, notamment en chaleur, en électricité ou en biomasse. Par extension, l'expression « énergie solaire » est souvent employée pour désigner l'électricité ou la chaleur obtenue à partir de cette dernière.

Les techniques pour capter directement une partie de cette énergie sont disponibles et sont constamment améliorées. On peut distinguer le solaire passif, le solaire photovoltaïque et le solaire thermique

- Les systèmes de production d'énergie solaire ont un coût proportionnel quasi nul : une fois l'installation de l'appareil effectuée, l'énergie est produite par le Soleil, ce qui ne coûte rien. Il faut cependant tenir compte des coûts d'investissement et de l'entretien de l'appareil.¹⁵

I.2.4.Solaire photovoltaïque

Le solaire photovoltaïque convertit la lumière solaire en électricité par l'intermédiaire de cellules photovoltaïques. Son utilisation concerne les «oubliés du réseau», parce qu'ils sont géographiquement isolés, ne sont pas raccordés au réseau national de distribution d'électricité, mais également les bâtiments en milieu urbain qui souhaitent intégrer cette énergie respectueuse de l'environnement



Figure 1: Panneaux photovoltaïques [Source : Novation écologique

¹⁵ <http://www.energies-renouvelable.fr/energies/Energie-solaire>

I.2.5.Solaire thermique

C'est un système encore plus simple. Il permet de chauffer l'eau (ou un fluide approprié), par circulation dans des tubulures exposées au soleil, et de la distribuer ensuite.



Figure 2 : les capteurs solaires de la crèche de reine (arch. B. Pierre)

I.3.Confort :

L'examen de la notion de confort thermique a pour objectif de situer le confort dans les espaces intérieurs pour les climats semi-aride (chaud et sec en été et froid en hiver).

Toutefois il faut souligner que le confort est tout ce qui contribue au bien être des individus par la commodité de la vie matérielle, intellectuelle et sociale.

Le confort est l'ambiance qui évite au corps de réagir aux conditions extérieures et d'économiser de l'énergie de son métabolisme.

La base de la sensation de confort est simplement le manque de sensation de malaise, le confort physiologique s'établit par un équilibre thermique nécessitant une quantité minimum de régulation thermique ceci est dû à la faculté du corps humain de maintenir sa température constante en dépit des conditions d'ambiance.

I.3.1.Confort Thermique :

L'intérêt porté à la notion de confort thermique date depuis le 19ème siècle avec la naissance du mouvement de la réforme des conditions de travail dans l'industrie et dans l'habitat. Les premières réglementations ont été établies aux endroits les plus touchés par les accidents et les maladies dues aux excès de chaleurs, d'humidité et d'obscurité, c'est-à-dire dû aux éléments de l'environnement.

Le confort thermique peut être défini comme l'absence de « gêne thermique » en psychologie, on dit qu'il y a confort thermique lorsque pour une activité sédentaire et un habillement donné, les systèmes thermorégulateurs n'ont pas à intervenir selon des taux dépassant des valeurs de seuils (sudation, métabolisme)

Le confort thermique peut être défini comme étant « l'état d'esprit qui exprime la satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique » (A.S.H.R.A.E)

Le confort thermique est le bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante [B. GIVONI 1978, M. EVANS 1980, S. SZOCOLAY 1980]

Le confort thermique est d'abord un phénomène physique soumis à un faible part de subjectivité, il peut être défini comme une sensation complexe produite par un système de facteurs physiques, physiologiques et psychologiques, conduisant l'individu à exprimer le bien être de son état.¹⁶

I.3.2.L'orientation :

L'orientation d'un bâtiment est la direction vers laquelle sont tournées ses façades.

C'est- à-dire la direction perpendiculaire à l'axe des blocs 2 L'orientation se rapporte à l'angle d'azimut d'une surface à Nord vrai relatif., la direction générale dans laquelle une surface fait face.

Tandis que l'orientation réelle est habituellement donnée en degrés du nord (à partir de l'orientation nord), elles peuvent également être données en général des directions telles que (N) du Nord, (S) du Sud, (NE) du Nord Est ,(O) de L'Ouest. comme c'est monter dans la L'orientation est la disposition d'un bâtiment ou d'un aménagement urbain par rapport aux éléments d'un site ou au point cardinal (BRUNET et AL, 1992 p.163) L'orientation d'un logement est désignée par celle de sa face principale, c'est-à-dire en générale celle qui comporte la plus grande surface de vitrage.³ le choix de l'orientation d'après GIVONI. B (1980) est soumis à de nombreuses considérations, telles que :

- La vue
- La position par rapport aux voies
- La topographie du site

¹⁶ BOUCHA HM. Y –Une Investigation Sur La Performance Thermique Du Capteur A Vent Pour Un Rafraîchissement Passif Dans Les Régions Chaudes Et Arides- cas de Ouargla. Thèse de doctorat d'état, université de Constantine, 2004.page.21

- La position des sources des nuisances et la nature du climat (facteurs climatiques ; Les radiations solaires et le vent.

I.4.Bâtiment performant :

Le concept de bâtiment performant est défini par un ensemble des objectifs et de solutions techniques destinés à guider le concepteur. Ce dernier, en s'appuyant sur divers outils d'aide à la conception, associe des techniques, matériaux, structures et équipements de manière à atteindre au mieux les objectifs fixés. Enfin, après la mise en service du bâtiment, une phase d'évaluation permet au concepteur et au maître d'ouvrage de quantifier les performances réelles du bâtiment et de les comparer aux objectifs originaux¹⁷

I.5.Labels des bâtiments performants :

I.5.1Haute Performance Energétique HPE :

Le label Haute performance énergétique (HPE 2005) peut être attribué aux bâtiments qui présentent une consommation conventionnelle d'énergie au moins inférieure de 10 % à la consommation de référence définie par la RT 2005 Rappelons que celle-ci fait désormais état de référence et constitue donc la performance minimale à respecter pour toutes les nouvelles constructions.¹⁸

Le principe du label « haute performance énergétique » est reconduit dans le cadre de l'application de la RT2005.

Son utilisation par les maîtres d'ouvrage permet le développement de systèmes et techniques constructives performants, dans la perspective des futurs renforcements de la réglementation à horizon 2010, 2012 et 2020.

L'arrêté du 3 mai 2007, publié au journal officiel du 15 mai 2007, définit le contenu et les conditions d'attribution de ce label.

Pour en bénéficier un bâtiment doit non seulement être performant d'un point de vue thermique mais aussi faire l'objet d'une certification portant sur la sécurité, la durabilité et les conditions d'exploitation des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'éclairage ou encore sur la qualité globale du bâtiment.

Ainsi, ces labels de haute performance énergétique sont délivrés en option de certifications délivrées par des organismes privés ayant passé une convention spéciale avec le ministère en charge de la construction

¹⁷ Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiment à énergie positive (Stéphane Thiers)

¹⁸ Réglementation thermique FRANCE

Le label « haute performance énergétique » atteste que le bâtiment respecte un niveau de performance énergétique globale supérieur à l'exigence réglementaire, vérifié grâce à des modalités minimales de contrôle.¹⁹

Ce label comprend cinq niveaux :

1. **HPE 2005** pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 10% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat au moins 10% par rapport à la consommation maximale autorisée.
2. **THPE 2005** pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 20% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat d'au moins 20% par rapport à la consommation maximale autorisée.
3. **HPE EnR 2005**, basé sur les exigences du label HPE 2005 accompagnées d'exigences sur l'installation d'équipements d'énergie renouvelable :
 - Soit le chauffage, et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire, est assuré par une chaudière utilisant la biomasse, et en particulier le bois ;
 - Soit, le bâtiment est raccordé à un réseau de chaleur alimenté par au moins 60 % de bois ou de biomasse, ce qui apporte une réponse aux collectivités territoriales qui font des efforts pour produire de la chaleur avec des combustibles renouvelables.
4. **THPE EnR 2005** pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 30% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et, pour l'habitat, au moins 30% par rapport à la consommation maximale autorisée, accompagné d'exigences sur l'utilisation d'équipements d'énergie renouvelable (capteurs solaires thermiques, capteurs photovoltaïques ou des éoliennes) ou de pompes à chaleur très performantes.
5. **BBC 2005** : bâtiment basse consommation énergétique. Ce niveau reprend les résultats de l'étude menée dans le cadre du programme de recherche PREBAT, sur financement de l'ADEME, et réalisée par l'association EFFINERGIE. Ce niveau vise les bâtiments ayant une consommation très nettement inférieure à la consommation

¹⁹ <http://www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/labels-hpe/presentation.html>

énergétique réglementaire. Un maître d'ouvrage a deux options pour effectuer une demande de label BBC :

1. appliquer la réglementation thermique 2005 et respecter les critères d'exigences suivants :
 - Un niveau d'exigence calé pour le résidentiel à 50 kWhep/(m².an) en énergie primaire en prenant en compte les consommations de tous les usages (chauffage, refroidissement; production d'ECS, ventilation et éclairage) et décliné selon les zones climatiques et l'altitude du projet de construction;
 - Une performance énergétique améliorée d'au moins 50 % par rapport à la performance réglementaire pour les bâtiments tertiaires.
2. appliquer la réglementation thermique 2012

I.5.2.Standard suisse «MINERGIE»

Le standard suisse ‘MINERGIE’ permet de réduire la consommation énergétique de plus de 30 % et atteindre 42kWh/m².an pour le chauffage et l’eau chaude dans les bâtiments²⁰

I.5.3Bâtiment a basse consommation

Le label allemand «bâtiment basse consommation» définit un standard de construction visant réduire la consommation énergétique des immeubles d’habitation tout en assurant un climat intérieur Confortable, ce label a donné naissance en 2002 à une nouvelle réglementation thermique allemande qui répond aux objectifs

I.5.4.Bâtiment à zéro énergie ou à énergie positive

Un bâtiment zéro énergie ou à énergie positive est défini comme étant un bâtiment qui produit autant ou plus d’énergie qu’il n’en consomme. Ces bâtiments sont la combinaison de bâtiments basse énergie ou passifs avec des toits solaires photovoltaïques et parfois thermiques²¹

²⁰ Minergie 2007

²¹ Thèse doctorat Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments a basse consommation d'énergie Fadi Chlela p 21

I.5.5.Haute Qualité Environnementale :

La Haute Qualité Environnementale ou HQE a d'abord été un socle théorique consensuel avant de devenir une marque déposée. La Haute Qualité Environnementale vise l'intégration dans le bâti des principes du Développement durable tels que définis au Sommet de la Terre en juin 1992. En France, cette démarche s'est progressivement établie, du début des années 90 à 1997 entre divers acteurs du bâtiment, de l'environnement et des maîtres d'ouvrages (PUCA, ADEME, CSTB et Association HQE). HQE est une démarche qualité récente et encore perfectible (notamment en y intégrant la biodiversité), qui intègre toutes les activités liées à la conception, la construction, le fonctionnement et la déconstruction d'un bâtiment (logement, bâtiment public, tertiaire ou industriel). La Haute Qualité Environnementale s'intéresse spécifiquement à l'Environnement, mais en reconnaissant que celui-ci ne peut être durablement conservé dans une société qui va mal, aussi la démarche qualité intègre-t-elle également des aspects sociaux. Ceux-ci peuvent faire l'objet d'un travail plus large et complet par exemple au travers des agendas 21 locaux ou des PLU (Plans locaux d'urbanisme), PADD, écoquartiers, etc. Si aujourd'hui, la démarche Haute Qualité Environnementale est essentiellement appliquée à des bâtiments isolés, l'enjeu est de l'adapter à des ensembles cohérents, tels que zones d'activité, quartiers construits ou rénovés (écoquartiers, ville renouvelée sur elle-même...). Des réflexions sont en cours quant à une déclinaison pour les infrastructures de transport d'énergie, de matières, d'information²²

II-Conclusion :

La Haute performance énergétique : veut dire une conception architecturale plus respectueuse à la consommation d'énergie.

Dans notre étude on s'intéresse à la gestion d'énergie, pour une meilleure performance énergétique optimale, dans le but est de réaliser et assurer un confort maximum et minimiser la consommation d'énergie qui pèsera très lourd, à travers le temps

Toutes les appellations précédentes répondent à la même préoccupation : concevoir une architecture plus respectueuse de l'environnement et la consommation d'énergie et qui s'intéresse surtout à la gestion et le confort de l'homme.

²² [http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire environnement définition haute qualité environnementale hqe php4](http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire%20environnement%20definition%20haute%20qualite%20environnementale%20hqe%20php4)

CHAPITRE 2

Analyse des exemples
internationaux

I-Introduction :

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

En quelques années, la question environnementale est devenue une préoccupation importante dans le domaine de la construction, l'architecte environnement doit surtout veiller à la consommation d'énergie, aux impacts sur le changement climatique et à l'utilisation/recyclage de matériaux de construction provenant de sources locales.

II- Les quatorze " cibles " de la Haute Qualité Environnementale :

Domaine D1 Les cibles de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur :

Famille F1 Les cibles d'écoconstruction :

Cible n° 01 "Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat" :

- utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site
- gestion des avantages et désavantages de la parcelle
- organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable
- réduction des risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site

Cible n° 02 "Choix intégré des procédés et produits de construction"

- adaptabilité et durabilité des bâtiments
- choix des procédés de construction
- choix des produits de construction.

Cible n° 03 "Chantier à faibles nuisances"

- gestion différenciée des déchets de chantier
- réduction du bruit de chantier
- réduction des pollutions de la parcelle et du voisinage
- maîtrise des autres nuisances de chantier

Famille F2 Les cibles d'éco-gestion

Cible n° 04 "Gestion de l'énergie"

- renforcement de la réduction de la demande et des besoins énergétiques
- renforcement du recours aux énergies environnementale ment satisfaisantes
- renforcement de l'efficacité des équipements énergétiques
- utilisation de générateurs propres lorsqu'on a recours à des générateurs à combustion

Cible n° 05 "Gestion de l'eau"

- gestion de l'eau potable
- recours à des eaux non potables
- assurance de l'assainissement des eaux usées
- aide à la gestion des eaux pluviales

Cible n° 06 "Gestion des déchets d'activités"

- conception des dépôts de déchets d'activités adaptée aux modes de collecte actuel et futur probable
- gestion différenciée des déchets d'activités, adaptée au mode de collecte actuel

Cible n° 07 "Entretien et maintenance"

- optimisation des besoins de maintenance
- mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance
- maîtrise des effets environnementaux des procédés de maintenance

Domaine D2 Les cibles de création d'un environnement intérieur satisfaisant :

Famille F3 Les cibles de confort

Cible n° 08 "Confort hygrothermique"

- permanence des conditions de confort hygrothermique
- homogénéité des ambiances hygrothermiques
- zonage hygrothermique

Cible n° 09 "Confort acoustique"

- correction acoustique
- isolation acoustique
- affaiblissement des bruits d'impact et d'équipements
- zonage acoustique

Cible n° 10 “Confort visuel”

- relation visuelle satisfaisante avec l’extérieur
- éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques
- éclairage artificiel satisfaisant et en appoint de l’éclairage naturel

Cible n° 11 “Confort olfactif”

- réduction des sources d’odeurs désagréables
- ventilation permettant l’évacuation des odeurs désagréables

Famille F4 Les cibles de santé :

Cible n° 12 “Conditions sanitaires”

- création de caractéristiques non aériennes des ambiances intérieures satisfaisantes
- création des conditions d’hygiène
- facilitation du nettoyage et de l’évacuation des déchets d’activités
- facilitation des soins de santé
- création de commodités pour les personnes à capacités réduites

Cible n° 13 “Qualité de l’air”

- gestion des risques de pollution par les produits de construction
- gestion des risques de pollution par les équipements
- gestion des risques de pollution par l’entretien ou l’amélioration
- gestion des risques de pollution par le radon
- gestion des risques d’air neuf pollué
- ventilation pour la qualité de l’air

Cible n° 14 “Qualité de l’eau” :

- protection du réseau de distribution collective d’eau potable
- maintien de la qualité de l’eau potable dans les bâtiments
- amélioration éventuelle de la qualité de l’eau potable
- traitement éventuel des eaux non potables utilisées
- gestion des risques liés aux réseaux d’eaux non potables

III-Etude d'exemple international :

III.1.Hôtel de Ville d'Echirolles :

Présentation générale :

Bâtiment : tertiaire public

Lieu : Echirolles

Surface : 8 941 m²

Maître d'ouvrage : Ville d'Echirolles

Date de livraison : septembre 2006



Figure 3 : hôtels de ville d'Echirolles (source : http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-lg0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604)

III.2.Contexte et site :

L'Hôtel de Ville est implanté dans le centre-ville d'Echirolles, en cours d'urbanisation. Sa position clé est mise à profit pour « construire l'espace », en implantant un bâtiment structurant à l'échelle du centre-ville, représentatif de l'institution municipale. Tout en créant une rupture avec les îlots mitoyens, l'Hôtel de Ville est conçu en résonance avec les bâtiments publics proches



Figure 4 : plan de masse hôtel de ville d'Echirolles source (http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-1g0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604)

Calendrier

Programme : 2000 à 2001

Concours : juillet 2002

Démarrage du chantier : décembre 2004

Réception du bâtiment : août 2006

Acteurs

Maître d'ouvrage : Ville d'Echirolles

AMO HQE® : Addenda

Architecte : Arcane Architectes mandataires/Charon-Rampillon/R2K

BET HQE® : Etamine

BET Fluides : GECC AICC

BET Structures : Batiserf

BET Acoustique : Echologos

-Programme HQE

Intégrer l'Hôtel de Ville dans le site

Réaliser un bâtiment confortable thermiquement tout au long de l'année

Assurer la qualité du cadre de travail par un confort acoustique et visuel optimal

Minimiser les consommations d'énergie

La démarche HQE a été intégrée à l’amont du projet. Pour ce faire la ville s’est dotée d’un AMO HQE (assistant à maîtrise d’ouvrage) depuis la phase de pré-programmation. La nature, le nombre et le niveau de traitement des cibles environnementales ont été validés suite à une analyse approfondie du site et des contraintes du projet, lors de l’étude de faisabilité. Cette analyse a permis de déterminer les objectifs majeurs du projet, afin de préciser ensuite les niveaux de performance en stade programmation.

Tableau des cibles

N°	Cibles de la qualité environnementale	Traitement
	ECOCONSTRUCTION	
1	Relation du bâtiment avec son environnement	Très performant
2	Choix intégré des procédés et produits de construction	Performant
3	Chantiers à faibles nuisances	Très performant
	ECOGESTION	
4	Gestion de l’énergie	Très performant
5	Gestion de l’eau	Performant
6	Gestion des déchets d’activité	Performant
7	Gestion de l’entretien et de la maintenance	Très performant
	CONFORT	
8	Confort hygrothermique	Très performant
9	Confort acoustique	Performant
10	Confort visuel	Très performant
11	Confort olfactif	Base
	SANTE	
12	Conditions sanitaires des espaces	Base
13	Qualité de l’air	Base
14	Qualité de l’eau	Base

III.3.Présentation technique :

III.3.1.Traitement des cibles très performante

Relation du bâtiment avec son environnement (Cible 1)

L’intégration architecturale et urbaine du bâtiment a pu être réalisée grâce à une mise en recul de l’édifice, une rupture d’échelle avec les bâtiments de proximité, un traitement des espaces d’accès et des abords immédiats de l’édifice balisés par le

Tableau 1 : cibles de HQE hotel hôtels de ville d’Echirolles source (http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-Ig0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604)



Figure 5 : hôtel de ville d’Echirolles source : (http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-Ig0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604)

végétal. Ces éléments ont permis de créer un espace singulier assurant la monumentalité de l'édifice, et de réussir la centralité à travers la liaison hôtel de ville/place centrale. **(Un bâtiment singulier, et intégré)**

Gestion de l'énergie (Cible 4) :

- ❖ Efficacité du bâtiment obtenue grâce à l'atrium largement vitré, permettant de récupérer les apports solaires en hiver, et d'augmenter les échanges thermiques entre les bureaux et l'extérieur en été. Par rapport au même projet sans atrium, cela permet de réduire les besoins de chauffage de 28 %, et de diminuer la climatisation de 14 %



Figure 6 : l'atrium d'hôtel de ville d'Echirolles (source http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-Ig0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604)

- ❖ Raccordement au réseau de chauffage urbain
- ❖ Rafraîchissement de l'atrium par le puit canadien
l'air rafraîchi est diffusé en partie basse et extrait à travers de larges ouvertures sous la verrière
- ❖ Rafraîchissement des bureaux assuré par un raccordement direct sur l'eau de la nappe avec des ventilo-convecteurs installés dans les bureaux
- ❖ Sur ventilation nocturne
- ❖ Ventilation double flux
- ❖ Mise en place d'une GTC (Gestion Technique Centralisée) : pilotage VMC, programmation pièce par pièce du chauffage et du rafraîchissement, comptage d'énergie
- ❖ Eclairage géré en fonction de la luminosité et de la présence par un multi capteur installé dans chaque bureau

⇒ Limiter le gaspillage énergétique par le travail sur le bâtiment en modulant les surfaces d'échanges thermiques selon les saisons, et en mettant en place des solutions innovantes

Pour la thermique d'hiver :

- ❖ Apport solaire passif grâce à l'atrium largement vitré
- ❖ Isolation par l'extérieur sur les façades Sud et Nord
- Murs Nord et Sud (isolation extérieure) : $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Murs Est et Ouest (isolation intérieure) :
 $U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ❖ Vitrage faible émissivité avec argon
- Menuiseries : $U_w = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pour la thermique d'été :

- ❖ Mise en place de protections solaires passives sur les façades
- ❖ Protection solaire mobile de la verrière commandée par la GTB en fonction de l'ensoleillement, et de la température dans le hall
- ❖ Plancher rafraîchissant sur eau de nappe
- ❖ Ventilation par convection naturelle à partir du puit canadien



Figure 7 : l'atrium d'hôtel de ville d'Echirolles (source http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-lg0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604)

⇒ **Un bâtiment confortable en toutes saisons pour le personnel et les usagers**

Confort visuel (Cible 10)

- ❖ Ouverture sur l'extérieur pour 70 % des bureaux
- ❖ Facteur de lumière du jour supérieur à 1,5 % sur le plan de travail des bureaux, salles de réunion, salle de conseil, guichets du hall
- ❖ Limitation de l'éblouissement par : caillebotis, brise soleil sur atrium, vitrage traité, stores screen extérieurs
- ❖ Le store intérieur de la verrière est piloté en fonction de la température dans l'atrium et de l'ensoleillement direct
- ❖ Les bureaux donnant sur l'atrium sont équipés de stores de type vénitien, pour la diffusion de la lumière naturelle tout en préservant l'intimité

⇒ **Un bâtiment lumineux, ménageant des vues sur l'extérieur, sur le hall, favorisant les conditions de travail et les échanges**

VIII-Conclusion :

La démarche HQE propose de s'intéresser à trois 3 objectifs dans les différents projets :

- ❖ Réduire les besoins de chauffage
- ❖ Étendre les dispositifs énergétiques à l'éclairage et à la climatisation
- ❖ Prendre en compte l'impact des sources d'énergie sur l'environnement.

D'après l'analyse d'exemples, on a constaté quelque principe qui vont nous permet d'assurer le bon fonctionnement et l'amélioration des conditions de travail tout en tenant compte de la qualité environnementale, ces principe sont :

Situation : une localisation facile et situation proche d'une région résidentielle et d'équipements,

Forme globale : le choix de la forme compacte qui permet de minimiser la déperdition énergétique.

La lisibilité : occupe une position importante du point de vue le flux et l'accès principale doit être repérer par les usagers

Une bonne organisation : des espaces intérieure qui tient compte de la hiérarchisation des espace bruit / calme

L'orientation : Expose la façade principale vers le vois principale

-Expose l'entrée principale du bâtiment vers l'accès principale de projet.

Le confort : visuel et thermique on utilisant des différents systèmes active et passive, avec orientation préférable.

La structure : de type mixte qui offre flexibilité spatial.

Energie renouvelable : l'intégration de ces énergies signifiait à la fois, la réduction de la vitesse d'épuisement des ressources en énergies fossiles et une meilleure protection de l'environnement.

CHAPITRE 3

CAE D'ETUDE

I. Introduction :

Pour mieux approfondir notre étude on a eu recours à une étude de cas dans un contexte local pour comprendre l'impact réel des matériaux utilisés sur l'efficacité énergétique qui se reflète sur la consommation de l'énergie.

Et d'autre part cinq études dans quatre pays différents serviront à tester nos hypothèses, et comparer nos résultats avec d'autres.

L'obtention de données nouvelles, qualitatives ou quantitatives, confirme ou infirme l'hypothèse initiale

II-Economie des énergies en Algérie, Politique et réglementation :

II.1.Principes et objectifs :

La maîtrise de l'énergie vise à orienter la demande d'énergie vers une plus grande efficacité du système de consommation, à travers un modèle de consommation énergétique nationale, dans le cadre de la politique énergétique nationale.

Le modèle de consommation énergétique nationale, en tant que cadre de référence pour l'orientation et la gestion de la demande d'énergie, repose sur les options, énergétiques suivantes :

- L'utilisation prioritaire et maximale du gaz naturel, notamment pour les usages thermiques finaux ;
- Le développement de l'utilisation des gaz de pétrole liquéfiés (GPL), en complémentarité avec le gaz naturel ;
- L'orientation de l'électricité vers ses usages spécifiques ;
- La promotion des énergies renouvelables ;
- La réduction progressive de la part des produits pétroliers dans le bilan de la consommation nationale d'énergie ;
- La conservation de l'énergie, la substitution inter-énergies et les économies d'énergie au niveau de la production de l'énergie, de sa transformation et de son utilisation.

La maîtrise de l'énergie est une activité d'utilité publique qui permet d'assurer et d'encourager le progrès technologique, l'amélioration de l'efficacité économique et de contribuer au développement durable, à travers notamment :

- la préservation et l'accroissement des ressources énergétiques nationales non renouvelables ;

- La promotion de la recherche/développement, de l'innovation technique et la diffusion des technologies efficaces ;
- L'amélioration du cadre de vie, la protection de l'environnement et la contribution à la recherche des meilleurs équilibres en matière d'aménagement du territoire ;
- La réduction des besoins d'investissements dans le secteur de l'énergie ;
- La satisfaction des besoins énergétiques nationaux ;
- L'amélioration de la productivité nationale et la compétitivité des entreprises au niveau national et international.

II.2.Normes et exigences d'efficacité énergétique

Des normes et exigences d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie, établies dans le cadre de réglementations spécifiques, régissent les constructions et bâtiments neufs ainsi que les appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers.

II.3.Le programme national de maîtrise de l'énergie

Le programme national pour la maîtrise de l'énergie regroupe l'ensemble des projets, des mesures et des actions dans les domaines suivants :

- L'économie d'énergie,
- L'économie inter-énergétique,
- La promotion des énergies renouvelables,
- L'élaboration des normes d'efficacité énergétique,
- La réduction de l'impact énergétique sur l'environnement,
- La sensibilisation, l'éducation, l'information et la formation en matière d'efficacité énergétique,
- La recherche/développement en efficacité énergétique.

La tranche annuelle du programme national pour la maîtrise de l'énergie peut faire l'objet d'une révision et d'une consolidation par l'inscription de mesures, d'actions ou de projets d'efficacité énergétique jugés prioritaires²³.

²³ **Loi n° 99-09 du 15 Rabiae Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, p.3. (N° JORA : 051 du 02-08-1999)**

III-Analyse de Cat d'étude : complexe Chellala

III.1.Situation de hamem chellala :

Hammam Chellala se situe dans la wilaya de Guelma à 20 kilomètres au Nord-Ouest de la wilaya de GUELMA, à une altitude 320 m sur la vallée d'Oued Bouhamdane Climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen: Csa)



Figure 8 : situation de hamem chellala (source : Auteur)

III.2.Analyse climatique :

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

le climat de Guelma est celui de l'arrière littoral montagne (Zone B). Déterminé par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides que ceux du littoral. L'interprétation des données météorologiques de Guelma sur une période de dix ans, et l'établissement de son diagramme solaire s'avèrent utiles pour mieux caractérisé son climat. A rappeler que pour définir les climats on devra s'appuyer constamment sur les données moyennes et extrêmes. D'où peuvent se mesurer les amplitudes moyennes des températures

annuelles entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid, et amplitude des extrêmes absolues de températures quotidiennes (entre le maximum diurne et minimum nocturne)²⁴

➤ La Pluie

L'étude pluviométrique, montre une précipitation moyenne (84mm-102mm) entre décembre et février qui diminue au cours des autres mois.

➤ La température

L'amplitude thermique varie selon deux périodes :

Température basse de novembre à avril (4-2° en janvier)

Température élevée de mai à septembre (35°) en août.

➤ Humidité

L'humidité est très élevée à partir du moins de novembre jusqu'à février par l'effet topographique du site.

Elle est de 70% en hiver et de 46% en été.

➤ Les vents

Il y a deux types de vent qui touche notre terrain qui sont :

Les vents Nord-Ouest « Les vents dominants ».

Le vent dominant est Nord- Ouest en hiver et du Nord-est en été.

Des vents Sud-est et Sud-ouest « sirocco » sont des vents chauds qui soufflent sur une période de 14 jours de mois d'aout.

²⁴ ESTIENNE. Pierre et GODARD. Alain, *Climatologie*, Paris: Edition Armand Colin, 1970, p11.

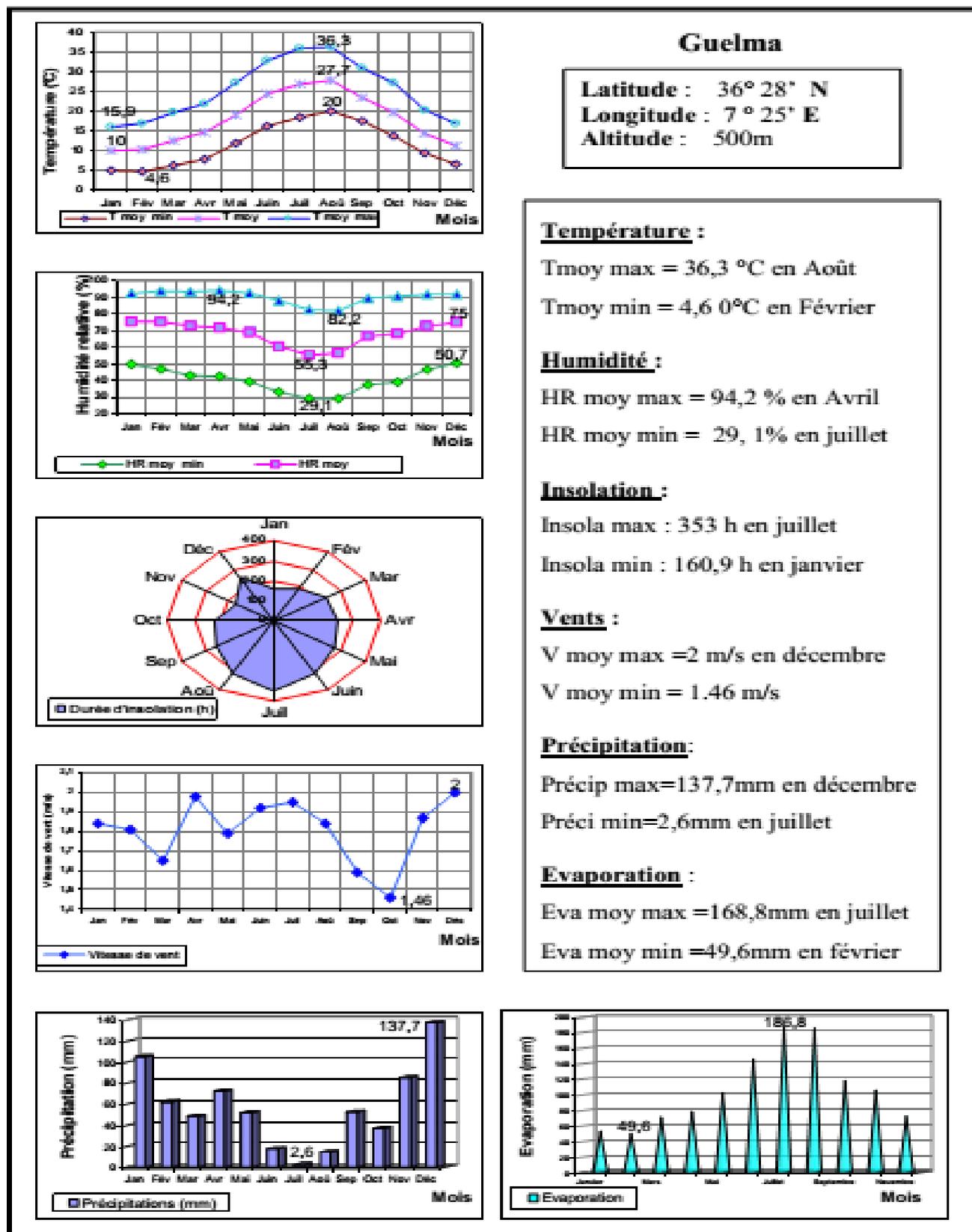


Figure 9 : Interprétation des données météorologiques de Guelma: période 95-2004

III.3. Microclimats de la ville :

Le territoire Guelmois se caractérise par un microclimat sub-humide au centre et au nord, et semi-aride vers le sud. La diversité des microclimats est due à l'influence de plusieurs paramètres qui participent simultanément. Surtout à l'élévation du taux d'humidité comme son rapprochement par rapport à la mer (60Km), la présence de oued Seybouse, le massif forestier intense, les sources thermales et les barrages. On donne dans ce qui suit en chiffres l'importance de chaque paramètre, d'après des données recueillies auprès de la D.P.A.T Guelma « monographie 2004 »

III.4. Analyse environnementale :

La station thermale de Chellala est limitée par :

- Oued Bouhamdane au Sud ;
- La ville de Hammam Debagh au Nord ;

- La station occupe une situation stratégique de par son site, qui est élevé par rapport au village avoisinant pour permettre sa bonne perception.

-L'intégration architecturale et urbaine du bâtiment a pu être réalisée grâce à une mise en recul de l'édifice

-Une localisation facile et situation proche d'une région résidentielle et d'équipements,

-Un bâtiment singulier, et intégré

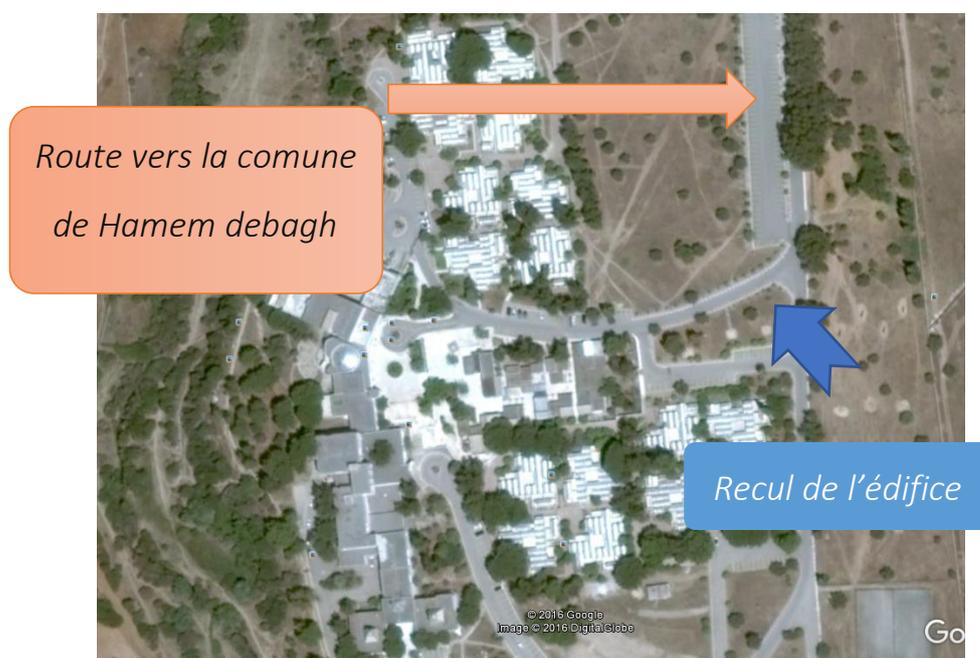
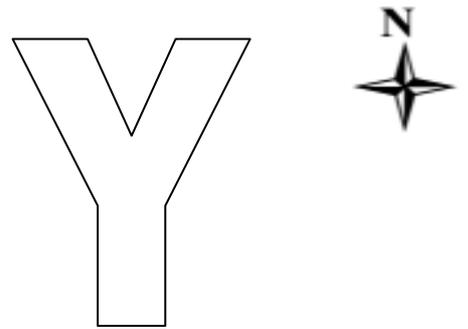


Figure 10 : Analyse environnementale (source : Auteur)

III.5.Orientation :

La forme axiale en longueur de l'établissement thermal permet d'avoir une orientation Est-ouest dans la majorité des locaux.



III.6.L'ensoleillement :



Figure 11 : L'ensoleillement (source : Auteur)



Figure 12 : Les vents dominons (source : Auteur)

III.7.L'organisation :

Extérieur :

On peut conclure les points suivants :

- La station a été conçue suivant deux principes :
 - Le semi éclaté : Combinaison du monobloc dans l'ensemble hôtel et bloc thermal avec l'éclaté des bungalows et les commerces.
 - Centralisation des équipements de commerce et de loisirs autour des quels s'organisent les différentes parties de la station thermale.
- Les aires de jeux et de détente ainsi que les zones d'hébergement bungalows occupent une surface importante.

Intérieur :

Le complexe se compose de 3 activités : détente, cure, commerce et hébergement.

Partagé sur espaces :

Hôtel ; établissement thermal ; centre commercial

VIII-Simulation :

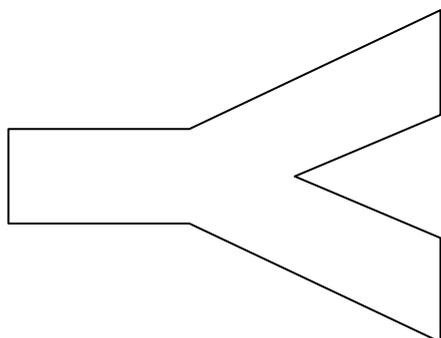
VIII.1.Description du logiciel :

TRNSYS (TRaNsient System Simulation Program : programme de simulation de systèmes transitoires) est un logiciel multi zones de simulation en régime dynamique. Développé au laboratoire « solar energy » à l'université Wisconsin Madison. TRNSYS (version 14.1) est traité en fortran (sous DOS) et structuré de manière modulaire avec 50 modules environ

Ce logiciel est construit à partir de l'interconnexion de plusieurs composants dont il facilite l'insertion de sous programmes, en permettant à l'utilisateur de créer lui-même ses propres composants.

Composition du projet

- sur plan



Sur coupe



Figure 13 : Composition du projet sur plan et sur coupe (source : Auteur)

La salle :

La salle	NORD	EST	SUD	OUEST
Surface paroi	24.9 m ²	40.52 m ²	24.9 m ²	40.52 m ²
Surface vitrée	3.6 m ²	5.4 m ²	1.8 m ²	3.6 m ²
Surface paroi adjacente	/	/	/	/
Surface vitrée adjacente	/	/	/	/
Surface du plancher	99 m ²			
Volume de la zone 01	297 m ³			

Données des différentes couches de l'enveloppe extérieure :

Différentes couches du mur Epaisseurs	Epaisseurs(e)	λ	Rg
Enduit extérieure de ciment	0.03 m	1.3 W/M°K	/
Brique	0.15 m	0.74 W/M°K	/
Lame d'aire	0.05 m	/	0.11 M ² K/W
Brique	0.10 m	0.74 W/M°K	/
Enduit intérieure de plâtre	0.02 m	0.8 W/M°K	/
TOTAL	0.35 m		

Tableau

RSI= 0.13 M²K/W

hci = 3.5 W/M²°C

hri = 4.5 W/M²°C

RSE= 0.04 M²K/W

hce = 19 W/M²°C

hre = 3.5 W/M²°C

DP = les pertes (-) + gains (+) + 20% « majoration »

VIII.2.Déroulement de la simulation :

VII.2.1Création du projet simulation (fichier météo-salle-traceur)

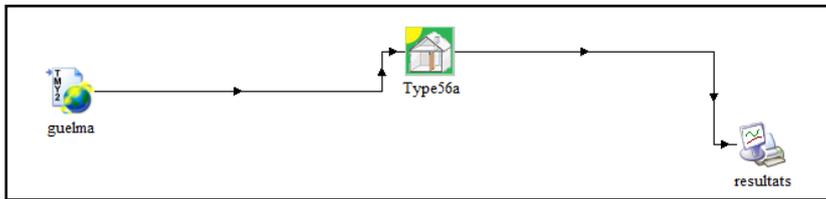


Figure 14 Création du projet simulation (fichier météo-salle-traceur) source (auteur)

VIII.2.2.Création de la salle

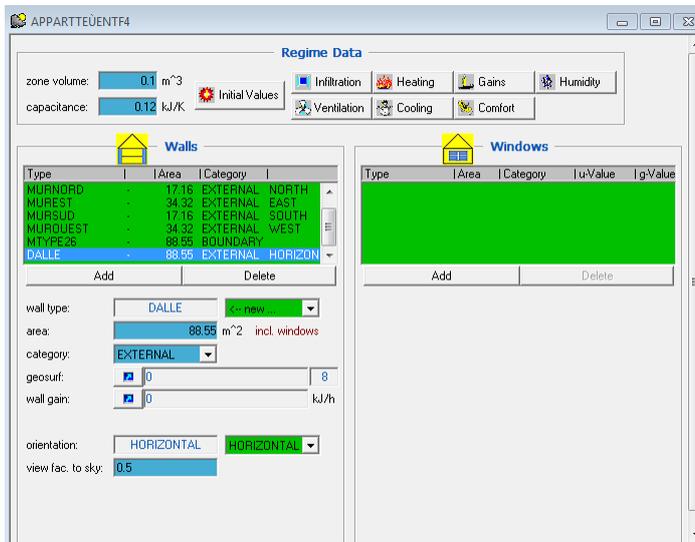


Figure 15 Création de la salle source (auteur)

VIII.2.3.Création des liaisons entre les éléments de projet :

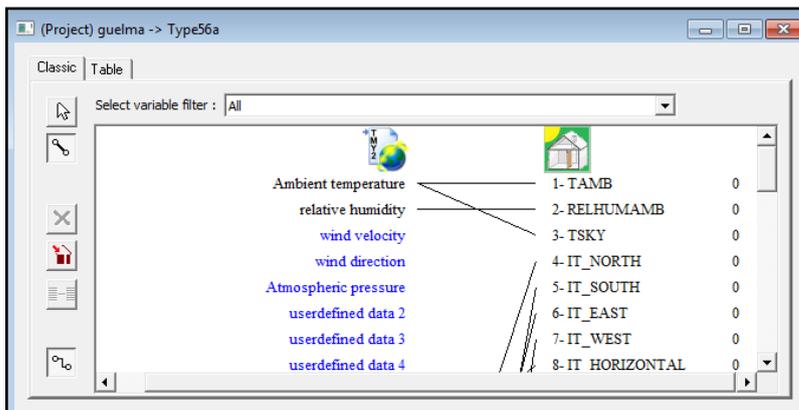


Figure 16 Création des liaisons entre les éléments de projet source (auteur)

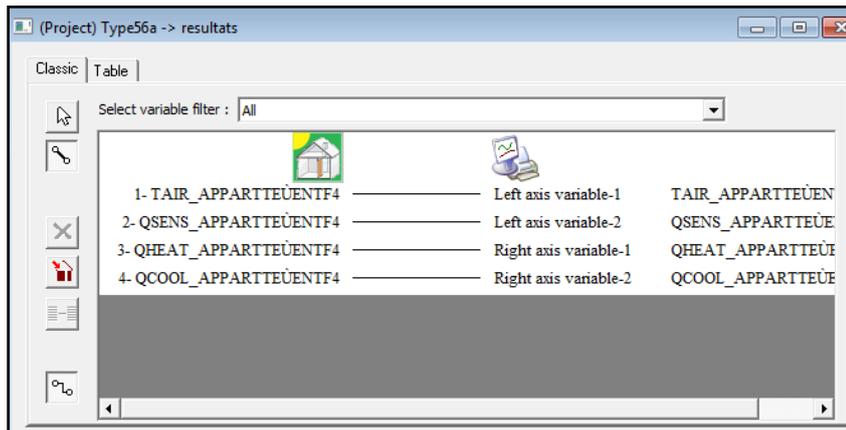
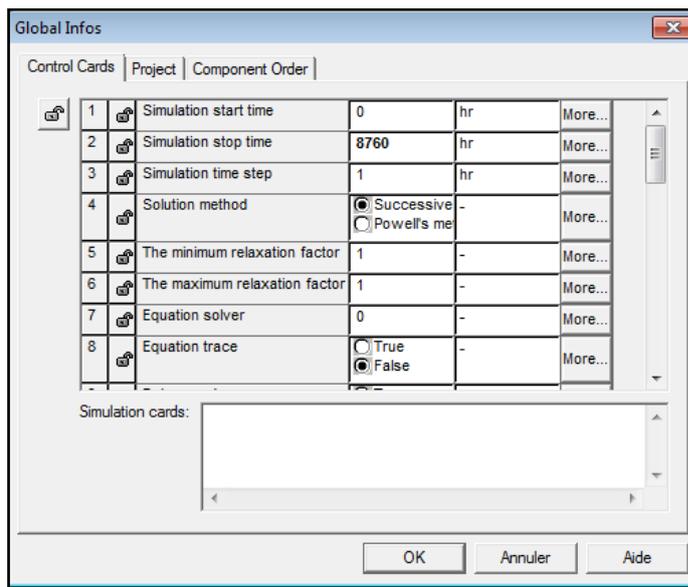


Figure 17 Création des liaisons entre les éléments de projet source (auteur)



VIII.2.4.Lancement de simulation et obtention des résultats :

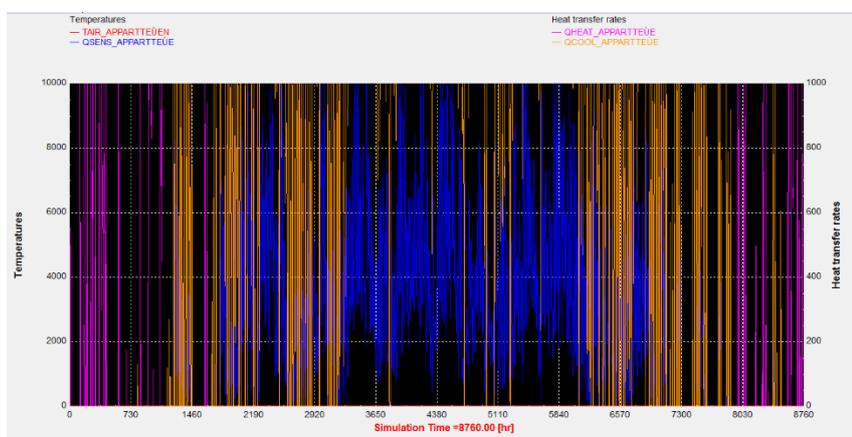


Figure 18 Lancement de simulation et obtention des résultats source (auteur)

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

Cet salle est en classe C avec une consommation de 156kwh/m²

$$RSI = 0.13 \text{ M}^2\text{K/W}$$

$$h_{ci} = 3.5 \text{ W/M}^2\text{°C}$$

$$h_{ri} = 4.5 \text{ W/M}^2\text{°C}$$

$$RSE = 0.04 \text{ M}^2\text{K/W}$$

$$h_{ce} = 19 \text{ W/M}^2\text{°C}$$

$$h_{re} = 3.5 \text{ W/M}^2\text{°C}$$

DP = les pertes (-) + gains (+) + 20% « majoration »

1- Déperditions par les parois opaques :

$$q = U \times (T_{int} - T_{ext}) \quad 1/U = RSI + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + e_4/\lambda_4 + R_g + RSE$$

$$q = 1.503 \times (22-10) = 18.03 \text{ W/M}^2$$

$$Q(w) = q \times s \quad Q(w) = q \times s = 18.03 \times 2011.28 = 36\,263.378 \text{ W}$$

02- Déperditions par les parois vitrées :

$$q = U \times (T_{int} - T_{ext}) \quad 1/U = RSI + e/\lambda + RSE = 0.13 + 0.01/1 + 0.04 = 0.18 \text{ Donc}$$

$$U = 5.555 \quad q = 5.555 \times (22-10) = 66.66 \text{ W/M}^2 \quad Q(w) = q \times s = 66.66 \times 331.04 = 22\,067.12 \text{ W}$$

03- Ponts thermiques :

$$Q = \sum Y \times L = Y_{murs} \times L_{murs} + Y_{plancher\ haut} \times L_{plancher\ haut} + Y_{plancher\ bas} \times L_{plancher\ bas}$$

$$Q = 341.71 \text{ W}$$

04- Les pertes thermiques par ventilation : $Q = 0.34 \times n \times V \times \Delta T \quad Q = 181\,102.795 \text{ W}$

Panneaux photovoltaïques :

CHAQUE 1M² NOUS PRODUIT 262.34 KWHEP. AN

Donc l'apport électrique de 1m² il est de $262.34 / 10879.40 = 0.024 \text{ KWHEP/M}^2$. AN

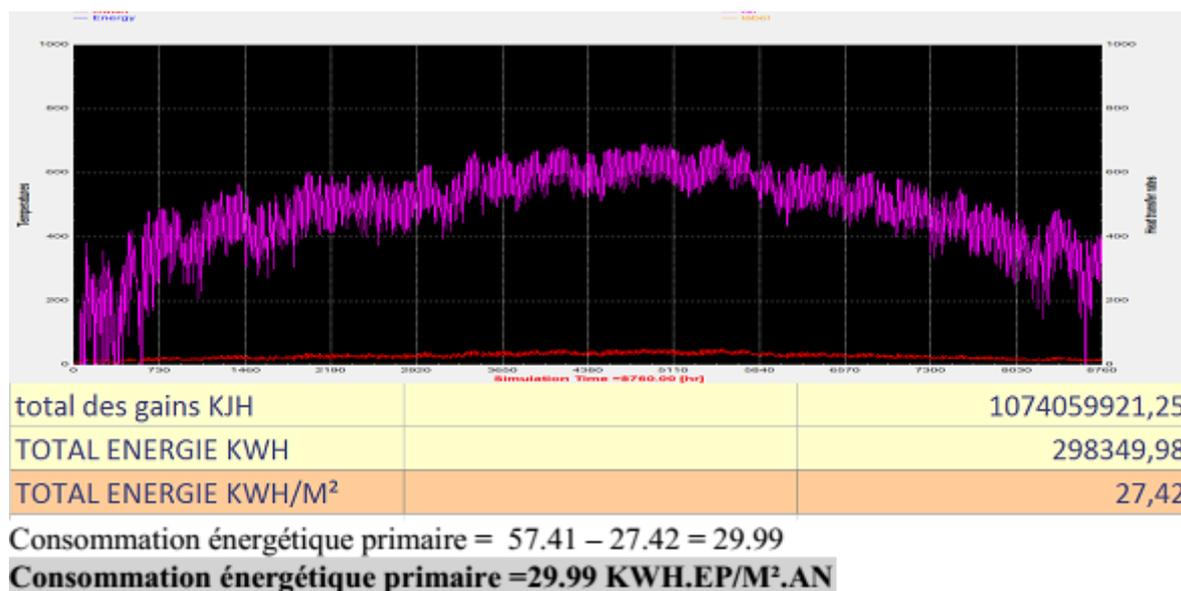


Figure 19 Création des liaisons entre les éléments de projet source (auteur)

1250 M² DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUE Sur une surface totale de toiture : 4632.64 m², Taux d'occupation des panneaux photovoltaïque dans la toiture est de 26.98 %, « Presque le ¼ de la toiture : alors on est dans les normes d'une bonne intégration architecturale pour des soucis d'esthétique des panneaux photovoltaïques »

V-Conclusion

Cette étude a permis de tirer des résultats satisfaisants sur le comportement thermique des parois rafraichissantes.

L'étude de l'efficacité énergétique confirme que les parois rafraichissantes ont une meilleure efficacité ce qui apporte des gains énergétiques par rapport aux autres matériaux utilisés.

Ce n'est qu'à cet état que l'on peut affirmer l'effet des parois rafraichissantes sur l'économie de la consommation énergétique et donc la performance énergétique du bâtiment avec une réduction qui varie de 10 à 30% de la consommation énergétique globale

En effet l'influence des parois rafraichissantes a un double impact, le premier individuel (performance énergétique du bâtiment)

Deuxième collectif (atténuation du phénomène de l'îlot de chaleur urbain bâtiment et le deuxième) afin d'employer cette solution passive dans notre projet

CHAPITRE 4

Programmation

Introduction :

Le présent chapitre vise à interpréter les résultats qu'on a recueilli dans le chapitre précédent et faire des analyses de terrain et des exemples des gares routières en sortant des programmations et des recommandations qui seraient projetées dans toutes les étapes conceptuelles de notre projet.

I. Interprétation de résultat :

- manque l'utilisation des techniques et des matériaux moderne réduire la consommation - d'énergie et améliorer le confort.
- Manque d'utilisation de système d'éclairage naturel
- Manque de ventilation naturel
- Une localisation facile et situation proche d'une région résidentielle et d'équipements
- Un bâtiment singulier
- Un toiture simple l'absence d'Utilisation de toiture ventilée et des puits canadien pour le rafraîchissement des espaces.
- Consommation très élevé de l'énergie fossile

II. complexe thermale Taunus thermes:

II.1. Situation:

La «Taunus Thermes» est située à Bad Homburg, à environ 10 km au nord de la ville de Frankfurt, dans la réserve naturelle de Haute-Taunus en Allemagne.



Figure 20 : Situation du Bad Homburg (source) www.station/TaunusTherme.htm

II.2. Analyse Architecturale :

II.2.1. Étude du plan de masse :

Le complexe ‘Taunus Thermes ‘ peut être divisé en quatre grands espaces différents comme ceux-ci:

L’espace du bâtiment.- L’espace du parking.- L’espace thermal.- L’espace vert et de détente.

Directement à la station thermale, il ya des places de stationnement dans la rue, seulement deux minutes de marche, il y’a un parking couvert gratuit.

Il existe six (6) emplacements de stationnement qui sont exclusivement destinés aux personnes handicapées. Au niveau de l’espace thermal, il existe deux types des piscines : froides et chaud

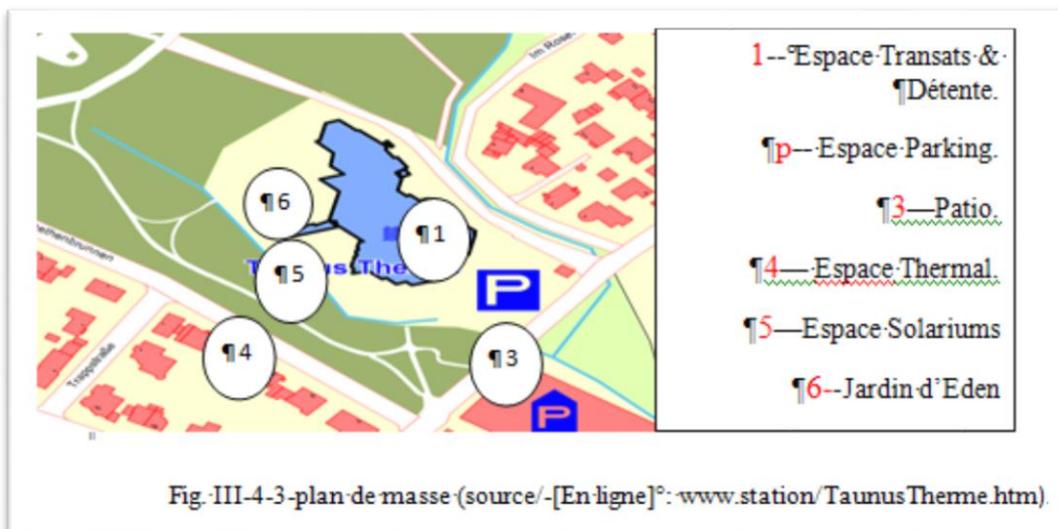
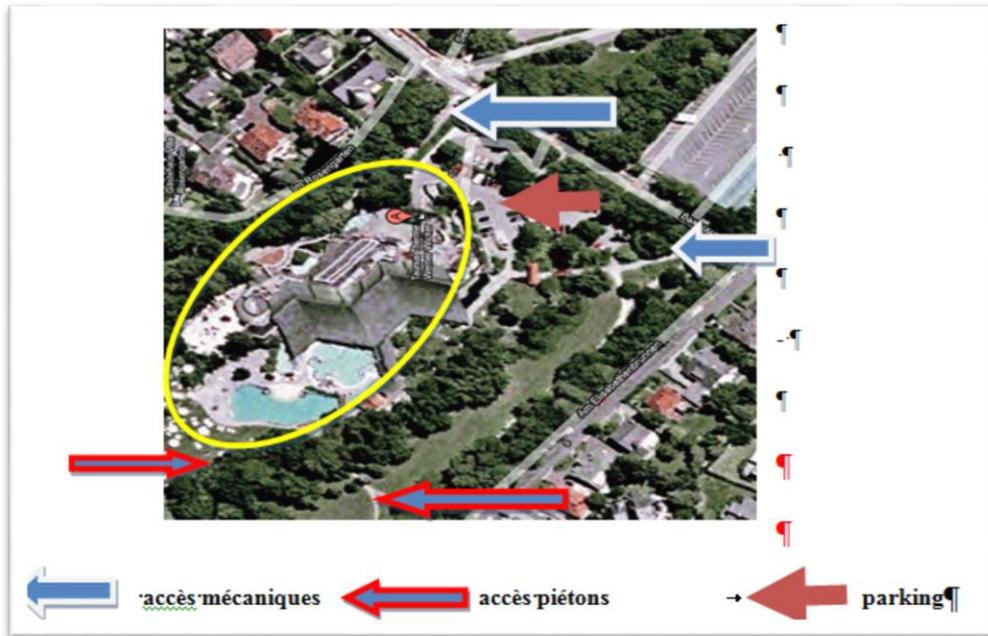


Figure 21 : plan de masse source : www.station/TaunusTherme.htm).



II.2.2. Accessibilité :

Le complexe thermal « Taunus Thermes » est accessible par quatre accès:

2 accès mécaniques qui mènent directement vers le parking.

2 accès piétons qui mènent vers l'entrée principale.

L'espace thermal est accessible aux personnes à mobilité réduite (pas de marches).

III-Étude du volume :



Figure 22 : volume (source/-[En ligne]: www.station/TaunusTherme.htm).

Le volume du bâtiment est composé principalement de deux parties : partie en toiture plate, et autre partie en toiture incliné.

Même la couleur de la toiture inclinée a été choisie suivant la couleur naturelle existante.

Le blanc c'est l'immaculée, le contact avec l'énergie, la lumière.

Le vert : couleur de la nature, est doué d'un pouvoir de régénération, car il capte l'énergie solaire et la transforme en énergie vitale. Il est le symbole de la régénération spirituelle.

Le gris : traduit le manque de vigueur des asthéniques, des déprimés, l'égoïsme, le refus de l'engagement, et, dans les rêves, l'excès d'indifférence, l'ennui, le besoin de tranquillité.

Le rouge : symbolise la vie, la chaleur et la génération, le rouge vif, ou clair est la force vitale, la richesse et l'amour.

IV- L'organisation Spatiale :

IV.1. Plan RDC :

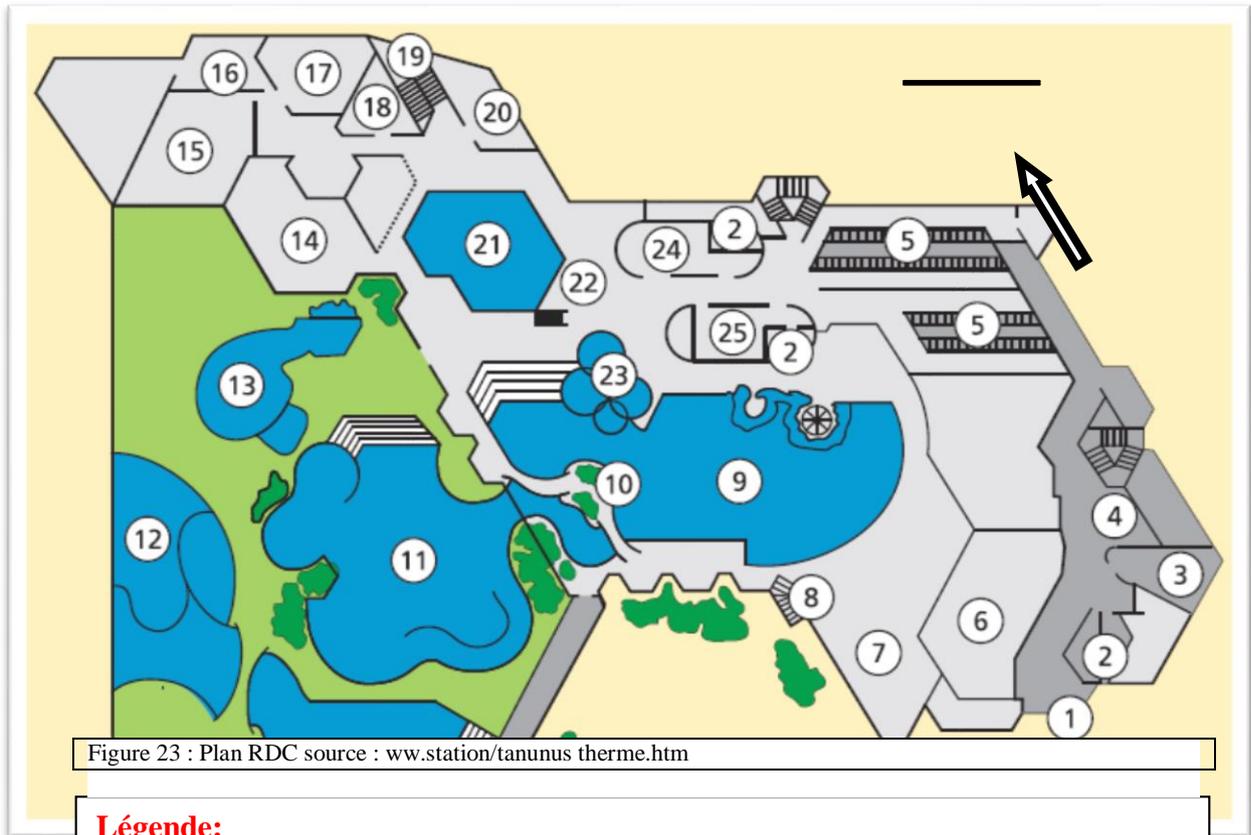


Figure 23 : Plan RDC source : ww.station/tanunus.therme.htm

Légende:

- | | |
|--|---|
| 1 Entrée principale | 13 Frigidarium (bassin d'eau froide) |
| 2 W.-C. | 14 Salle de repos |
| 4 Réception | 15 Salle de réunion |
| 5 Vestiaires | 16 Espace vacant |
| 6 Restaurant "MIZU", entrée tout public | 17 Centre Beauté & Bien-être |
| 7 Restaurant "MIZU", entrée thermes | 18 Grotte d'eau saline |
| 8 Accès au cinéma (par escaliers) | 19 Accès aux infrastructures sportives (par escaliers) |
| 9 Piscine thermale couverte | 20 Accueil Soins thérapeutiques |
| 10 Ile avec fontaine brumisante | 21 Bassin thérapeutique |
| 11 Piscine thermale en plein air | 22 Point Informations |
| 12 Lac de baignade | 23 Jacuzzis |
| | 24 Douches femmes |
| | 25 Douches hommes |

On remarque que le RDC contient principalement :

- 1- Les espaces de restauration.
- 2- Les espaces thermales (bains, piscines, et douches).
- 3- Les locaux de commerce.



Figure 24 : Vue intérieure (Source/-[En ligne] : www.station/TaunusTherme.htm).

Il existe deux piscines thermales :

- 1- l'une est considérée froide dont l'eau est à une température de 19 ° C, elle contient une paroi rocheuse.
- 2- l'autre est chaude dont l'eau est à une température environ de 32 °C.

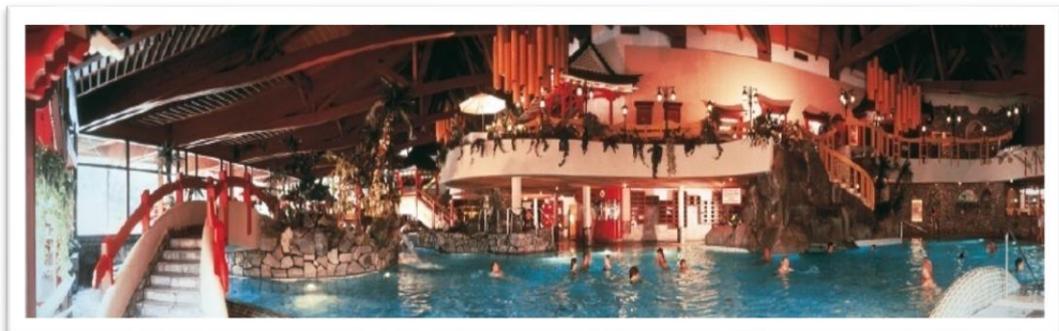


Figure 25 : Vue intérieure piscine (source/-[En ligne] : www.station/TaunusTherme.htm).

IV.2. Plan 1er Étage :

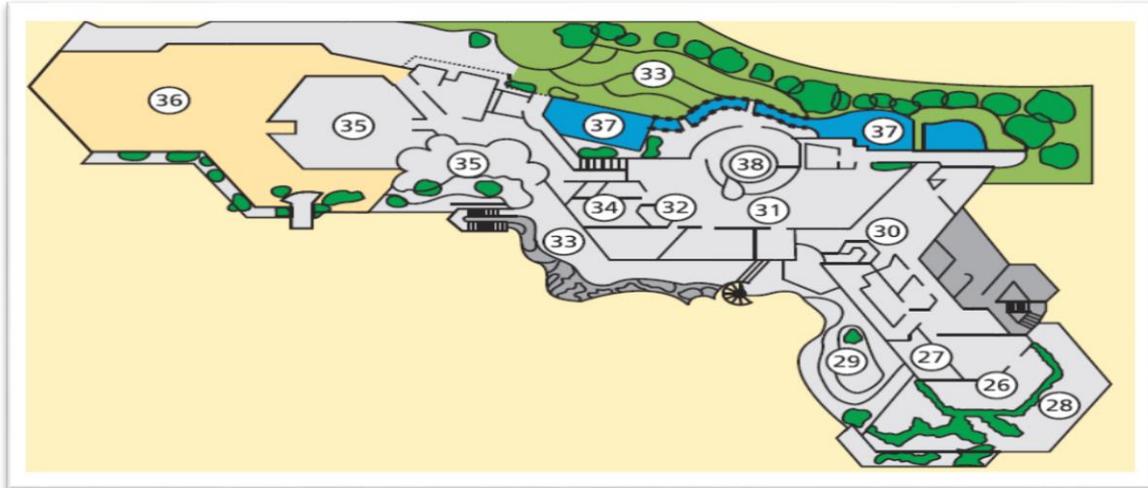


Figure 26: Plan RDC (source/-[En ligne] : www.station/TaunusTherme.htm).

Légende

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 26 Espace naturiste réservé aux femmes | 33 Espace Transats & Détente |
| 27 Sauna « au Féminin » | 34 Salle de repos |
| 28 Patio | 35 Solariums sans maillot |
| 29 Espace Solarium tenue de bain obligatoire & Solarium | 36 Jardin d'Eden |
| 30 Coin Bar "KAMPAI" | 37 Bassin d'eau thermale |
| 31 Espace Sauna | 38 Hammam |

Le 1^{er} étage contient principalement :

- 1- les espaces de repos et de détente.
- 2- Autres espaces thermaux.
- 3- l'espace pour femme (Espace Sauna).

L'Espace Sauna : La température des eaux existante est environ 75 à 95 ° C.



Figure 27 : Espace sauna (source/-[En ligne] : www.station/TaunusTherme.htm).

V-Analyse de complexe Chellala:

V.1. Présentation :

Hamam Chellala est édifié sur une antique cité thermale romaine qui le nom d'en raison de la qualité de son microclimat doux et tempéré et des exceptionnelles propriétés thérapeutiques de ses eaux. Les eaux de HAMMAM CHELLALA sont réputées être des plus chaudes au monde avec une température de 96° C. Il comporte 61 chambres d'hôtel et 112 bungalows, Etablissent thermal, centre commercial et Loisirs.

V.2. Situation et Implantation :

Hamam Chellala se situe dans la wilaya de Guelma à 20 kilomètres au Nord-Ouest de la wilaya de GUELMA, à une altitude 320 m sur la vallée d'Oued Bouhamdane, un microclimat doux et sec 28C°.

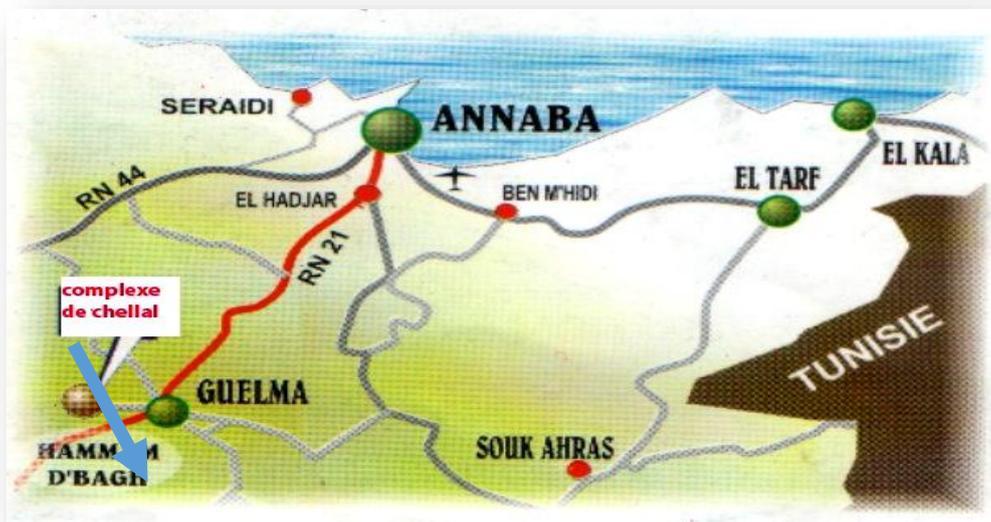


Figure 28 : Situation du complexe : (source) Administration du complexe

Construite durant les années 70 ; son ouverture a eu lieu en 1974, son architecture est du type moderne pour l'hôtel et le bloc thermal, mauresque pour les bungalows.

V.3. La surface de complexe:

- La superficie totale: est de 21 Ha 94 ares 20 Ca
- Surface bâtie ; 1 Ha 90Ares 13 Ca

V.4. Étude du site:

Le choix du site concerne les critères suivants:

- La cascade d'eau chaude constitue un pôle d'attraction pour les touristes.



Figure 29 : La cascade source : auteur

- La station occupe une situation stratégique de part son site, qui est élevé par rapport au village avoisinant pour permettre sa bonne perception.
- Le complexe thermal de Chellala vient comme réponse à un besoin ressenti en matière de thermalisme et de tourisme pour mettre en évidence l'exploitation des richesses naturelles. (paysage + climat+eau thermale).
- Le projet est implanté dans un site offrant le maximum des vues panoramiques à proximité des sources et relié au village par l'intermédiaire d'une voie routière provenant de Guelma et Constantine.

VI. Analyse architecturale :

VI.1. Étude extérieure (morphologique) :

VI.1.1. Étude du plan de masse :

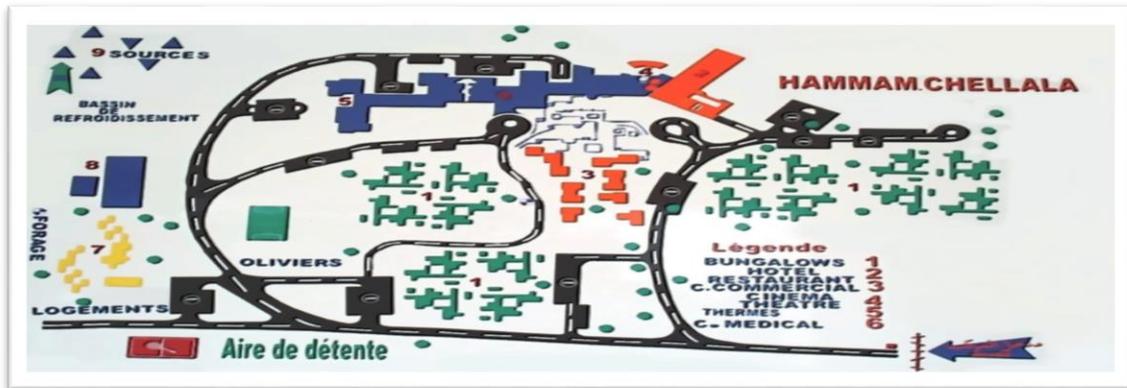


Figure 30 : Plan de masse du complexe (source) Administration du complexe.

La station thermale de Chellala est limitée par :

- Oued Bouhamdane au Sud ;
- La ville de Hammam Debagh au Nord ;
- Des terrains agricoles à l'Ouest et à l'Est.

- Le complexe s'organise comme suit:

- L'hôtel avec le restaurant.
- L'établissement thermal.
- Les bungalows.
- Le centre commercial + les aires de jeux et les terrains de sport

VI.1.2. L'espace cure :

Rassemblé dans un monobloc différencié (L'hôtel avec le restaurant + L'établissement Thermal.)



Figure 31 : Le complexe Chellala vue de l'extérieur source : auteur

VI.2. L'espace commercial :

Il occupe le centre de l'ensemble. Il est composé de plusieurs locaux.



Figure 32 : Locaux commerciaux. Source : auteur

VI.3. L'espace hébergement (Bungalows) :

Les bungalows forment deux ensembles, chaque ensemble est constitué de deux sous ensembles (hiérarchisation) et chaque sous-ensemble est formé de 4 unités.



Figure 33 : Bungalow : source : auteur

VI.4. Accessibilité: Il y a deux types de voies:

-A Voies mécaniques :

-L'accès au projet est assuré par une seule voie mécanique principale, qui se divise pour donner plusieurs chemins secondaires (Deux voies principales aménagées en parking qui reçoit le flux mécanique) l'un mène à l'hôtel, l'autre mène au bloc thermal.

-B Voies piétonnes :

Des voies piétonnes sont aménagées à l'intérieur du complexe thermal. Elles mènent jusqu'aux bungalows qui assurent la circulation entre les bungalows et les espaces verts.



Figure 34 : Voie piétonne source : auteur

VI.5. Circulation :

- Une circulation mécanique rejetée vers l'extérieur afin de favoriser la circulation piétonne et assure: La sécurité des touristes- Le confort acoustique.
- La proximité des parkings par rapport aux unités d'hébergements (Bungalow).

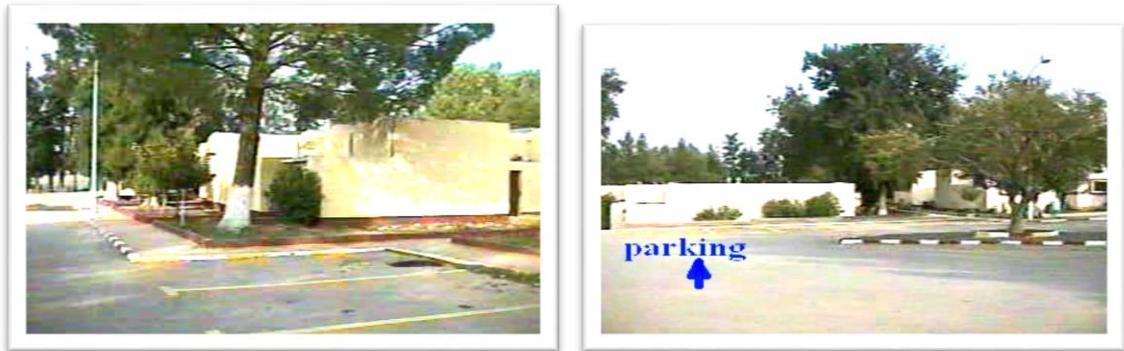


Figure 35 : Parkings. Source : auteur

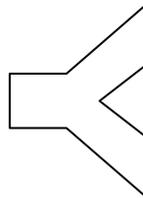
La plus grande densité de circulation piétonne se trouve au niveau des bungalows.



Figure 36 : Circulation piétonne : source auteur

VI.6.D-Orientation :

Est



Vent du Nord

Sud Ouest

La forme axiale en longueur de l'établissement thermal permet d'avoir une orientation Est-ouest dans la majorité des locaux.

VI.6.1. Organisation spatiale :

On peut conclure les points suivants:

- La station a été conçue suivant deux principes:
 - Le semi éclaté : Combinaison du monobloc dans l'ensemble hôtel et bloc thermal avec l'éclaté des bungalows et les commerces.
 - Centralisation des équipements de commerce et de loisirs autour des quels s'organisent les différentes parties de la station thermique.
- Les aires de jeux et de détente ainsi que les zones d'hébergement bungalows occupent une surface importante.

VI.7. La Volumétrie :

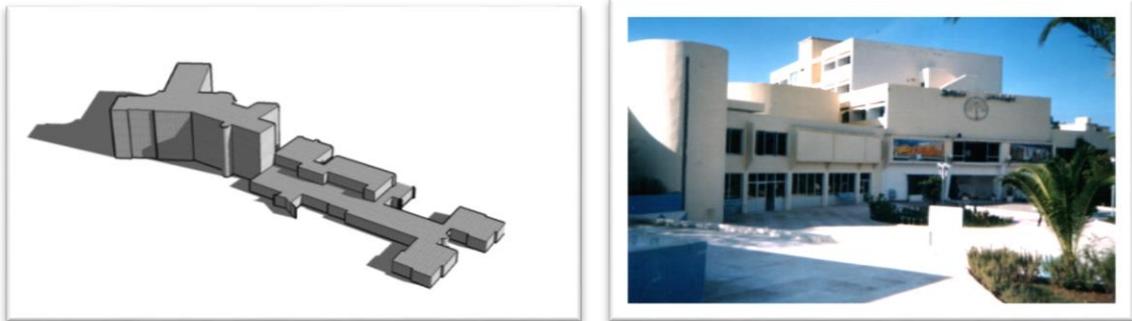


Figure 37 : La Volumétrie Bloc thermal source : auteur

Elle résulte d'une enveloppe destinée à répondre à un aménagement fonctionnel bien précis, de ce fait la volumétrie n'a pas été objet d'une recherche spéciale, sauf pour le bloc thermal qui présente un volume assez intéressant.

VI.8. Façades :

Le complexe présente deux façades : Est et Ouest. La lecture de la façade principale nette; l'organisation entre le plein et le vide s'effectue par des bandes horizontales et traduisant les activités qui se passent à l'intérieur. Dans la façade il y a un rythme simple



Figure 38 : Bloc thermal façade de l'hôtel ; source : auteur

VII. Étude intérieure (typologique) :

Organisation :

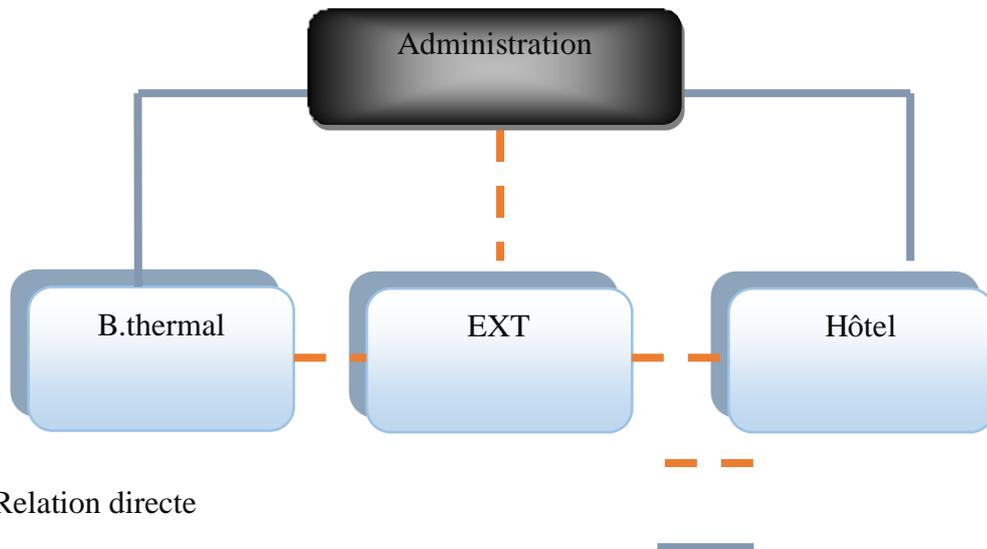
Le complexe se compose de 3 activités : détente, cure, commerce et hébergement.

Partagé sur espaces :

Hôtel ; établissement thermal ; centre commercia

Administration :

Située au rez-de-chaussée, marqué par deux accès: Accès principal, Accès personnel.



Relation directe

Relation indirecte

Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'administration.

VII.1. Hébergement :

Les 58 chambres d'une capacité de 155 lits, sont réparties comme suit:

- 32 chambres à 3 lits.- 17 chambres à 2 lits.
- 05 suites à 3 lits.- 05 suite à 2 lits.



Chambre à grand lits



Chambre double.



Salle de bain.



Suite



Couloir



Hall de distribution.

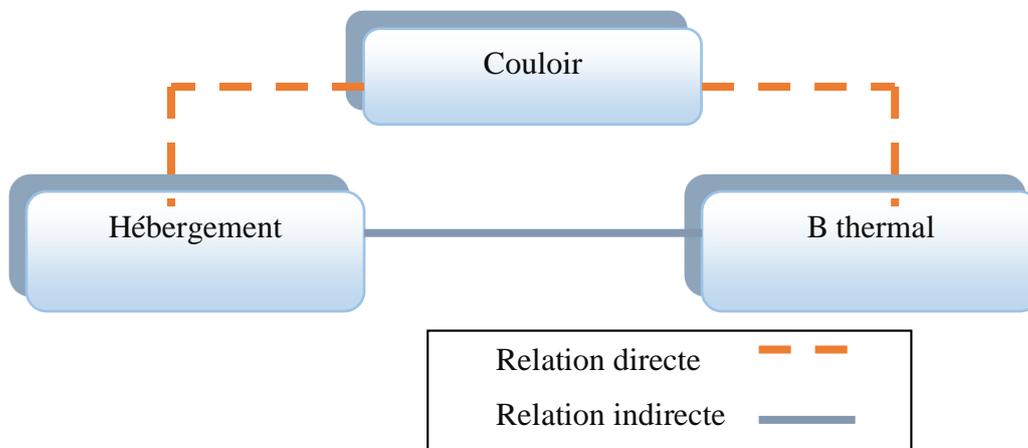
-Les chambres apparaissent aux niveaux qui s'élèvent en dégradé.

-La répartition des chambres.

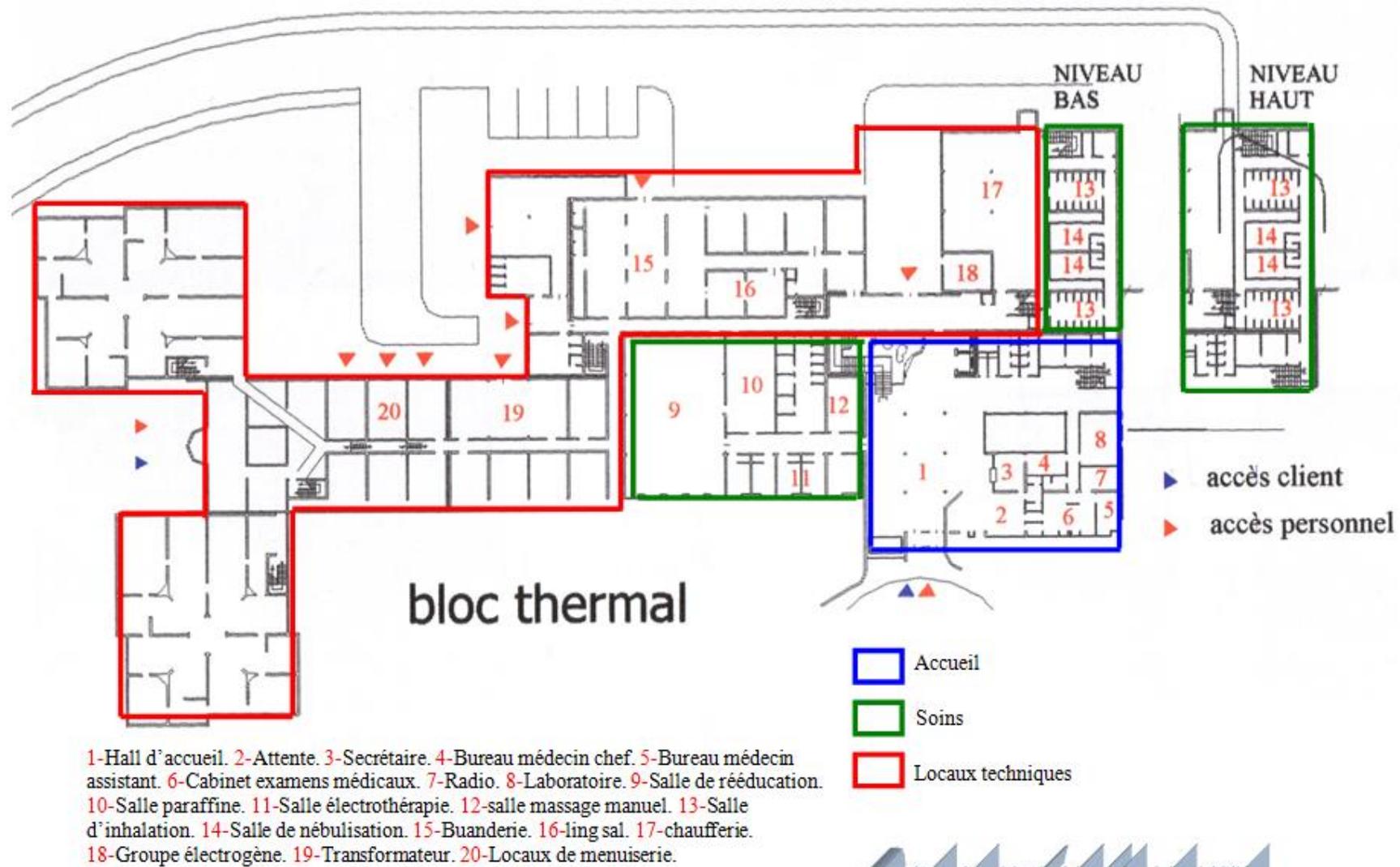
-Une disposition linéaire des chambres.

À chaque niveau, un office d'étage en relation avec les restaurants par un monte charge et un escalier de service.

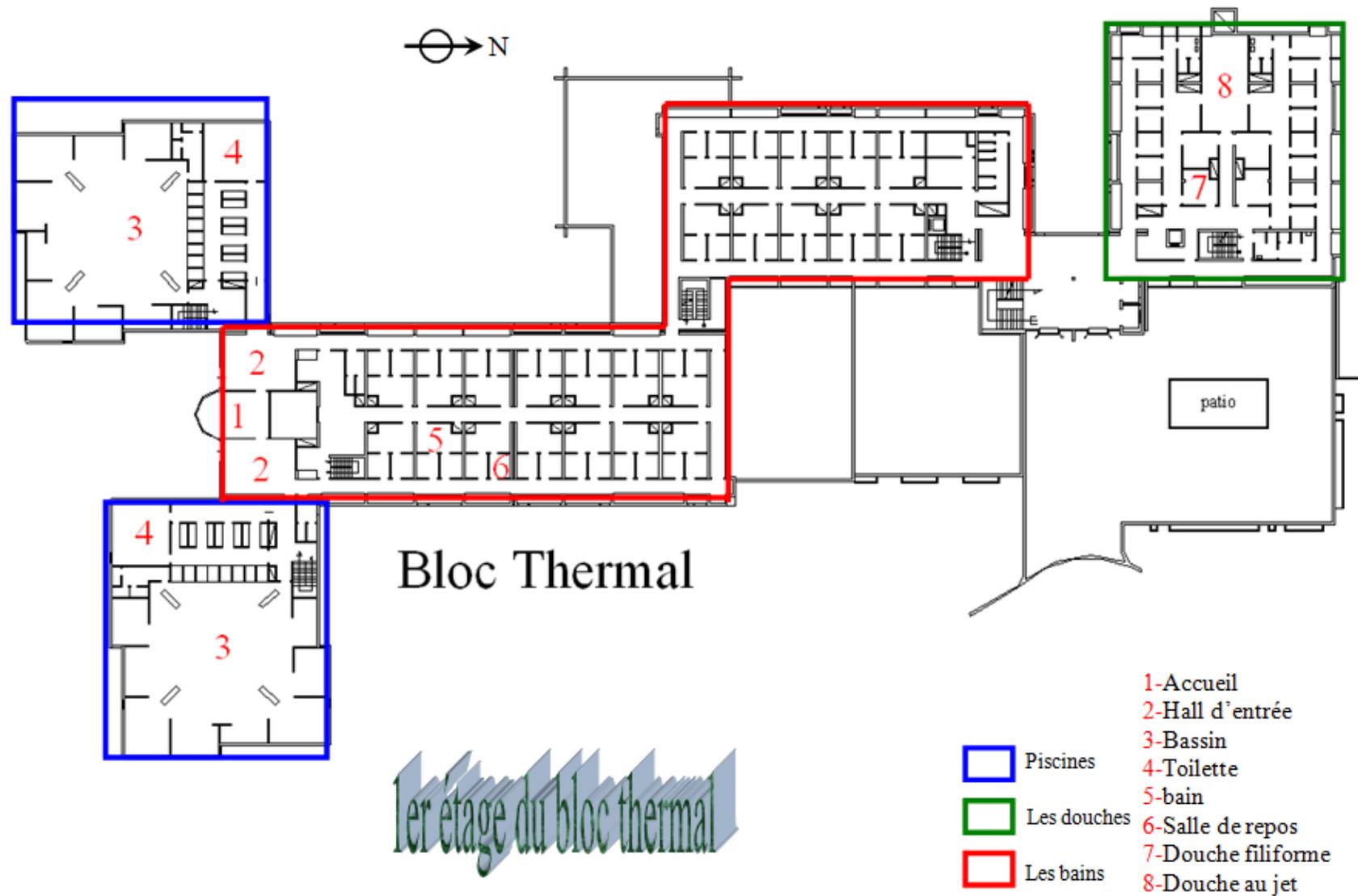
La relation entre les chambres et le bloc thermal se fait par le biais d'un couloir.

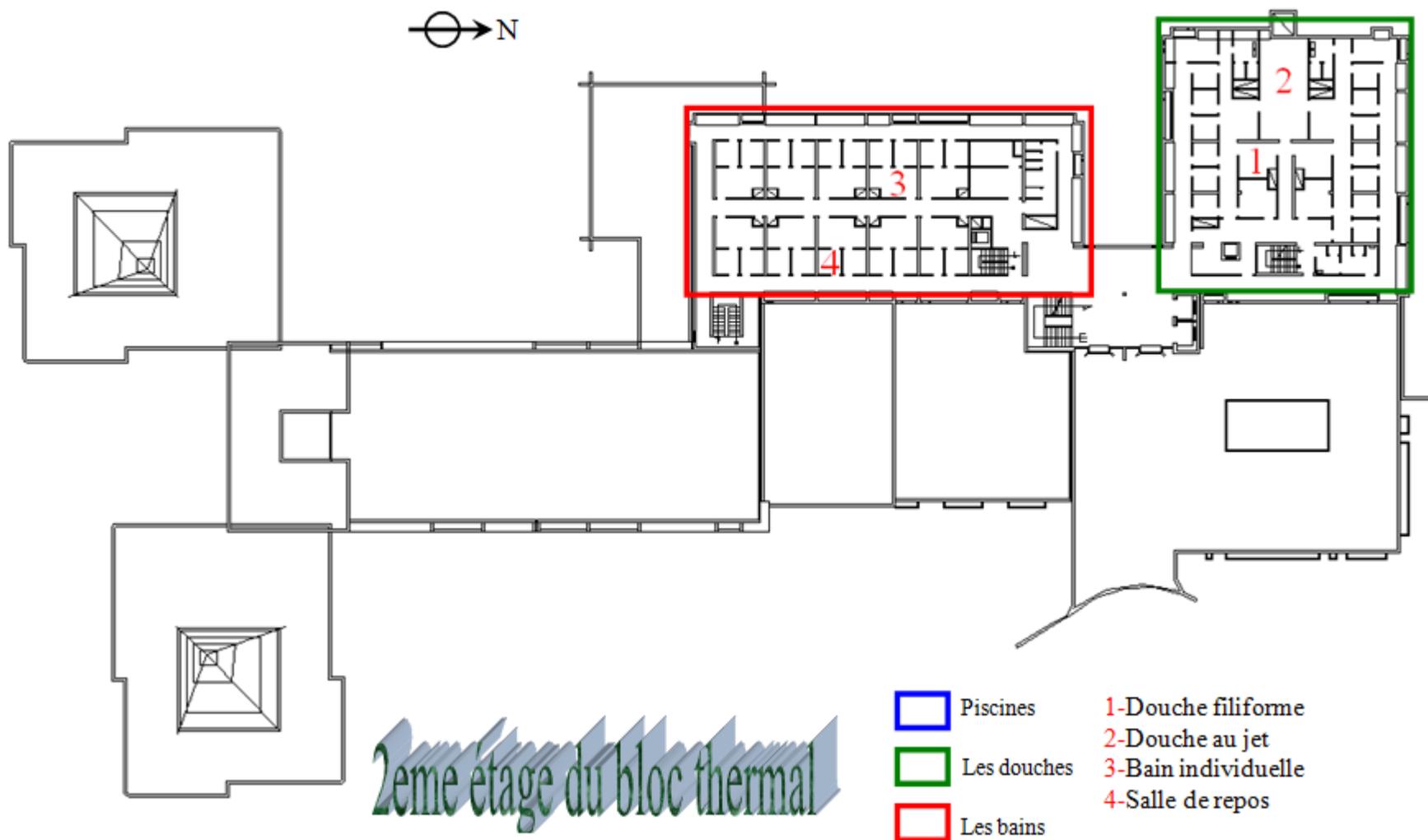


Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'hébergement.



Rez-de-chaussée du bloc thermal





VIII. Le programme retenu du bloc thermal :

Espace		Définition	N°	Surfacem ²
Accueil	Hall de dégagement	-	1	60
	Réception	-	1	10
	Salle d'attente	-	1	40
	Commerce spécialisé	-	1	30
	Sanitaire	-	2	16
Administration	Bureau de L'établissement	-	1	16
	Bureau pour personnel	-	4	16
	Sanitaire	-	1	16
Service de consultation	Hall + Salle d'attente	-	1	30
	Réception	-	1	10
	Salle des médecins	-	1	25
	Infirmierie	-	1	20
	Rhumatologie	Soigne les affections rhumatismales, ou rhumatismes	1	25
	Dermatologique	Traitement de peau	1	25
	Affection respiratoire	Traitement des maladies respiratoires	1	25
	Local radiographie	-	1	15
	Laboratoire	-	1	30
	Sanitaire	-	1	16

Service balnéothérapie	Bain simple		Technique modulable permettant la pénétration à travers la peau des oligo-éléments de l'eau thermale. T : 36°à38°C	30	10
			Bain aménagé par baignoire équipée pour produire dans l'eau des remous créent par injection d'air.	5	10
	Bain Papillon		C'est une salle aménagée par une baignoire de forme papillon avec brancard électrique utilisé pour les handicapés Capacité : 800 l/soin T : 36° à 42°C	2	35
	Sauna		Utilisation alternée d'air chaud sudation dans un air chaud sec avec beaucoup de vapeur d'eau pur Indication thérapeutique : diminuer le poids	2	20
	Bain Segmentaire	De siège	–Amélioration de la circulation –Périphérique distal –Rhumatologie -Arthroses –Affection gynécologique T : 36° à 38°C	4	6

	Douche au jet	<p>C'est un massage sous l'eau pour tout le corps, évitant les creux et la tête à haute pression, et c'est un traitement efficace contre la cellulite</p> <p>Indication thérapeutique :</p> <p>-Affection gynécologique.</p> <p>-Pruite -Proriasis.</p> <p>T : 36° à 38° C</p>	4	16
		<p>Il suffit de s'allonger, sur une table de massage et de se laisser asperger par une rampe d'eau thermale.</p> <p>Indication thérapeutique</p>	4	16
	Piscine de marche	<p>C'est une piscine de forme de cheminement, réservée pour les personnes handicapées</p> <p>. Indication thérapeutique :</p> <p>-Rhumatisme -Arthrose</p>	2	60
	Piscine de rééducation	<p>C'est une piscine équipée par l'eau thermale réservée pour les mouvements.</p> <p>. Indication thérapeutique :</p> <p>-Rhumatisme -Arthrose.</p>	1	80
	Salle de repos	-	2	16
	Sanitaire	-	2	16

	Salle de repos	-	2	16
Annexe	Atelier d'entretien	Réparation de matériels de l'établissement	2	30

Tableau 2 : Tableau 2 : Le programme retenu du bloc thermal

I. Introduction :

La nature du projet a un lien direct avec la localisation du terrain. Il faut donc choisir le meilleur endroit possible pour s'installer, Cette approche consiste à collecter les différentes données climatique de la ville ou laquelle nous projetons notre projet, la collection des celle-ci nous permet de choisir les stratégies énergétiques a adaptées suivants les caractéristiques et les particularités du climat. La bonne intégration du projet au site est le fruit d'une bonne maitrise des différentes caractéristiques : bâtiments avoisinants, la topographie, les végétations, les routes qui passent à proximité... etc.

II. Critères du choix de terrain

Il y a des conditions essentielles pour le choix des établissements thermaux :

1. *Condition*

- ✚ La végétation.
- ✚ Un environnement calme pour assurer aux clients un repos complet.

2. *Condition*

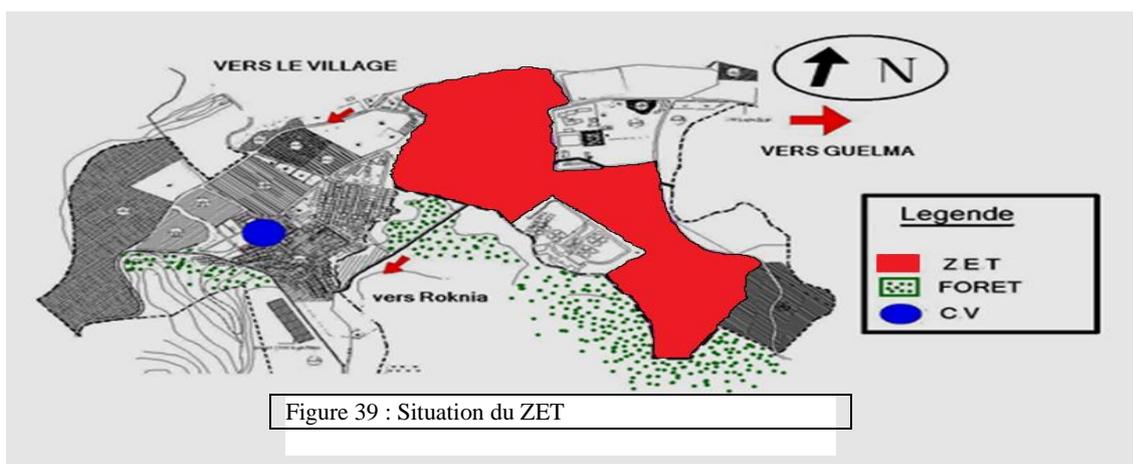
- ✚ La possibilité d'électrification.
- ✚ Des routes qui desservent l'établissement.
- ✚ La localisation et l'emplacement par Rapport la commune de hamem dbagh

II.1. Quelques considérations sur la ZET

La ZET occupe une superficie de 80ha, et située à une altitude de 330 m. Le site se trouve à proximité des équipements administratifs, scolaires, culturelles et commerciaux.

La ZET est limitée par :

- ✚ Au Nord : par Chaaba Zerdaouine et la Foret.
- ✚ Au Sud : par le Complexe Thermal Chellala.
- ✚ A L'est : par des Equipements Administratifs (Daïra, Lycée, Commissariat..)
- ✚ L'ouest : par Chaaba Zerdaouine.



dans la ZET une superficie de 34ha, elle a fait l'objet d'un plan d'occupation des sols. Elle est destinée à accueillir des projets d'investissement touristique. 17 projets y sont déjà agréés, dont 02 en cours de réalisation.

III. présentation du terrain :

L'assiette objet d'intervention se situe **nord-est** et **est** de complexe existant. À une altitude de **350m** occupant une superficie d'environ **14Hectares**, le terrain se trouve dans la Z.E.T de Hammam Débagh qui avait comme acte de naissance l'arrêté ministériel du 27/06/1975.

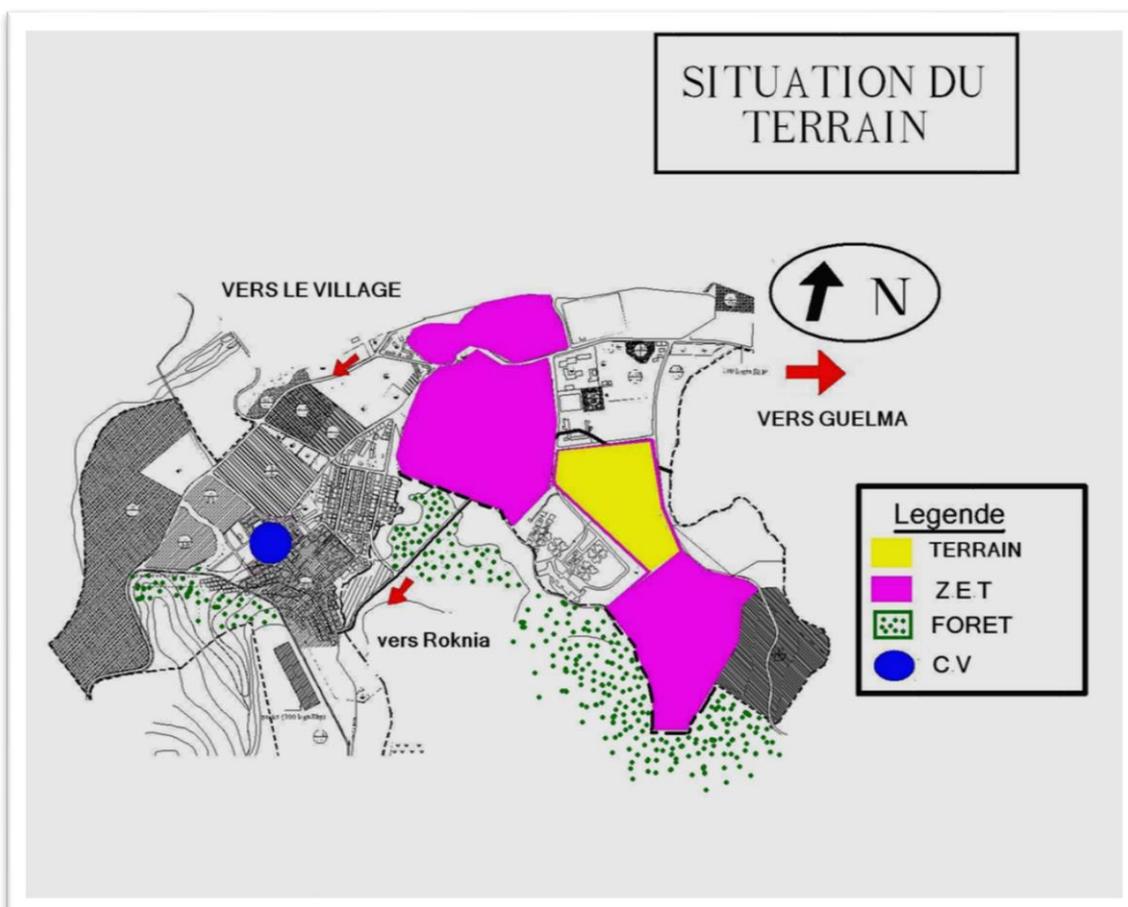


Figure 40 : Situation du terrain

III.1. limites du terrain :

- ✚ Le terrain est limitrophe de
- ✚ À l'ouest par le C.W n° 12
- ✚ Au Sud par le complexe thermal (les bungalows)
- ✚ Au Nord par le C.W. n° 122 menant vers Roknia
- ✚ À l'est par la voie dérivée de la RN n° 20

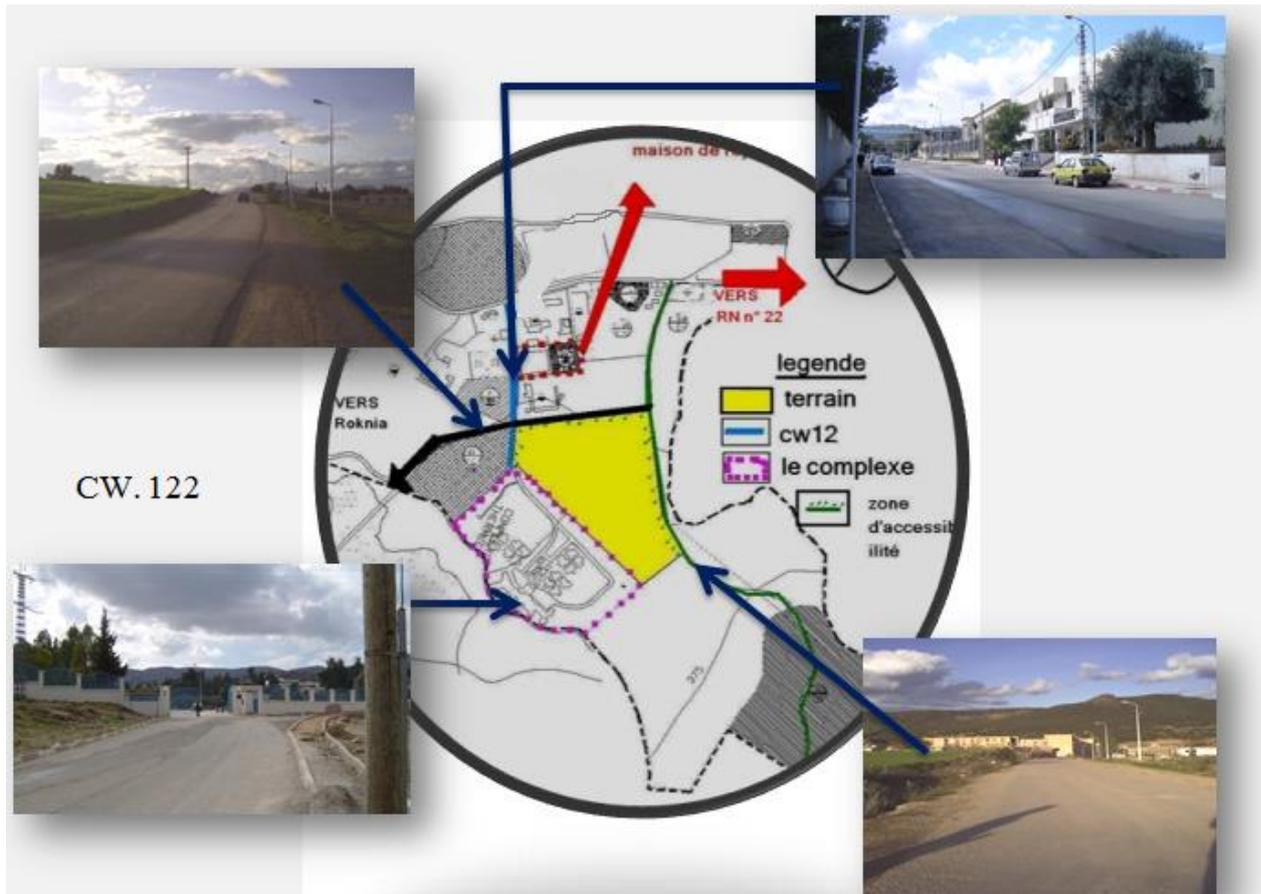


Figure 41 : limites du terrain source : auteur

III.2. accessibilité :

L'accessibilité à la commune de Hammam Débagh s'effectue à partir de la route nationale n° 20, par une pénétrante dérivée de la route nationale on accède à notre terrain, et on peut également accéder à partir du C.W. n° 122.

Accessible par trois axes routiers :

- _ Au Nord par le CW. N° 122 menant vers Roknia
- _ À l'est par la voie dérivée de la RN n° 20
- _ À l'ouest par le C.W n° 12

Donc on à l'opportunité d'avoir un accès pour notre terrain sans pénétrer au village, et comme ça on va bénéficier des beaux paysages au cours de notre visite au projet.

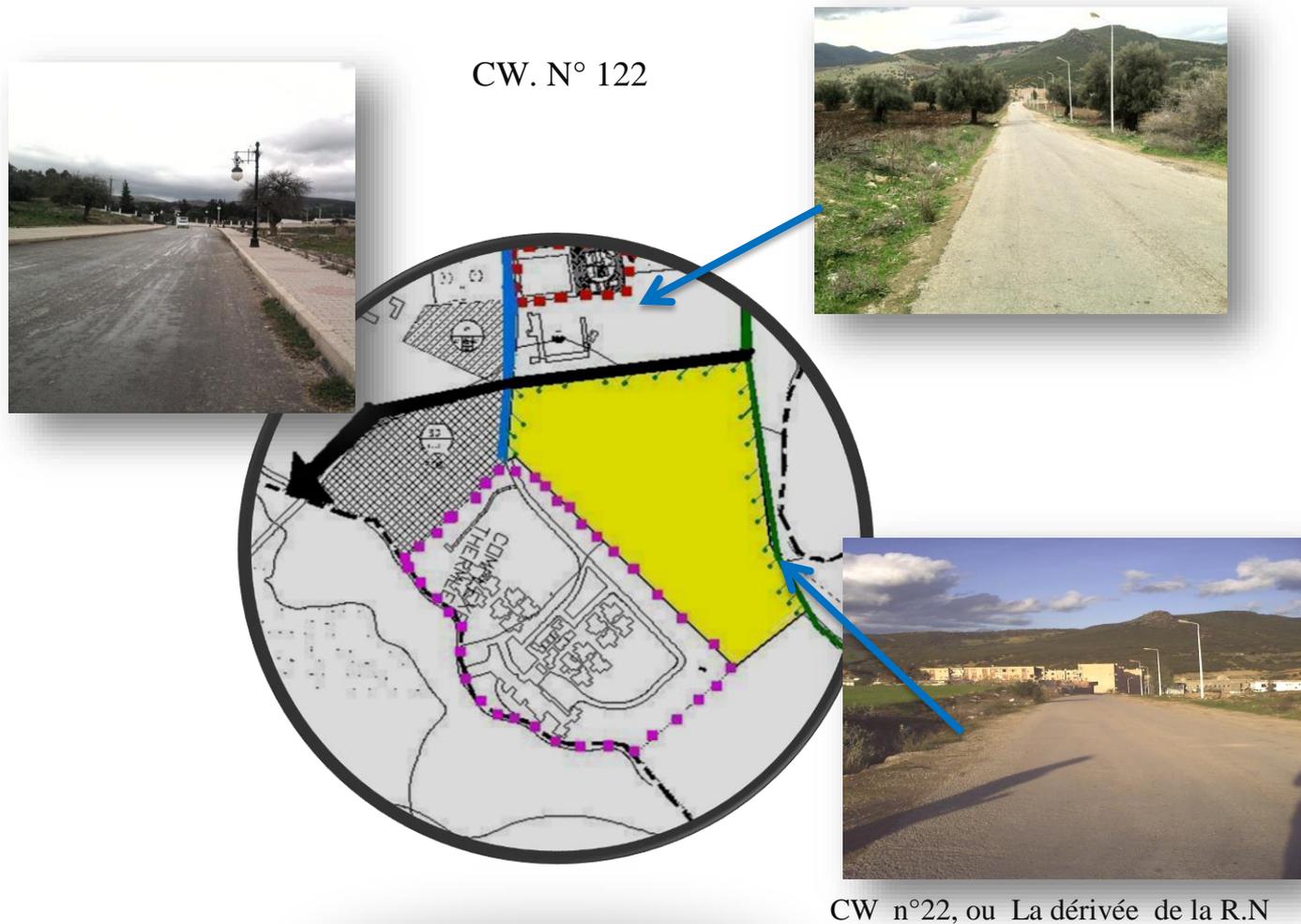


Figure 42 : accessibilité du terrain source : auteur

IV. Microclimat :

La Pluie

L'étude pluviométrique, montre une précipitation moyenne (84mm-102mm) entre décembre et février qui diminue au cours des autres mois.

Température

L'amplitude thermique varie selon deux périodes :
 Température basse de novembre à avril (4-2° en janvier)
 Température élevée de mai à septembre (35°) en août.

Humidité

L'humidité est très élevée à partir du moins de novembre jusqu'à février par l'effet topographique du site.
 Elle est de 70% en hiver et de 46% en été.

Les vents

Il y a deux types de vent qui touche notre terrain qui sont:

Les vents Nord-Ouest « Les vents dominants ».

Le vent dominant est Nord- Ouest en hiver et du Nord-est en été.

Des vents Sud-est et Sud-ouest « sirocco » sont des vents chauds qui soufflent sur une période de 14 jours de mois d'aout.

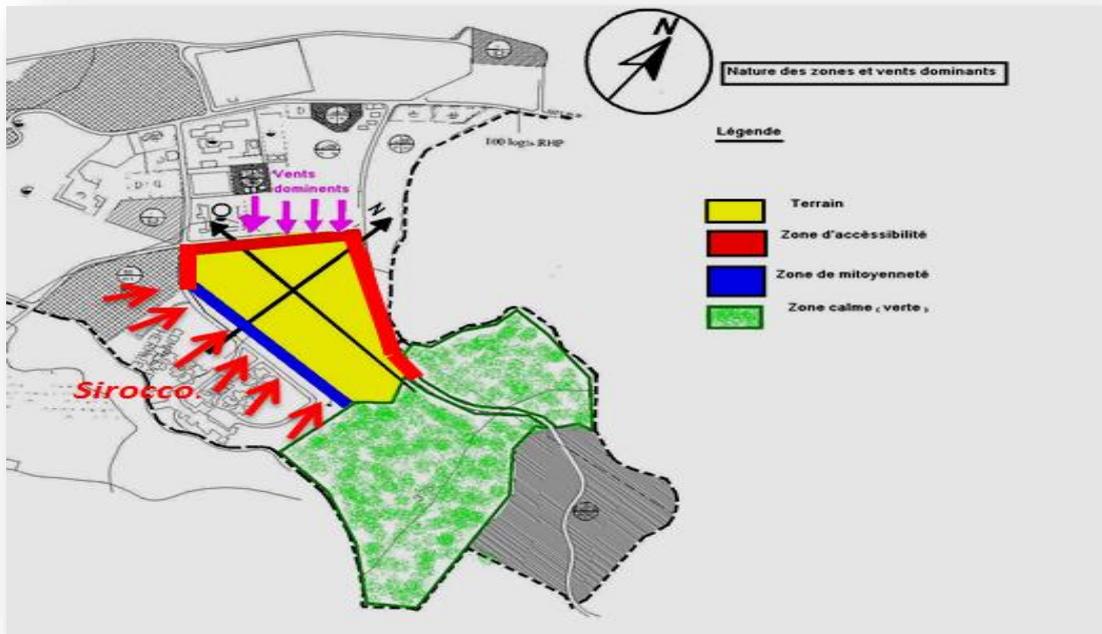


Figure 43 : les vents dominant source : auteur

L'enseillement

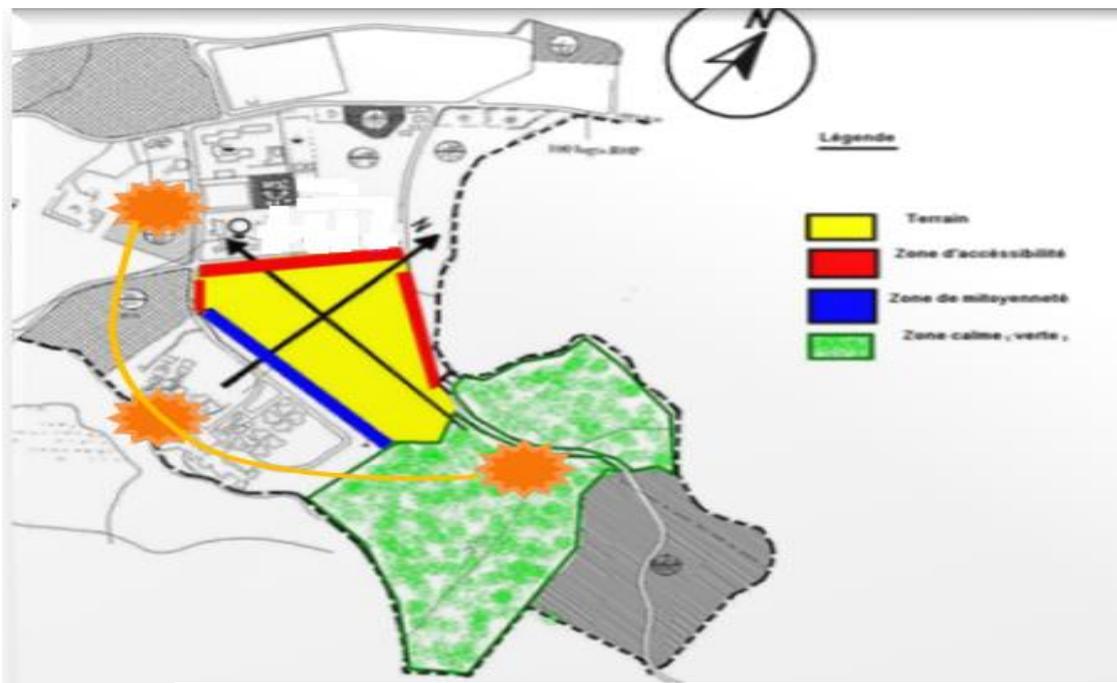


Figure 44 : L'enseillement source : auteur

V. La topographie

Le terrain n'est pas accidenté car sa pente est faible et varie entre **3 et 4%** avec une équidistance de **25m**, donc on n'aura pas besoin de grand terrassements. Donc elle est très favorable à l'urbanisation.

Avec cette allure du terrain on aura l'opportunité d'arriver à une parfaite intégration tout en gardant sa propriété d'un milieu naturel



Figure 46 : terrain source : auteur

Figure 47 : terrain source : auteur

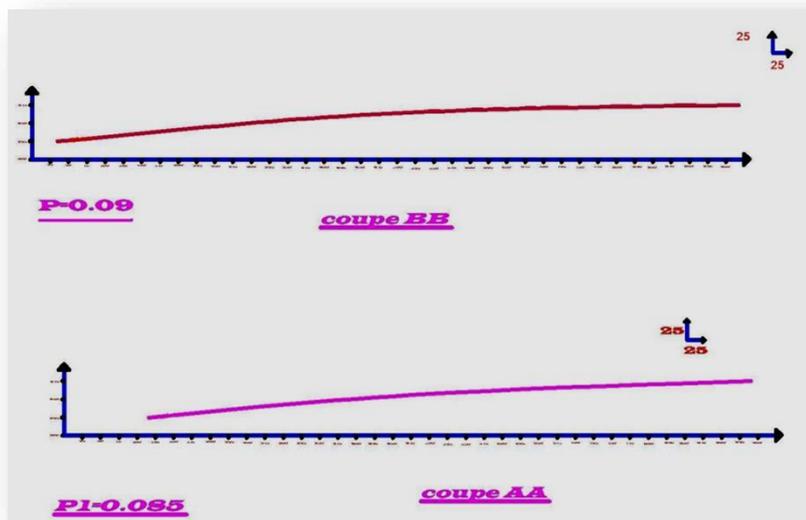


Figure 45 : topographie du terrain source : auteur

VI. Etude paysage

Le terrain d'intervention présente les caractéristiques suivantes:

-calmes, loin de toute pollution sonore ou acoustiques car il est à proximité des milieux naturelles.

- à proximité du complexe thermale ce qui renforce l'idée du centre médico-sportif.

-L'altitude du terrain crée une dominance et un champ visuel libre, panoramique et multidirectionnel (sur 04 directions) de diverse natures :

Au Nord : vers la ville.

Au Sud A l'Est et A l'Ouest : la montagne.



VI.1. Contrainte et servitude :

Figure 48 : paysage du terrain source : auteur

VI.1.1. Etude géologique géotechnique

D'après le résultat d'analyses des sols effectuées par le laboratoire LNHC SKIKDA, unité de Belkheir, notamment pour le projet de réalisation d'un hôtel au profit des services de la protection civile et ce dans différents points de sondage, on note les résultats suivants :

-Nature géologique du sol : Existence d'une couche végétale argileuse (0.50mètre) Suivi d'une couche marneuse tuffogène jaunâtre à blanchâtre d'environ 1.50.mètres d'épaisseur et en dessous viennent de déposer de travertins vacuolaires.

-Contraintes Admissibilités des sols = 1.8 bar

-Type de fondation à prévoir : semelles isolées

VI.1.2. La végétation

Il existe plusieurs types d'arbres dans le site dont les caractéristiques et l'utilité sont multiples :

-L'élévation du taux d'humidité.

-Epuration de l'air.

-La création d'un microclimat.

On cite :

L'olivier

C'est l'arbre le plus fréquent dans le site, il est caractérisé par ses feuilles persistantes c'est-à-dire l'obtention de l'ombre pendant toute l'année.



Figure 49 : L'olivier source : auteur

L'eucalyptus

C'est un arbre de grande taille qui existe dans le terrain, il est caractérisé aussi par ses feuilles persistantes. On peut l'utiliser comme un brise-vent.



Figure 50 : l'eucalyptus source : auteur

Le cupressus

Se trouve aussi mais à quantité moyenne, il est caractérisé par ses feuilles persistantes, Sa plantation en serré nous permet de se protéger contre les vents dominants froids.



Figure 51 : le cupressus source : auteur

VII. Recommandations et principes appliqués dans le projet :

Principes	Période De Sous Chauffe (Hiver)	Période Sur Chauffe (Eté)
Gestion d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des panneaux photovoltaïque pour la production d'électricité. - Utilisation des capteurs thermiques pour alimenter l'eau sanitaire et plancher solaire chauffant (PSD). 	
Emplacement du bâti au côté nord du site	<ul style="list-style-type: none"> - Éviter un éventuel ombrage des voisins. 	Réservation d'une zone de végétation au côté sud pour profiter des arbres caducs.
Orientation des bâtis en plein sud, sud-est, sud-ouest	<ul style="list-style-type: none"> - Pour profiter en max des énergies solaires (surtout les espaces de vie). 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement des ouvertures de façon à occulter les espaces (mobiles ou fixes).
Implantation des différents types de végétations	<ul style="list-style-type: none"> - Arbres à feuilles caduques au sud pour permettre aux rayons solaires de gagner les espaces intérieurs. - Arbres à feuillage persistant au nord pour briser les vents froids d'hiver. 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbres à feuillage caduque au sud pour ombrager les façades et humidifier l'atmosphère.
L'atrium	<ul style="list-style-type: none"> - Pour capter les rayons solaires. - Source de lumière indirecte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pour l'aération des espaces et assurer la ventilation naturelle.

Tableau 3: recommandation source : auteur

Utilisation des matériaux adéquats	- Matériaux à grande résistance thermique (stockage et utilisation de la chaleur).	-Matériaux à faible λ (pour isoler les espaces intérieurs).
Ventilation		<ul style="list-style-type: none"> - Transversale (création des courants d'air à l'intérieur - Utilisation des capteurs d'air pour refroidir et renouveler l'air. - Augmentation des volumes pour refroidir les espaces. - Utilisation de toiture ventilée et des puits canadien pour le rafraîchissement des espaces.
Couleur	- Les couleurs claires pour atténuer les rayons solaires.	
Utilisation de serre	- Pour mieux gagner la chaleur.	- Utilisation de verre opaque pour éviter les rayons solaires et chasser la chaleur par des ouvertures au-dessus de la véranda

Tableau 4 : recommandation (source : auteur)

VIII-Genèse de projet :

Nous retraçons ici tous le parcours conceptuel et de formalisation architecturale pour l'aboutissement du projet et enfin son langage architectural. Le terrain faisant assiette au projet, de par son orientation, bénéficie d'un bon ensoleillement à toute heure de la journée.

I.1. Les Principes écologique :

L’implantation : L’emplacement du projet permet de profiter de l’environnement proche ou éloigné, pour améliorer le micro climat d’un site.

L’orientation : L’orientation d’un projet est en fonction de sa destination. Une bonne orientation du projet permet de réduire les consommations des énergies.

L’orientation dominantes (Nord-Sud), pour Ensoleillement pendant l’hiver et éviter des protections plus difficiles.

Forme optimale : les formes circulaires sont performantes de point de vue thermique (le ratio surface/volume est petit).

Le décrochement des volumes au niveau spatiale et plane (minimiser les surfaces exposées à l’ensoleillement par rapport les autres surfaces).

Chauffage : conception architecturale intégrer avec l’utilisation un système de captage solaire passif (la serre).

- Stockage thermique direct.
- Conservation de la chaleur.
- Distribution de la chaleur dans la construction.
- Isolation de la construction contre les déperditions de chaleur et les facteurs extérieurs.

Climatisation : Le refroidissement des locaux assure par des moyens naturels :

- Une première solution consiste à favoriser la ventilation naturelle par système de patio.
- Utilisation des toitures ventilées.
- L’humidification de l’espace et protection contre les vents d’été par implantation des végétations (l’effet d’évapotranspiration) et l’évaporation de l’eau par un courant d’air (les fontaines, les jets d’eau...).

Conception d’ombrage : intégrée avec la conception architecturale (les décrochements des volumes, les arcades, les coursives, les brise-soleils, le système pilotis).

Dans la mesure où des ouvertures orientées à l’est et à l’ouest n’ont pas être évitée, celles-ci devront comporter des brises soleil à lames verticales qui remplaçant des écrans horizontaux.

La végétation : La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l’ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été.

-Une chaîne de plantations à feuilles persistants proposées au côté nord-ouest pour briser les vents froids.

I.2. Etape 01 : choix des accès

 Accès principale : - nœud très importante -angle urbain-le point le plus visible

 Accès secondaire : - alléger le flux des visiteurs au niveau de l'accès principal

 Accès de Parking.



Figure 52 : Choix des accès (source : auteur)

I.3. Etape 02 : La formulation

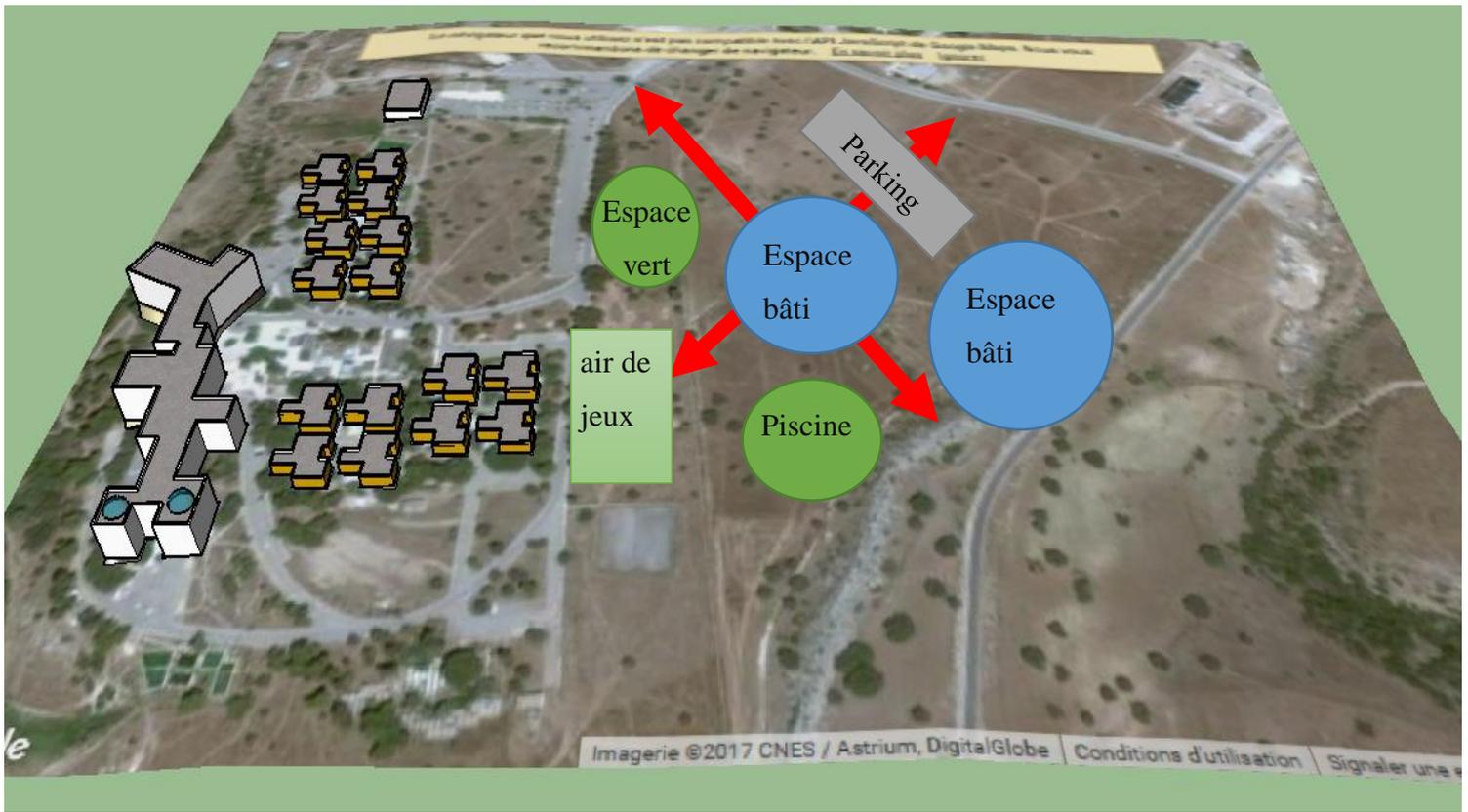


Figure 53 : Schéma de principe source : (auteur)

I.3.1. La concrétisation des axes structurant

- Lecture du site essai de matérialiser 2 axes structurant depuis :
 - ✓ Axe de perception à travers la morphologie de site le point de le plus haut et le point le plus bas (La continuité visuel).
 - ✓ Axe nord-sud pour lier la forme à la stratégie climatique.

Occupation de terrain

- L'implantation du bâti en retrait pour :
 - ✓ La protection par l'espace non-bâti / Marqué le projet et minimiser les bruits.
- L'idée fondamentale de projet base une forme circulaire grâce à leur caractéristique (Fluidité, dynamisme, nouveauté, regroupement, convergence)
 - ✓ Utilisation de plan circulaire pour :
 - ✓ Réduits la surface des circulations et des façades, (sources de déperditions thermiques et Minimiser les surfaces exposées au soleil) et des décrochements pour canaliser les vents au niveau spatial et plan

I.3. Etape 3 : la forme du projet :

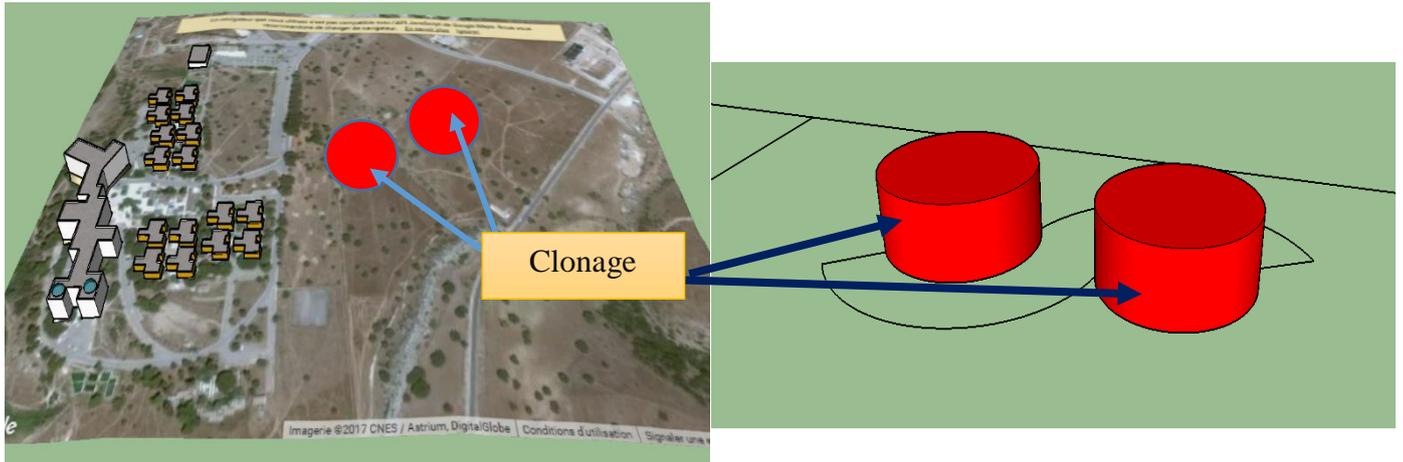


Figure 54 : La forme du projet source : auteur

➤ L’idée fondamentale de projet base une forme circulaire grâce à leur caractéristique (Fluidité, dynamisme, nouveauté, regroupement, convergence)

➤ **Aspect géométrique : Le Clonage**

✓ La nouvelle forme cloner à travers la forme initiale

I.4. Etape 04 : La forme du projet

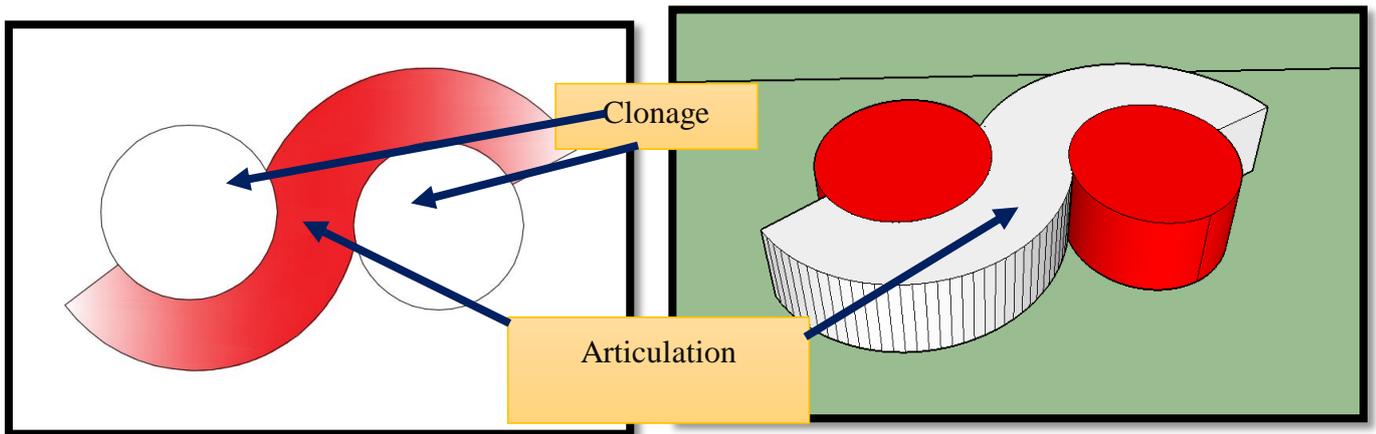


Figure 55 : La forme du projet source : auteur

➤ Créé une articulation entre les volumes prenant le volume curviligne pour assurer une occultation éclairage naturel et casser les vents chauds et les vents dominant

I.5. étape 05 : La formalisation finale de l'idée

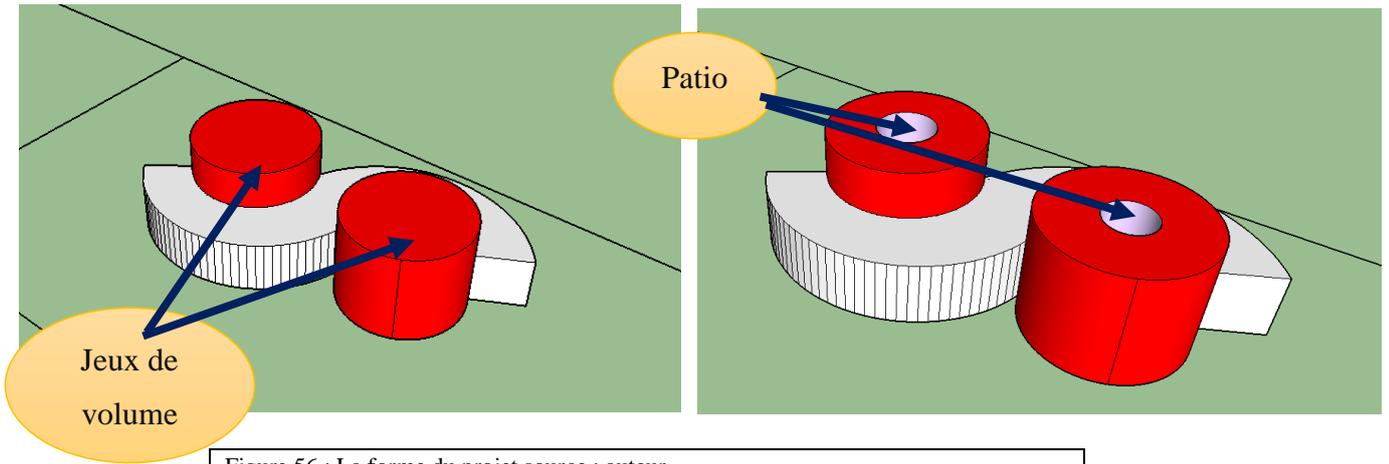


Figure 56 : La forme du projet source : auteur

- Matérialiser l'aboutissement de volume par une forme fluide (jeux de volume, esthétique)
- Cours centrale : le patio est un élément d'articulation et de séparation entre les différentes parties du projet et un espace de convivialité et d'animation au cœur de notre projet.

I.6. étape 06 : La formalisation finale de l'idée

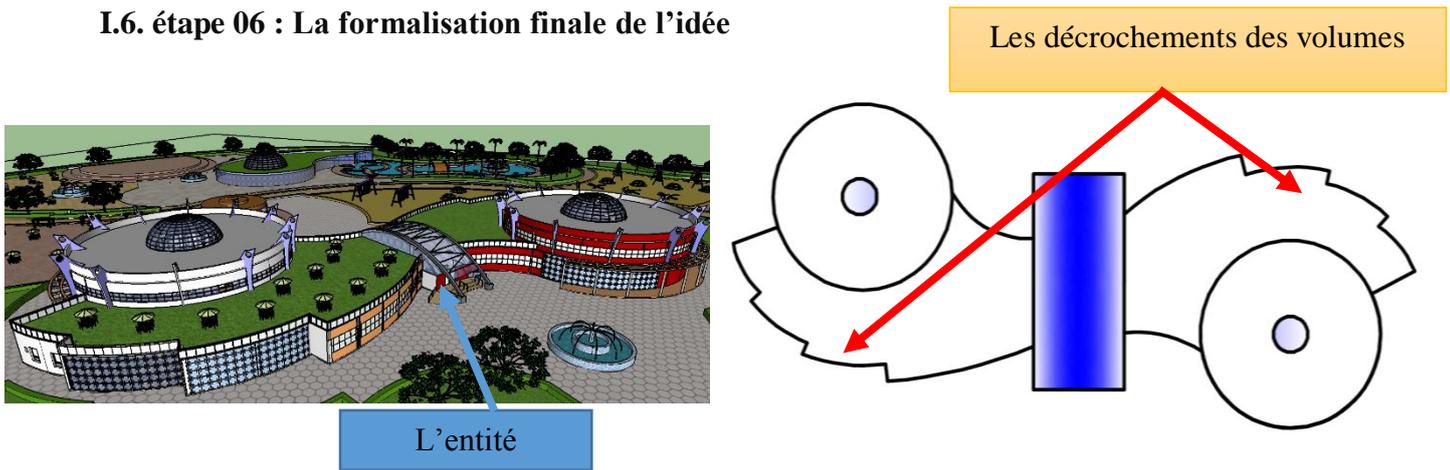


Figure 57 : La formalisation finale de l'idée source : auteur

Afin de procurer beaucoup d'ombre, traité le volume de la station par des décrochements

L'entité d'accueil : au niveau de l'accès principal orienter le visiteur grâce aux espaces de réception et d'orientation

I.7. Entité d'accueil :

- ✓ Auvent pour marquer l'entrée et animer la volumétrie.
- ✓ Un élément d'arrêter / ponctué le mouvement.
- ✓ Auvent vitré, situé devant l'entrée principale et qui sert d'abri pour les protéger des variations climatiques telles que : les rayons solaires, la pluie.
- ✓ La toiture supérieure joue le rôle d'une toiture ventilé.

I.8. Atrium :

L'atrium est un espace tampon dont la température est à l'équilibre entre la température extérieure et celle du bâtiment, il fonction comme suit :

I.8.1. Durant la période estivale : On peut tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium.

I.8.2. Durant la période hivernal : En hiver, l'air de l'atrium est sensiblement plus chaud que l'air extérieur. un préchauffage de l'air neuf hygiénique des locaux est réalisé. En quelque sorte, On peut tirer profit de l'effet de cheminée de l'atrium. Pour ne pas avoir un courant d'air, et automatiquement en risque d'avoir des déperditions de chaleur interne des locaux.

I.8.3. En matière de confort visuel : Est une surface vitrée zénithale permet de désenclaver l'espace central vers le ciel et d'éviter de parait notre projet confiné L'atrium offre la possibilité d'éclairer à la fois le volume couvert par les verrières et les différents espaces adjacents et qui l'entoure et favorise l'éclairage naturel aux dépend de l'éclairage artificiel a l'avantage aussi de réduire les consommations énergétiques et produire des effets lumineux différents de ceux qui procure une baie verticale

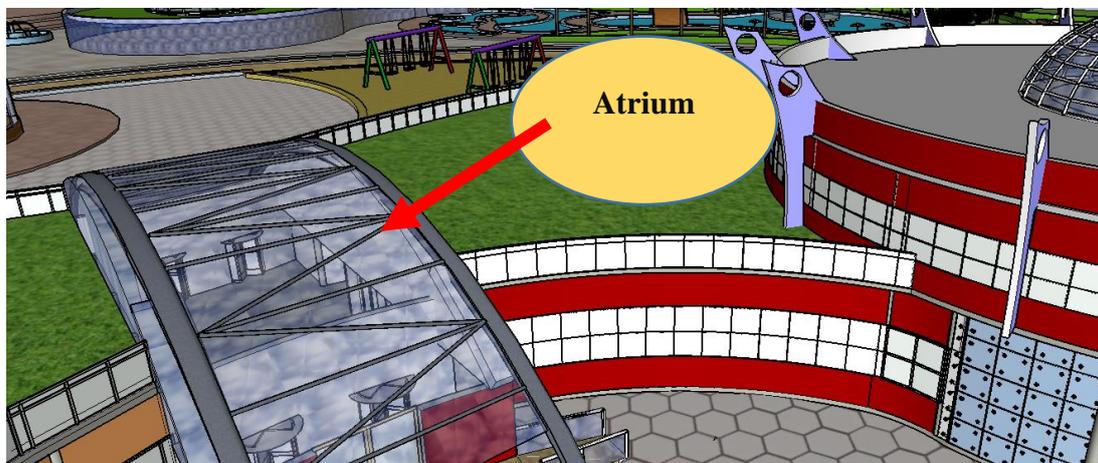


Figure 58 : Entité d'accueil atrium source (auteur)

I.9.Isolation renforcée de l’enveloppe :

L’isolation renforcé permet de supprimer presque tous les ponts thermiques et réduire la consommation d’énergie, jusqu’à 20 %

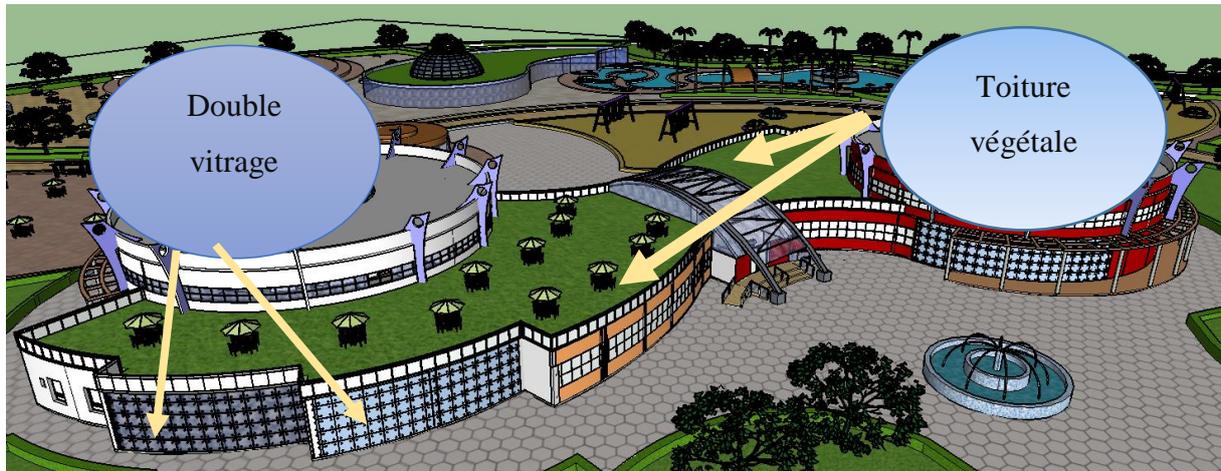


Figure 59 Isolation renforcée de l’enveloppe source (auteur)

I.10.Panneaux photovoltaïques :

Le rendement est varié en fonction de l’orientation des panneaux, de l’ensoleillement, de l’heure de la journée et de la période de l’année. Les panneaux sont installés dans le jardin orientés sud

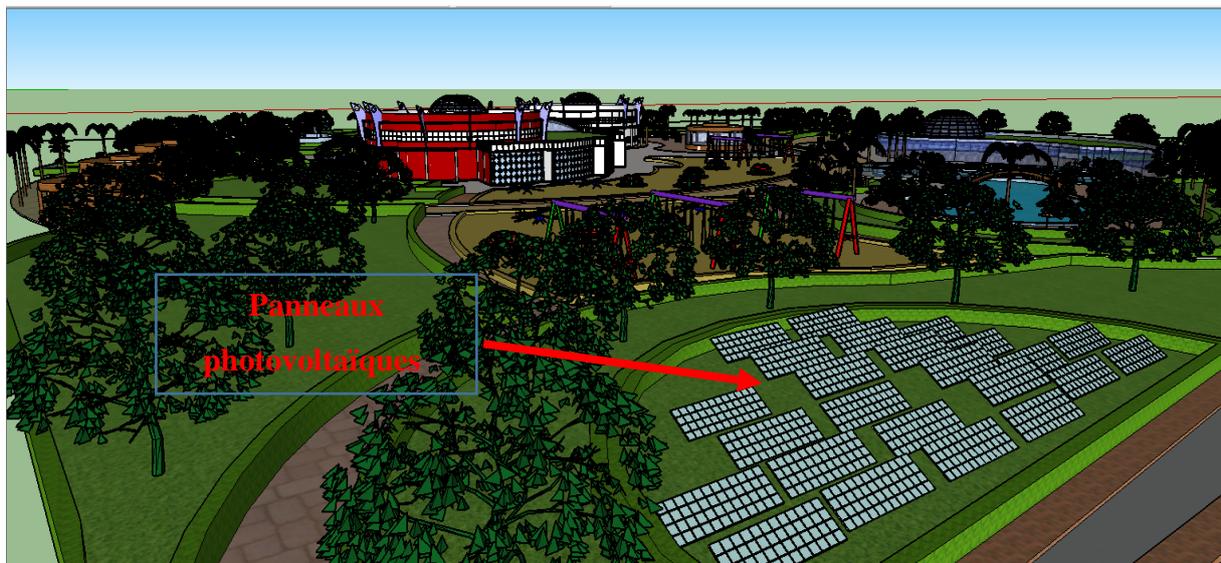


Figure 60 Panneaux photovoltaïques source (auteur)

Conclusion générale :

La recherche élaborée durant toute l'année, pour aboutir au projet final nous a permis de conclure plusieurs aspects de conception d'un projet durable et de projection architecturale qui n'est pas un simple projet d'architecture spontané, c'est le travail de réflexion qui fait qu'un projet est original. A travers toutes les approches que nous avons consulté, pour mener à bien un projet tel que le nôtre, on a conclu qu'il n'est possible de concevoir un projet d'une manière harmonieuse avec les potentialités du site, qu'en tenant compte des critères de l'architecture écologique ainsi que les exigences d'un complexe thermique et ce tout en tenant compte de l'intégration du projet dans son environnement, du fonctionnement et de l'esthétique.

Afin d'évaluer nos système et dispositifs utilisés a énergie renouvelable et Après les simulations on a pu augmenter la température intérieure de le complexe thermal par différents épaisseur pour le lame d'air du mur double peau et que l'épaisseur minimale du lame d'air 0,05 m permettant la maintenance de ce dernier augmente la température intérieure et atteindre un taux d'économie d'énergie

Néanmoins d'autre dispositif et système actif peut être développé dans le cadre des recherche approfondi toute on préservant la particularité et le bon fonctionnement du projet et la créativité des concepteurs. A travers cette recherche on a essayé cerner certain aspects de l'architecture durable dans un équipement recevant le public, on a essayé aussi d'offrir un programme riche destiné aux différents catégories de la société tout on mise en valeur les opportunités offerte par le contexte pour offrir aux usagers un équipement sain et confortable, en minimisant ses impacts sur l'environnement

BIBLIOGRAPHIE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrage :

- PEUPORTIER. Bruno, Eco conception des bâtiments. Bâtir en préservant l'environnement, Paris : Les presses de l'Ecole des Mines, 2003
- MAILLET. Pierre et CASSETTE CARRY. Martine, *L'énergie*, Série que sais-je ? Paris : Presses Universitaires de France, 7ème édition refondue, mai 1989
- Mazria E. 1981 - Le guide de l'énergie solaire passive. Editions Parenthèses, Roquevaire (France)
- S. Assyl, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004
- MARK Tiele. Westra, S. Kuyvenhoven , *L'énergie fait tourner le monde* , 2002
- BOUCHA HM. Y –Une Investigation Sur La Performance Thermique Du Capteur A Vent Pour Un Rafraîchissement Passif Dans Les Régions Chaudes Et Arides- cas de Ouargla. Thèse de doctorat d'état, université de Constantine, 2004

Rapports de recherches, de thèse :

- Belhadj Mohammed, « Modélisation d'un système de captage photovoltaïque autonome », Centre universitaire de Bechar, 2008.
- Thèse doctorat Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments a basse consommation d'énergie Fadi Chlela

Articles scientifiques :

- L. Freris et D. Infield, « les énergies renouvelables pour la production d'électricité », DUNOD, 2009
- Direction des mines et de l'industrie Guelma.
- SIDLER Olivier, directeur de la Sté ENERTECH, L'inertie thermique en climat méditerranéen. Confort et consommations d'énergie, Montpellier : Colloque le 15/05/2003
- Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiment à énergie positive (Stéphane Thiers)
- Réglementation thermique France

Site internet :

<http://fr.climate-data.org/>

<https://www.kelwatt.fr/energie.php>

<http://www.futura-sciences.com/planete/definitions/energie-renouvelable-energie-renouvelable-6634/>

<https://www.kelwatt.fr/energie.php#renouvelables>

<http://www.energies-renouvelable.fr/energies/Energie-solaire>

<http://www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/labels-hpe/presentation.html>

[http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire environnement définition haute qualité environnementale hqe php4](http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire%20environnement%20d%C3%A9finition%20haute%20qualit%C3%A9%20environnementale%20hqe%20php4)

http://www.archicontemporaine.org/RMA/p-8-1g0-Hotel-de-Ville-d-Echirolles.htm?fiche_id=1604