

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Mémoire de Master**

**Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma**

**Faculté des Sciences et de la Technologie**

**Département d'Architecture**

**Spécialité : Architecture**

**Option : Architecture Ecologique**

**Présenté par : BOUROUINA A/RAOUF**

---

---

**Thème : Evaluation du confort thermique dans un complexe thermal**

---

---

**Sous la direction de : Mme HAFSI FATIMA. Z**

**Juin 2017**

---

---

## **REMERCIEMENT**

Je tiens à exprimer mes très sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont permis de mener à bien ce travail,

En premier lieu, je remercie mon encadreur Mme HAFSI FATIMA.Z, qui a permis de structurer mes travaux tout au long de l'avancement de mon mémoire, par sa disponibilité, son suivi, son orientation, ses conseils et ses efforts immenses en me dirigeant vers l'achèvement de mon travail.

Je tiens à remercier les membres de jury Mr DECHAICHA ASSOUL et Mme RIFI SABAH d'avoir bien voulu le juger.

A la fin, un grand merci pour ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce travail.

## **DEDICACES :**

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents

A mon frère et ma sœur

Très chers amis, Classe D'atelier, surtout mes amis que je connais ou que j'ai connus durant les Cinq dernières années.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

## Table des matières

1. Introduction :	11
2. Problématique :	12
3. Hypothèses :	13
4. Objectif :	13
5. Méthodologie :	13
<b>Chapitre I : Approche théorique</b>	
Introduction :	15
1. Définition du confort thermique :	15
2. Paramètres liés à l'ambiance extérieure :	15
2.1 La température de l'air ambiant :	15
2.2 La vitesse de l'air :	17
2.3 L'humidité relative de l'air :	17
3. Paramètres liés à l'individu :	17
3.1. La vêtue :	17
3.2 L'activité :	18
3.3. Paramètres liés aux gains thermiques internes :	18
3.4. Les paramètres affectant le confort thermique :	19
4. Les approches du confort thermique :	19
4.1. Approche statique du confort thermique :	19
4.1.1. L'aspect physiologique du confort thermique :	19
4.1.2. L'aspect physique du confort thermique :	19
4.1.3. Les échanges thermiques du corps humain :	20
4.1.3.1. Les échanges de chaleur par conduction :	20
4.1.3.2. Les échanges de chaleur par convection :	20
4.1.3.3. Les échanges de chaleur par rayonnement :	20
4.1.3.4. Les échanges de chaleur par évaporation :	20
4.1.4. L'aspect psychologique du confort thermique :	21

4.2. Approche adaptative du confort thermique :.....	21
4.2.1. Adaptation comportementale d’ajustement :.....	21
5. Confort thermique et architecture bioclimatique: .....	22
5.1. La conception bioclimatique : .....	22
5.2. Les principes de base de l’architecture bioclimatique : .....	22
5.2.1. La localisation du bâtiment :.....	23
5.2.2. L’orientation :.....	23
5.2.3. La ventilation naturelle :.....	24
5.2.4 La forme et compacité : .....	24
5.2.5. L’enseulement et les revêtements extérieurs de l’enveloppe :.....	25
5.2.6. Protection solaire et vent dominant : .....	25
5.2.7. Isolation thermique : .....	26
6. Les stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique :.....	26
6.1. Système de chauffage solaire passif. (Confort d’hiver) :.....	26
6.2. Système de rafraîchissement passif (confort d’été) :.....	27
7. Les outils graphiques d’évaluation du confort thermique :.....	28
7.1. Définition du diagramme bioclimatique : .....	28
7.2. Diagramme de Givoni .....	30
7.3. Tables de Mahoney .....	31
Conclusion : .....	32
<b>Chapitre II : L’état de l’are</b>	
Introduction.....	33
1. Ecole maternelle « Les Platanettes / Jean Carrière » à Nîmes (30) : .....	33
1.1. Maitrise Ouvrage :.....	33
1.2. AMO HQE : .....	33
1.3. Maitrise d’OEuvre :.....	33
2. Situation : .....	33

3. Le plan de masse : .....	34
4. Les plans : .....	35
4.1. Le programme : .....	35
4.2. Plan RDC : .....	35
4.3. Plan 1 <sup>er</sup> étage : .....	35
5. Les façades : .....	36
6. Les techniques (structure et enveloppe) : .....	36
7. Performances et Objectifs : .....	36
8. Utilisation de la démarche BDM : .....	36
9. Systèmes techniques innovants, simples et durables : .....	37
10. Confort : .....	37
Conclusion : .....	38
 <b>Chapitre III : Cas d'étude</b>	
Introduction .....	39
1. Les réglementations : .....	39
1.1. Le D.T.R C.3.2 .....	39
1.1.2. Objet du document et domaine d'application .....	39
1.2. Le D.T.R C.3.4 .....	40
1.2.1. Objet du document : .....	40
1.2.2. Domaine d'application .....	40
2. Présentation de la région d'étude .....	41
2.1. Cadre géographique .....	41
3. Analyse climatique de la ville de Guelma: .....	41
3.1. Analyse des éléments de climat: .....	41
3.1.1. La température : .....	41
3.1.2. L'humidité relative : .....	42
3.1.3. Le vent : .....	43

3.1.4. Insolation (ensoleillement): .....	43
3.1.5. Précipitation : .....	44
4. Tableaux de Mahoney : .....	46
4.1. Précipitation et vent : .....	46
4.2. Température : .....	46
4.3. Humidité : .....	47
4.5. Limites de confort : .....	47
4.6. Diagnostic de température.....	48
4.7. Signification .....	48
4.8. Indicateurs .....	49
4.9. Les recommandations spécifiques.....	49
4.10. Les recommandations de détails.....	51
5. simulation : .....	53
5.1. Présentation du logiciel Ecotect: .....	53
5.2. Etape de travail par l'Ecotect : .....	53
5.2.1. Préparation : .....	53
5.2.2. Dessin : .....	53
5.2.3. Analyse:.....	53
5.3. Etude de la production : .....	54
5.4. Interprétation des résultats : .....	54
5.4.1. La salle de rééducation : .....	55
5.4.1.1. La période hivernale (journée du 21/12/):.....	55
5.4.1.1.1. La température : .....	55
5.4.1.1.2. La vitesse du vent: .....	55
5.4.1.2. La période estivale (journée du 21/06/):.....	56
5.4.1.2.1. La température de l'air: .....	56
5.4.1.2.2. La vitesse du vent: .....	56
5.4.1.3. La période Mi-saison (journée du 21/03/): .....	56
5.4.1.3.1. La température de l'air: .....	56

5.4.1.3.2. La vitesse du vent: .....	57
5.4.2. Salle électrothérapie : .....	57
5.4.2.1. La période hivernale (journée du 21/12/):.....	57
5.4.2.1.1. La température :.....	57
5.4.2.1.2. La vitesse du vent: .....	58
5.4.2.2. La période estivale (journée du 21/06/):.....	58
5.4.2.2.1. La température de l'air:.....	58
5.4.2.2.2. La vitesse du vent: .....	58
5.4.2.3. La période Mi-saison (journée du 21/03/): .....	59
5.4.2.3.1. La température de l'air:.....	59
5.4.2.3.2. La vitesse du vent: .....	59
Conclusion .....	59
CONCLUSION GENERALE :.....	59
<b>Chapitre IV : Les analyses conceptuelles</b>	
Introduction :.....	60
Les Recommandations :.....	60
Analyse des exemples .....	61
1.1. Situation et Implantation :.....	61
1.2. La surface de complexe:.....	62
1.3. Le choix du site sur les conditions suivantes : .....	62
1.4. Orientation :.....	62
1.5. Accessibilité: .....	62
1.6. Accès :.....	62
1.7. Les aires de stationnements : .....	62
1.8. La Volumétrie : .....	63
1.9. Plan de masse : .....	63
1.9.1. La station a été conçue suivant 2 principes : .....	64
- la semi-éclate :.....	64
-centralisation : .....	64

1.10. Les façades :	64
1.11. L'espace loisirs :	65
1.12. Administration:	65
1.13. Hébergement:	65
Administration.....	65
1.14. Le bloc thermal .....	67
1.15.1. R.D.C:.....	68
1.15.2. 1 <sup>er</sup> Etage :	69
Partie passants :	69
Partie curiste :	69
1.15.3. 2eme Etage :	71
1.16. Locaux techniques:.....	71
1.17. L'espace vert: .....	72
1.18. Les aires de jeux et de sport: .....	72
Synthèse: .....	73
2. Complexe thermale Taunus thermes:.....	74
2.1. Situation: .....	74
2.2. Analyse Architecturale:.....	74
2.2.1. Étude du plan de masse: .....	74
2.2.2. Accessibilité:.....	75
2.2. 3. Étude du volume:.....	76
2.3. L'organisation Spatiale: .....	77
2.3.1. Plan RDC :	77
2.3.2. Plan 1er Étage :	79
3. Programmation :	81
4. Analyse du terrain: .....	85
Introduction :	85
Quelques considérations sur la ZET :	85



Critères du choix de terrain .....	86
4.1. Localisation: .....	86
4.2. Critères de choix du terrain pour un établissement thermal:.....	87
4.3. Les richesses naturelles du site:.....	87
4.4. Présentation du terrain:.....	87
4.4.1. Situation:.....	87
4.4.2. Accessibilités: .....	88
4.4.3. Microclimat : .....	88
4.4.3.1. La Pluie :.....	88
4.4.3.2. La température :.....	88
4.4.3.3. Humidité :.....	89
4.4.3.4. Les vents : .....	89
4.4.3.5. Ensoleilment : .....	89
4.4.4. La morphologie:.....	90
4.4.5. Nature géologique et géotechnique: .....	90
5. Genèse de projet :.....	92
5.1. Etape 01 : .....	92
5.2. Etape 02 : .....	93
5.3. Etape 03 : .....	94
5.4. Etape 04 : .....	94
5.5. Etape 05 : .....	95
5.6. Étape 06 : .....	95
5.6. Étape 07 : .....	96
5.6. Plan de masse : .....	96
5.7. Volumétrie : .....	97
Conclusion générale :.....	97
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE .....	98

## Table des figures

Figure 1 : valeurs exprimées en Clo des tenues (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed) (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed) vestimentaires.....	18
Figure 2 : Concepts de la stratégie du froid (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed) ....	27
Figure 3 : Concepts de la stratégie du froid (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed) ....	28
Figure 4 : Diagramme bioclimatique (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed) .....	29
Figure 5: Zones de confort selon le diagramme bioclimatique de Givoni. (Source : www.weikpédia.com) .....	31
Figure 6: Situation (Source : www.greatbuilding.com).....	33
Figure 7 : les limites (Source : www.greatbuilding.com) .....	34
Figure 8 : le plan de masse (Source : www.greatbuilding.com).....	34
Figure 9 : Plan RDC (Source : www.greatbuilding.com).....	35
Figure 10 : Plan 1 <sup>er</sup> étage (Source : www.greatbuilding.com).....	35
Figure 11: confort journées d’hiver(Source : www.greatbuilding.com).....	38
Figure 12 : confort journées d’été(Source : www.greatbuilding.com) .....	38
Figure 13 : situation géographique de Guelma en Algérie (Source : www.weikpédia.com) .....	41
Figure 14 : Diagramme de la température mensuelle à Guelma période (2005-2014).....	42
Figure 15 : Diagramme de l’Humidité relative mensuelle à Guelma période (2005-2014) .....	42
Figure 16 : Diagramme de la Vitesse du vent mensuelle à Guelma période (2005-2014) .....	43
Figure 17: Diagramme de l’isolation à Guelma période (2005-14).....	44
Figure 18: Diagramme de la précipitation mensuelle à Guelma période (2005-14).....	45
Figure 19 : Salle de rééducation Source l’auteur .....	54
Figure 20 : Salle de rééducation.....	54
Figure 21 : Salle d’électrothérapie Source lauteur.....	54
Figure 22 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l’air intérieure (source : auteur) .....	55
Figure 23 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l’air intérieure (source : auteur) .....	56
Figure 24 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l’air intérieure (source : auteur) .....	57

Figure 25 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur) .....	58
Figure 26 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur) .....	58
Figure 27 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur) .....	59
Figure 28 : Situation et Implantation de hammam chellala (Source : <a href="http://www.weikpédia.com">www.weikpédia.com</a> ) .....	61
Figure 29 : La surface de complexe .....	62
Figure 30 : Volume du projet .....	63
Figure 31 : Plan de masse de Hammam challala .....	64
Figure 32 : Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'espace loisirs. ....	65
Figure 33 : Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'administration. ....	65
Figure 34 : Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'hébergement .....	67
Figure 35 : plan RDC .....	69
Figure 36 : plan 1 <sup>er</sup> étage .....	70
Figure 37 : plan 2 <sup>eme</sup> étage .....	71
Figure 38 : Situation du Bad Homburg. (Source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> )..	74
Figure 39 : plan de masse (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ). ....	74
Figure 40 : Accessibilité (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ).....	75
Figure 41 : Plan RDC (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ). ....	77
Figure 42 : Plan 1er étage (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ).....	79
Figure 43 : Situation du ZET Source : l'auteur.....	85
Figure 44: Plan de situation Source : l'auteur.....	87
Figure 45: Accessibilités Source : l'auteur .....	88
Figure 46: Les vents Source : l'auteur .....	89
Figure 47: Ensoleillement Source : l'auteur .....	89
Figure 48 : les coupes A-A et B-B Source : l'auteur .....	90

## **Table des photos**

Photo 1 : Photo de projet (Source : <a href="http://www.weikpédia.com">www.weikpédia.com</a> ).....	33
Photo 2: Les façades (Source : <a href="http://www.greatbuilding.com">www.greatbuilding.com</a> ).....	36
Photo 3 : Structure (Source : <a href="http://www.greatbuilding.com">www.greatbuilding.com</a> ).....	37

Photo 4 : Les aires de stationnements Source l'auteur.....	63
Photo 5 : Facade principale Source l'auteur .....	65
Photo 6 : Façade de Bungalow Source l'auteur .....	65
Photo 7 : Chambre à grand lits.....	66
Photo 8 : Chambre double.....	66
Photo 9 : Suite Source l'auteur .....	66
Photo 10 : Salle de bain. Source l'auteur .....	66
Photo 11 : Couloir Source l'auteur .....	66
Photo 12 : Hall de distribution. Source l'auteur.....	66
Photo 13 : Lingerie Source l'auteur .....	72
Photo 14 : Dépôt. Source l'auteur.....	72
Photo 15: Aires de jeux. Source l'auteur .....	72
Photo 16 : L'espace du parking.- L'espace thermal.- L'espace vert et de détente. (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ). .....	75
Photo 17 : Volume (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ). .....	76
photo 18: Vue intérieure (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ).....	78
Photo 19 : Vue intérieure (source/-[En ligne] : <a href="http://www.station/TaunusTherme.htm">www.station/TaunusTherme.htm</a> ).....	78
Photo 20 : SAUNA (Source : <a href="http://www.monlpllier-agglomeration.fr">www.monlpllier-agglomeration.fr</a> ).....	80
Photo 21 : Espace Solarium-Spa Espace Solarium-Spa (Source : <a href="http://www.monlpllier-agglomeration.fr">www.monlpllier-agglomeration.fr</a> ).....	80
Photo 22: source thermal Vue en dessus et en face Source : l'auteur.....	86
Photo 23: Les dolmain. Source : l'auteur.....	87
Photo 24: La cascade. Source : l'auteur .....	87
Photo 25 : L'olivier Source : l'auteur .....	91
Photo 26 : L'eucalyptus Source : l'auteur.....	91
photo 27: Le cupressus Source : l'auteur .....	91

### **Liste des Tableaux**

Tableau 1 : Valeurs de référence de température de l'air (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed).....	16
Tableau 2 : Facteur d'absorption en fonction de la couleur (Source : J.L.Izard, 1993) (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed) .....	25
Tableau 3:Le programme retenu du bloc thermal .....	84

## **1. Introduction :**

Avec les préoccupations grandissantes du développement durable, le secteur du bâtiment doit répondre à deux exigences primordiales: maîtriser les impacts de la consommation des énergies fossiles sur l'environnement extérieur, et assurer des ambiances intérieures saines et confortables. Ainsi, une vision globale du confort thermique qui tient compte de sa pluridisciplinarité est indispensable.

Le besoin de construire beaucoup, vite et pas cher, a engendré une rupture entre l'architecture, victime d'une nouvelle technologie de chauffage et de climatisation, et son environnement le plus proche. Nous assistons aujourd'hui à la réalisation d'édifices transparents, à travers l'utilisation excessive du modèle d'enveloppe mur-rideau, à cela s'ajoute le non-respect d'une meilleure conception architecturale soucieuse de la contrainte climatique et sans oublier la non-maitrise des paramètres thermiques de l'enveloppe de l'édifice.

Concevoir des bâtiments respectueux du confort et du bien-être de chacun tout en diminuant sérieusement l'énergie utilisée est le défi lancé à tous les acteurs de la filière construction.

En fait, l'ambiance thermique dans les bâtiments est un facteur important pour le confort des occupants car les températures extrêmes, qu'elles soient chaudes ou froides, peuvent provoquer des effets gênants et parfois mortels chez l'homme. Donc il y a lieu de définir tous les éléments et paramètres qui influent sur le confort thermique des occupants du bâtiment, ce qui fera l'objet du présent mémoire.

## **2. Problématique :**

Pour pallier aux retards en termes de réalisations d'infrastructures, l'Algérie s'est lancée dans un programme de réalisation intense, en faisant appel aux compétences nationales et internationales dans les différents secteurs dont le secteur d'équipements publics. Si en termes de rigidité et de résistance aux séismes, elle a largement répondu aux normes en vigueur, nous constatons malheureusement une défaillance dans les exigences du confort thermique.

Le bâtiment écologique pourrait s'avérer une réponse à cette inquiétude. Cette prise de conscience est aujourd'hui avérée et les efforts engagés tant du point de vue des innovations technologiques que du point de vue réglementaire et normatif dans les pays développés constituent un signal fort pour les pays émergents qui ont adhéré majoritairement à la lutte contre le réchauffement climatique, et se sont engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre (accords internationaux : Barcelone 1976, Rio de Janeiro 1992, Kyoto 1997, Copenhague 2009, Doha 2012), non ratifiés par les membres les plus polluants, soit les États-Unis, la Chine...

Les enjeux énergétiques et climatiques mondiaux nous rappellent l'urgence d'une utilisation raisonnée des ressources et la nécessaire mutation du secteur du bâtiment. Premier consommateur d'énergie et troisième émetteur de gaz à effet de serre. Il présente aussi d'autres effets, génère des déchets, les nuisances sonores, la perturbation du microclimat, la consommation d'eau.

En Algérie la consommation énergétique des bâtiments est estimée à 40 % de l'énergie totale. Près de 56 millions de TEP en 2014.

Notre travail s'inscrit dans une optique globale de recherche sur l'amélioration de l'aspect qualitatif, notamment le confort thermique dans les bâtiments publics et particulièrement les bâtiments de santé. À travers cette recherche, nous allons essayer de répondre à la préoccupation suivante :

**Comment garantir un confort thermique dans les équipements touristiques tout en minimisant la consommation énergétique ?**

### **3. Hypothèses :**

Afin de répondre à la question principale, nous émettons l'hypothèse suivante : **Une architecture bioclimatique pourrait garantir un confort thermique dans les équipements touristiques tout en permettant des économies d'énergies.**

### **4. Objectif :**

Afin de situer les problèmes du confort thermique dans notre cas d'étude, notre recherche a pour objectif de chercher les stratégies de conception à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer un niveau de confort thermique acceptable en étudiant le bâtiment au niveau des espaces et comment intégrer l'éco-conception afin d'apporter des solutions aux exigences du confort thermique et de réduire les besoins en chauffage et en rafraîchissement. Cet objectif est tributaire d'une enquête auprès des occupants de ces espaces et d'une campagne de mesure des paramètres thermiques de confort.

### **5. Méthodologie :**

#### **Cadre référentiel:**

Il s'agira d'établir un état de savoir sur la thématique de recherche en interrogeant les concepts clés à partir d'une recherche épistémologique, institutionnelle et en établissant la corrélation entre les différents concepts d'analyse

#### **Exemple similaire:**

Il s'agit d'une expérimentation sur un équipement international

- Les stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique

#### **Etude du contexte:**

Il s'agit de faire une analyse et proposer des solutions pour améliorer le confort thermique et des performances énergétiques en utilisant des stratégies passives.

*Chapitre I :*

*Définition des concepts*



## **Introduction :**

La qualité de vie à l'intérieur de l'espace a été souvent rapprochée à une appréciation thermique en premier lieu.

Assurer une sensation de chaleur en hiver et se préserver des fortes chaleurs en été est depuis longtemps un souci majeur pour les concepteurs. D'ailleurs, un des objectifs de l'architecture réside dans la satisfaction des occupants par le bien être thermique.

### **1. Définition du confort thermique :**

Dans la littérature, le confort thermique est défini de plusieurs façons différentes prenant en compte ou pas des différents éléments, le but étant selon De Dear (2004) d'offrir un climat intérieur sain assurant le bien être et n'affectant pas la productivité des utilisateurs.

Il est défini comme «un état dans lequel il n'y a pas d'impulsions de conduite pour corriger l'environnement par le comportement.. »<sup>1</sup>. L'occupant ne préférant ni un environnement plus chaud ni plus froid et exprimant ainsi sa satisfaction vis-à-vis de son ambiance thermique (Attia & Hensen, 2014). On peut en déduire que le confort thermique est considéré comme un état d'équilibre entre le corps humain et son environnement ou les activités d'échanges thermiques entre les deux entités sont quasi nulles, Givoni (1978) parle de mécanismes de thermorégulation qui sont à un niveau d'activités minimales.

ASHRAE (2010) présente de la même façon le confort thermique sauf qu'il met en évidence l'aspect psychologique pour atteindre la sensation de confort et le définit comme étant avant tout « un état de l'esprit dans lequel la satisfaction est exprimée vis-à-vis de l'environnement thermique », ce qui ajoute un paramètre subjectif à la détermination de la notion de confort.

Au final, il n'existe pas de manière unanime et conventionnelle de définition de la notion de confort thermique, ce dernier repose d'une part sur des facteurs physiques d'échanges thermiques entre le corps humain et son environnement afin de créer un équilibre thermique et d'autre part sur des facteurs plus subjectifs, à savoir physiologiques et psychologiques qui diffèrent d'un individu à un autre et qui ont relation avec l'humeur, les facteurs sociaux et culturels, comportementaux et d'adaptations (Djongyang & al., 2010).

### **2. Paramètres liés à l'ambiance extérieure :**

#### **2.1 La température de l'air ambiant :**

La température de l'air, ou température ambiante ( $T_a$ ), est un paramètre essentiel du

---

<sup>1</sup> Hensen, 1991, p.21

<sup>2</sup> 8 NEUF : « Climat intérieur/ confort, Santé, confort visuel » Revue européenne d'architecture N°77, novembre

confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires. Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de températures d'air se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe<sup>2</sup>.

Ainsi par exemple la réglementation générale française pour la protection du travail (RGPT)<sup>3</sup>, impose des valeurs de référence pour les températures de l'air, données par le tableau ci-dessous<sup>4</sup>.

Type de local	Température de l'air
<b>Locaux ou des gens habillés normalement sont au repos ou exercent une activité physique très légère. Par exemple : bureaux, salles de cours, salles d'attente, salles de réunion ou de conférence.</b>	21°C
<b>Locaux ou des gens peu ou pas habillés sont au repos ou exercent une activité physique très légère. Par exemple salles d'examens ou soins médicaux, vestiaires.</b>	23 à 25°C
<b>Locaux ou des gens habillés normalement exercent une activité physique très légère. Par exemple ateliers, laboratoires, cuisines.</b>	17°C
<b>Locaux ou des gens peu habillés exercent une grande activité physique Par exemple salles de gymnastique, salle de sport.</b>	17°C
<b>Locaux qui ne servent que de passage pour les gens habillés normalement. Par exemple corridors, cages d'escalier, vestiaires, sanitaire.</b>	17°C
<b>Locaux uniquement gardés à l'abri du gel. Par exemple garages, archives.</b>	5°C

Tableau 1 : Valeurs de référence de température de l'air (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed)

<sup>2</sup> 8 NEUF : « Climat intérieur/ confort, Santé, confort visuel » Revue européenne d'architecture N°77, novembre décembre 1978. p 12.

<sup>3</sup> Bodart M., «Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique », Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain, Faculté des sciences appliquées, Unité d'Architecture – Belgique. 2002. p.110.

<sup>4</sup> RGPT. (La réglementation générale française pour la protection du travail ) cite in. Bodart M., 2002 Op,cite .p.110.

## **2.2 La vitesse de l'air :**

La vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s<sup>5</sup>. Toutefois, à l'intérieur des bâtiments, ces vitesses demeurent limitées, ne dépassant pas généralement cette vitesse, sauf en cas de mauvaise conception du bâtiment ou du système d'aération. Elle peut, en revanche, être tenue pour responsable de l'apparition d'inconforts locaux, liés à la présence de courants d'air froids ou chauds localisés.

## **2.3 L'humidité relative de l'air :**

L'humidité relative de l'air influence les échanges évaporatoires cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur.

Selon Liébard A., entre 30% et 70%, l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique<sup>6</sup>. Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration<sup>7</sup>, le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort.

## **3. Paramètres liés à l'individu :**

### **3.1. La vêtue :**

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, à travers leurs résistances thermiques, en modifiant les échanges de chaleur, entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver.

les ambiances froides, ce rôle est pris en compte à travers la définition d'un indice de vêtue, exprimé en Clo<sup>8</sup>, caractérisant la résistance thermique d'un vêtement. (figure 1)

La nature du tissu, la coupe des vêtements et l'activité du sujet influencent aussi ces échanges thermiques avec l'environnement<sup>9</sup>.

---

<sup>5</sup> Liébard, A. et De Herde, A. « Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques ». Ed. Le Moniteur. Paris 2005 p. 30a.

<sup>6</sup> Liébard, A. et De Herde, A. (2005). Op.cit p. 29a.

<sup>7</sup> Salomon, T et Bedel, S., « La maison des [méga] watts, Le guide malin de l'énergie chez soi ». Ed. Terre vivante. Mens 2004. p. 25.

<sup>8</sup> 14 Clo : Unité d'isolement vestimentaire, 1 Clo = 0.155 m<sup>2</sup> °C.W-1).

<sup>9</sup> Thellier, Françoise. « L'homme et son environnement thermique – Modélisation ». Université de Paul Sabatier de Toulouse, 1999, p 65.

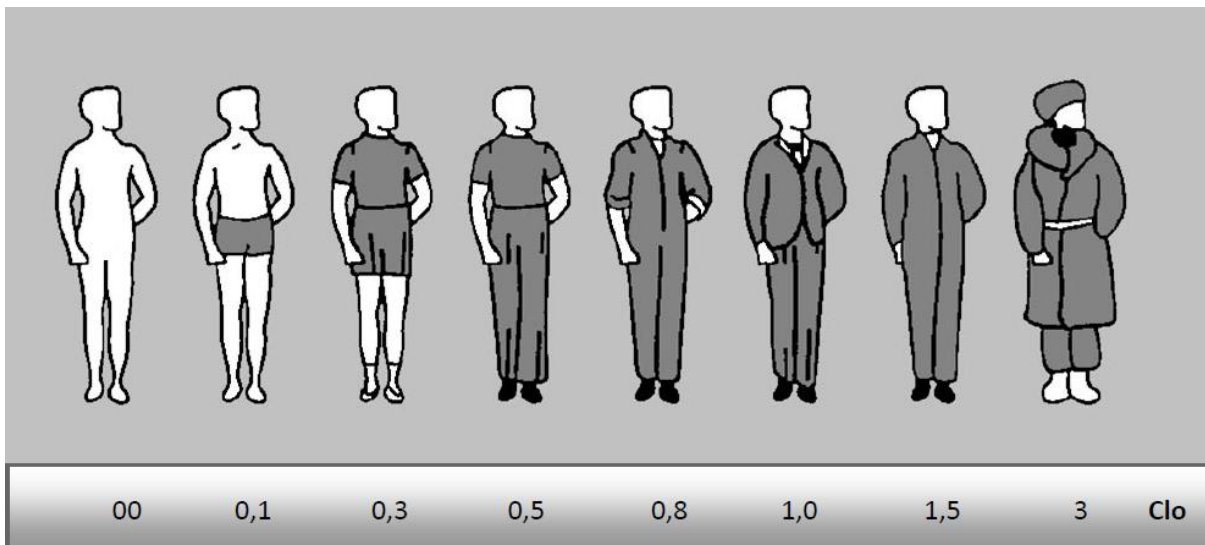


Figure 1 : valeurs exprimées en Clo des tenues (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed)

### 3.2 L'activité :

L'activité est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu, définissant directement le métabolisme de l'individu, c'est à dire la quantité de chaleur produite par le corps humain. Dans le cas d'une très forte activité, elle peut être responsable de sensations d'inconfort chaud, même en présence de conditions météorologiques très favorables. Il est à noter toutefois que, dans le cas d'une activité classique de bureau, les plages de variation du métabolisme demeurent limitées.

### 3.3. Paramètres liés aux gains thermiques internes :

Avec l'essor de la technologie et des besoins électriques (éclairage, électroménager,...), les apports de chaleur internes ont fortement augmenté. Les appareils électriques transforment en effet quasiment toute l'énergie qu'ils consomment en chaleur, Les postes informatiques sont également de vraies sources de chaleur et les occupants constituent eux aussi une autre source d'apports internes par leur métabolisme.

Les apports internes comprennent donc, toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autres que le système de chauffage.

Ces gains de chaleur dépendent du type du bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage.

D'après Hugues Boivin<sup>10</sup>, le confort de l'espace est directement influencé par le taux de ces gains internes, on peut dire que ces apports sont inévitables dès lors que les locaux sont habités. Il faut noter cependant que ces apports sont variables selon le comportement des occupants, et qu'ils

<sup>10</sup> Hugues Boivin « la ventilation naturelle Développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale », Mémoire de maîtrise, université Laval Québec, 2007, p 115

constituent donc un facteur d'aggravation de l'inconfort chaud, sur lequel les moyens d'action architecturaux sont limités. Seuls, une bonne ventilation et un comportement adéquat de l'occupant peuvent réduire ces apports ou leur influence sur la température intérieure<sup>11</sup>.

### **3.4. Les paramètres affectant le confort thermique :**

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres :

Les paramètres physiques d'ambiance, au nombre de quatre, sont la température de l'air, la température moyenne radiante, la vitesse de l'air, et l'humidité relative de l'air ;

Les paramètres liés à l'individu, ils sont multiples, on recense notamment deux paramètres principaux qui sont l'activité et la vêtue de l'individu ;

Les Paramètres liés aux gains thermiques internes, gains générés dans l'espace par des sources internes autres que le système de chauffage. (Éclairages, appareils électriques, postes

Informatiques .....).

## **4. Les approches du confort thermique :**

### **4.1. Approche statique du confort thermique :**

#### **4.1.1. L'aspect physiologique du confort thermique :**

Cette énergie dégagée essentiellement sous forme de chaleur se propage de l'intérieur vers l'extérieur de l'organisme, véhiculé par la conduction tissulaire et surtout par la convection sanguine. La répartition énergétique et les coefficients locaux d'échange de chaleur font que, globalement, le noyau central est à une température de l'ordre de 37 °C, alors que la surface périphérique (peau) est comprise entre 29-30 °C aux pieds et 34-35 °C au niveau de la tête.

Ces températures sont susceptibles de varier, au quotidien, en réponse à des perturbations internes et externes<sup>12</sup>.

La température interne varie essentiellement en fonction de l'activité de l'individu.

Les déplacements et les activités musculaires dégagent de la chaleur dans les muscles ; cette chaleur est véhiculée par le sang, elle est donc distribuée centralement et modifie la température interne.

#### **4.1.2. L'aspect physique du confort thermique :**

Le maintien de la température interne du corps humain autour de 37°C nécessite un équilibre thermique avec son environnement. Pour cela, la chaleur produite à l'intérieur du corps

---

<sup>11</sup> Izard-L. «Architectures d'été construire : pour le confort d'été», Edition Edisud, 1994, p141

<sup>12</sup> ASHRAE, 1997

humain et véhiculée à sa surface cutanée doit être compensée par des déperditions de chaleur dans l'environnement. Les fluctuations dans les conditions externes et internes impliquent un état d'équilibre dynamique, l'homéostasie. Si la chaleur produite dans le corps dépasse celle perdue à l'environnement, le corps se réchauffe et sa température interne s'élève et dans le cas inverse il se refroidit avec un abaissement de sa température interne.

#### **4.1.3. Les échanges thermiques du corps humain :**

L'écriture mathématique des transferts de chaleur entre le corps humain et son environnement est basée sur une approche mixte analytique/empirique. Les bases de la théorie du transfert de chaleur permettent de décrire les différents mécanismes des échanges de chaleur sensible et latente, alors que les expressions empiriques sont utilisées pour déterminer les valeurs des coefficients d'échange de chaleur.

##### **4.1.3.1. Les échanges de chaleur par conduction :**

La conduction concerne l'échange de chaleur par contact direct entre certaines parties du corps et une surface de température différente (le sol, les parois ou le mobilier). Par exemple un matériau effusif plus froid que la peau, par contact « pompe » de la chaleur au corps humain en donnant une sensation de froid<sup>13</sup>.

##### **4.1.3.2. Les échanges de chaleur par convection :**

La convection est le transfert de chaleur entre la peau et l'air qui l'entoure. Elle dépend de la différence entre la température de l'air et celle de la surface exposée, peau ou vêtement. Si la température de la peau est supérieure à la température de l'air, la peau va se refroidir. Dans le cas contraire, elle va se réchauffer.

##### **4.1.3.3. Les échanges de chaleur par rayonnement :**

L'échange par rayonnement est le mode d'échange de chaleur à distance entre deux corps par ondes électromagnétiques. Il s'agit principalement d'échanges, entre la surface du corps et les surfaces de la pièce. Ainsi, des inconforts froids peuvent être perçus par rayonnement à proximité des parois froides (exemple: mur mal isolé, fenêtre simple vitrage).

##### **4.1.3.4. Les échanges de chaleur par évaporation :**

Nous distinguons deux types d'évaporation cutanée, à savoir perspiration et transpiration.

- La perspiration est un phénomène d'évaporation diffusive continue liée à la présence permanente d'eau sur la peau. La quantité d'eau évaporée par perspiration est fonction des

---

13

conditions hygrométriques de l'air ambiant, mais avoisine 11 g/h par m<sup>2</sup> de peau<sup>14</sup>.

- La transpiration (sudation) est un processus de régulation qui se déclenche dès lors que le corps n'est plus en équilibre thermique<sup>15</sup>.

#### **4.1.4. L'aspect psychologique du confort thermique :**

L'aspect psychologique concerne la sensation et le comportement de l'individu dans un environnement thermique. Hensel suggère que l'activité thermo sensorielle qui amène à donner des jugements sensoriels est qualitative, elle dépend de l'expérience sensorielle et ne peut pas être basée uniquement sur la physique et la physiologie<sup>16</sup>.

#### **4.2. Approche adaptative du confort thermique :**

L'approche adaptative considère que les personnes ne sont pas passives vis-à-vis de leur environnement intérieur, mais jouent un rôle actif dans le maintien de leur confort thermique, c'est-à-dire que l'homme peut agir sur son environnement en fonction de ses besoins et de sa perception du climat<sup>17</sup>.

Humphreys considère le principe suivant : « si une modification des conditions climatiques se produit et provoque de l'inconfort, les personnes entreprendront des actions visant à rétablir leur confort » L'ensemble de ces actions constituent la base de l'adaptation, plus le bâtiment est équipé de moyens d'adaptation et plus l'occupant est susceptible d'y éprouver du confort. D'après Nicol et Humphreys<sup>18</sup>, si nous étions libres d'utiliser tous ces leviers d'action, le confort thermique ne serait pas un problème, le problème naît du fait qu'il existe de nombreuses contraintes limitant notre capacité à entreprendre l'une ou l'autre de ces actions.

De Dear, cité par Moujalled<sup>19</sup>, classe les actions d'adaptation envisageables en trois formes : comportementale d'ajustement, physiologique d'acclimatation et psychologique d'accoutumance.

##### **4.2.1. Adaptation comportementale d'ajustement :**

Les ajustements comportementaux jouent un rôle très important dans l'acceptabilité des ambiances et le maintien du confort thermique. Ils sont plus ou moins conscients et peuvent devenir

---

<sup>14</sup> Cordier, N. « développement et évaluation de stratégies de locaux de grandes dimensions », thèse de doctorat 2007, p 321

<sup>15</sup> Cordier, N. (2007), op cit,

<sup>16</sup> Parsons, 2003

<sup>17</sup> 34Hugues, Boivin., « la ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale », 2007, p103

<sup>18</sup> Nicol F., Humphreys M., «Derivation of the adaptive equations for thermal comfort in free-running buildings in European standardcite » cite in Grignon-Masse., L 2010, op cit

<sup>19</sup> Moujalled, B. « Modélisation dynamique du confort thermique », thèse de doctorat, présentée à l'institut des sciences appliquées de Lyon .France. 2007. p50

inconscients dans un climat ou une culture particulière. Ils peuvent être classés en quatre catégories selon leurs effets :

- 1 - Modifier la production de chaleur interne (réduire ou augmenter le niveau d'activité, faire une sieste, prendre une boisson chaude ou froide),
- 2 - Modifier les échanges de chaleur du corps avec l'environnement (ajouter/enlever une pièce de vêtement, augmenter/réduire la surface d'échange en modifiant la posture),
- 3 - Modifier les conditions de l'ambiance thermique (ouvrir ou fermer une fenêtre ou un store, ajuster le thermostat, déclencher un ventilateur, un climatiseur ou un chauffage d'appoint, etc.),
- 4 - Changer l'environnement thermique (se déplacer vers une autre pièce, renforcer l'isolement thermique des locaux, installer un store, un ventilateur de plafond, ou un climatiseur, etc.).

## **5. Confort thermique et architecture bioclimatique:**

### **5.1. La conception bioclimatique :**

L'homme a toujours construit un abri pour se préserver des contraintes climatiques, construire bioclimatique, c'est accepter l'idée que chaque bâtiment est un projet individuel. Dans un même site, deux bâtiments côte à côte, peuvent être construits différemment parce qu'ils n'auront pas les mêmes caractéristiques de terrain, de limites, d'orientation, et de voisinage immédiat. L'architecture bioclimatique est donc, une architecture qui cherche à tirer parti de l'environnement plutôt que de le subir, afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort. Cette architecture va utiliser l'énergie solaire passive à son avantage pour réaliser une ambiance intérieure confortable.

L'intérêt du « bioclimatique » va donc du plaisir d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui est en fait un élément fondamental de l'art de l'architecture.

### **5.2. Les principes de base de l'architecture bioclimatique :**

L'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. Cette architecture permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien-être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. Ces principes sont fondés sur un choix judicieux de la forme du bâtiment, de son implantation, de la disposition des espaces, des matériaux utilisés et de l'orientation en fonction des particularités du site : climat, vents dominants, qualité du sol,



topographie, ensoleillement et vues. Nous présentons d'abord les bases de conception d'ensemble qui conditionnent le choix d'un parti architectural, pour ensuite nous intéresser aux bases de détail.

### **Les bases de conception d'ensemble :**

#### **5.2.1. La localisation du bâtiment :**

Le choix d'implantation d'un bâtiment influence directement sur le degré de confort thermique que ce dernier peut procurer à ses occupants, à cause de l'incidence du soleil, des vents dominants sur son enveloppe et de sa situation dans son environnement.

La localisation du bâtiment dans son site, selon Pierre Fernandez est un préalable de l'intégration de la composante énergétique dans la maîtrise des ambiances architecturales.

Selon cet auteur, réussir une insertion du bâtiment, revient à exploiter le potentiel du site et procéder à l'analyse de l'interaction du projet avec les éléments caractéristiques de ce dernier, comme le relief, le contexte urbain, le type de terrain, la végétation, l'ensoleillement et enfin le vent.

#### **5.2.2. L'orientation :**

Givoni, place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures d'un bâtiment. Il définit, l'orientation d'un bâtiment par la direction vers laquelle sont tournées ces façades. Ce facteur est soumis à de nombreuses considérations, telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat. En effet, l'orientation des bâtiments détecte la qualité en affectant son ambiance intérieure de deux manière et ce par la régulation de deux facteurs climatiques distinctes :

- \* Le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement sur les murs et pièces orientées selon différentes directions.
- \* La ventilation en rapport avec la direction des vents dominants et l'orientation de la construction.

Ainsi, les différentes orientations des façades d'un bâtiment se présentent comme suit :

L'orientation sud est généralement génératrice de chaleur et de lumière, les espaces orientés vers cette direction seront les pièces de vie consacrées aux activités de jour, comme le salon, salle à manger, cuisine et bureau. Ces pièces doivent posséder de grandes ouvertures vitrées pour mieux capter le rayonnement solaire. Toutefois une attention particulière devra être portée quant aux apports solaires. Ainsi, l'intégration de protection solaire est indispensable.

Les pièces peu utilisées et à faible température sont à placer de préférence coté Nord de l'habitat, il s'agit de zones tampons. Elles sont moins utilisées, mais jouent un rôle protecteur vis-à-vis du froid. La mise en place de ces zones permet de réduire jusqu'à 30 % la déperdition thermique totale. La salle de bain, le garage, la buanderie, les escaliers, le cellier, les couloirs, etc. constituent des zones tampons idéales.

-A l'est et au sud-est, les chambres profitent du soleil levant, source d'éblouissement lumineux.

-A l'ouest et au sud-ouest, ces pièces bénéficient du soleil couchant, mais elles subissent des surchauffent difficiles à contrôler en fin de journée.

### **5.2.3. La ventilation naturelle :**

La gestion du confort d'été passe par la possibilité de ventiler avec de l'air frais une habitation. La capacité de rafraîchissement est disponible comme de jour ou de nuit.

En hiver, cette option n'est valable que si un jour fait bon pour aérer la maison. L'air mobile est très favorable à des déperditions de chaleur. Par conséquent, l'impact de la ventilation sur un bâtiment n'est pas négliger, car elle augmente les pertes par convection.

### **5.2.4 La forme et compacité :**

Une habitation confortable ne peut être que de forme simple et compacte. Toutefois, la forme du bâtiment influe sur :

-Le bilan global de l'éclairage énergétique du soleil ;

-Le taux de déperditions thermiques ;

-L'écoulement des flux aux abords des bâtiments.

Ainsi, selon V.Olygay (1963), la forme optimale d'un bâtiment correspond à celle qui permet de perdre un minimum de chaleur en hiver et d'en gagner un minimum en été. Il précise que :

- La forme allongée dans la direction est-ouest, donne de meilleurs résultats pour tous les climats.
- Par contre le carré, n'est pas optimale quelle que soit la localisation de la construction.
- Et toutes les formes allongées dans la direction nord-sud sont encore moins efficaces que la forme carrée.

**5.2.5. L’ensevelissement et les revêtements extérieurs de l’enveloppe :**

Selon l’orientation de la façade ou de la toiture, on devrait choisir des qualités de revêtement où des couleurs de parois opaques dans des gammes qui atténuent les gains solaires (facteur d’absorption faible) et favorisent l’émission de chaleur par rayonnement infrarouge (facteur d’émission élevé). Pour limiter la surchauffe, seul le revêtement des faces exposées au soleil est sensible.

Cheng.V<sup>20</sup> affirme que l’application de la couleur de surface claire sur une façade est un moyen très efficace pour réduire la température intérieure et participe donc à la protection solaire du bâti en climat chaud et humide

La modification des propriétés physiques des surfaces extérieures constitue le moyen le plus facile de contrôle des quantités de rayonnement absorbé, ce moyen comprend le changement de couleur ou de texture.

Des couleurs différentes absorbent des quantités variables de lumière naturelle. Ainsi, dans le (tableau), il sera donné les coefficients d’absorption selon leurs catégories.

Catégorie	Claire	Moyenne	Sombre	Noire
Absorptivité	$a < 0.5$	$0.5 < a < 0.7$	$0.7 < a < 0.9$	$a > 0.9$
Couleurs	Blanc, Crème, Orange, Rouge clair	Rouge sombre, Vert clair, Bleu clair	Brun, Vert sombre, Bleu vif, Bleu sombre	Noir, Brun sombre

Tableau 2 : Facteur d’absorption en fonction de la couleur (Source : J.L.Izard, 1993) (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed)

**5.2.6. Protection solaire et vent dominant :**

Les dispositifs de protections solaires ont pour but de minimiser la surchauffe et de contrôler l’éblouissement lumineux. Ils peuvent, soit s’intégrer structurellement à l’architecture par des (proches, vérandas, brise-soleil, débord de toiture), ou s’appliquer à l’enveloppe (stores, peirciennes, volets). Ils peuvent également être fixes ou mobiles, intérieures ou extérieures, verticales ou horizontales. Les protections solaires peuvent être aussi, liées à l’environnement,

<sup>20</sup>CHENG.V, NG.E & GIVONI.B: « Effect of envelope color and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate » Solar Energy 2005.. 89 Liebard.A Et De Herde.A, 2005,OpCit

autant naturel ou construit, comme la végétation, le relief ou même des masques provoqués par des bâtiments voisins.

### **5.2.7. Isolation thermique :**

Pour avoir un confort thermique, une isolation thermique est plus que nécessaire.

En hiver, l'isolation donne une bonne sensation de confort tout en limitant sa note de chauffage.

En été, le confort sera obtenu en associant les atouts de cette isolation à une forte inertie thermique de la maison ainsi la température intérieure sera maintenue stable et la plus fraîche possible sans recours à la climatisation.

En effet, d'après (P.de Haut (2007)), une maison chauffée perd continuellement une partie de sa chaleur. Les grosses fuites de chaleurs s'effectuent par les surfaces : toiture, murs et vitrages. Ces points sensibles d'une habitation peuvent générer jusqu'à 60% des déperditions en chaleur, les joints entre les parois laissent également fuir la chaleur appelée « ponts thermiques ». Ces derniers peuvent participer de 5 à 25 % à la fuite de chaleur.

Les déperditions thermiques peuvent être surfaciques par transmission à travers les parois opaques et vitrages, linéiques à travers tous les angles de l'habitat et ponts thermiques ou encore des déperditions par renouvellement d'air.

## **6. Les stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique :**

Fondée sur des choix judicieux de la forme du bâtiment, de son orientation en fonction des particularités du site (climat, ensoleillement, vents dominants, topographie...etc.), de la disposition des espaces, des matériaux utilisés....., l'architecture bioclimatique est une conception qui vise l'utilisation des éléments favorables du milieu pour la satisfaction du confort et du bien-être de l'homme.

En été comme en hiver, l'architecture bioclimatique a développé des stratégies passives, profitant des aspects favorables de l'environnement, pour créer une ambiance intérieure confortable, deux stratégies résument l'approche bioclimatique du confort thermique.

### **6.1. Système de chauffage solaire passif. (Confort d'hiver) :**

S'il est important de se protéger des surchauffes en été, il est tout aussi important de récupérer des calories en période froide pour se chauffer.

Les principes de la stratégie de chaud (ou systèmes de chauffage solaire passif) sont les suivants :

capter le rayonnement solaire, stocker l'énergie ainsi captée, distribuer cette chaleur dans le bâtiment, réguler cette chaleur et enfin éviter les déperditions dues au vent.

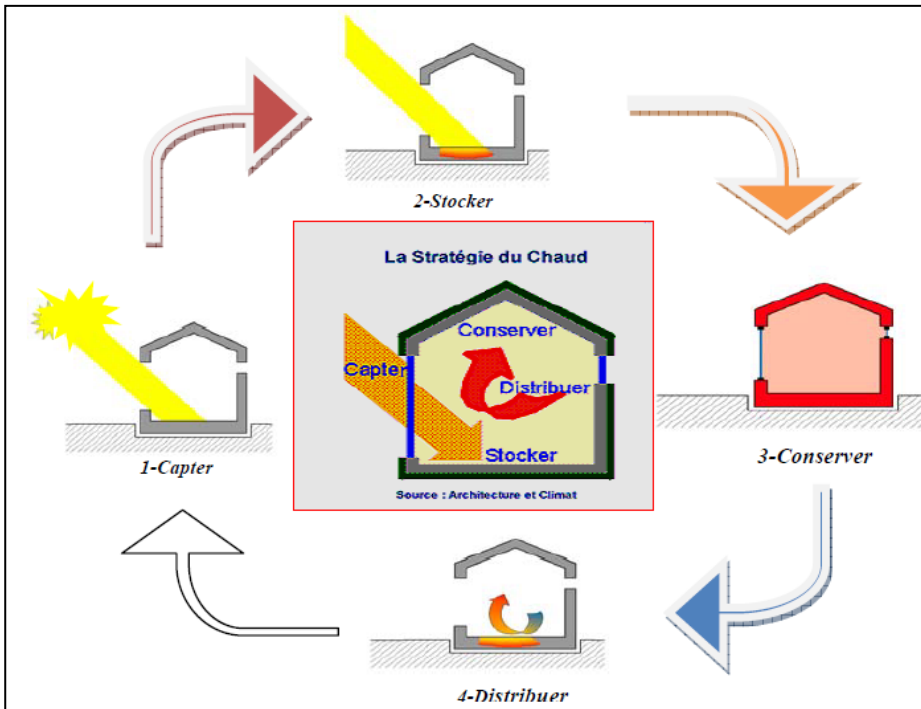


Figure 2 : Concepts de la stratégie du froid (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed)

## 6.2. Système de rafraîchissement passif (confort d'été) :

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

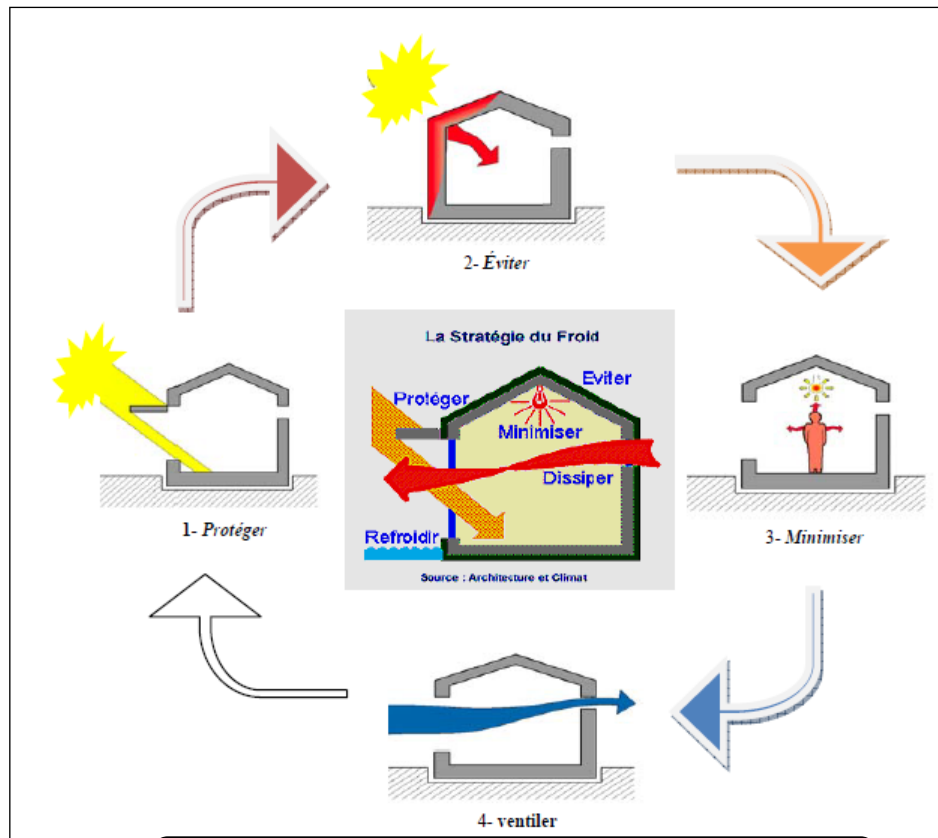


Figure 3 : Concepts de la stratégie du froid (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed)

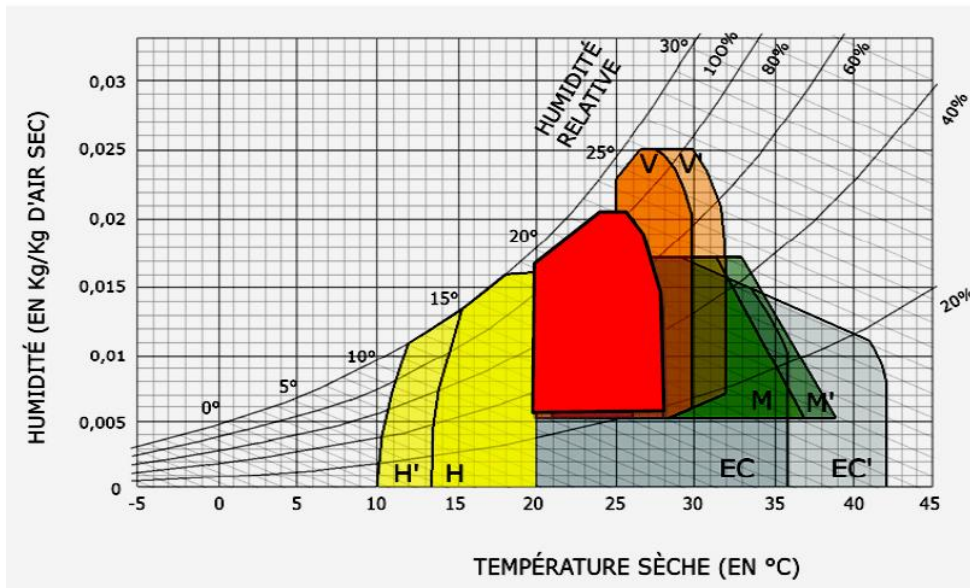
## 7. Les outils graphiques d'évaluation du confort thermique :

En plus des indices thermiques, diverses recherches ont été entamées pour connaître les limites du confort thermique sous forme diagrammes bioclimatiques. En 1953 le premier « diagramme bioclimatique » a été proposé par V. Olgyai. Il était le premier à mettre au point une procédure qui est basée sur un diagramme bioclimatique ou il détermine une zone de confort avec des plages d'été et d'hiver et les mesures de correction dans le cas où la combinaison entre l'humidité et la température se situe hors la zone de confort. Aussi les tables de Mahoney qui sont une série de tableaux de référence d'architecture, sont utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments confortables, adaptés aux conditions climatiques.

### 7.1. Définition du diagramme bioclimatique :

Le diagramme bioclimatique est un outil d'aide à la décision globale du projet permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation, il est construit sur un diagramme psychrométrique (appelé aussi diagramme de l'air humide)(figure 4)<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Izard, J-L. Kaçala, O. « Le diagramme bioclimatique » Envirobot-Méditerranée, laboratoire abc, Esna- Marseille, 2008 téléchargé le 10 Mai 2010 à partir du site <http://www.marseille.archi.fr/~izard/>.2008



- zone du confort thermique
- zone d'influence de la ventilation à 0,5m/s (VV')
- zone de l'inertie thermique (MM')
- zone d'influence du refroidissement évaporatif (EC et EC'),
- zone de non-chauffage par la conception solaire passive (H et H')

Figure 4 : Diagramme bioclimatique (Source : mémoire de Mr MAZARI Mohammed)

Sur ce diagramme sont représentées<sup>22</sup> :

- La zone de confort hygrothermique tracée pour une activité sédentaire, une vitesse d'air minimale (en général 0,1 m/s) et les tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été.

L'extension de la zone de confort hygrothermique due à la ventilation par augmentation de la vitesse d'air de 0,1 à 1,5m/s;

- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique associée à la protection solaire ;
- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'utilisation de systèmes passifs de refroidissement par évaporation;
- La zone des conditions hygrothermiques qui nécessitent l'humidification de l'air

<sup>22</sup> Izard, J-L. Kaçala, O. (2008) op cit 65 Tittlein, Pierre. « Environnements de simulation adaptés à l'étude du comportement énergétique des bâtiments basse consommation », université de Savoie, 2008, p 220

- La zone des conditions hygrothermiques compensables par une conception solaire passive du bâtiment.

Le diagramme bioclimatique trouve son utilité dès que les conditions climatiques s'écartent du polygone de confort, la distance qui sépare ces conditions des limites du polygone suggère dans le diagramme bioclimatique les solutions constructives et fonctionnelles qu'il faut adopter pour concevoir un bâtiment adapté: ventilation, inertie thermique, protection solaire, utilisation des systèmes passifs.

Cette méthode graphique permet de bien se rendre compte de quelques techniques que l'on peut utiliser pour améliorer le confort dans le bâtiment. On peut voir par exemple que plus la vitesse de l'air n'est importante, plus la zone de confort n'est grande. Une ambiance peut donc être confortable avec une température de 30°C si la vitesse de l'air est de 0,5 m/s, de même, on se rend compte qu'à une température donnée, si l'on baisse l'humidité de l'air, on peut passer d'une zone d'inconfort à une zone de confort. C'est ce qui est utilisé dans les systèmes de climatisation, qui en même temps apportent de la fraîcheur à un local, diminuent son taux d'humidité<sup>23</sup>.

Le diagramme bioclimatique n'est pas un outil de dimensionnement précis du projet, mais il constitue bien un guide pour aider l'architecte à prendre les bonnes décisions en phase esquisse<sup>24</sup>.

## **7.2. Diagramme de Givoni**

Se basant sur les études antérieures d'Olgyay, Givoni a élaboré une méthode expérimentale où il représente les limites des ambiances confortables sur un diagramme psychométrique courant. Il présente une méthode plus performante que celle de V. Olgyay, dans l'évaluation des exigences physiologiques du confort.

Givoni définit le confort en considérant la personne en état d'activité, Par l'intermédiaire de son diagramme bioclimatique, il a prouvé qu'avec l'application des concepts de l'architecture, l'effet de variation climatique de l'environnement extérieur peut être réduit au minimum<sup>25</sup>. Il a alors mis au point un outil synthétisant les zones thermo-hygrométriques et les moyens d'intervention par des dispositifs architecturaux ou techniques qui peuvent être utilisés pour remédier aux

---

<sup>23</sup> Tittlein, Pierre. « Environnements de simulation adaptés à l'étude du comportement énergétique des bâtiments basse consommation », université de Savoie, 2008, p 220

<sup>24</sup> Izard-L. Kaçala,O (2008)',op cit

<sup>25</sup> The demonstration component of the Joule-Thermie programme.European commission thermie. [en ligne]

<http://erg.ucd.ie/ttp.html>



sollicitations du climat<sup>26</sup>. Ceci est exprimé sur un diagramme psychométrique ou bioclimatique (figure 5), présenté dans son ouvrage « L'homme, l'architecture, le climat »<sup>27</sup>.

La zone de confort est positionnée au centre, l'aire extérieure à cette zone est subdivisée en zones secondaires, où l'auteur propose différentes procédures permettant de réintégrer les conditions de confort. Givoni a procédé dans l'élaboration de ses zones climatiques à des exigences de confort universelles. Sa zone de confort se situe entre les températures 20 et 27 °C<sup>28</sup>

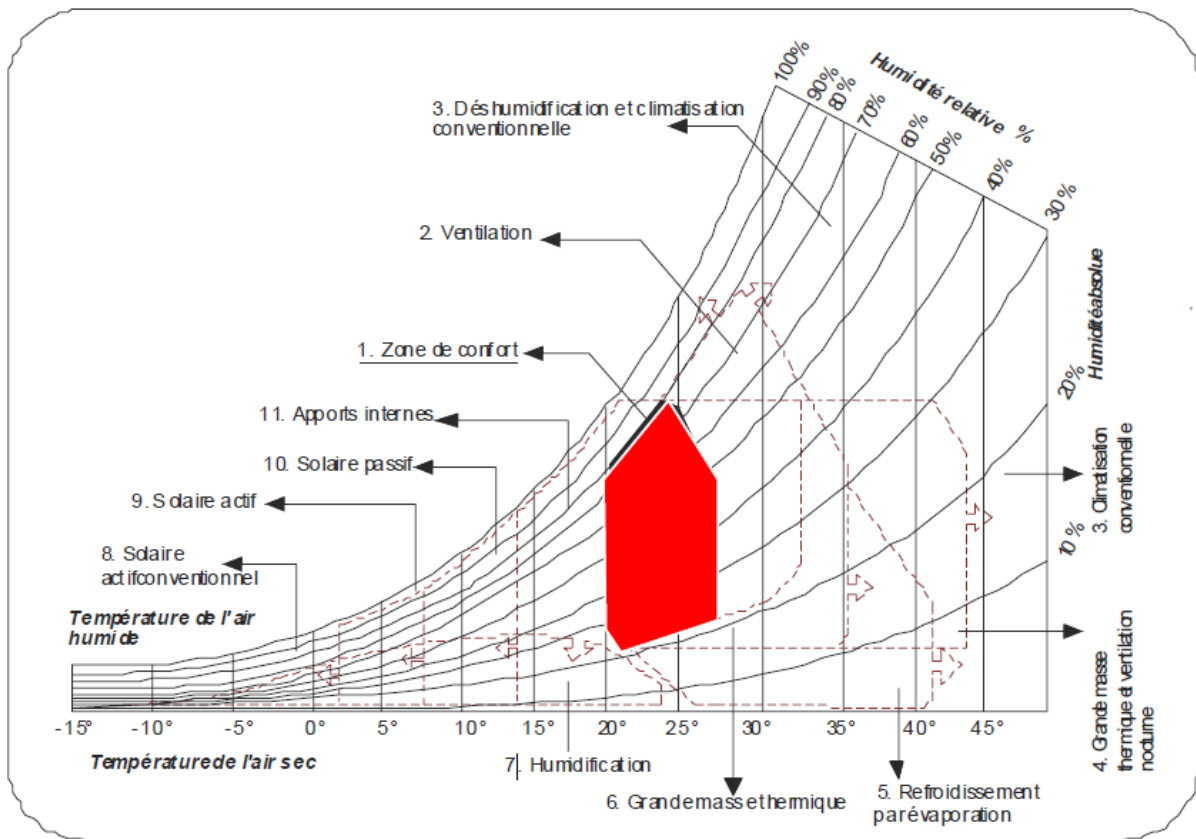


Figure 5: Zones de confort selon le diagramme bioclimatique de Givoni. (Source : www.weikpédia.com)

### 7.3. Tables de Mahoney

Carl Mahoney a développé une méthode de traitement des données climatiques très simple, constituée d'une suite de tableaux.

Les tables de Mahoney sont une série de tableaux de référence d'architecture utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments confortables, adapté aux conditions climatiques. Ces tables qui

<sup>26</sup> Chatelet, A. et al., « Architecture climatique, une contribution au développement durable » Tome 2, Concepts et dispositifs, Editions Edisud, Aix-en-Provence, France. 1998. p19.

<sup>27</sup> Givoni, B. (1978), Op. cit. p 330.

<sup>28</sup> Ould-Hennia, A. « Choix climatiques et construction, zones arides et semi-arides : la maison à cour de Boussaâda ». Thèse de doctorat, école polytechnique Fédérale de Lausanne, suisse, 2003, p180.

tirent leur nom de l'architecte Carl Mahoney qui les a créées, sont constituées d'une suite de 6 tableaux<sup>29</sup>

Quatre sont utilisées pour entrer les données climatiques :

1-Températures : moyennes mensuelles des températures maximales et minimales.

2-Humidité, précipitations et vent.

3-Comparaison des limites de confort et du climat.

4-Indicateurs : par combinaison des données des tables précédentes, classification de l'humidité ou de l'aridité pour chaque mois.

Les deux autres tableaux indiquent les recommandations architecturales à respecter telles que la forme et l'orientation du bâtiment, la position, la dimension ou l'exposition des ouvertures.....etc. (Voir chapitre III).

En fonction des données climatiques (Températures, Humidités relatives, Précipitations, du site d'intervention, la méthode de Mahoney va aider l'architecte à prendre les meilleurs décisions en phase esquisse.

### **Conclusion :**

Exposé à un environnement thermique, le corps humain réagit par une interaction dynamique mobilisant un ensemble de réactions rétroactives, volontaires et involontaires, qui permettent de contrôler les échanges thermiques avec cet environnement afin de satisfaire son confort thermique.

L'environnement thermique est caractérisé par quatre grandeurs physiques (la température de l'air, la température de rayonnement, l'humidité et la vitesse de l'air). Ces variables réagissent avec l'activité et la vêtue du corps humain pour établir son état thermique et constituent ensemble les six paramètres de base des échanges thermiques entre l'homme et son environnement. Mais au delà de ces variables, la perception thermique d'un environnement peut être influencée par des variables physiologiques, psychologiques et sociologiques.

---

<sup>29</sup> 71Ould-Hennia, A. (2003) op cit, p180

*Chapitre II :*  
*L'état de l'art*

## Introduction

Dans ce chapitre, nous allons exposer une expérience montrant l'apport de l'architecture bioclimatique dans le domaine de l'amélioration du confort thermique.

### 1. Ecole maternelle « Les Platanettes / Jean Carrière » à Nîmes (30) :

1.1. Maitrise Ouvrage : Ville de Nîmes

1.2. AMO HQE : CSD Ingénieurs

1.3. Maitrise d'OEuvre :

1- Architectes : Tectoniques/Atelier GA

2- Structure Bois : Anglade Structure

3- Bureau Etude : IGBAT

4- Référent HQE Moe : INDDIGO

5-Bureau de Contrôle : BTP Consultant



Photo 1 : Photo de projet (Source : [www.weikpédia.com](http://www.weikpédia.com))

### 2. Situation :

L'école maternelle « Jean Carrière » à Nîmes est située dans le quartier Haute Margaille, au Sud-Est du centre-ville, dans un tissu pavillonnaire. L'ancienne école des Platanettes, installée dans des bâtiments préfabriqués, a été démolie pour faire place à un projet contemporain, avec un engagement de la maîtrise d'ouvrage sur des objectifs environnementaux ambitieux, particulièrement adaptés au climat méditerranéen.



Figure 6: Situation (Source : [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com))

La parcelle est caractérisée par son cadre paysager. De grands platanes existants forment une armature végétale remarquable, qualifient généreusement l'ambiance du lieu et sont des régulateurs climatiques naturels. Le projet en préserve la majeure partie et les intègre comme acteurs de premier plan dans la conception de l'édifice.



Figure 7 : les limites (Source : www.greatbuilding.com)

Le deuxième élément majeur concerne l'habitabilité du terrain, avec une forte contrainte hydraulique. La rue des Anciens Combattants, qui longe le projet, est un couloir de ruissellement des eaux pluviales. Le Plan de prévention des risques d'inondation de la Ville de Nîmes, limite l'occupation du rez-de-chaussée et impose l'installation des classes au premier étage. Ce dispositif, assez atypique pour une école maternelle, est exploité par les architectes, qui proposent un bâtiment suspendu dans les frondaisons des platanes. Depuis les classes, le tableau proposé aux enfants est naturaliste, poétique et inhabituel. Le rez de chaussée, peu construit, offre un ombrage généreux pour les préaux et les stationnements.

### 3. Le plan de masse :

Afin d'atténuer la masse et l'impact du projet, le bâtiment est décomposé en quatre volumes, qui semblent se glisser entre les arbres. Ces volumes, occupés par les classes et le centre de loisirs, sont posés sur une série de murs en pierre massive, disposés sur les files Est-Ouest et sur des lignes de fins poteaux métalliques, dans le sens Nord-Sud. Ce contraste lourd-léger est une des marques de fabrique du projet.

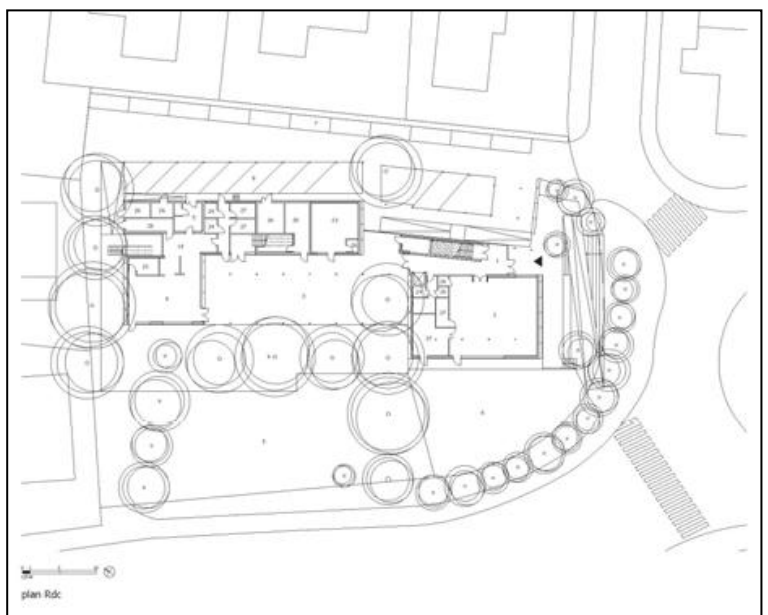


Figure 8 : le plan de masse (Source : www.greatbuilding.com)

## 4. Les plans :

Le plan cruciforme assure un fonctionnement simple et lisible. Les circulations ne se résument pas à de simples couloirs. Elles sont traitées comme des lieux de vie, largement ouverts sur le paysage. Et offrent des vues sur les quatres orientations.

### 4.1. Le programme :

1. 5 classes maternelles
2. Un centre de loisirs pouvant fonctionner indépendamment
3. Un service restauration
4. Salle polyvalente
5. Contrainte hydraulique, zone à fort courant pas de classes en rez-de-chaussée
6. Terrain d'assise exigu
7. Un plafond de hauteur constructible limité

### 4.2. Plan RDC :

Le RDC accueille le restaurant, la salle multi-activités, et les locaux de support. Ces surfaces sont réparties en deux blocs autonomes, pour préserver la porosité de l'ensemble. Les surfaces libres sont

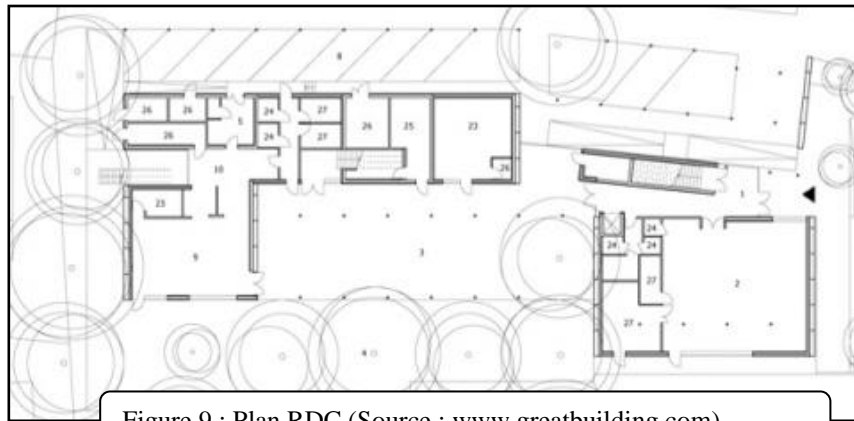


Figure 9 : Plan RDC (Source : www.greatbuilding.com)

dédiées, vers l'Ouest, à la cour et au préau, tandis que la rive Est est consacrée aux stationnements. Le préau est prolongé par une terrasse en bois, elle-même étendue par une pelouse de jeu. A l'angle Sud-ouest, un bassin de rétention d'eaux pluviales forme un jardin humide, inaccessible aux enfants.

### 4.3. Plan 1<sup>er</sup> étage :

A l'étage, les cinq classes sont orientées à l'Ouest. Les bureaux, les salles de repos et d'informatique, la bibliothèque et le centre de loisirs sont disposés sur la façade Est. Les locaux de support techniques occupent la bande centrale.

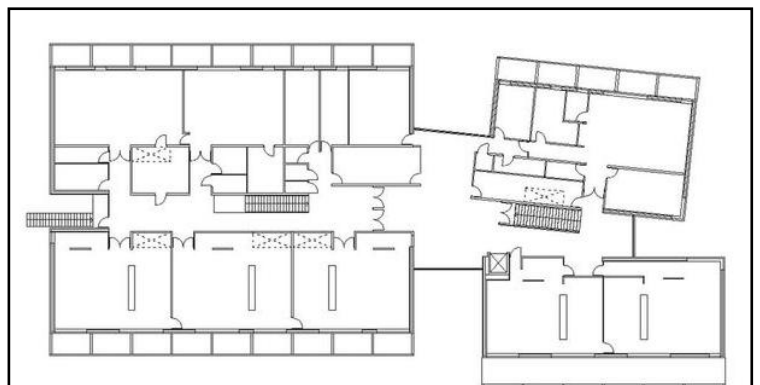


Figure 10 : Plan 1<sup>er</sup> étage (Source : www.greatbuilding.com)

## 5. Les façades :

La façade principalement adressée à l'espace public est le pignon Sud. Sa taille limitée est compensée par deux grands porte-à-faux, de part et d'autre de l'entrée, elle-même cernée par deux murs en pierre massive. Associée à un parvis surélevé, ce dispositif assure l'affichage de l'équipement sur la rue et propose une figure claire pour l'entrée de l'école.



Photo 2: Les façades (Source : [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com))

Passé le seuil du hall vitré, deux chemins sont proposés, l'un à l'horizontal vers la cour et le restaurant, l'autre par un escalier vers l'étage des classes. Un traitement volontairement ludique des couleurs et de l'éclairage accompagne ces deux séquences.

## 6. Les techniques (structure et enveloppe) :

- Un étage en porte-à-faux avec une structure primaire en acier laqué blanc, des parois à ossature et bardage bois, des planchers de solives bois apparentes
- Un rez-de-chaussée avec des refends en pierre de Vers, des parois ossature bois bardage panneau de résine

## 7. Performances et Objectifs :

1. Performance énergétique primaire : moins de 40kwh/m2/an
2. Confort d'été : température maximale de 27°C sur une durée inférieure à 30 heures/an.
3. Impact minime sur l'environnement
4. Apport de lumière naturelle, qualité de l'air et qualité acoustique des espaces particulièrement soigné pour le confort et la santé des élèves
5. Tests étanchéité à l'air : 3 tests
6. Mesures qualité d'air fin d'opération
7. Association à toutes les phases du projet les usagers pour garantir la qualité d'usage
8. Relation avec les services de maintenance et d'exploitation

## 8. Utilisation de la démarche BDM :

1. Intégration dans le site :
2. Reconstruction de l'école existante dans une zone déjà construite
3. Protégée des vents et offrant une végétation propice

4. Traitement exemplaire des eaux pluviales : compensation totale, chaussée réservoir...
5. Système constructif et matériaux à faible énergie grise : ossature bois, ouate, fibre de bois, pierre de Vers, menuiseries bois...



Photo 3 : Structure (Source : [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com))

## 9. Systèmes techniques innovants, simples et durables :

1. PAC<sup>30</sup> géothermique sur nappe, assurant le rafraîchissement par circulation d'eau de nappe dans les planchers
2. Ventilation simple flux par insufflation dans les classes (confort & économies)
3. ECS<sup>31</sup> solaire pour centre de loisir
4. BBC<sup>32</sup> RT2005

## 10. Confort :

1. Protections solaires fixes adaptées & végétation (passif)
2. Éclairage naturel abondant : sheds et larges baies vitrées
3. Émission de chaud et frais par plancher, possibilité de ventilation naturelle nocturne (ouvrant AI en façade, tourelle), brasseurs d'air plafonniers dans la restauration.

---

<sup>30</sup> PAC : Politique Agricole Commune

<sup>31</sup> ECS : Enterprise Collaboration Systems

<sup>32</sup> Bâtiment Basse Consommation



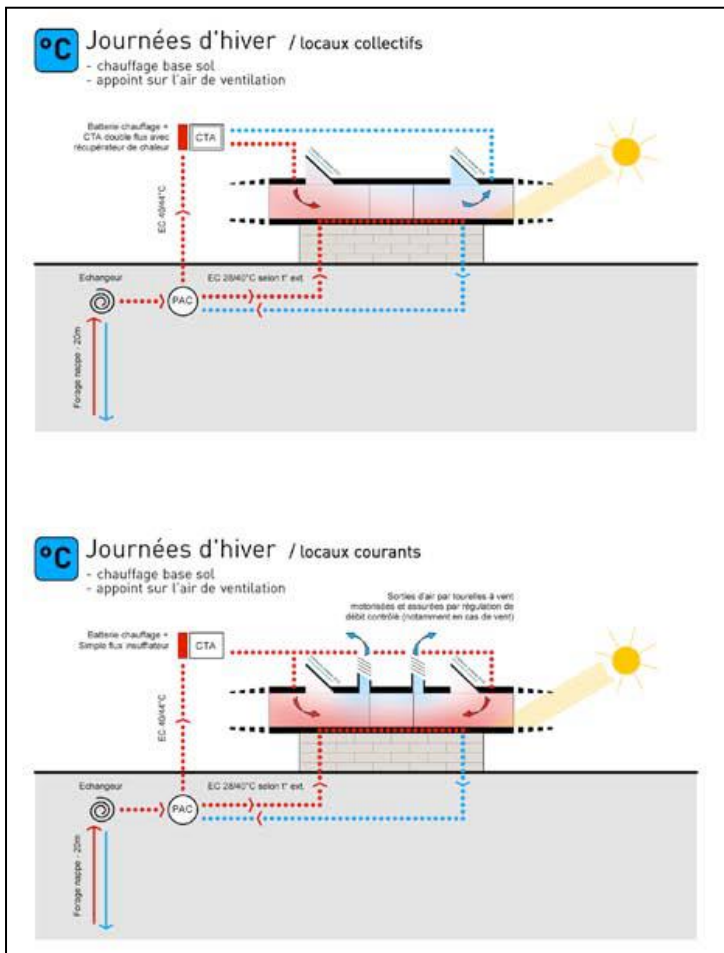


Figure 11: confort journées d'hiver (Source : [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com))

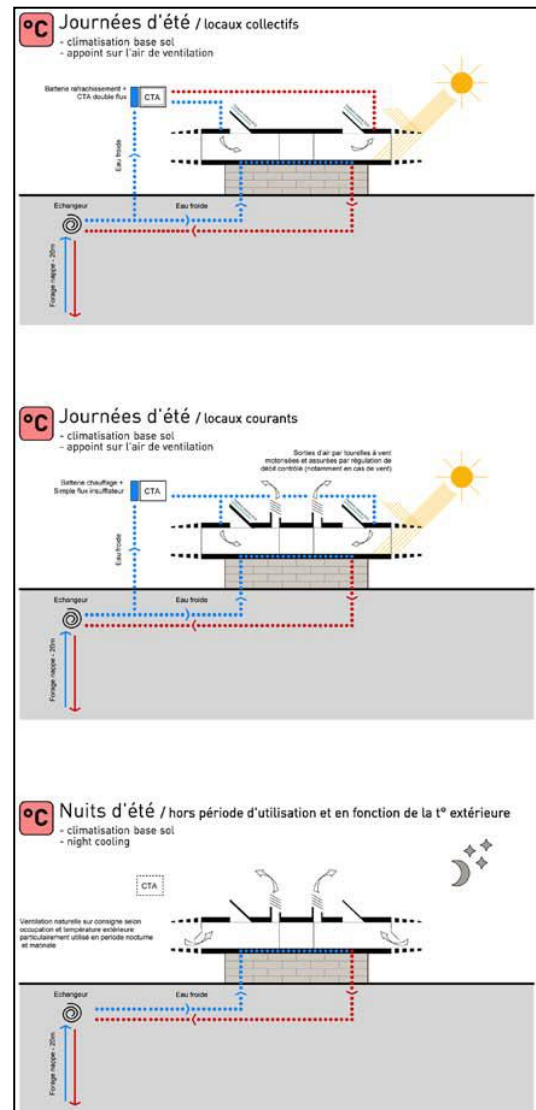


Figure 12 : confort journées d'été (Source : [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com))

### Conclusion :

La démarche BDM propose des systèmes, techniques innovante, simples et durables dans les différents projets pour réduire les besoins de chauffage et climatisation.

Prendre en compte l'impact des sources d'énergie sur l'environnement.

# *Chapitre III*

## *Cas d'étude*

## **Introduction**

L'homme a été toujours influencé par son environnement. En effet, il a cherché un abri pour se protéger contre les méfaits du climat et de la nature depuis sans existence. Ce refuge lui permettait un certain confort et sécurité qu'il développa progressivement à travers le temps.

L'architecture est déterminée par une série de facteurs dont un seul ne varié jamais, le climat. On s'est toujours protégé du climat de la même façon, soit en construisant des murs épais, soit en se mettant à l'ombre ». <sup>33</sup>

En effet, Le climat joue un rôle déterminant dans la conception et la détermination de la forme architecturale de la construction. Depuis l'antiquité, l'architecte essaie toujours de chercher d'intégrer le climat dans sa conception. L'organisation de l'espaces fera tant en fonction du soleil et de la lumière, de l'exposition aux vents dominants ou thermiques saisonniers, de la topographie du terrain, de la vue, des nuisances phoniques

### **1. Les réglementations :**

#### **1.1. Le D.T.R C.3.2**

ARRETE MINISTERIEL du 10/12/1997 PORTANT APPROBATION DU DOCUMENT

TECHNIQUE REGLEMENTAIRE RELATIF A La Réglementation Thermique des Bâtiment « Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques »

#### **1.1.2. Objet du document et domaine d'application**

Le présent Document Technique Réglementaire (DTR) a pour objet de fixer les méthodes de :

- détermination des déperditions calorifiques des bâtiments ;
- vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique ;
- dimensionnement des installations de chauffage des bâtiments ; on introduit alors la notion de déperditions calorifiques de "base" ;
- conception thermique des bâtiments.

Le DTR C.3.2 s'applique exclusivement aux bâtiments à usage d'habitation.

---

<sup>33</sup> Pierre le Vigan. Inventaire de la modernité avant liquidation, Avatar Edition, Paris, France, n°11, 2007.

## **1.2. Le D.T.R C.3.4**

ARRETE MINISTERIEL 10/08/997 PORTANT APPROBATION DU DOCUMENT TECHNIQUE REGLEMENTAIRE RELATIF A LA REGLEMENTATION THERMIQUE DES BATIMENTS « Règles de Calcul des Apports Calorifiques des Bâtiments - Climatisation » :  
D.T.R C.3.4

### **1.2.1. Objet du document :**

Le présent Document Technique Réglementaire (DTR) a pour objet de fixer :

- les méthodes de détermination des apports calorifiques des bâtiments,
- la méthode de vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été des bâtiments.

### **1.2.2. Domaine d'application**

-Les méthodes de détermination des apports calorifiques du présent DTR s'appliquent aux locaux :

- à usage d'habitation,
- d'hébergement (chambres collectives, dortoirs, salles de repos, ...),
- à usage de bureaux,
- d'enseignement (classes, salles d'études, ...),
- d'accueil (bibliothèques, bureaux de poste, banques, ...),
- de réunion (salles de spectacle, lieux de culte, ...),
- de vente (boutiques, supermarché, ...),
- de restauration (café, restaurant, cantine, ...),
- à usage artisanal (salon de coiffure, laboratoire de boulangerie, petit atelier, etc.).
- Pour les autres types de locaux, les pièces du marché doivent préciser les conditions d'utilisation du DTR.
- La vérification réglementaire ne concerne que les locaux à usage d'habitation, de bureaux et d'hébergement.

## 2. Présentation de la région d'étude

### 2.1. Cadre géographique



Figure 13 : situation géographique de Guelma en Algérie (Source : www.weikpédia.com)

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

## 3. Analyse climatique de la ville de Guelma:

### 3.1. Analyse des éléments de climat:

#### 3.1.1. La température :

La température est une grandeur très fluctuante, car elle résulte de plusieurs facteurs : l'altitude, le rayonnement solaire incident, rayonnement émis par le substrat, éventuels apports issus de la mobilité de l'air, densité de l'air, quantité d'énergie consommée pour l'évapotranspiration.

La température est mesurée en degré Celsius ou en Kelvin à l'aide de thermomètres. Les relevés se font à l'ombre sous abri à intervalles réguliers fixes (toutes les 3 heures), au moyen de thermomètres à mercure, à alcool, à cheveux ou bien électroniques.

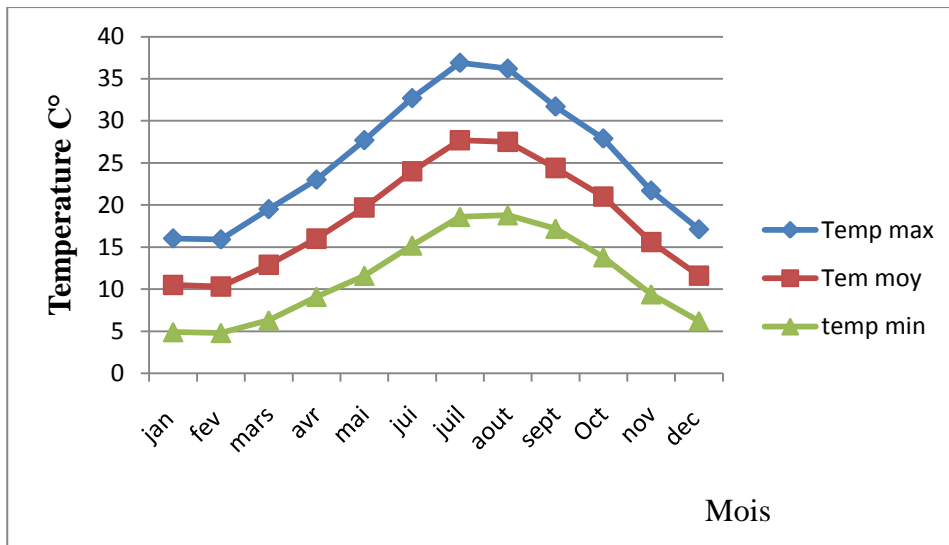


Figure 14 : Diagramme de la température mensuelle à Guelma période (2005-2014)

Selon la Fig.11. la température moyenne pendant 10 ans est de 18.4C° , avec 27.7°C en juillet (le mois le plus chaud) et 11.6°C en décembre (le mois le plus froid). Les extrêmes absolus enregistrés varient entre 4.9°C au mois de janvier à 36.9°C au mois de juillet.

**3.1.2. L’humidité relative :**

La présence de l’humidité dans l’air provient de l’évaporation à la surface des océans, des eaux intérieures, des nappes d’eau et de la transpiration des plantes et de tous les êtres vivants. L’humidité relative est Le rapport entre la quantité de vapeur d’eau présente dans l’air et la quantité maximale qu’il peut contenir à une température donnée, exprimée en %.

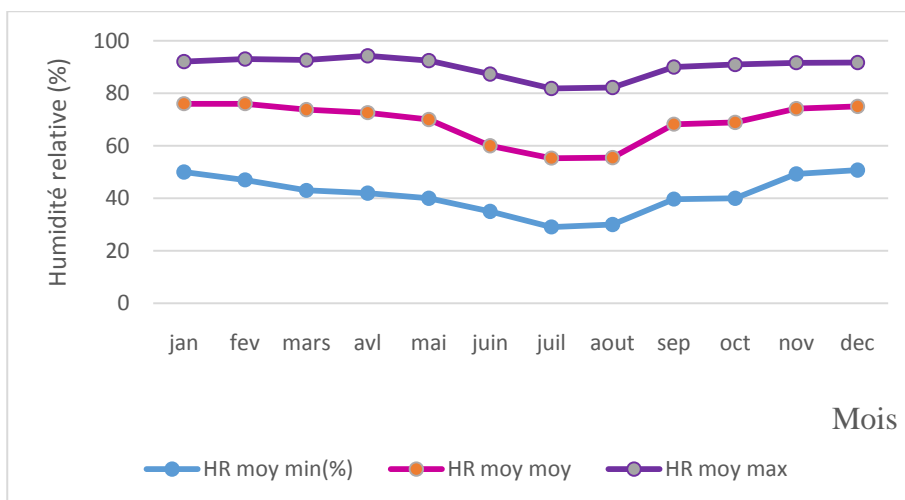


Figure 15 : Diagramme de l’Humidité relative mensuelle à Guelma période (2005-2014)

La moyenne de l'humidité relative pendant 10 ans dépasse les 68.7 % avec une moyenne maximale de 76% en janvier et une moyenne minimale de 55.3 % en juillet . Les valeurs des humidités moyennes maximales laissent penser à un climat humide ou sub- humide. Donc le climat de Guelma est un climat sub- humide.

**3.1.3. Le vent :**

Le vent est le mouvement de l'air dans diverses directions par rapport à la surface de la Terre. Il s'effectue sur un plan horizontal, cependant les déplacements horizontaux ne peuvent être dissociés des mouvements verticaux. Le vent est né de l'inégalité des pressions qu'on observe en différents lieux à un même instant, provoquées essentiellement par les différences de températures. Cet élément climatique est très instable, il est défini par : la vitesse (m/s), la direction et la fréquence.

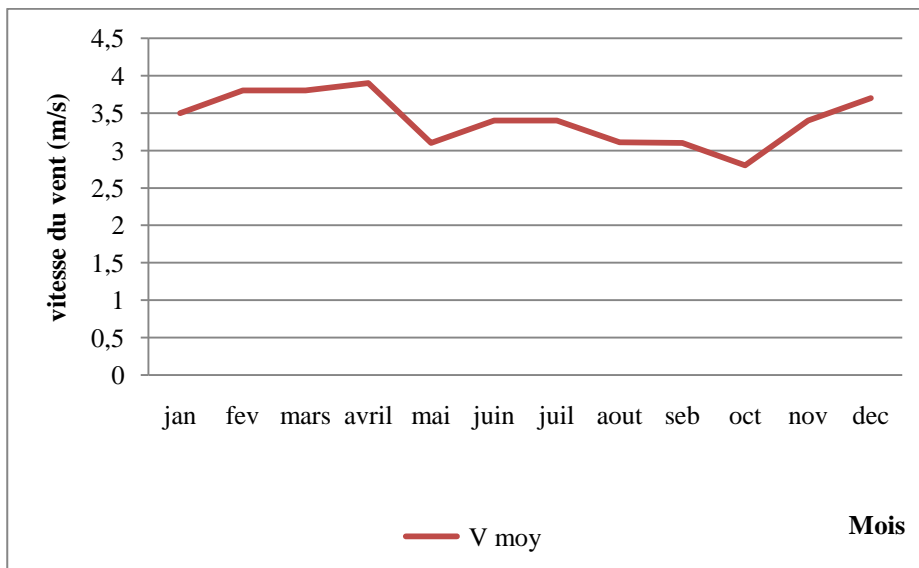


Figure 16 : Diagramme de la Vitesse du vent mensuelle à Guelma période (2005-2014)

Selon la Fig.III.4 on remarque que les vents prédominants à Guelma sont d'une vitesse moyenne qui varié de 2.8m/s à 3.7 m/s pour une moyenne annuelle de 3.41m/s. les mois venteux sont les mois de la période hivernale.

**3.1.4. Insolation (ensoleillement):**

Le rayonnement solaire se divise en deux composantes, on distingue :

- Le rayonnement direct, est constitué par la proportion de rayonnement initial et qui parvient jusqu'à la surface de la terre.
- le Rayonnement diffus en provenance de la voûte céleste.

Le rayonnement global est la somme du rayonnement direct et le rayonnement diffus. Il est mesuré par un appareil appelé « pyromètre ». La durée d'insolation est exprimée en heure et l'intensité de la radiation solaire en watt / m<sup>2</sup>.

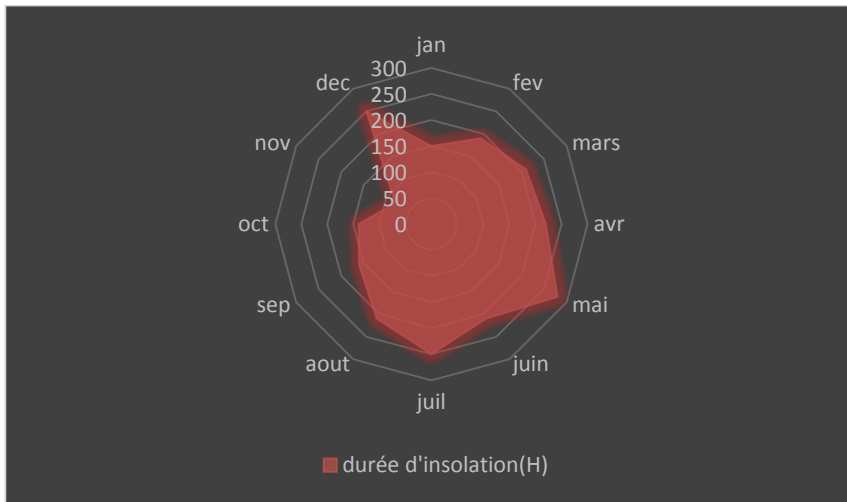


Figure 17: Diagramme de l'insolation à Guelma période (2005-14)

L'insolation totale annuelle est considérable. D'une moyenne de 243.3 h avec un minimum de 160.9 h enregistré en janvier et un maximum 353 h enregistré en juillet.

### 3.1.5. Précipitation :

On appelle « précipitations » toutes les eaux qui se condensent dans l'atmosphère et tombent. Elles déposent ensuite à la surface de la Terre : pluie, neige, grêle, rosée, etc.

L'unité de mesure est le mm, relevé à l'aide d'un pluviomètre. La quantité cumulée des mois de l'année permet de déterminer les saisons sèches et les saisons humides. Cet élément peut être considéré comme facteur déterminant dans la conception architecturale : forme et inclinaison des toitures, drainage, types de matériaux...etc.



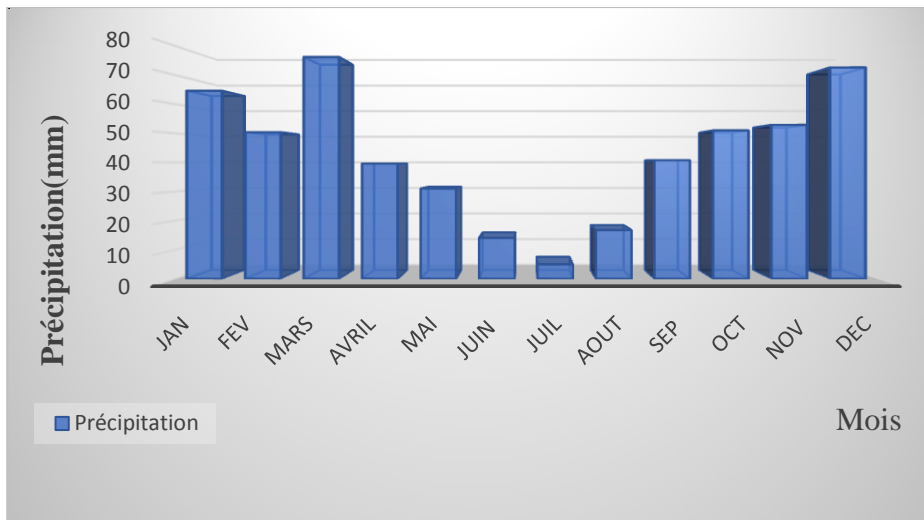


Figure 18: Diagramme de la précipitation mensuelle à Guelma période (2005-14)

La répartition des précipitations à Guelma est marquée par une durée de sécheresse durant l'été, avec un minimum de 5 mm enregistré en juillet. Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables. Le total annuel est de 514.9 mm avec un maximum de 72.6 mm enregistré en mars.

**4. Tableaux de Mahoney :**

<b>Localité</b>	Hammam debagh Guelma
<b>Longitude</b>	7°26' E
<b>Latitude</b>	36°28'

<b>Température (C°)</b>	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>T° Moy/mens max</b>	16.0	16.0	19.6	22.8	28.6	32.5	38.3	36.1	32.0	28.6	21.7	17.1
<b>T° Moy/mens min</b>	5.0	5.2	6.8	8.6	11.9	15.1	18.7	18.9	17.1	14.5	9.8	5.6
<b>Humidité (%)</b>												
<b>HR Moy/mens max</b>	92.5	94.6	94.1	95.1	92.8	88.1	81.2	81.4	90.2	90.8	92.3	92.7
<b>HR Moy/mens min</b>	50.0	47.8	44.5	41.3	40.0	35.1	29.6	30.4	40.0	40.4	49.8	50.3

<b>Altitude</b>	270 m
-----------------	-------

**4.1. Précipitation et vent :**

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>Précipitation (mm)</b>	65.4	50.6	80.2	40.1	31.5	14.2	3.3	18.4	40.2	52.2	55.1	79.7
<b>Vitesse des vents m/s</b>	3.50	3.80	3.81	3.92	3.12	3.43	3.41	3.11	3.10	2.81	3.42	3.73

**4.2. Température :**

<b>Température (C°)</b>	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>T° Moy/mens max</b>	16.0	16.1	19.6	22.8	28.6	32.5	38.3	36.1	32.0	28.6	21.7	17.1
<b>T° Moy/mens min</b>	5.0	5.2	6.8	8.6	11.9	15.1	18.7	18.9	17.1	14.5	9.8	5.6
<b>L'écart mensuel</b>	10.5	10.65	13.2	15.7	20.25	23.8	28.5	27.5	24.55	21.55	15.75	11.35

AMT= (Tmax + Tmin) /2	Tmax = 38.3	AMT = 21.65
AMR= Tmax – Tmin	Tmin = 5	AMR = 33.3

**4.3. Humidité :**

<i>Humidité (%)</i>	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>HR Moy/mens max</b>	92.5	94.6	94.1	95.1	92.8	88.1	81.2	81.4	90.2	90.8	92.3	92.7
<b>HR Moy/mens min</b>	50.0	47.8	44.5	41.3	40.0	35.1	29.6	30.4	40.0	40.4	49.8	50.3
Moyenne mensuelle	71.3	71.2	69.3	68.2	66.4	61.6	55.4	55.9	65.1	65.6	71.1	71.5
Groupe d'humidité	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4

<i>Groupe d'humidité</i>	<i>Humidité relative</i>
1	HR < 30 %
2	HR : 30 -50%
3	HR : 50 -70%
4	HR > 70%

**4.5. Limites de confort :**

<b>Groupe d'humidité</b>	AMT > 20 C°				AMT 15-20 C°				AMT < 15 C°			
	Confort jour		Confort nuit		Confort jour		Confort nuit		Confort jour		Confort nuit	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	26	34	17	25	23	32	14	23	21	30	12	21
2	25	31	17	24	22	30	14	22	20	27	12	20
3	23	29	17	23	21	28	14	21	19	26	12	19
4	22	27	17	21	20	25	14	20	18	24	12	18

**4.6. Diagnostic de température**

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>Groupe d'humidité</b>												
<b>T° Moy/mens max</b>	16.0	16.0	19.6	22.8	28.6	32.5	38.3	36.1	32.0	28.6	21.7	17.1
Confort jour/T° max	27	27	29	29	29	29	29	29	29	29	27	27
Confort jour/T° min	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22
Stress du jour	C	C	C	C	O	H	H	H	H	O	C	C
<b>T° Moy/mens min</b>	5.0	5.2	6.8	8.6	11.9	15.1	18.7	18.9	17.1	14.5	9.8	5.6
Confort nuit/ T° max	21	21	23	23	23	23	23	23	23	23	21	21
Confort nuit/ T° min	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Stress de nuit	C	C	C	C	C	C	O	O	O	C	C	C

Avec : O : confort, C : froid, H : chaud

**4.7. Signification**

	Indicateur	Confort thermique		précipitation	Groupe d'humidité	Ecart mensuel
		Jour	Nuit			
Mouvement d'air essentiel	H1	H			4	
		H			2.3	< 10 C°
Mouvement d'air désirable	H2				4	
Protection contre les pluies	H3			> 200 mm		
Capacité thermique	A1				1.2.3	> 10 C°
Dormir a l'extérieur	A2		H		1.2	
		H	O		1.2	> 10 C°
Protection contre le froid	A3	C				

**4.8. Indicateurs**

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
<b>Humidité</b>													
H1													
H2	+	+									+	+	4
H3													
<b>Aride</b>													
A1			+	+	+	+	+	+	+	+			8
A2													
A3	+	+	+	+							+	+	6

**4.9. Les recommandations spécifiques**

<b>Indicateurs</b>					
H1	H2	H3	A1	A2	A3
0	4	0	8	0	6

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<b>Plan de masse</b>		
			0-10			+	1	Bâtiments orientés nord-sud (le long de l'axe est-ouest)
			11-12		5-12			
					0-4		2	Plan compact avec cour intérieure

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<b>Espace entre bâtiments</b>		
11-12						3	Grands espacement entre les bâtiments	
2-10						4	Idem avec protection contre les	

								vents
0-1						+	5	Plan compact

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Circulation d'air</i>		
3-12							6	Circulation d'air permanent
1-2			0-5				+	7
			6-12					
0	2-12							
	0-1						8	Circulation d'air inutile

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Ouvertures</i>		
				0-1	0		9	Larges ouvertures des façades Nord et Sud (40 – 80 %)
				11-12	0-1		10	Petites ouvertures (10 - 20 %)
N'importe qu'elle autres conditions						+	11	Moyenne ouvertures (20 - 40 %)

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Murs</i>		
			0-2				12	Murs légers
			3-12			+	13	Murs massives
H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Toiture</i>		
			0-5				14	Toitures légères et isolante
			6-12			+	15	Toiture lourde

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Dormir a l'extérieur</i>		
				2-12			16	dormir en plein air la nuit

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Protection contre la pluie</i>		
		3-12					17	Protection contre la pluie

**4.10. Les recommandations de détails**

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Dimensions des ouvertures</i>		
			0-1		0		1	Grande ouvertures (40 à 80%) des façades Nord et Sud
					1-12		2	
			2-5					Ouvertures moyennes (25 à 40 %)
			6-10			+	3	Petites ouvertures (15 à 25 %)
			11-12		0-3		4	Très petites ouvertures (10 à 20 %)
					4-12		5	Ouvertures moyennes (25 à 40 %)

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Position des ouvertures</i>		
3-12							6	Ouverture au Nord et au Sud
1-2			0-5					
			6-12				7	Ouverture au Nord et au Sud. Avec des ouvertures pour les murs intérieurs
0	2-12					+		

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Protection des fenêtres</i>		
					0-2		8	Exclure les apports directs
		2-12					9	Créer des protections contre la pluie

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Murs et planchers</i>		
			0-2				8	Murs légers, faible capacité thermique
			3-12			+	9	Murs lourds, déphasage au delà de 8h

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Toiture</i>			
10-12			0-2				12	Toiture légers	
			3-12				13	Toiture légers et isolante	
0-9			0-5				+	14	Toitures lourdes, déphasage au delà de 8 h
			6-12						

H1	H2	H3	A1	A2	A3	<i>Traitement des surfaces extérieures</i>		
				1-12			15	Espaces extérieurs nécessaires pour dormir
		1-12					16	Drainage adéquat des eaux pluviales



## **5. simulation :**

### **5.1. Présentation du logiciel Ecotect:**

- C'est un outil de simulation qui combine une interface de modélisation 3D très visuelle et interactive avec une vaste gamme de fonctions d'analyse solaire, thermique, visuelle, acoustique et de coûts.
- Ecotect est un outil dont l'analyse est simple donnant des résultats relativement précis et visuellement efficaces.
- Ecotect se présente comme un outil parfait pour communiquer avec les architectes et les concepteurs.

### **5.2. Etape de travail par l'Ecotect :**

Les étapes du travail de simulation via le logiciel sont : la préparation, le dessin et l'analyse.

#### **5.2.1. Préparation :**

- Télécharger les données climatiques de la région.
- Donner un nom au dessin
- Fixer le type du bâtiment étudié.
- Fixer l'environnement du bâtiment (urbain, rural, etc.).

#### **5.2.2. Dessin :**

Fixer le Nord.

- Fixer la hauteur des espaces
- Choisir les matériaux de construction de chaque élément.
- Définir les différentes propriétés de chaque zone (données générales, propriétés thermiques)
- Nous pouvons, aussi, désactiver le calcul des données thermiques pour les zones non concernées par l'étude.

#### **5.2.3. Analyse:**

- Définir le paramètre à mesurer (température, gains thermique, etc.).
- Définir la période et l'heure d'étude.
- Lancer l'analyse.

### 5.3. Etude de la production :

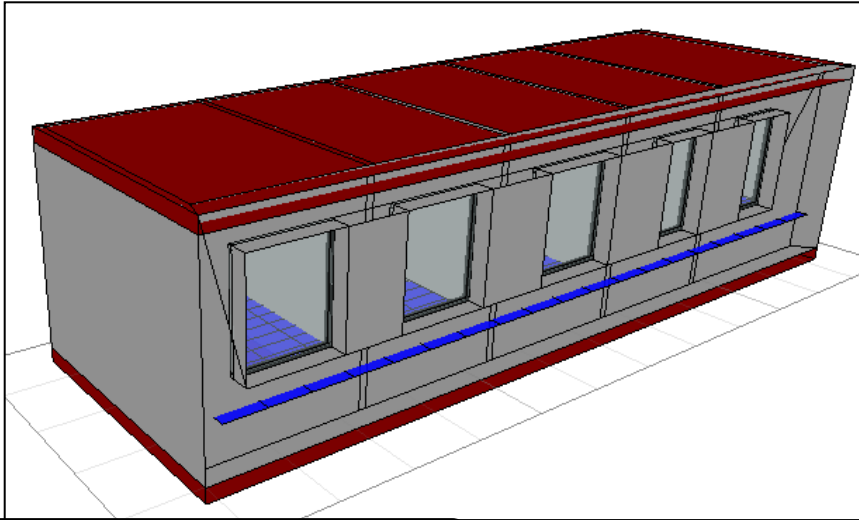


Figure 19 : Salle de rééducation Source l'auteur

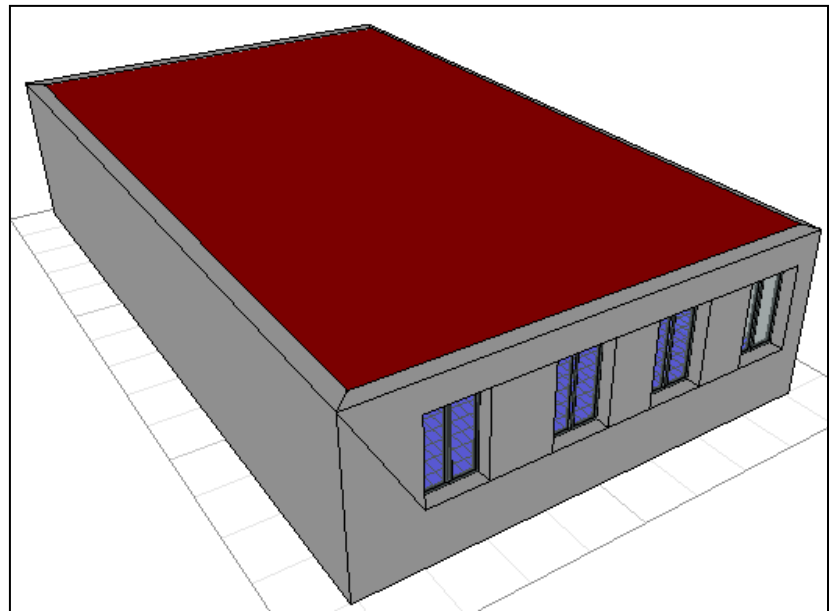
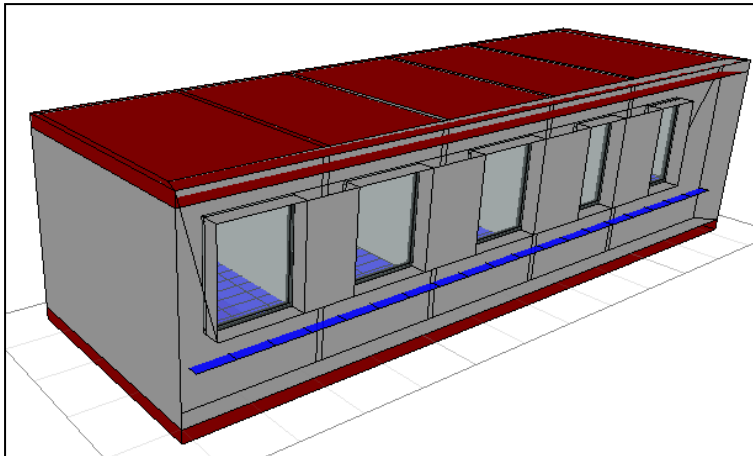


Figure 21 : Salle d'électrothérapie Source lauteur

### 5.4. Interprétation des résultats :

La simulation présenté dans les figures suivantes montrent la variation de ces paramètres climatiques: la température, la vitesse du vent pendant les journées types d'hiver/ Mi-saison/ et l'été. Ces paramètres sont calculés par Ecotect.

**5.4.1. La salle de rééducation :**



**5.4.1.1. La période hivernale (journée du 21/12/):**

**5.4.1.1.1. La température :**

L'analyse de l'espace orienté vers l'Est montre que la température moyenne intérieure est supérieure à celle de la moyenne externe. (Figure 22) La température atteint la valeur maximale de 20.40 °C à 14h. Alors que la température extérieure, atteint la valeur maximale de 17.1°C.

**5.4.1.1.2. La vitesse du vent:**

-La station a enregistré la valeur la plus élevée qui est d'environ 3.6 m/s (a 1h) successivement, enregistré la valeur minimal pendant la nuit (a 23h)

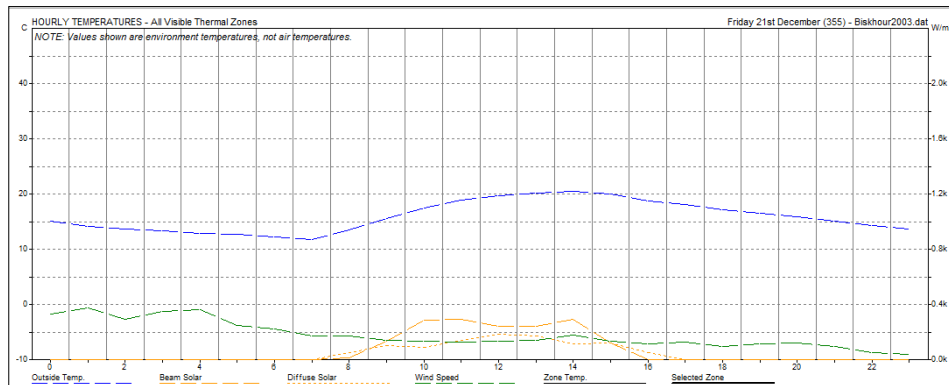


Figure 22 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur)

**5.4.1.2. La période estivale (journée du 21/06/):**

**5.4.1.2.1. La température de l'air:**

L'analyse de l'espace orienté vers l'Est montre que la température moyenne intérieure est supérieure à celle de la moyenne externe. (Figure) La température atteint la valeur maximale de 27.5 °C à 15h. Alors que la température extérieure, atteint la valeur maximale de 32.5°C.

**5.4.1.2.2. La vitesse du vent:**

-La station a enregistré la valeur la plus élevée qui est d'environ 3.40 m/s (a 18h) successivement, enregistré la valeur minimal pendant la nuit (a 0h)

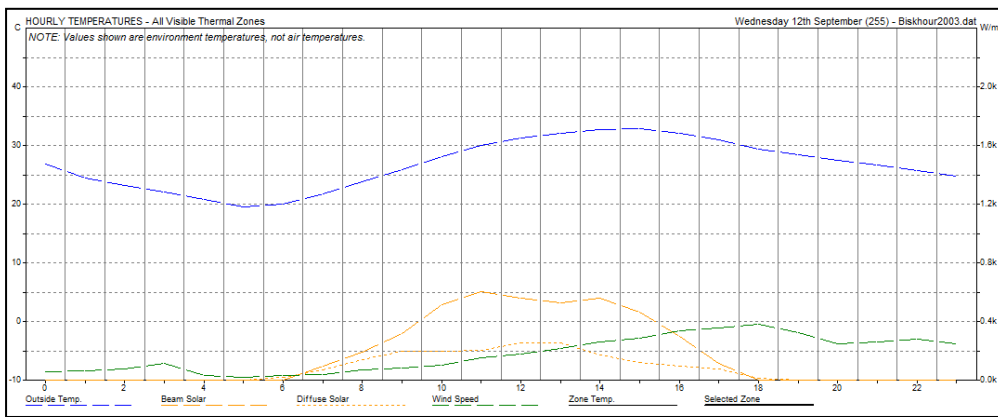


Figure 23 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur)

**5.4.1.3. La période Mi-saison (journée du 21/03/):**

**5.4.1.3.1. La température de l'air:**

L'analyse de l'espace orienté vers l'Est montre que la température moyenne intérieure est supérieure à celle de la moyenne externe. (Figure24) La température atteint la valeur maximale de 23.04 °C à 15.30h. Alors que la température extérieure, atteint la valeur maximale de 25.09°C.

### 5.4.1.3.2. La vitesse du vent:

-La station a enregistré la valeur la plus élevée qui est d'environ 3.78 m/s (a 9h) successivement, enregistré la valeur minimal pendant la nuit (a 21h)

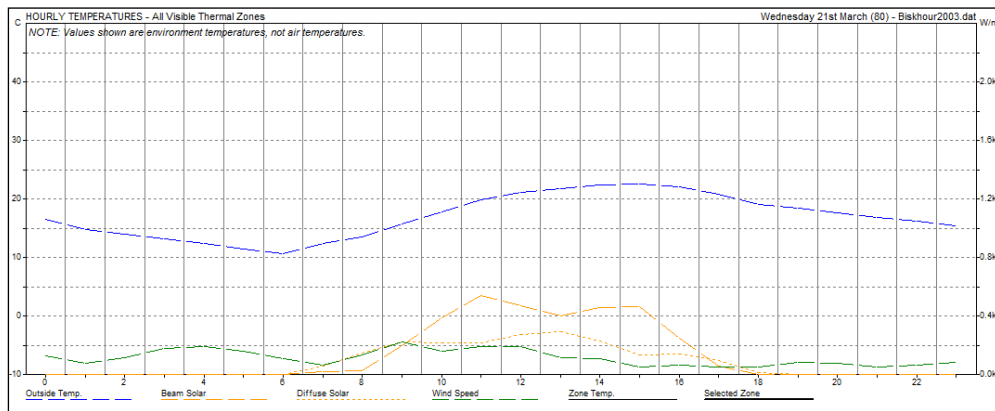
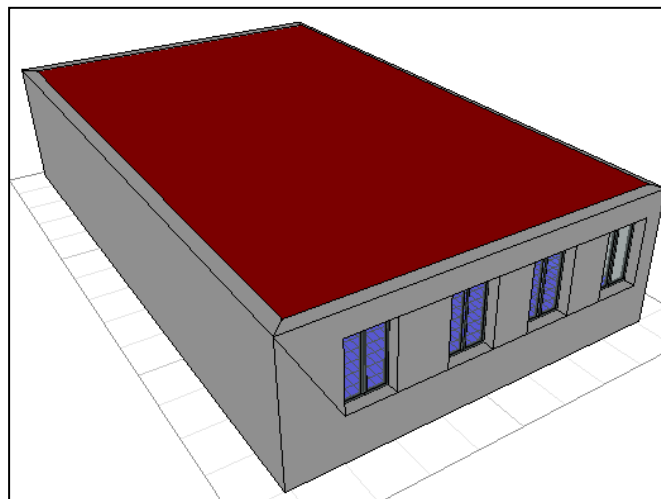


Figure 24 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur)

### 5.4.2. Salle électrothérapie :



#### 5.4.2.1. La période hivernale (journée du 21/12/):

##### 5.4.2.1.1. La température :

L'analyse de l'espace orienté vers l'Ouest montre que la température moyenne intérieure est supérieure à celle de la moyenne externe. (Figure 25) La température atteint la valeur maximale de 19.8 °C à 14h. Alors que la température extérieure, atteint la valeur maximale de 16.1°C.

**5.4.2.1.2. La vitesse du vent:**

-La station a enregistré la valeur la plus élevée qui est d'environ 3.3 m/s (a 18h) successivement, enregistré la valeur minimal pendant la nuit (a 1h)

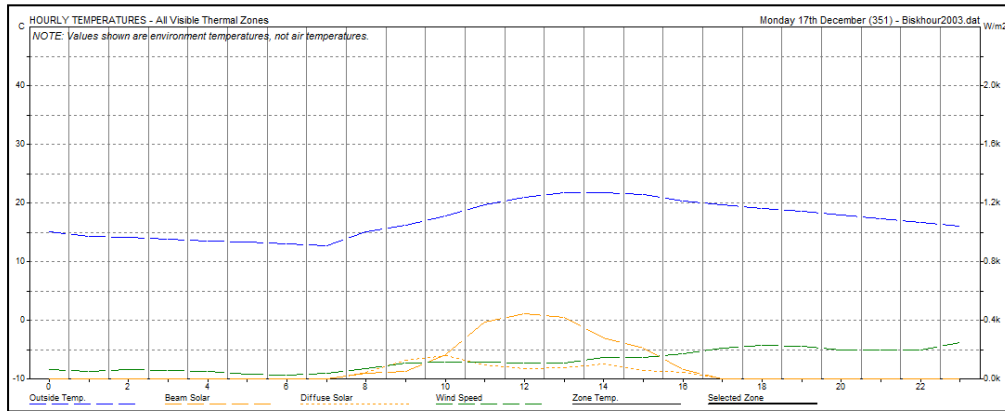


Figure 25 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur)

**5.4.2.2. La période estivale (journée du 21/06/):**

**5.4.2.2.1. La température de l'air:**

L'analyse de l'espace orienté vers l'Est montre que la température moyenne intérieure est supérieure à celle de la moyenne externe. (Figure 26) La température atteint la valeur maximale de 29.8 °C à 14.30h. Alors que la température extérieure, atteint la valeur maximale de 32.5°C.

**5.4.2.2.2. La vitesse du vent:**

-La station a enregistré la valeur la plus élevée qui est d'environ 2.8 m/s (a 3.30h) successivement, enregistré la valeur minimal pendant la nuit (a 23h)

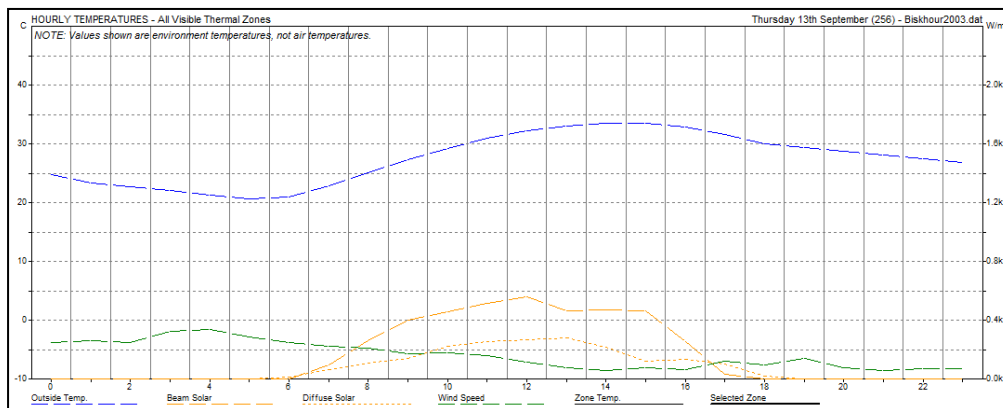


Figure 26 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur)

**5.4.2.3. La période Mi-saison (journée du 21/03/):**

**5.4.2.3.1. La température de l'air:**

L'analyse de l'espace orienté vers l'Oest montre que la température moyenne intérieure est supérieure à celle de la moyenne externe. (Figure) La température atteint la valeur maximale de 26.8 °C à 14h. Alors que la température extérieure, atteint la valeur maximale de 28.5°C.

**5.4.2.3.2. La vitesse du vent:**

-La station a enregistré la valeur la plus élevée qui est d'environ 3.42 m/s (à 0h) successivement, enregistré la valeur minimale pendant la nuit (à 23h)

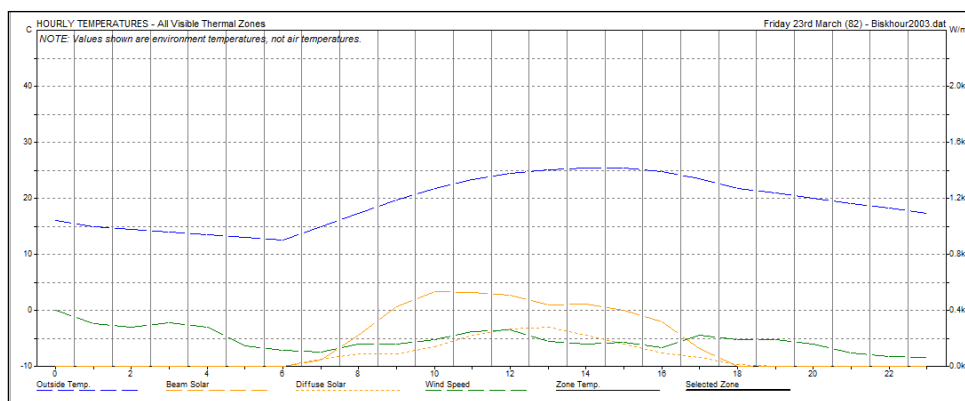


Figure 27 Etude de la variation de la température, rayons solaire et la vitesse de l'air intérieure (source : auteur)

**Conclusion**

la simulation nous montre les points faibles ainsi que les points forts de notre projet, comme l'ensoleillement qui pose le problème de surchauffe en été, de même pour le souci du vent nuisible et la turbulence où la solution réside dans l'intégration des brise vents végétaux pour réduire l'effet nocif du vent, et la disposition des murs végétaux aussi que des panneau en aluminium pour la protection solaire.

**CONCLUSION GENERALE :**

L'enveloppe du bâtiment est un véritable échangeur thermique qu'il est possible de gérer et d'adapter aux environnements intérieur et extérieur. La diminution des besoins énergétiques, comme le confort thermique intérieur, passe par une adaptabilité de l'enveloppe aux contraintes climatiques du site d'implantation.

# *Chapitre IV*

## *Les analyses*

### *conceptuelles*



### **Introduction :**

Ce chapitre a présenté les résultats des interprétations obtenues à partir de l'analyse que nous avons fait dans le chapitre précédent et de formuler des recommandations qui nous aidera dans la conception du projet et faire des analyses de terrain et des exemples des complexes thermaux en sortant des programmations nous aide à comprendre les espaces de projet.

### **Les Recommandations :**

Pour les mois chauds ou plus chauds (en été) qui sont juin, juillet et aout:

- ✓ Les protections solaires de qualité (stores, brise soleil, volets,...),
- ✓ Améliorer, si possible, l'isolation thermique
- ✓ Une ventilation naturelle
- ✓ Contrôle de la radiation, avec une ventilation nocturne.
- ✓ La protection du rayonnement solaire,
- ✓ L'orientation du ou des bâtiments,

Les mois frais et froid (en hiver) qui sont décembre janvier février:

- ✓ Le chauffage passif (dimensionner et orienter les ouvertures) pour les mois assez froids comme octobre, mars ;
- ✓ Le chauffage d'appoint pour les mois les plus froids tel que janvier.
- ✓ Captage du rayonnement solaire, et l'utiliser dans le réchauffement

## Analyse des exemples

### La station Hammam Chellala a Guelma



#### 1.1. Situation et Implantation :



Figure 28 : Situation et Implantation de hammam chellala (Source : [www.weikpédia.com](http://www.weikpédia.com))

Hammam Chellala se situe dans la wilaya de Guelma à 20 kilo mètres au Nord Ouest de la wilaya, a une altitude 320 m sur la vallée d'Oued Bouhamdane, un microclimat doux et sec.

Le complexe est construit par l'Architect Allemand J.L VENARD 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

### 1.2. La surface de complexe:

- La superficie totale : est de 21 Ha 94 ares 20 Ca
- Surface bâtie ; 1 Ha 90 Ares 13 Ca
- superficie aménagée : 14Ha.
- superficie conservée : 9Ha.

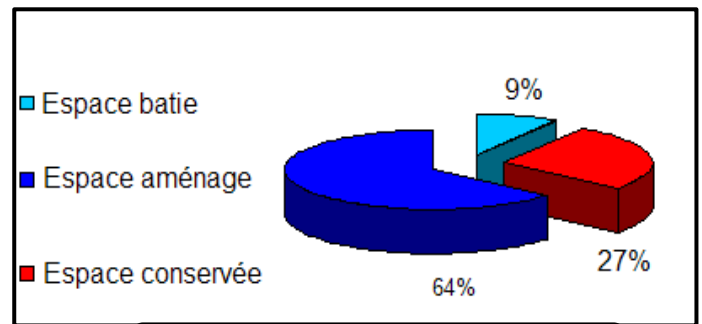


Figure 29 : La surface de complexe

### 1.3. Le choix du site sur les conditions suivantes :

La cascade d'eau chaude constitue un pôle d'attraction pour les touristes. (Paysage + climat+eau thermal).

Le projet est implanté dans un site offrant le maximum des vues panoramique à proximité des sources et relié au village par l'intermédiaire d'une voie routière provenant de Guelma et Constantine.

La station thermale de Chellala est limitée :

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

### 1.4. Orientation :

La station est orientée vers EST-OUEST ; et la forme axiale en longueur protéger les chambres d'hôtel des vents dominant (N/O).

Cette orientation offre aussi un vaste champ d'ensoleillement.

### 1.5. Accessibilité:

L'action du complexe s'effectue par l'embranchement de la route CWN°125 qui mène vers ROKNIA.

### 1.6. Accès :

La station contient 2 accès principaux :

- Un accès sur l'hôtel.
- L'autre accès sur le bloc thermale. Et les 3 accès secondaires, un pour les passants et un pour l'administration de bungalows. La séparation entre passants et touristes facilite la circulation.

### 1.7. Les aires de stationnements :

Le complexe dispose d'un parking de 6 places destiné aux personnels de service et un autre de 90 places destiné pour les usagers.



Photo 4 : Les aires de stationnements Source l'auteur

### 1.8. La Volumétrie :

Le projet se présente en monobloc, composé de masses cubiques intégrées au site qui donne à l'ensemble du projet une tendance à la simplicité des formes. Le monobloc composé de quatre niveaux, ou la relation verticale est faite par 2 cages d'escalier et quatre ascenseurs.

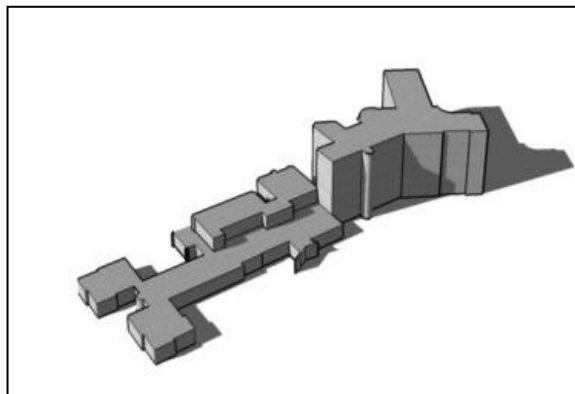


Figure 30 : Volume du projet

### 1.9. Plan de masse :

Les équipements s'organisent sur 4 blocs principaux :

- l'hôtel avec le restaurant.
- l'établissement thermale.
- les bungalows.
- les centres commerciaux, les aires de jeu et les terrains de sports.

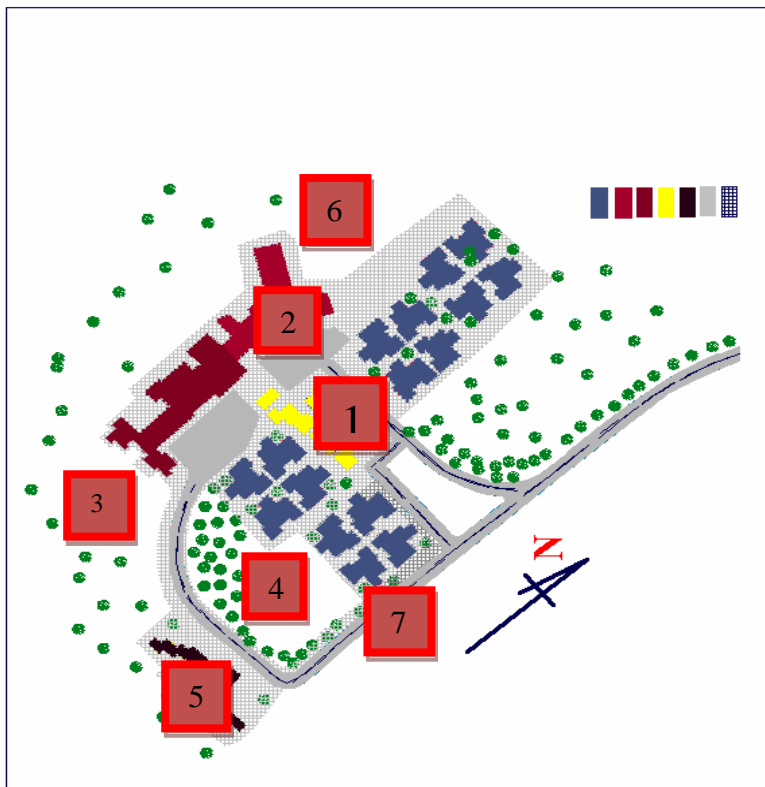


Figure 31 : Plan de masse de Hammam challala

**1- Les bungalows**

**2- L'hôtel**

**3- Le bloc thermal**

**4- Le centre commercial**

**5-Logement de fonction**

**6-Voie mécanique**

**7-Voie piétonne**

### 1.9.1. La station a été conçue suivant 2 principes :

- **la semi-éclate** : combinaison du monobloc dans l'ensemble hôtel et bloc thermique avec l'éclate des bungalows et les commerces.

-**centralisation** : des équipements communs (commerces et loisirs) autour des quels s'organisent des différentes parties de la station.

### 1.10. Les façades :

Son Architecture est du type MODERNE pour l'hôtel et le bloc thermal et du style MAURESQUE pour les bungalows.

La lecture des façades a montré :

Un contraste de hauteur, une horizontalité marquée par une faible hauteur ainsi qu'une dominance du bloc thermal par les pyramides.



Photo 5 : Facade principale Source l'auteur



Photo 6 : Façade de Bungalow Source l'auteur

**1.11. L'espace loisirs :**

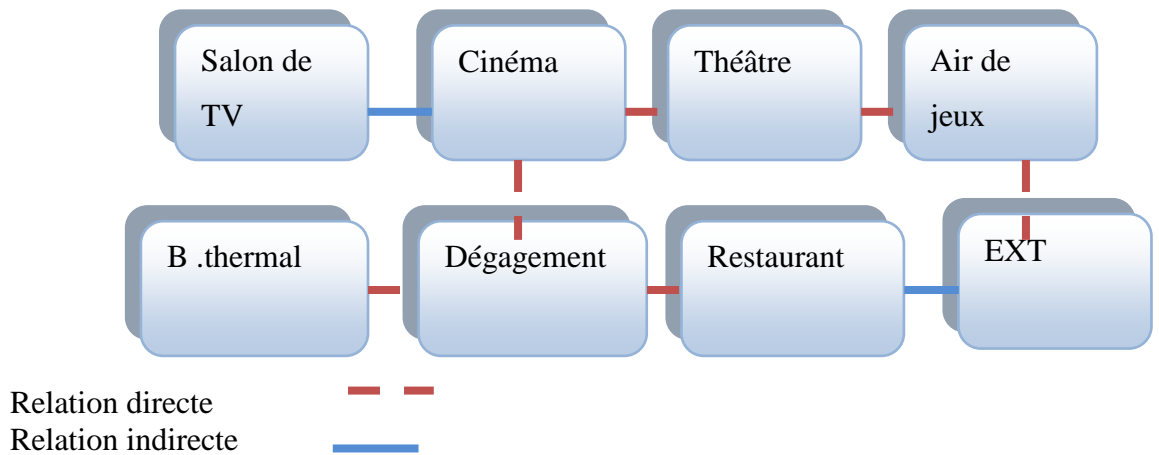


Figure 32 : Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'espace loisirs.

**1.12. Administration:**

Située au rez-de-chaussée, marqué par deux accès:

Accès principal, Accès personnel.

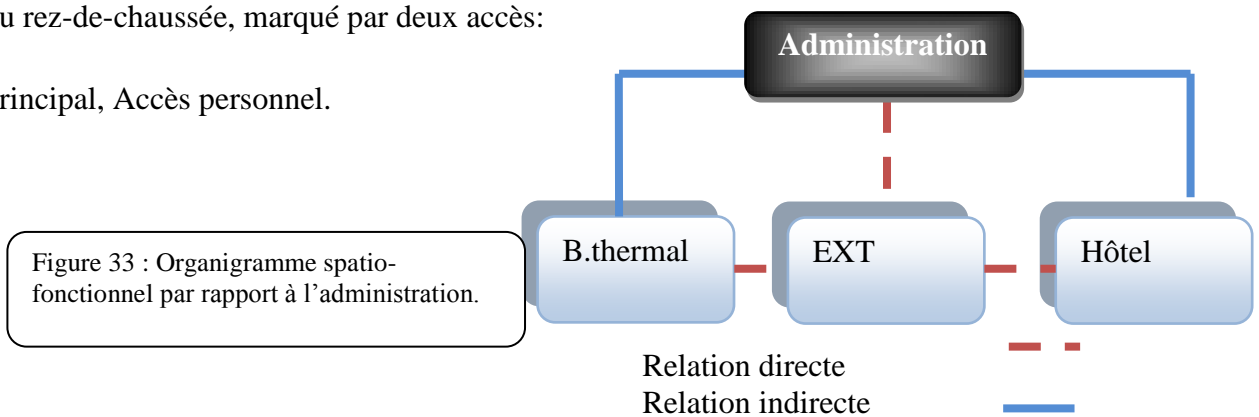


Figure 33 : Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'administration.

**1.13. 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.



Photo 7 : Chambre à grand lits



Photo 8 : Chambre double.



Photo 10 : Salle de bain. Source l'auteur



Photo 9 : Suite Source l'auteur



Photo 11 : Couloir Source l'auteur



Photo 12 : Hall de distribution. Source l'auteur

-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.

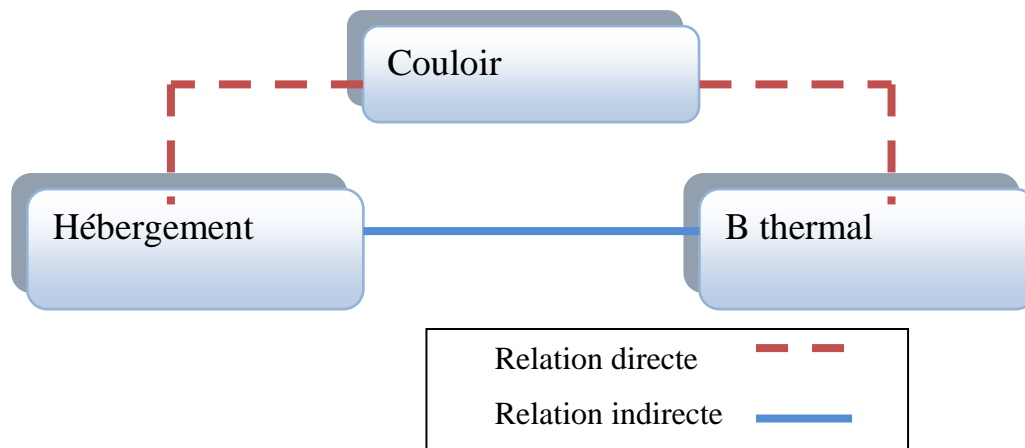


Figure 34 : Organigramme spatio-fonctionnel par rapport à l'hébergement

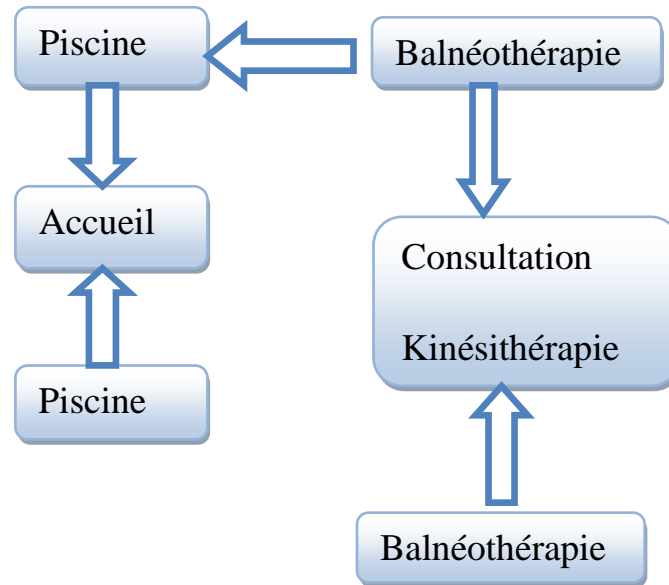
### 1.14. Le bloc thermal

Se base sur les besoins d'eaux depuis la source et aussi depuis l'espace humide vers l'espace sec. Le bloc thermal est composé de trois parties essentielles :

- La balnéothérapie.
- La kinésithérapie.
- Service médical.

Il ya deux accès au bloc thermal : un est en relation directe avec l'hôtel, l'autre en relation avec l'extérieur.

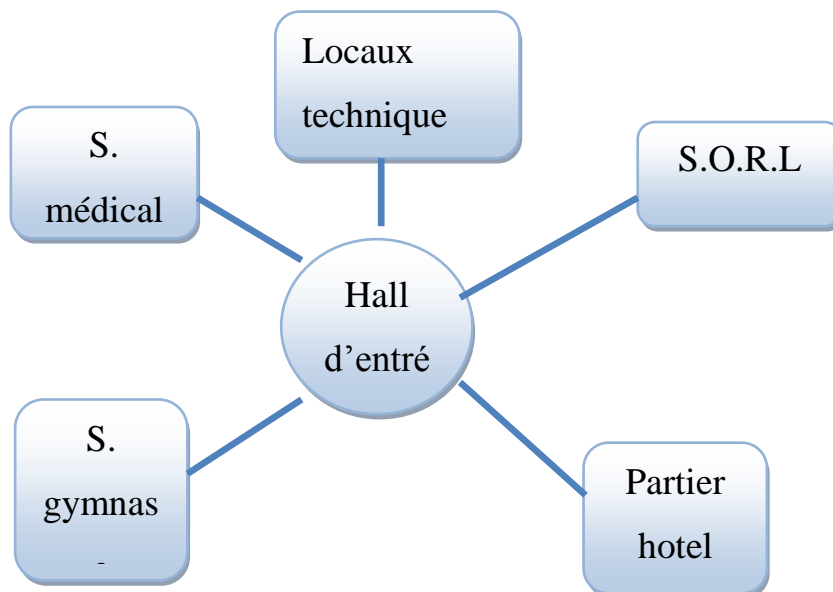




**1.15.1. R.D.C:**

Comprend un hall d'entrée et d'attente qui donne vers les différents services :

- \*Service médical.
- \*Service O.R.L.
- \*Service de- réduction fonctionnelle (mécanothérapie électrothérapie: infra rouge, ultra son., pouliothérapie, physiothérapie.....
- \*La salle de gymnase regroupe la mécanothérapie et la pouliothérapie.
- \*Les locaux sont situés au deux niveau (sous-sol, R.D.C).



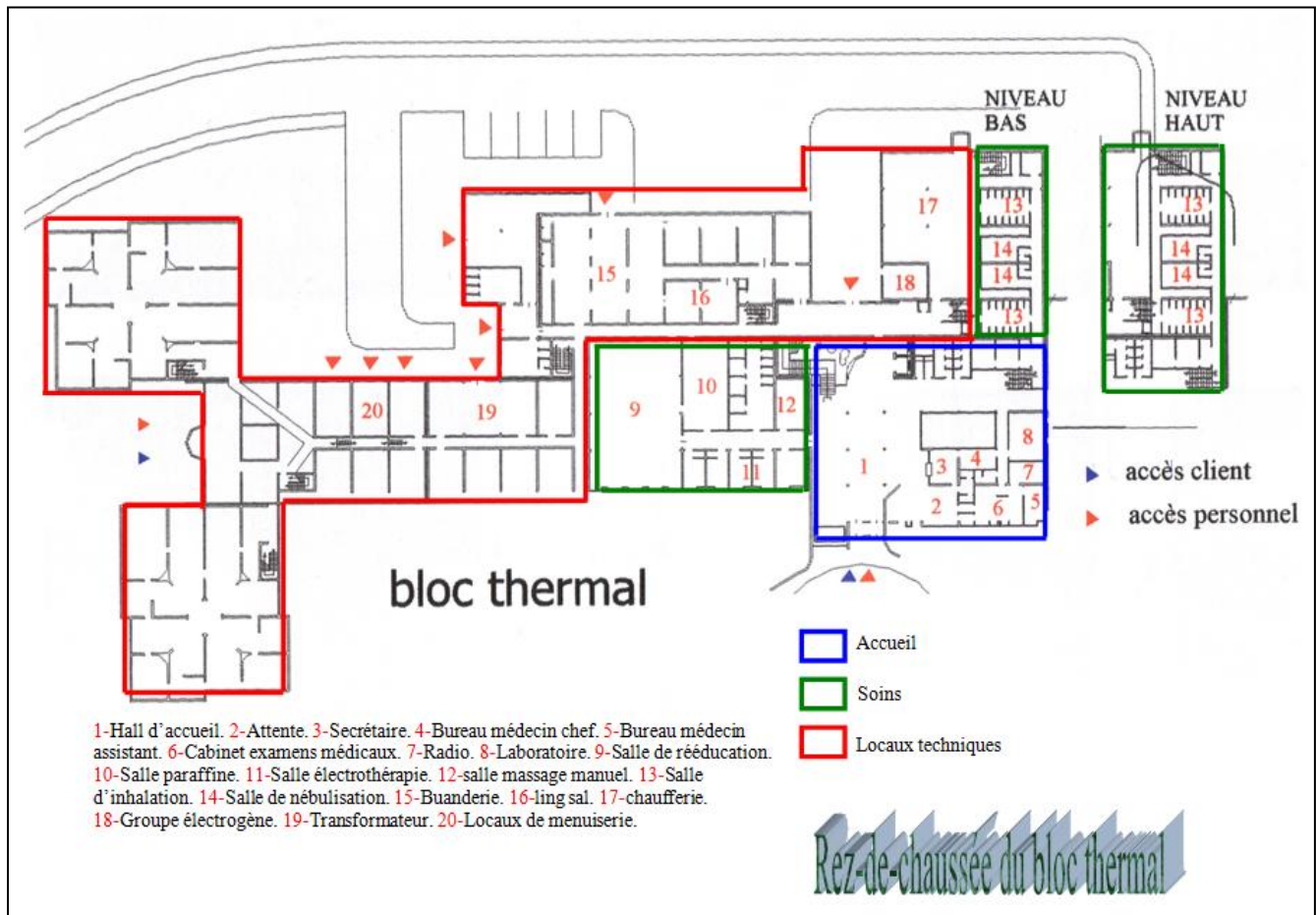


Figure 35 : plan RDC

### 1.15.2. 1<sup>er</sup> Etage :

Est compose de deux(2) parties une pour passants et l'autre pour curiste.

**Partie passants :** Compose des bains individuels sépare de l'autre partie par la différence de niveau et avec des accès différents.

**Partie curiste :** Les bains pour curiste sont composés de :

-16 bains individuels pour passants -10 bains ordinaires -02 bains segmentaires. -04 bains de massage sous l'eau.

Et la partie douche :

10 douches simples. 02 douches avec massage sous l'eau (filiforme). -01salle de douche au jet. -02 piscines de ré-éducation (F.H).

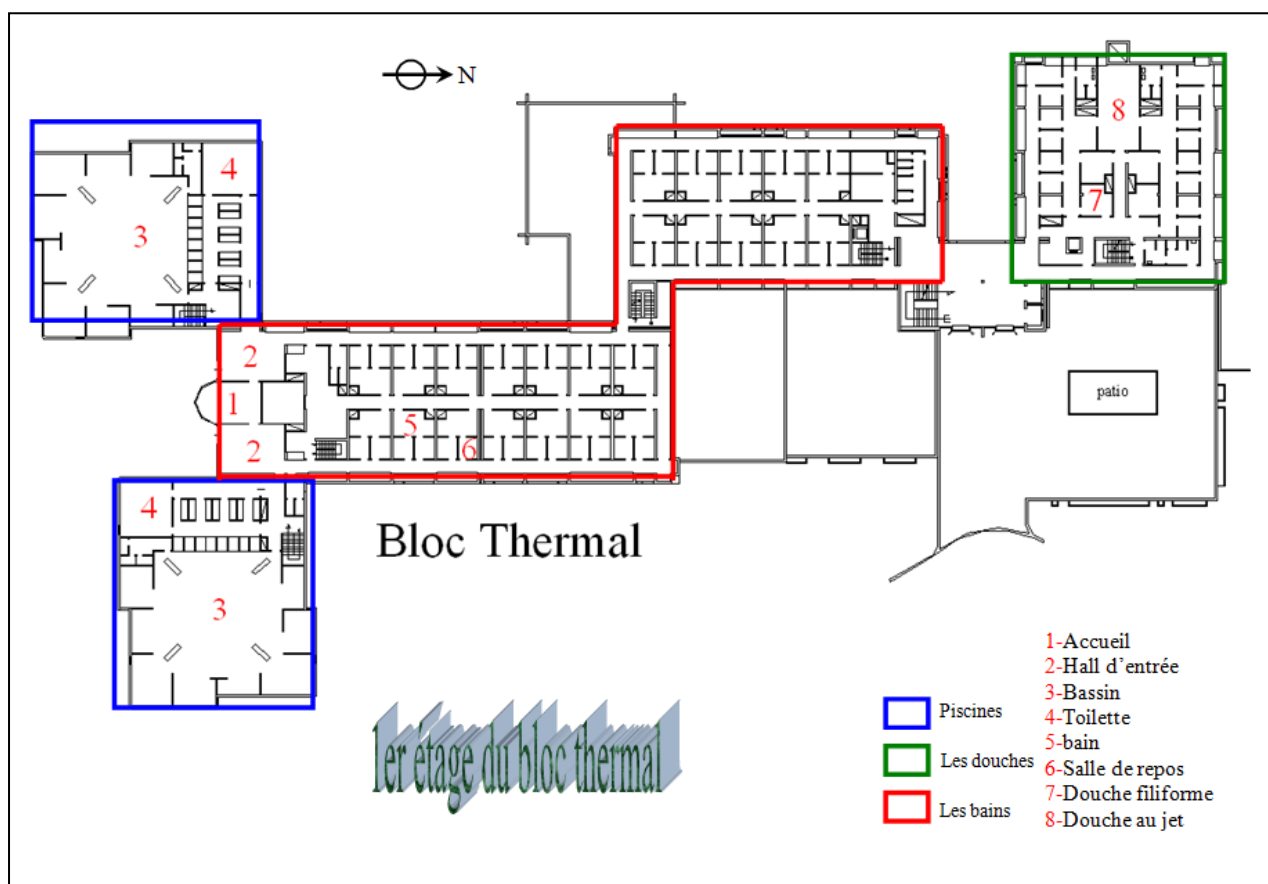
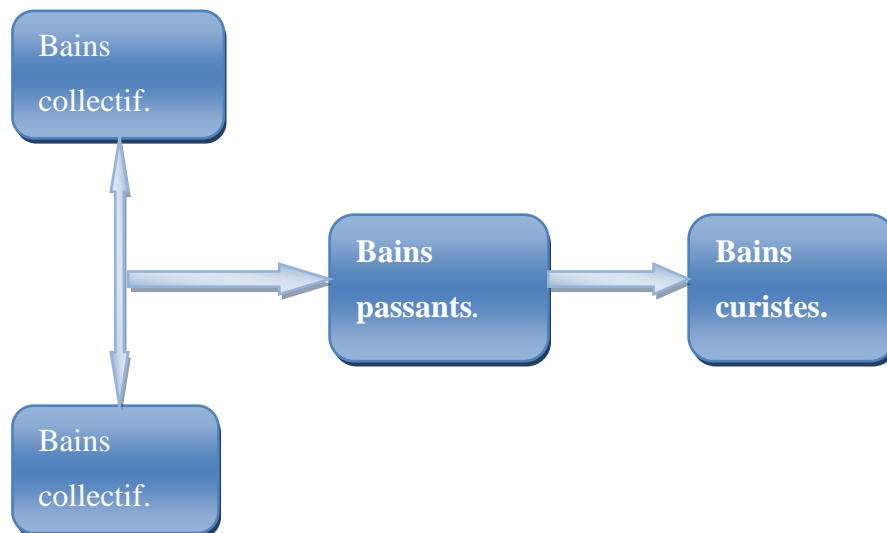


Figure 36 : plan 1<sup>er</sup> étage

### 1.15.3. 2eme Etage :

La même organisation telle que le deuxième(02) niveau.

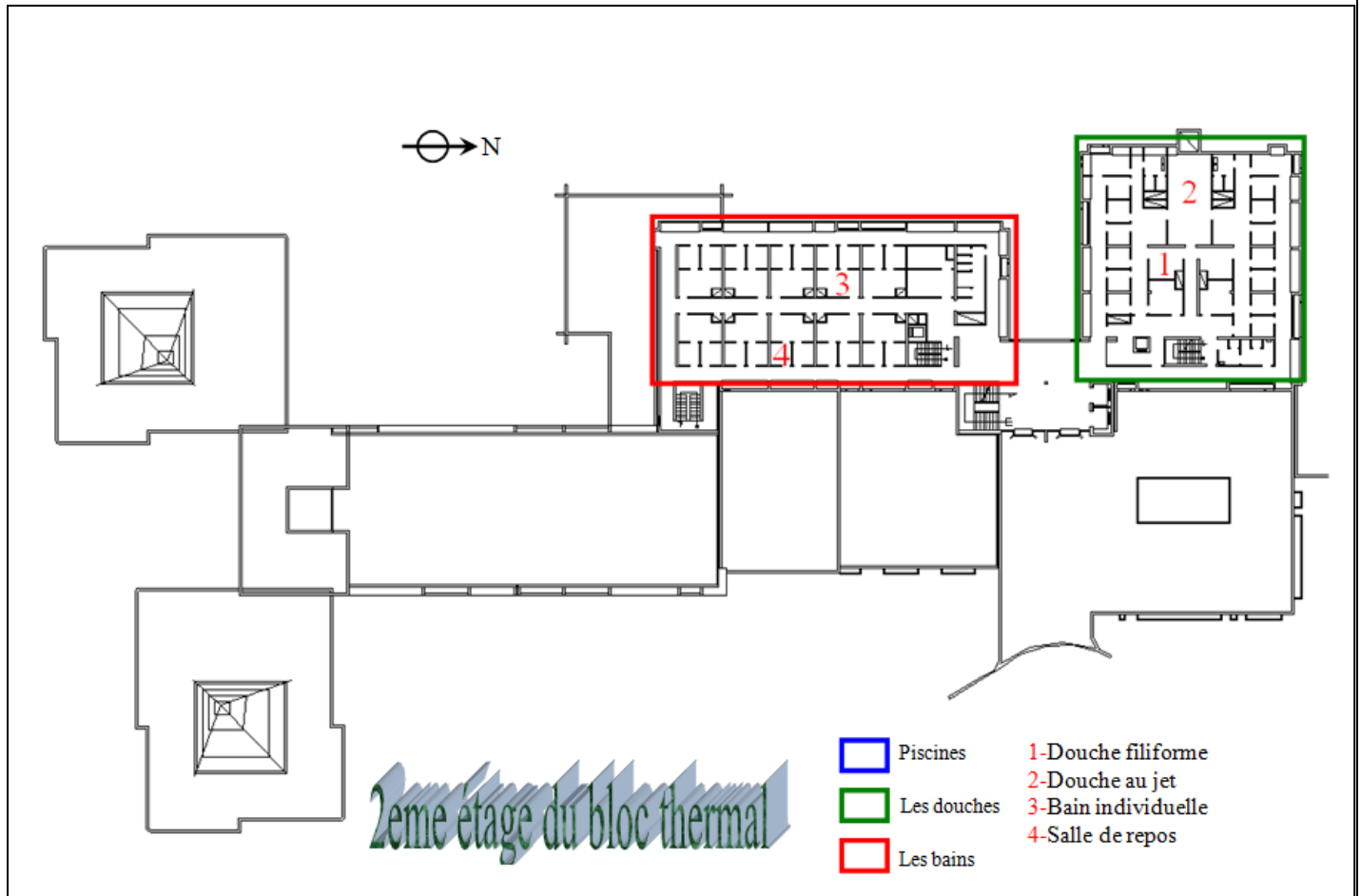


Figure 37 : plan 2 eme étage

### 1.16. Locaux techniques:

Les locaux de service comprennent :

- Atelier d'entretien et atelier technique.
- Buanderie et lingerie.
- Réserves.
- Dépôts d'outil.
- Chaudière.
- Les locaux sont situés au sous sol et au R.D.C du coté Ouest.
- Les locaux sont liés à l'ensemble horizontalement par des couloirs et verticalement par une monte charge, escalier et ascenseur.



Photo 13 : Lingerie Source l'auteur



Photo 14 : Dépôt. Source l'auteur

### 1.17. L'espace vert:

L'espace vert est approprié par les curistes internes, il présente l'espace intime. Donc il est retiré par rapport au flux des autres espaces.

Plusieurs activités se déroulent dans cet espace :

-Jeux (enfant + adultes) -Détente+Rencontre.

### 1.18. Les aires de jeux et de sport:

-Stade –Promenade -Jeux pour enfants.

-Zone utilisée par les curistes internes.

-Zone utilisée par les curistes externes.



Photo 15: Aires de jeux. Source l'auteur

**Synthèse:**

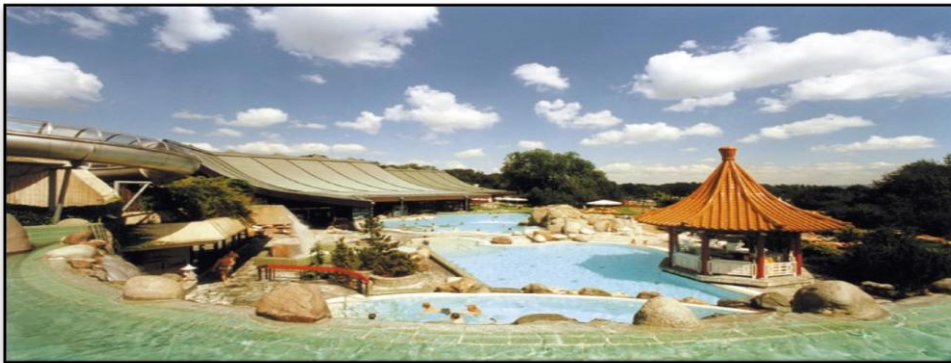
La station thermale Chellala de Guelma présente beaucoup d'avantages:

1. Son implantation dans un site archéologique qui a de merveilleux vues panoramiques.
2. Ses espaces de détente sont à la fois un lieu de relaxation et de rencontre pour les curistes.
3. La séparation entre le bloc thermal et l'hôtel par des espaces de détente et de loisirs.

On remarque aussi quelque inconvénients comme:

1. Le manque d'aménagement des espaces verts et de loisirs.
2. Le manque d'homogénéité entre le bloc thermal

## 2. Complexe thermique Taunus thermes:



### 2.1. 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 38 : Situation du Bad Homburg. (Source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

### 2.2. Analyse Architecturale:

#### 2.2.1. Étude du plan de masse:



Figure 39 : plan de masse (source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

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



Photo 16 : L'espace du parking.- L'espace thermal.- L'espace vert et de détente. (source/-[En ligne] : www.station/TaunusTherme.htm).

### 2.2.2. Accessibilité:

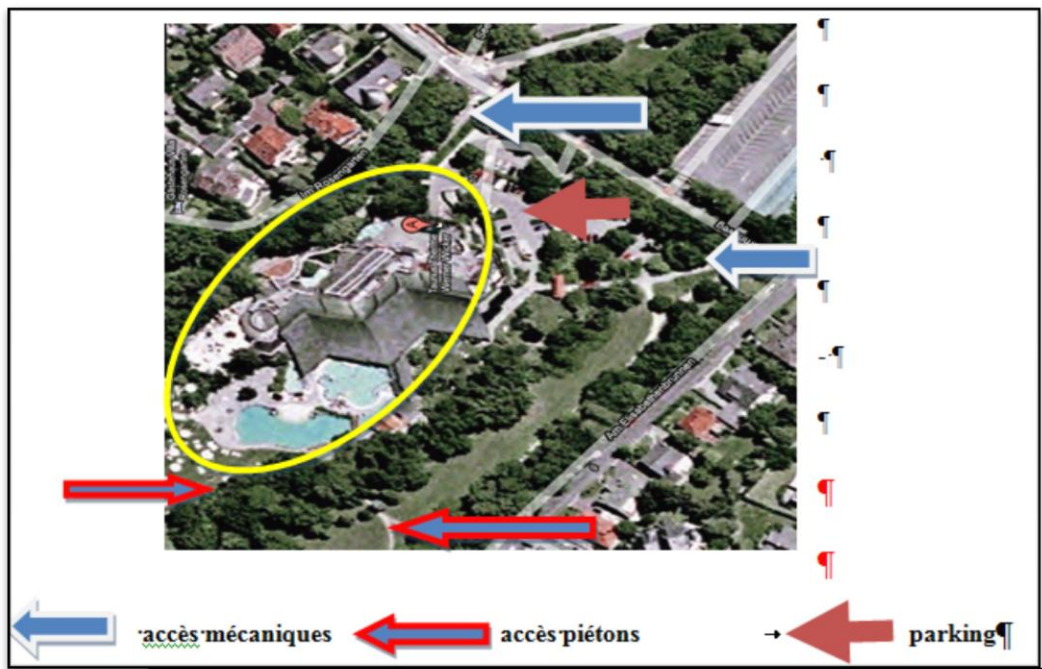


Figure 40 : Accessibilité (source/-[En ligne] : www.station/TaunusTherme.htm).



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).

### 2.2.3. Étude du volume:

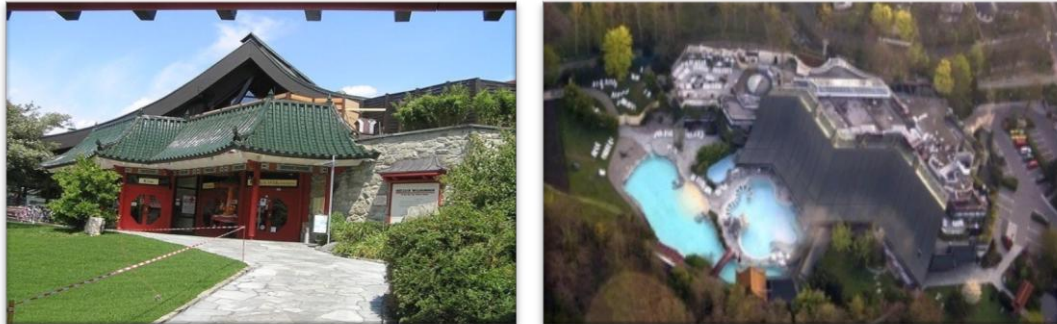


Photo 17 : Volume (source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

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.

## 2.3. L'organisation Spatiale:

### 2.3.1. Plan RDC :

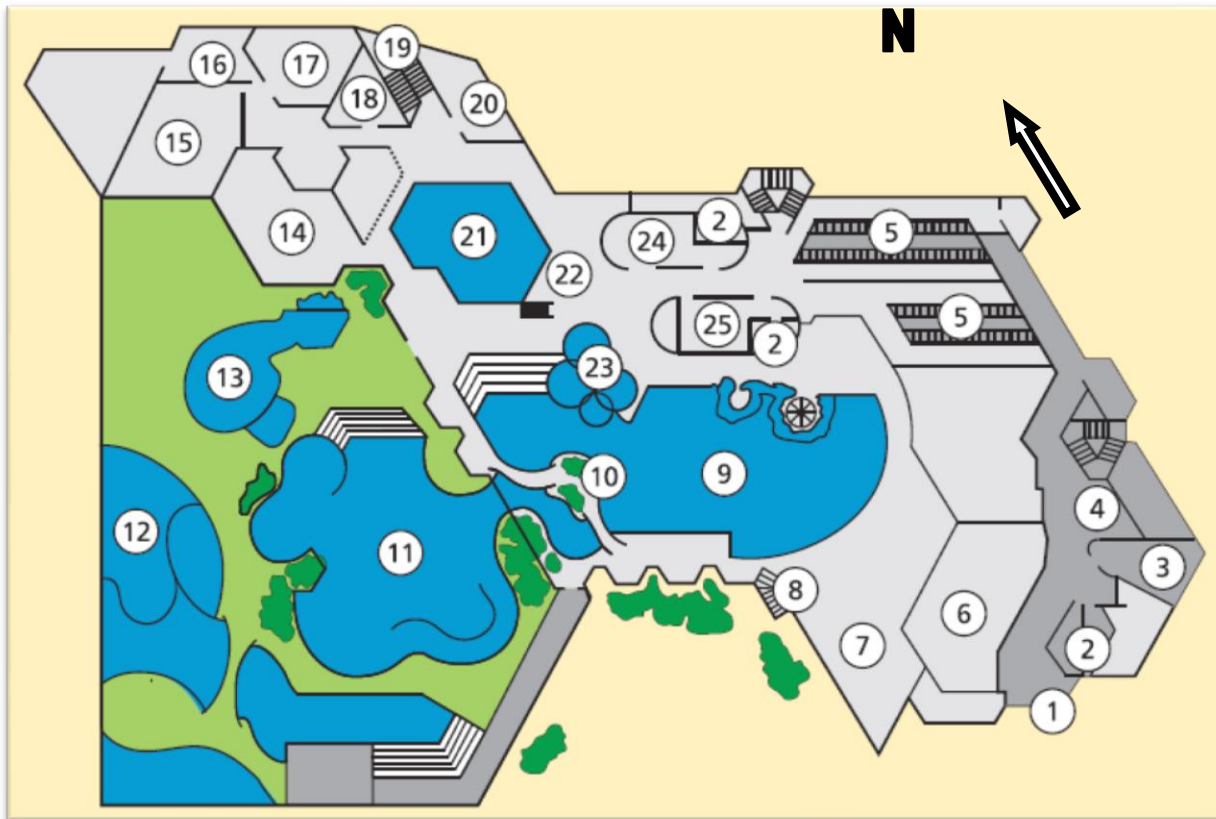


Figure 41 : Plan RDC (source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

#### Légende:

- |  |   |
|--|---|
| <b>1</b> Entrée principale                     | <b>13</b> Frigidarium (bassin d'eau froide)                   |
| <b>2</b> W.-C.                                 | <b>14</b> Salle de repos                                      |
| <b>3</b> Boutique "NAKAMISE"                   | <b>15</b> Salle de réunion                                    |
| <b>4</b> Réception                             | <b>16</b> Espace vacant                                       |
| <b>5</b> Vestiaires                            | <b>17</b> Centre Beauté & Bien-être                           |
| <b>6</b> Restaurant "MIZU", entrée tout public | <b>18</b> Grotte d'eau saline                                 |
| <b>7</b> Restaurant "MIZU", entrée thermes     | <b>19</b> Accès aux infrastructures sportives (par escaliers) |
| <b>8</b> Accès au cinéma (par escaliers)       | <b>20</b> Accueil Soins thérapeutiques                        |
| <b>9</b> Piscine thermale couverte             | <b>21</b> Bassin thérapeutique                                |
| <b>10</b> Ile avec fontaine brumisante         | <b>22</b> Point Informations                                  |
| <b>11</b> Piscine thermale en plein air        | <b>23</b> Jacuzzis  |
| <b>12</b> Lac de baignade                      | <b>24</b> Douches femmes                                      |
|  | <b>25</b> 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.

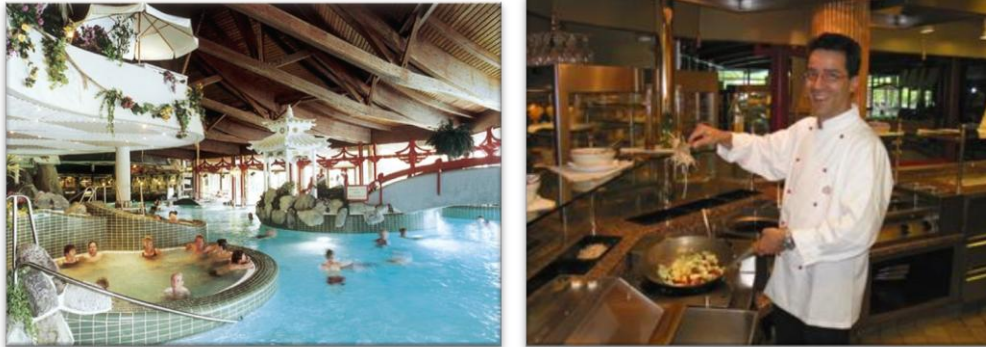


photo 18: Vue intérieure (source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

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.

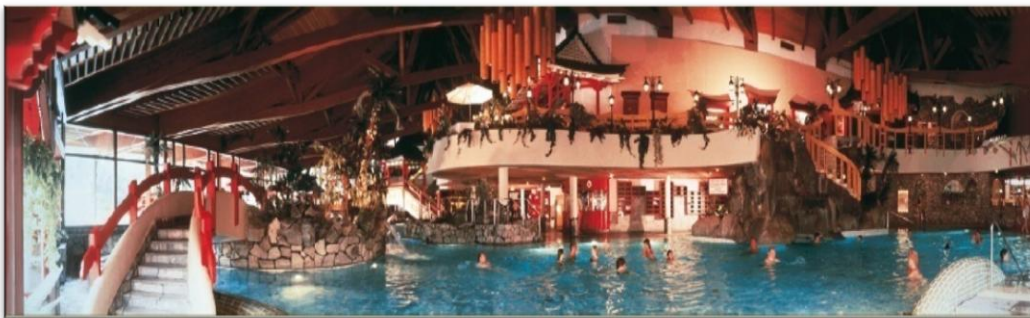


Photo 19 : Vue intérieure (source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

2.3.2. Plan 1er Étage :

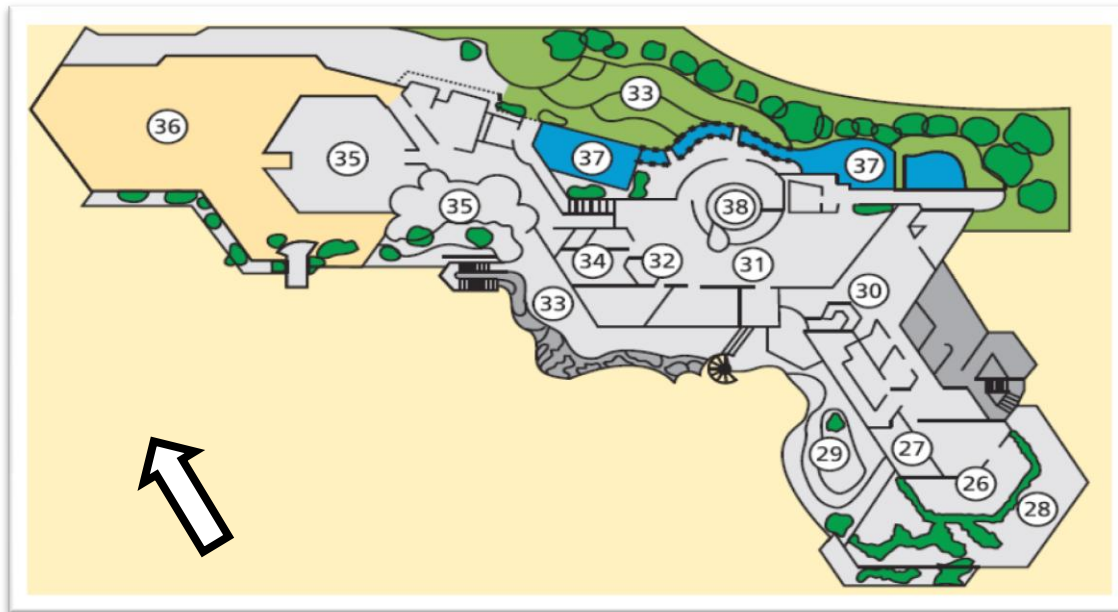


Figure 42 : Plan 1er étage (source/-[En ligne] : [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)).

**Légende**

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <b>26</b> Espace naturiste réservé aux femmes                  | <b>32</b> Espace Massages           |
| <b>27</b> Sauna « au Féminin »                                 | <b>33</b> Espace Transats & Détente |
| <b>28</b> Patio  | <b>34</b> Salle de repos            |
| <b>29</b> Espace Solarium tenue de bain obligatoire & Solarium | <b>35</b> Solariums sans maillot    |
| <b>30</b> Coin Bar "KAMPAI"                                    | <b>36</b> Jardin d'Eden             |
| <b>31</b> Espace Sauna   | <b>37</b> Bassin d'eau thermale     |
|  | <b>38</b> Hammam                    |

Le 1<sup>er</sup> 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.



Photo 20 : SAUNA (Source : [www.monlpllier-agglomeration.fr](http://www.monlpllier-agglomeration.fr))

- **Espace Solarium-Spa:**

Il assure un rayonnement solaire introuvable dans la nature ailleurs.

Le bronzage est assuré sur des lits implantés dans un dôme rempli la pièce avec un cycle Day light

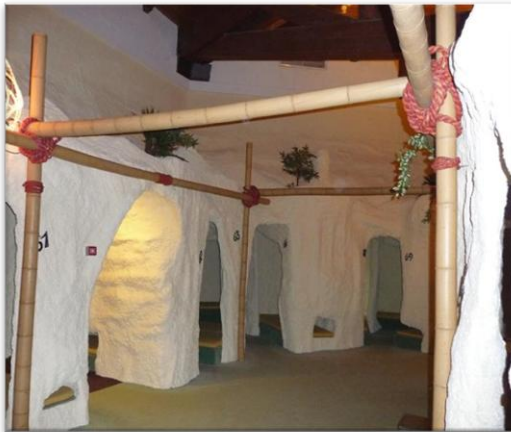


Photo 21 : Espace Solarium-Spa Espace Solarium-Spa (Source : [www.monlpllier-agglomeration.fr](http://www.monlpllier-agglomeration.fr))

### 3. Programmation :

Espace		Définition	N°	Surfacem <sup>2</sup>
Accueil	Hall de dégagement	-	1	60
	Réception	-	1	10
	Salle d'attente	-	1	40
	Commerce spécialisé	-	1	30
	Sanitaire	-	2	16
Administration	Bureau Directeur	-	1	20
	Bureau Secrétaire	-	4	16
	Bureau Comptable	-	1	16
	Bureau Gestion		1	16
	Salle de Réunion		1	40
	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
	Orthopédiste		1	25
	Consultation générale		1	25
	Local radiographie	-	1	15

	Pharmacie	-	1	30
	Sanitaire	-	1	16
	Salle d'attente		1	40
Service balnéothérapie	Bain simple	Technique modulable permettant la pénétration à travers la peau des oligo-éléments de l'eau thermale.  T : 36° à 38°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		-Amélioration de la circulation		
			-Périphérique distal		
		De siège	-Rhumatologie -Arthroses -Affection gynécologique T : 36° à 38°C	4	6
	Douche au jet	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  Indication thérapeutique : -Affection gynécologique. -Pruite -Proriasis. T : 36° à 38° C	4	16	
		Il suffit de s'allonger, sur une table de massage et de se laisser asperger par une rampe d'eau thermale.  Indication thérapeutique	4	16	
Piscine de marche	C'est une piscine de forme de cheminement, réservée pour les personnes handicapées  . Indication thérapeutique : -Rhumatisme -Arthrose	2	60		
	C'est une piscine équipée par l'eau thermale réservée pour les	1	80		



	Piscine de rééducation	mouvements. . Indication thérapeutique : -Rhumatisme –Arthrose.		
	Salle de repos	-	2	16
	Sanitaire	-	2	16
	Salle de repos	-	2	16
Locaux technique	Lingerie		1	50
	Buanderie		1	40
	Bureau technique		1	50
	Atelier d'entretient		1	50
	Chaufferie /climatisation		1	60

Tableau 3:Le programme retenu du bloc thermal

## 4. Analyse du terrain:

### 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

### 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.

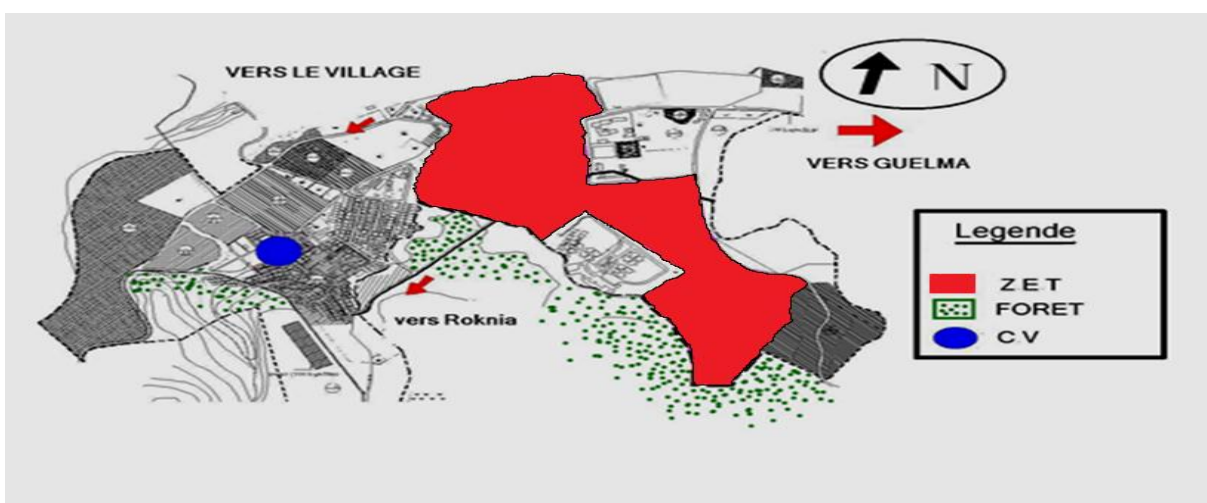


Figure 43 : Situation du ZET Source : l'auteur

## Critères du choix de terrain

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

### Condition

1. La végétation.
2. Un environnement calme pour assurer aux clients un repos complet.

### Condition

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



Photo 22: source thermal Vue en dessus et en face Source : l'auteur

### 4.1. Localisation:

Hammam Debagh est un chef lieu de daïra, il s'étale sur une aire avoisinant les 7645 km<sup>2</sup>, issu du découpage administratif découlant de la loi n° 81/09.

Il est limité comme suit :

**Au Nord** : la commune de Roknia.El fdjouj

**Au Sud** : la commune de Houari Boumediene.

**A l'Est** : la commune de Medjaz amar.

**A l'Ouest** : la commune de Bouhemdan

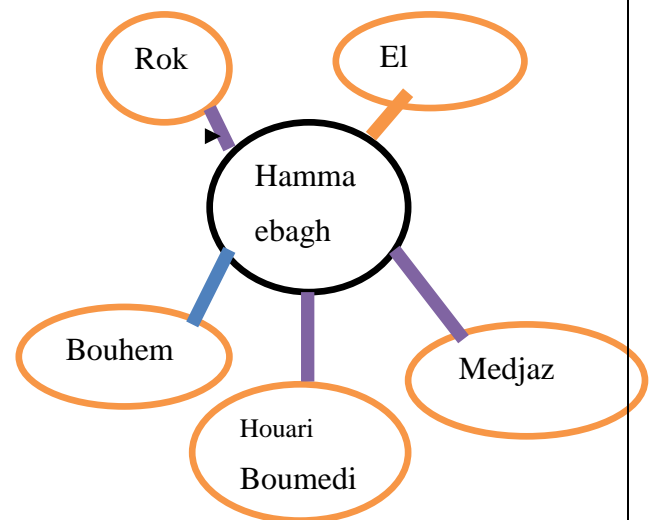


Figure (VI-1-3-1): Situation de la commune de HAMMAM DEBAGH par rapport aux communes environnantes (source-[En ligne] : [www.algerie.el-annabi.com/wilaya/guelma.htm](http://www.algerie.el-annabi.com/wilaya/guelma.htm)).

#### 4.2. Critères de choix du terrain pour un établissement thermal:

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

La végétation.

Un environnement calme pour assurer aux clients un repos complet.

La possibilité d'électrification.

La possibilité d'alimentation en gaz et eau potable.

Des routes qui desservent l'établissement.

#### 4.3. Les richesses naturelles du site:



Photo 24: La cascade. Source : l'auteur



Photo 23: Les dolmain. Source : l'auteur

#### 4.4. Présentation du terrain:

##### 4.4.1. Situation:

Le terrain d'assiette du projet se situe à une altitude de 230m, occupant une superficie



Figure 44: Plan de situation Source : l'auteur

d'environ 08 Hectares, à proximité d'équipements administratifs, scolaires, culturels et commerciaux.

Le terrain se limite comme suit :

**Au Nord** : par la route CW12

**Au Sud** : par le complexe thermale.

**A l'Est** : par l'équipement de la ville.

**A l'Ouest** : par Chaabet Zerdounie.

#### 4.4.2. Accessibilités:

Le terrain est desservi par le CW12 qui passe entre le terrain, les dolmens et la cascade en liant le complexe touristique au village. Ainsi que par 2 routes projetées par l'étude du PDAU qui traverseront le terrain en son milieu.



Figure 45: Accessibilités Source : l'auteur

#### 4.4.3. Microclimat :

##### 4.4.3.1. La Pluie :

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

##### 4.4.3.2. 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.

**4.4.3.3. Humidité :**

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

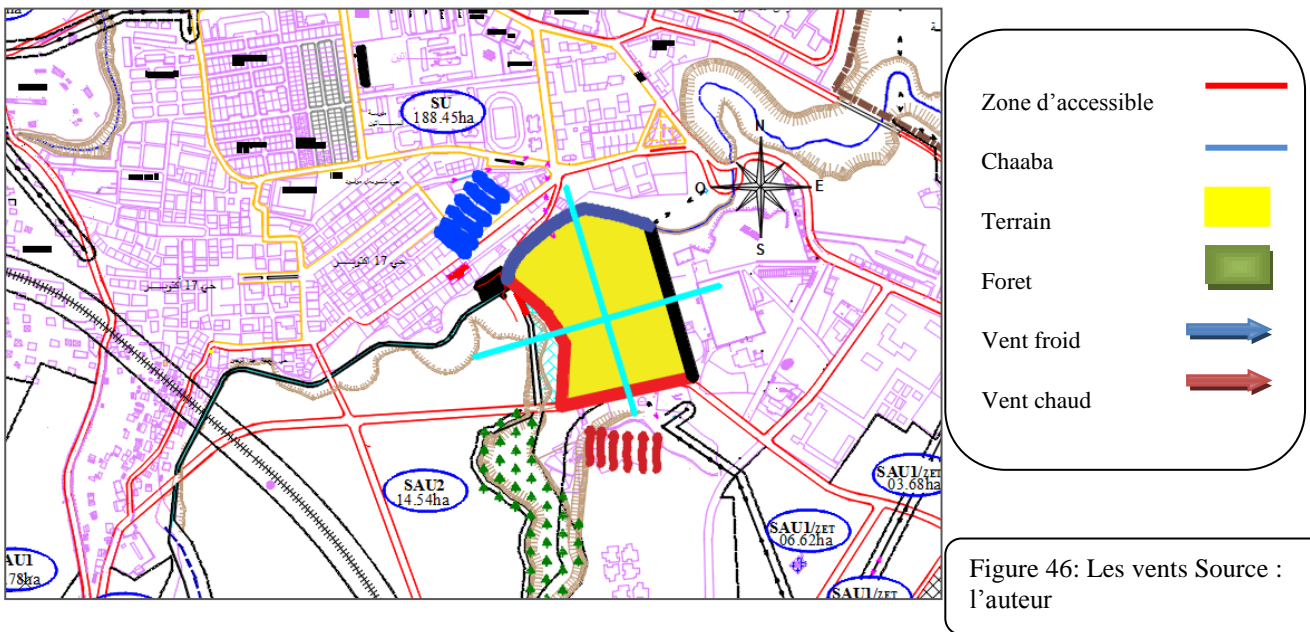
Elle est de 70% en hiver et de 46% en été.

**4.4.3.4. Les vents :**

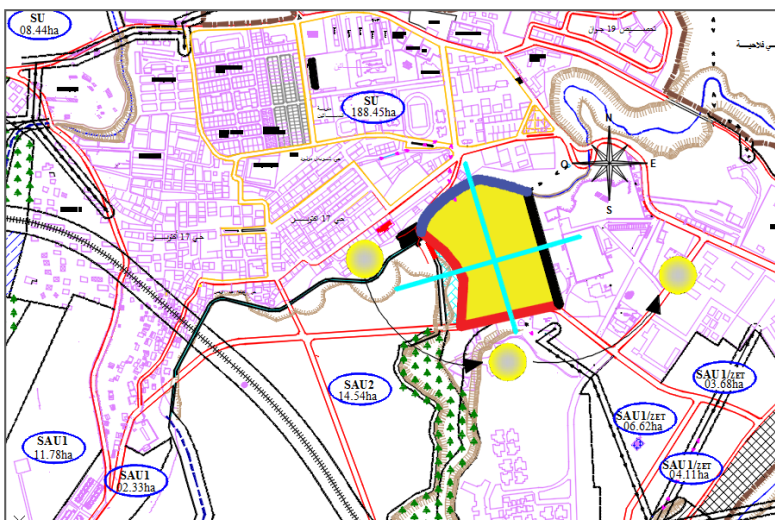
Il y a deux types de vent qui touche notre terrain qui sont:

Les vents Nord-Ouest « Les vents dominants ».

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



**4.4.3.5. Ensoleillement :**



#### 4.4.4. La morphologie:

La pente de notre terrain varie entre 0 et 03%. Elle est très favorable à l'urbanisation, et nécessite des travaux d'assainissements vu le manque d'un réseau existant.

Elle est favorable à tous types de construction (équipement).

C'est un terrain de composition géologique rocheuse.

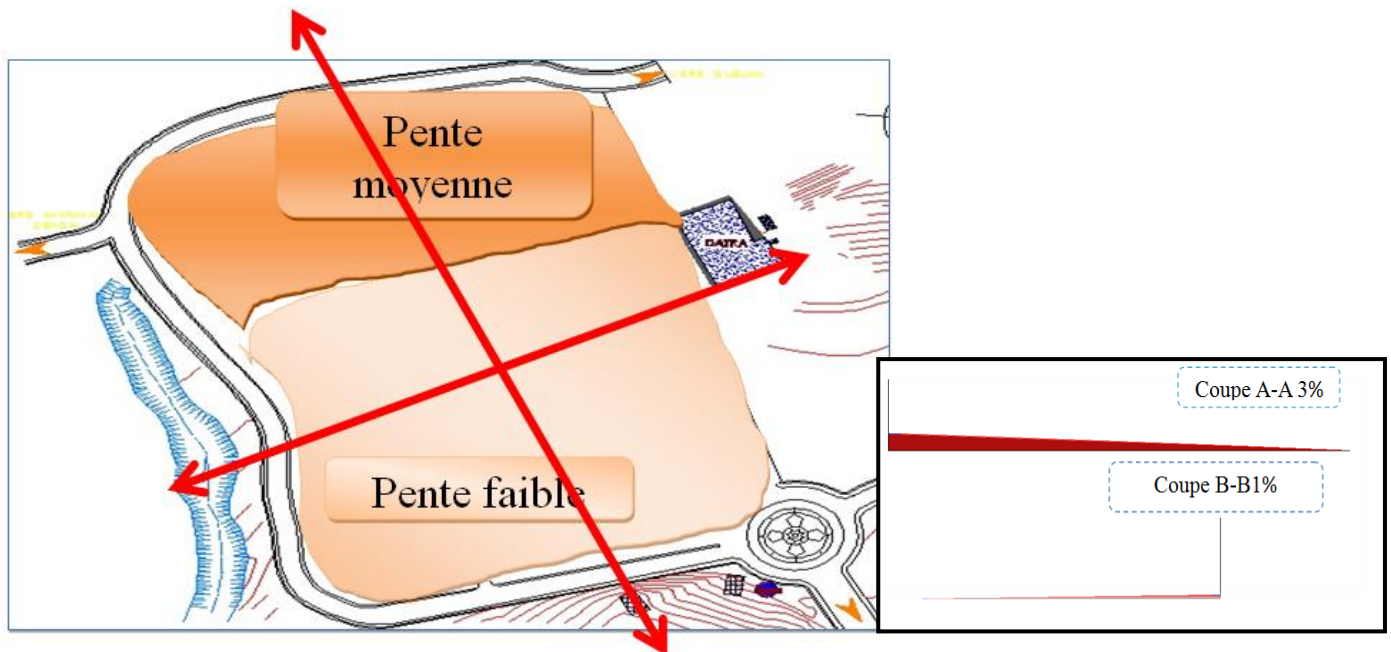


Figure 48 : les coupes A-A et B-B Source : l'auteur

#### 4.4.5. Nature géologique et géotechnique:

La synthèse des données topographiques, hydrographique et géologique nous permettrons de conclure que le site se classe en générale dans la catégorie des terrains favorables à l'urbanisation.

Il est caractérisé par une grande capacité force portante du sol « marno-calcaire, calcaire conglomératique albien » donc favorable à la construction.

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 mise en valeur des espaces publics- La meilleure adaptation vis à vis les éléments climatiques-

La création d'un microclimat

- **L'olivier:**

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



Photo 25 : L'olivier Source : l'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.



Photo 26 : L'eucalyptus Source : l'auteur

- **Le cupressus :**

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




photo 27: Le cupressus Source : l'auteur




## 5. Genèse de projet :

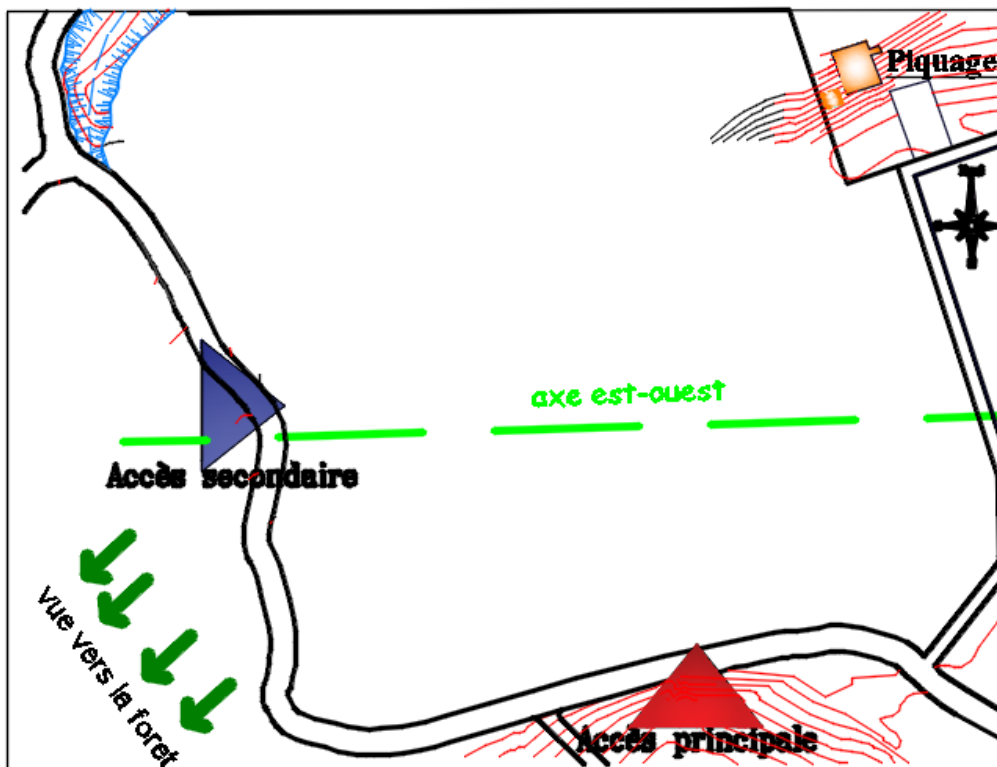
Nous retraçons ici tous le parcours conceptuel et de formalisation architecturale pour l'aboutissement du projet et enfin son langage architectural. Le terrain faisant assiette au projet, de par son orientation, bénéficie d'un bon ensoleillement à toute heure de la journée.

### 5.1. Etape 01 :

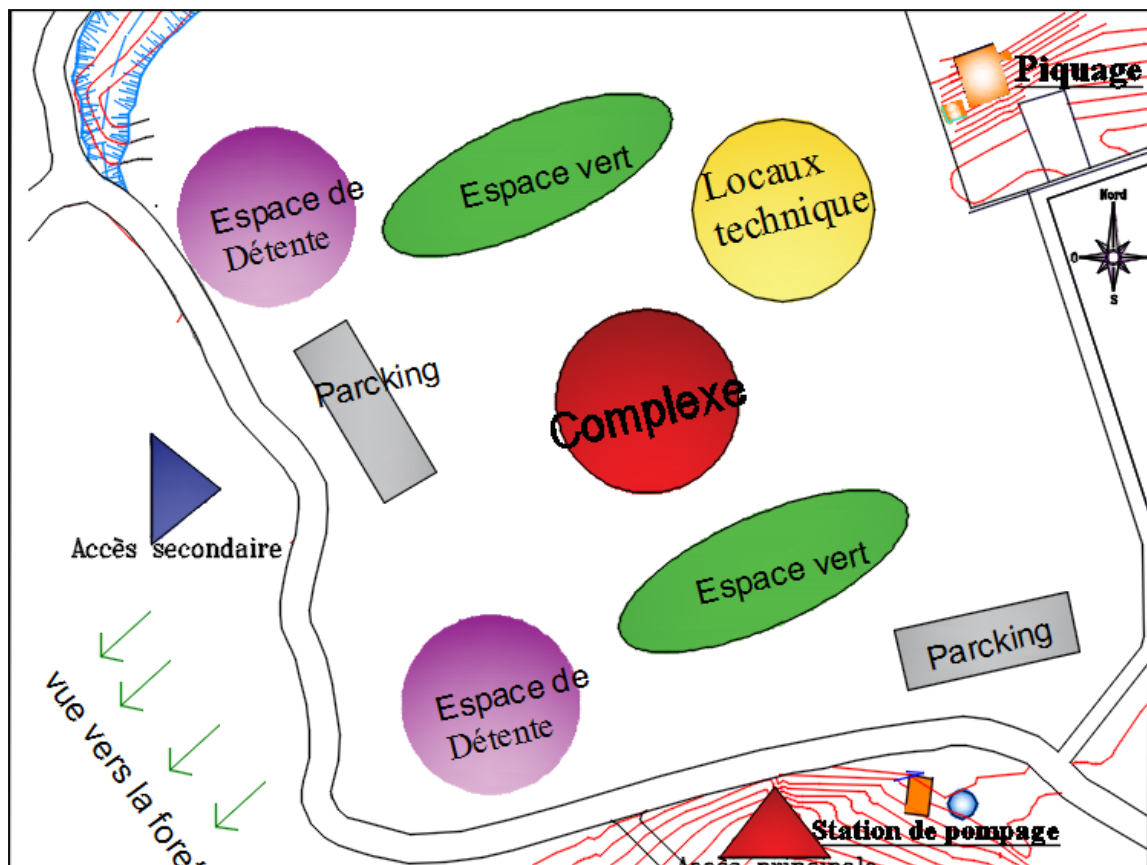
 Accès principale : - nœud très importante -angle urbain-le point le plus visible

 Accès secondaire : - alléger le flux des visiteurs au niveau de complexe

Essai de matérialiser Est-Ouest pour orientés le bâtiment nord-sud a long de l'axe est-ouest



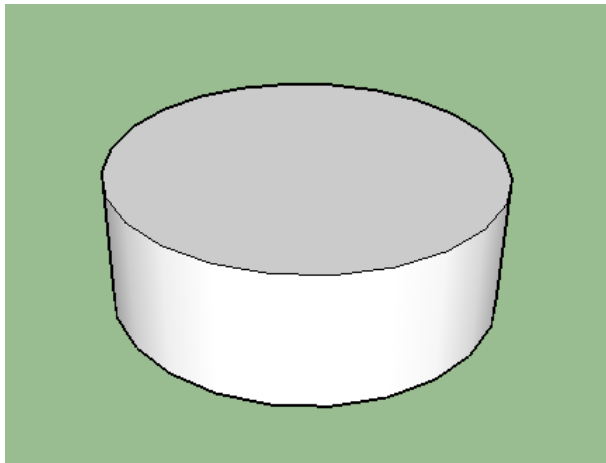
5.2. Etape 02 :



- On a implanté le projet selon l'axe Est-Ouest pour profiter les rayons solaire pendant l'hiver pour garantir le chauffage passif.

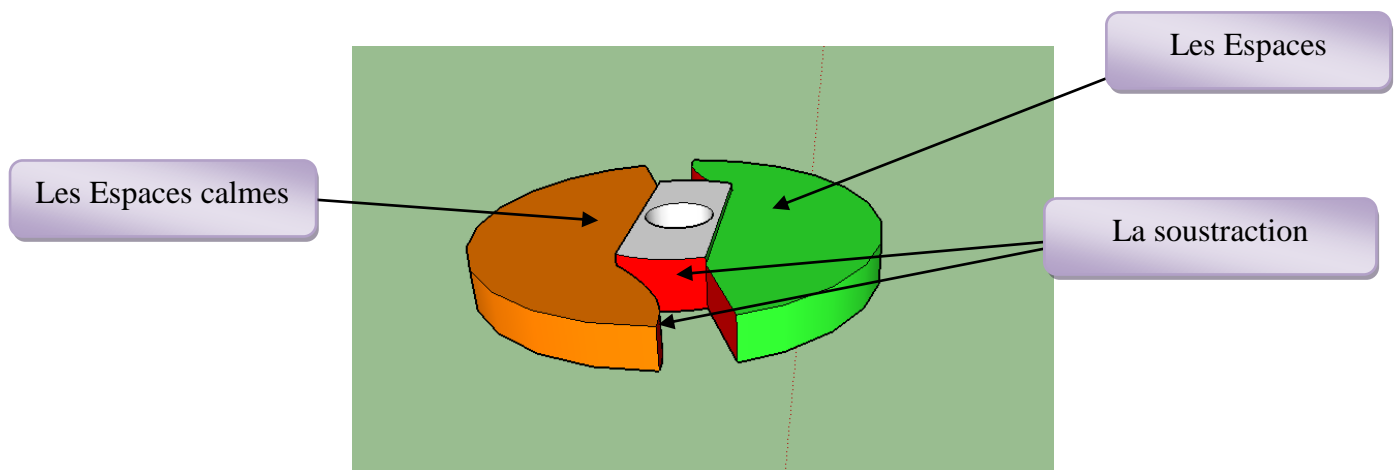
On a crée un espace ouvert au niveau du coté Nord-est du projet pour laisser passer et profiter les brises d'été pour un confort thermique optimal pendant les mois les plus chauds.

### 5.3. Etape 03 :



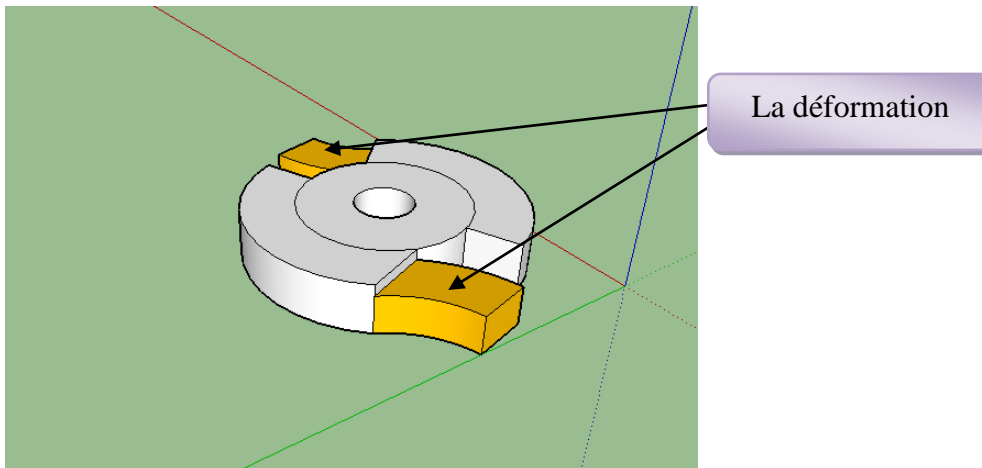
- L'idée fondamentale de projet base une forme circulaire grâce à leur caractéristique (Fluidité, dynamisme, nouveauté, compacte) et pour marque l'importance de cette projet parce que il n'y pas un forme circulaire dans le site.
- Utiliser la forme circulaire pour réduits la surface des circulations et des façades, (sources de déperditions thermiques et minimiser les surfaces exposées au soleil).

### 5.4. Etape 04 :



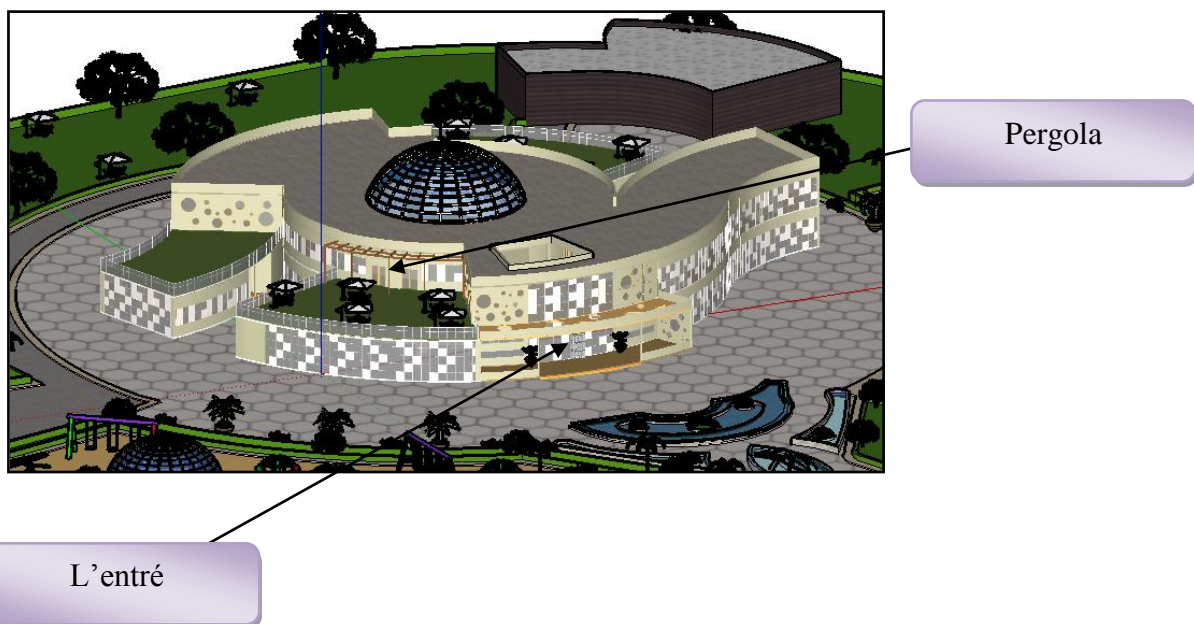
- Fait une soustraction pour fait une séparation dans les espaces de projet (les espaces calmes et bruits) et pour casser les vents dominant, créé un vide (patio) au milieu de cercle pour un éclairage naturel au cœur de projet.

**5.5. Etape 05 :**

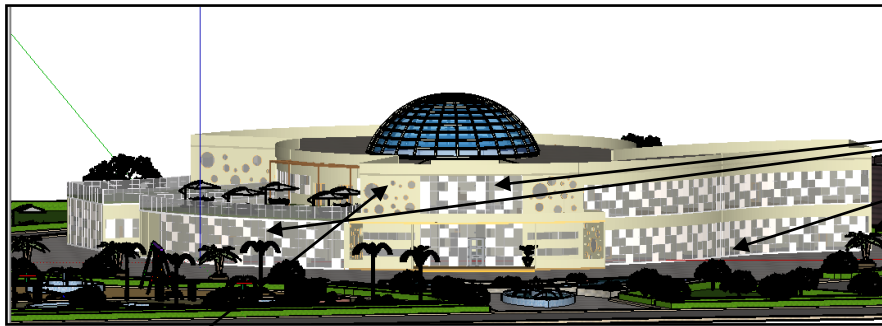


- Fait une déformation au niveau de demi-cercle pour capter maximum des rayonnements solaires au sud et au nord et pour assurer une bon circulation dans le projet (créé une fluidité et éviter les coins morts).

**5.6. Étape 06 :**

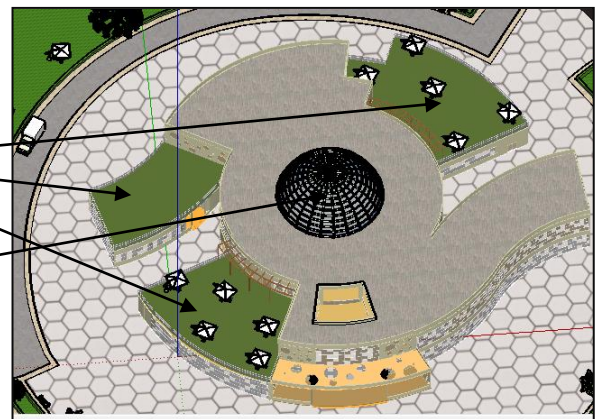


5.6. Étape 07 :



Panneaux sandwich

Béton cellulaire



Toiture végétale

Patio

5.6. Plan de masse :

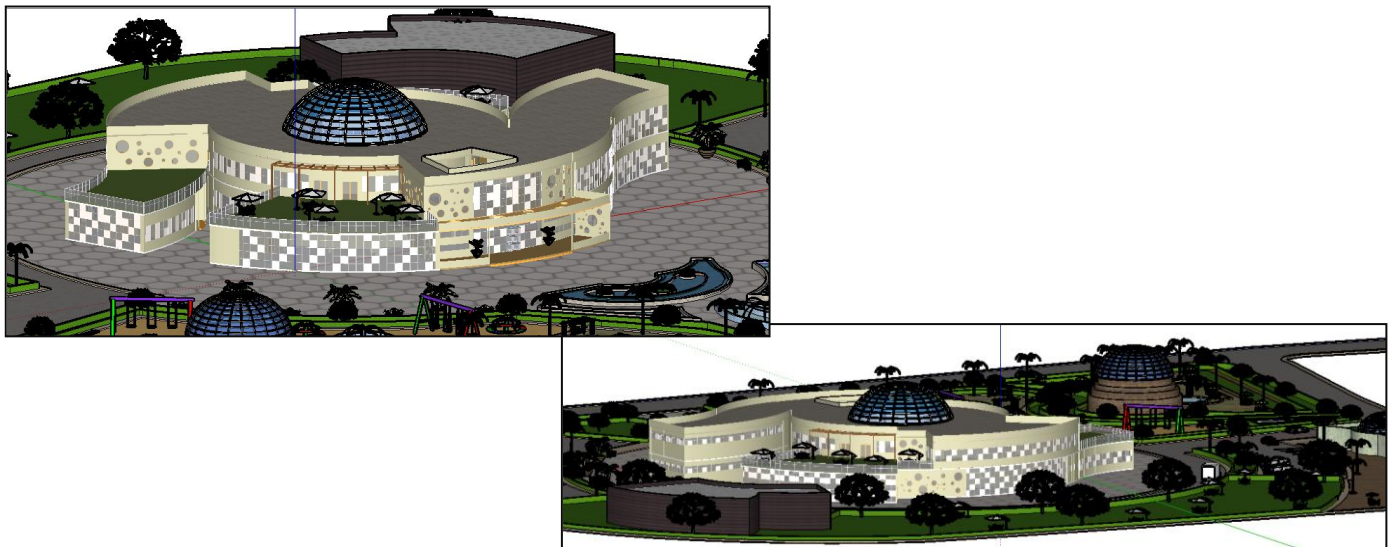


On accède au projet par un accès mécanique qui mène vers les parkings et un accès vert l'entrée principale.

Accès secondé pour l'administration et la piscine.

Nous avons fait un projet compact pour éviter la déperdition de chaleur et créé un confort thermique à l'intérieur de projet.

### 5.7. Volumétrie :



### Conclusion générale :

Un des premiers objectifs de la conception bioclimatique dans le secteur de bâtiment est offrir des ambiances intérieures confortables. De ce fait les paramètres microclimatiques sont de prime importance du point de vue des activités qui ont lieu sur le site et jusqu'à un certain point, déterminent l'usage que l'on en fait. C'est pourquoi, comprendre la richesse des caractéristiques microclimatiques d'un espace extérieur en milieu urbain ainsi que les implications en termes de confort des usagers, ouvre de nouvelles possibilités au développement d'espaces urbains.

Chaque ambiance présente-t-il un climat défini par la température, le rayonnement solaire, l'humidité et le vent, paramètres variables au cours d'un cycle annuel et du cycle jour-nuit.

Ces paramètres créent une zone d'étude et de recherche très étendue, cela impose la nécessité d'améliorer et de contrôler les conditions de vie, alors la sensation du confort et de bien-être, dont on doit bien comprendre et connaître, pour mieux adapter aux exigences du site, en visant un confort thermique optimal des usagers dans cet environnement.

Ce travail est une synthèse des conclusions typologiques (climatiques et bioclimatiques), de

l'interaction entre la conception du bâtiment, le climat et l'environnement: Le confort thermique qui est un des facteurs les plus importants influençant les conditions de confort des piétons dans les espaces de bâtiment

Du point de vue du confort thermique peut être agréable ou désagréable selon les saisons ou les horaires, où la topographie du site, la forme et l'orientation des bâtiments.

L'objectif visé à travers ce travail de recherche, est d'étudier la problématique du confort thermique relative afin d'éviter la surconsommation énergétique de nos bâtiments et prendre en charge la conception architecturale de départ qui doit s'inscrire dans le sens de la durabilité.

# *BIBLIOGRAPHIE*



## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

### Ouvrage :

- **Auliciens Andris, Szokolay Steven V.**, Thermal comfort, P.L.E.A. note 3 Design Tools and Techniques, In Association with department of architecture, University of Queensland, 1997, second edition 2007.
- **Givoni Baruch** : l'homme, l'architecture et le climat, Édition LE MONITEUR, Paris, 1978.
- **HUFTY. André** : *Introduction à la climatologie*, Paris: EDITION Presses Universitaires de France 1976, p96.
- **Candas, V** : « Confort thermique », Technique de l'ingénieur, traité du génie énergétique BE 9 085, France. 2000

### Site internet :

- Google
- Google Earth
- Google Maps
- [www.station/TaunusTherme.htm](http://www.station/TaunusTherme.htm)
- Source : [www.weikpédia.com](http://www.weikpédia.com)
- Source : [www.monlpllier-agglomeration.fr](http://www.monlpllier-agglomeration.fr)
- [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com)

### Rapports de recherches, de thèse :

- mémoire de Mr MAZARI Mohammed
- mémoire de madame MEDJELEKH DALEL