



MEMOIRE FIN D'ETUDE

MASTER 2

OPTION : **ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE**

THEME DU PROJET: AMÉNAGEMENT BIOCLIMATIQUE D'UN  
COMPLEXE THERMAL

INTITULE DU PROJET: ETUDE DE L'IMPACT DE L'INERTIE THERMIQUE  
SUR LE SEUIL DU CONFORT THERMIQUE ET LA CONSOMMATION  
ÉNERGÉTIQUE D'UN BATIMENT À USAGE THERMAL

CAS D'ETUDE: HAMMAM SALHINE (KHANECHELA)

Réalisé par :

- ADEL HAMZA  
- NEZZAR ZAKARIA

Encadré par :

Mme. KAOULA

## **REMERCIEMENTS :**

**Nous remercions tout d'abord dieu le tout puissant pour nous avoir aidé et guide vers le bon chemin, celui qui nous garde et nous bénisse "dieu merci"**

**Nous tenons à remercier particulièrement notre encadreur et professeur d'atelier madame KAOULA pour toute l'attention la sollicitude et la patience dont elle a fait preuve à notre égard avec toute une tendresse maternelle.**

**Ainsi à tous les enseignants qui ont assuré notre formation en cursus universitaire**

**A : Mme Maachi, Mme Aliouche, Mr. Ben kali**

**A tous les enseignants de l'institut d'architecture de l'université SAAD DAHLEB –Blida-**

**A tous les acteurs rencontrés à HAMMAM SALHINE, KHANCHELA pour leur disponibilité et les informations précieuses qu'ils ont pu nous apporter.**

**ADEL HAMZA**

**ET**

**NEZZAR ZAKARIA**

## DÉDICACE :

Nulle œuvre n'est exaltante que celle réalisée avec **le soutien moral et financier** des personnes qui nous sont proches.

Je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance :

**À Mes chers parents ma mère et mon père** pour leur **patience**, leur **soutien** et leurs **encouragements** qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation et ma réussite

**À mes sœurs : NACIRA, SOUAD, DJAMILA, FATIMA, FADILA.**

**À mes frères : KEITER, LAKHDAR, YUCEF, AMINE, MOHAMMED,**

**À mes neveux et nièces : MAHMOUD, KADOUR, HADJER, LOKMANE, ADLANE, HOUSSEM, KAOUTAR, ABDE ERRAHMEN, ABDEL MOUMEN, MERIEM, YACINE, AROUA ,ASMA ,FERIEL ,SOUNDOUS, NARDJES ,OBID,MARIA ,NASSIM ,MOHAMED ,YASSER ,HAYTEM.**

**À mes beaux-frères : MOHAMED, AHMED CHERIF, AMINE, BRAHIM**

**À mes belles sœurs : ALIA, FAIZA, KAHINA**

**À tous mes amies surtout : ZAKI, AMINE, SIFEDDINE, MOHAMED ; SAM SMINA**

**Et un remerciement particulier à MERYOUMA qui n'a jamais cessé de m'encourager, me conseiller et me soutenir.**

**ADEL HAMZA**



## **DÉDICACE :**

**Tout en espérant être à la hauteur,**

**Je dédie ce modeste travail**

**A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.**

**À mes sœurs : BOUTAYNA ; CHAIMA.**

**À mes frères : AHMED ; YAHIA.**

**À tous mes amis surtout : HAMZA ; AZZEDDINE ; SAM ; AYOUB ; RAMZI.**

**NEZZAR ZAKARIA**



**Sommaire :**

<b><u>PRESENTATION DE L'OPTION :</u></b>	
• Préambule .....	8
• Objectifs pédagogiques de l'option .....	8
• Méthodologie de l'option .....	9
<b><u>CHAPITRE I : CHAPITRE INTRODUCTIF.....</u></b>	<b>10</b>
I.1. Introduction générale .....	11
I.2. Motivation du choix du thème .....	11
I.3. Problématique .....	11
I.3.1. Problématique générale.....	11
I.3.2. Problématique spécifique.....	12
I.4. Hypothèses.....	12
I.5. Objectifs .....	12
I.6. Structure de mémoire.....	13
I.7. La méthodologie .....	14
I.7.1. Partie théorique .....	14
I.7.2. Partie pratique .....	14
I.7.3. Schémas de la méthodologie .....	14
<b><u>CHAPITRE II : ETAT DES CONNAISSANCES.....</u></b>	<b>15</b>
<b><u>II.1. PHASE 1 : ETAT DES CONNAISSANCES LIE A L'ECO-QUARTIER.....</u></b>	<b>16</b>
II.1.1. Introduction .....	16
II.1.2. L'environnement.....	16
II.1.3. L'architecture écologique.....	16
II.1.3. A. Définition.....	16
II.1.3. B. L'intérêt de l'architecture écologique.....	16
II.1.4. Développement durable.....	17
II.1.4. A. Définition du développement durable.....	17
II.1.4. B. Les trois piliers du développement durable.....	17
II.1.4. B.1. Préserve l'environnement .....	17
II.1.4. B.2. Favorise la cohésion sociale .....	17
II.1.4. B.3. Promouvoir une économie responsable .....	18
II.1.4. C. Principe du développement durable .....	18
II.1.5. L'Eco-quartier .....	19
II.1.5. A. Définition d'un éco-quartier .....	19
II.1.5. B. Cibles et objectifs des éco-quartiers .....	19
II.1.5. C. Principe d'aménagement des éco-quartiers .....	19
II.1.5. C.1. A l'échelle de l'agglomération.....	20
II.1.5. C.2. A l'échelle du quartier.....	20
II.1.5. C.3. A l'échelle de la rue .....	21
II.1.5. C.4. A l'échelle du bâti.....	21
II.1.5-D-Définition du HQE .....	22
II.1.5-E-Exemple d'un éco-quartier.....	23
<b><u>II.2. PHASE 2 : ETAT DES CONNAISSANCE LIE A L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET LA THEMATIQUE DU PROJET ARCHITECTURAL CHOISI.....</u></b>	<b>24</b>
II.2.1. L'architecture bioclimatique : .....	24
II.2.1. a Définition du concept « architecture bioclimatique ».....	24
II.2.1. b Objectifs de l'architecture bioclimatique .....	24
II.2.1. c Principe de l'architecture bioclimatique .....	24

II.2.2. Le tourisme : .....	25
II.2.2. a. Définition du tourisme.....	25
II.2.2. b. Les Différents types du tourisme.....	25
II.2.2. c. Le tourisme en Algérie.....	25
II.2.2. d. Tourisme de sante.....	26
II.2.3. Le thermalisme : .....	26
II.2.3. A. Définition du thermalisme .....	26
II.2.3. B. Le thermalisme et le développement durable .....	26
II.2.3. C. Thermalisme en Algérie .....	26
II.2.3. D. Architecture thermale .....	27
II.2.3. d.1. Définition de l'architecture thermale.....	27
II.2.3. d.2. Aperçu historique.....	27
II.2.3. E. Centre thermal.....	28
II.2.3. E.1. Définition d'un centre thermal.....	28
II.2.3. E.2. Principe d'aménagement d'un centre thermale.....	28
II.2.3. E.3. Principe de conception d'un centre thermale .....	28
II.2.3. E.4. Organigramme fonctionnelle d'un centre thermal.....	29
II.2.3. E.5. Classification des centres thermaux .....	29
II.2.3. E.6. La typologie des hammams sous le climat méditerranéen .....	30-31
II.2.3. F. Analyse d'exemple : .....	32
II.2.3. F.1. Hammam EL SALHIN BISKRA.....	32
II.2.3. F.2. Complexe thermale CALDEA .....	33
II.2.3. F.3. Synthèse des exemples .....	34
II.3. PHASE 3 : ETAT DE L'ART LIE AU PROCEDE DE RECHERCHE « INERTIE THERMIQUE » .....	34
II.3.1. Confort thermique : .....	34
II.3.1. a. Définition.....	34
II.3.1. b. Les paramètres du confort thermique .....	34
II.3.2. L'inertie thermique : .....	35
II.3.2. a. Définition.....	35
II.3.2. b. But de l'inertie thermique .....	35
II.3.2. c. Typologie de l'inertie thermique .....	35
II.3.2. c.1. L'inertie quotidienne.....	35
II.3.2.c.2. L'inertie séquentielle.....	35
II.3.2. d. Paramètre de l'inertie thermique .....	35
II.3.2. d.1. La diffusivité thermique .....	35
II.3.2. d.2. L'effusivité thermique.....	35
II.3.2. e. Inertie thermique des matériaux.....	36
II.3.2. f. Caractéristique de l'inertie thermique .....	36
II.3.2. f.1. La capacité thermique massique ou chaleur spécifique :.....	36
II.3.2. f.2. La conductivité thermique des matériaux :.....	36
II.3.2. f.3. La surface d'échange :.....	36
II.3.2. g. Fonctionnement de l'inertie thermique .....	36
II.3.2. g.1. Stratégie de l'hiver :.....	36
II.3.2. g.2. Stratégie de l'été :.....	36
II.3.2. h. Modes de transferts de chaleurs.....	37
II.3.2. i. Transfert de chaleurs par conduction à travers une paroi pleine .....	37
II.3.3. Retour d'expérience : .....	38

II.3.3. a. Analyse d'exemple maison Chaouia.....	39
II.3.3.b. Analyse d'une maison colonial Guelma .....	40
Conclusion .....	43
CHAPITRE III : CAS D'ETUDE.....	45
III.1. PARTIE 1 : A L'ECHELLE URBAINE.....	45
III.1.1. Critère de choix du site .....	46
III.1.2. Présentation du site d'intervention : .....	46
III.1.2. a. Présentation .....	46
III.1.2. b. Situation du site d'intervention.....	47
III.1.3. Analyse de site.....	47
III.1.3. a. Le site d'intervention .....	47
III.1.3. b. Situation et accessibilité.....	47
III.1.3. c. Distances .....	47
III.1.3. d. Formes et dimensions du site.....	48
III.1.3. e. Composition du site et son environnement .....	48
III.1.3. f. Etat de lieu du site .....	49
III.1.3. g. Morphologie du site .....	49
III.1.4. Principes d'aménagement du site .....	50
III.1.5. Principes bioclimatiques intégrés .....	52
III.2. PARTIE 2 : A L'ECHELLE ARCHITECTURALE .....	56
III.2.1. Présentation de la parcelle du projet : .....	57
III.2.2. Présentation du bâtiment.....	57
III.2.3. Choix du bâtiment.....	58
III.2.4. Genèse de l'Idée .....	59
III.2.5. Principes de conception .....	60
III.2.6. Principes bioclimatiques intégrés .....	61
III.2.7. Fonction .....	62
III.2.8. Système Structurel .....	64
III.2.9. Système constructif .....	65
III.2.10. Traitement de façade .....	66
III.3. PARTIE 3 : LA SIMULATION.....	67
III.3.1. Introduction.....	67
III.3.2. Présentation de l'espace étudié .....	67
III.3.3. Rôle de simulation .....	68
III.3.4. Logiciel choisit.....	68
III.3.5. Les étapes de simulation .....	69
III.3.6. Résultats et interprétation de la simulation.....	70
 Bibliographie.....	 73

**Présentation du Master :****Préambule :**

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tous les intervenants : décideurs politiques, maîtres d'ouvrage, urbaniste, *architecte*, ingénieurs, paysagiste, ...

La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatique associe une bonne *intégration au site*, *économie d'énergie* et emploi de *matériaux sains et renouvelable* ceci passe par une bonne connaissance du site afin de faire ressortir les potentialités bioclimatiques liées au climat et au microclimat, sans perdre de vue l'aspect fonctionnel, et l'aspect constructif.

La spécialité proposée permet aux étudiants d'approfondir leurs Connaissances de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural afin d'obtenir une conception en harmonie avec le climat.

La formation est complétée par la maîtrise de logiciels permettant la prédétermination du comportement énergétique du bâtiment, ainsi que l'établissement de bilan énergétique permettant l'amélioration des performances énergétique d'un bâtiment existant.

**Objectifs pédagogiques :**

Le master Architecture Bioclimatique est un master académique visant la formation d'architectes, la formation vise à la fois une initiation à la recherche scientifique et la formation de professionnels du bâtiment, pour se faire les objectifs se scindent en deux parties complémentaires :

- **la méthodologie de recherche** : initiation à l'approche méthodologique de recherche problématique ; hypothèse, objectifs, vérification, analyse et synthèse des résultats.

- **la méthodologie de conception** : concevoir un projet en suivant une démarche assurant une qualité environnementale, fonctionnelle et constructive.

**Méthodologie :**

Après avoir construit l'objet de l'étude, formulé la problématique et les hypothèses, Le processus méthodologique peut être regroupé en cinq grandes phases :

**1- Elaboration d'un cadre de référence** : dans cette étape il s'agit de recenser les écrits et autres travaux pertinents. Expliquer et justifie les méthodes et les instruments utilisés pour appréhender et collecter les données

**2- Connaissance du milieu physique et des élément urbains et architecturaux d'interprétation appropriés** : connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire ; pour une meilleur intégration projet.

**3- Dimension humaine, confort et pratiques sociale** : la dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant à établir un équilibre entre l'homme et son environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale.

**4- Conception appliquées'' projet ponctuel** : l'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centrée sur le cheminement du projet, consolidé par un support théorique et scientifique, la finalité recherchée un projet bioclimatique viable d'un point de vue fonctionnel, constructif et énergétique.

**5- Evaluation environnementale et énergétique** : vérification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétique à travers différents outils : référentiel HQE, bilan thermique, bilan thermodynamique, évaluation du confort, thermique, visuel.

**CHAPITRE I :**  
**CHAPITRE INTRODUCTIF**

## I.1. INTRODUCTION :

L'homme est depuis l'Antiquité dans une tentative pour arriver à améliorer son lieu de vie, il a été pris dans les troglodytiques sans satisfaire ses besoins. Là, l'être humain a commencé ses recherches pour obtenir un bon confort qui peut lui faire surmonter la chaleur de l'été et le froid de l'hiver. Ainsi la recherche le mène vers l'exploitation des ressources naturelles.

Dès la fin des années 60 l'humanité a pris de la tendance vers l'épuisement des ressources, en 1973 le premier choc pétrolier illustre la fragilité des systèmes dépendants des énergies fossiles est apparue la nécessité de mettre en œuvre une gestion globale de la planète de ses écosystèmes.

En 1988 l'ONU adopte la notion du développement durable qui signifie un développement sociale, économique, et politique répondant aux besoins présents sans hypothéquer ou compromettre la capacité des générations future à satisfaire leur propre développement. (2)

La consommation des énergies dans le bâtiment est très élevée et différent d'un pays à l'autre, le concepteur doit assurer le confort de l'utilisateur, mais devra de plus faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé.

L'intérêt de l'approche bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui est, en fait, un facteur fondamental de l'art de construire. Pour cela, il faut veiller à :

- Préserver les ressources énergétiques conventionnelles,
- Réduire les coûts des investissements énergétiques, notamment en matière de chauffage et de climatisation,
- Réduire l'impact des énergies fossiles sur l'environnement

Le confort thermique consiste principalement à assurer une température et un taux d'humidité constant, dans cette recherche nous nous focalisons sur ce dernier dans un centre thermal à travers l'inertie thermique des matériaux de son enveloppe sous un climat semi-aride.

## I.2. Motivation du choix du thème :

On a choisi comme thème : **l'Aménagement bioclimatique d'un complexe thermal** pour les raisons suivantes :

- La présence de plus de 400 sources thermales en Algérie
- La valeur et l'importance économique et touristique des centres thermaux.
- L'abondance et l'inexploitation de l'état de ces sources de richesse qui sont normalement l'un des secteurs prioritaires pour développer le tourisme en Algérie.
- La dégradation catastrophique des thermes en Algérie et surtout les thermes antiques romains qui sont classées normalement comme patrimoine historique national qu'on doit préserver.

## I.3. PROBLEMATIQUE:

### I.3.1. PROBLEMATIQUE GENERALE :

Le thermalisme se définit comme étant l'ensemble des moyens constructifs médicaux, sociaux, sanitaire, administratif et d'accueil pour les différentes tranches sociales selon leur besoin.

Aujourd'hui le secteur des thermes en Algérie est dans une dégradation agressive par rapport, d'une part, à son type de structuration spatiale, on néglige la fonction de chaque zone. Et d'autre Part, à son type de construction, il n'arrive pas à offrir un bon niveau de confort et notamment Le Confort thermique, notion plus précise du confort suscité, se caractérise par la sensation que ressent

une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve

A partir de cela la problématique que nous posons est la suivante : **Comment peut-t-on concevoir une station thermale tout en adaptant une démarche bioclimatique afin d'améliorer le confort thermique ?**

### **I.3.2. Problématique spécifique :**

Dans l'architecture romaine les thermes sont parmi les plus grands consommateurs des matériaux pour créer des ambiances thermiques favorables à l'être humain.

La construction des thermes en Algérie qui appartiennent à trois zones climatiques différentes, utilisent malheureusement les mêmes matériaux sans aucune considération de leur inertie thermique ni de ces différences climatiques ce qui provoque des problèmes de confort, notamment thermique ce qui provoque des problèmes dans les espaces intérieurs. L'inertie des bâtiments, sujet de notre recherche, est un procédé passif lié aux matériaux et à la manière dont est constituée la paroi. Les principales notions physiques des matériaux regroupées derrière le terme d'inertie thermique participent au bon rendement, à la bonne utilisation et au confort du bâtiment.

Ceci nous emmène en fait à poser la question : **Quel est le rôle de l'inertie et son impact réel sur le confort thermique et la consommation de l'énergie dans les bâtiments thermaux ? Et quel est le meilleur matériau pour le climat méditerranéen ?**

### **I.4. Hypothèses :**

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

- La grande inertie thermique des matériaux offre un meilleur confort thermique.
- Une hiérarchisation intérieure des espaces offre une meilleure maîtrise du confort thermique adapté à l'activité thermique.

### **I.5. Objectifs :**

Le but de cette recherche est l'étude de l'inertie thermique dans le but d'offrir un meilleur confort thermique au sein des stations thermales, cette recherche vise :

- intégrer nos stations thermales dans une démarche bioclimatique à partir de notre propre aménagement, objet, entre autres, de ce présent travail
- chercher la meilleure compatibilité entre matériaux et climat.
- Le meilleur choix des matériaux de construction utiles pour la masse thermique.
- la détermination des épaisseurs idéales de la masse thermique assurant le confort des utilisateurs.

**I.6. Structure de mémoire :**

Le travail a été structuré comme suit :

**Une présentation** de l'option architecture bioclimatique et ses objectifs pédagogiques ainsi la méthodologie de l'option.

**CHAPITRE 1 : CHAPITRE INTRODUCTIVE**

ce chapitre contient Une introduction générale comporte la motivation du choix du thème et les éléments de la problématique à savoir : les hypothèses et les objectifs de la recherche, la méthodologie du travail à suivre ainsi que la structure du mémoire.

**CHAPITRE 2 : ETAT DES CONNAISSANCES**

Le présent chapitre c'est un support théorique : il présente le cadre théorique de nos concepts énoncés précédemment, elle est basée sur une recherche bibliographique et une mise en lumière de différentes recherches et les expériences antérieures.

On a développé ce chapitre on trois phases comme suit :

**Phase 1:** Etat des connaissances lie à l'Eco-quartier

**Phase 2 :** Etat des connaissances lie à l'architecture bioclimatique et la thématique du projet architectural choisi

**Phase 3:** Etat de l'art lie au procède de recherche « inertie thermique »

**CHAPITRE 3 : CAS D'ETUDE**

Dans ce chapitre Nous essayerons de présenter les différentes étapes et principes d'aménagement du site et du conception architecturale jusqu' arriver au détail technique du projet .et pour atteindre ce but on a présenté le chapitre en trois parties

**Partie 1 :** A l'échelle urbaine

**Partie 2 :** A l'échelle architecturale

**Partie 3 :** La simulation

**CONCLUSION****BIBLIOGRAPHIE**

**I.7. La méthodologie :**

Afin de répondre à ces objectifs, l'étude s'est attelée à confirmer ou à infirmer ces hypothèses à travers une structuration de la recherche qui va s'articuler autour de deux parties :

**I.7.1. Partie théorique :** elle consiste en une recherche bibliographique et documentaire elle Comporte : définitions, concepts et théories émergentes dans le domaine climatique plus précisément sur le confort thermique. Pour objectif de comprendre les éléments théoriques de base en rapport avec le sujet de recherche contribuant à la canalisation de la présente étude vers les objectifs ciblés.

**I.7.2. Partie pratique :** c'est la partie d'investigation basée sur une campagne de mesures, abordera en premier la présentation de cas d'étude et la méthodologie de travail sur terrain ainsi que l'étude climatique et bioclimatique de Khenchla,

Cette partie de la recherche s'est basée sur une étude comparative sur les matériaux qui a une grande inertie thermique pour garder la température interne en premier et aussi une étude sur les matériaux adaptables de chaque climat en Algérie.

**I.7.3. Schéma de la méthodologie :**

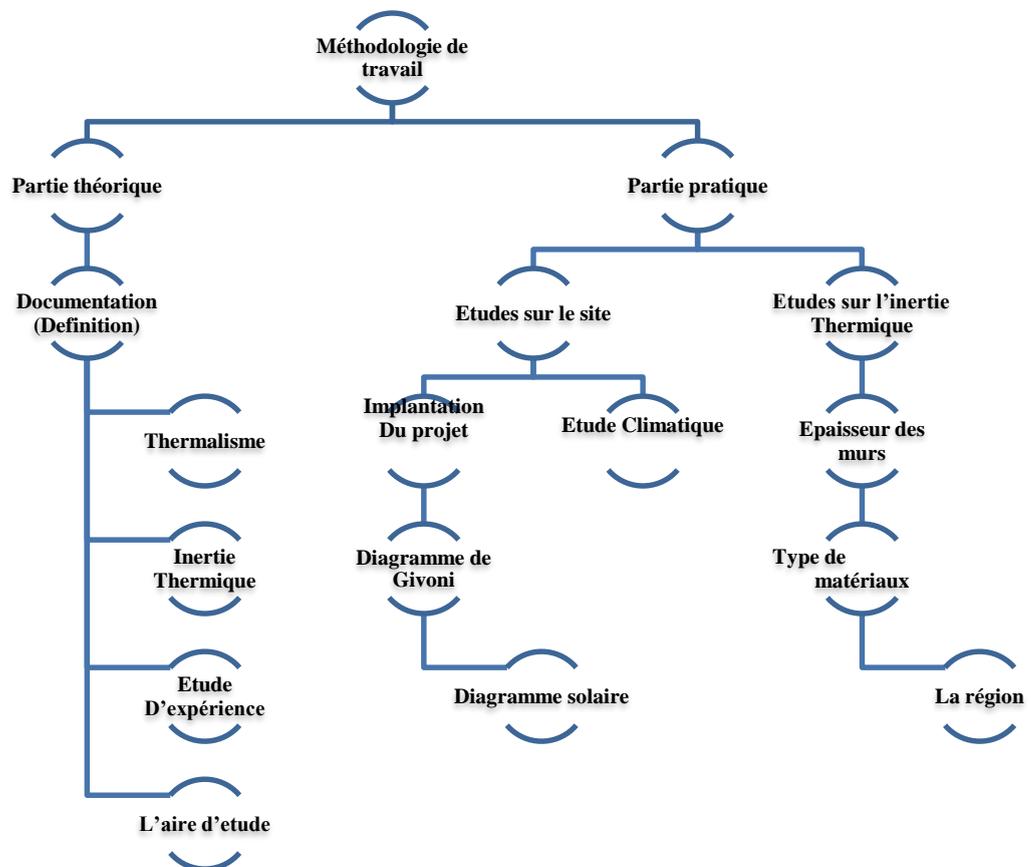


Figure 1: Schémas de la méthodologie de travail

# 1. Analyse d'exemple « Hammam El Salhin »

## 1- Présentation du projet :

Hammam ELSALIHINE a été conçu en 1976 comme étant une entité retranchée derrière une enceinte au nord-est de la ville de Biskra. Ses eaux jaillissent d'un débit de 16 L/s avec une température de 43° C, sont chlorurées sodique et sulfurées.

La région jouit d'un climat sec avec un hiver doux et chaud, le soleil brille presque constamment tout le long de l'année, la douceur du climat et la sécheresse de l'aire permettent d'associer les effets d'une cure climatique a ceux du traitement thermal. Ces éléments naturels lui donnent la stature d'une station d'hiver.

**Vents dominants :** sud-est et nord-ouest.

**Matériaux utilise :** le béton armé et la briques.

**Programme :**

- 72 bungalows.
- Hôtel.
- Cinéma.
- Maison d'enfant.
- Hammam.+
- Terrain de sport.
- Centre commerciale.

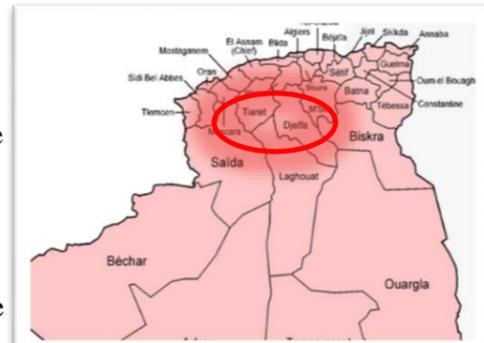


Figure 19 : Situation nationale du hammam Salhine

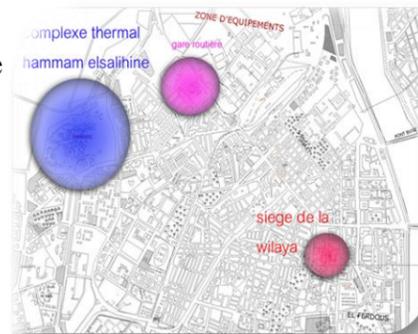


Figure 20 : Situation regionale de Hammam Salhine

## 2-Equipement de soin :

- Les rhumatismes : arthrose, rhumatisme psoriasique
- Les soins de rééducation : traumatismes, rééducation fonctionnelle
- La gynécologie : infections gynécologiques et certaines formes de stérilité.
- Les affections respiratoires : asthme, rhinites allergiques, rhino-pharyngite
- La dermatologie : psoriasis



## 3. Décomposition de plan de masse

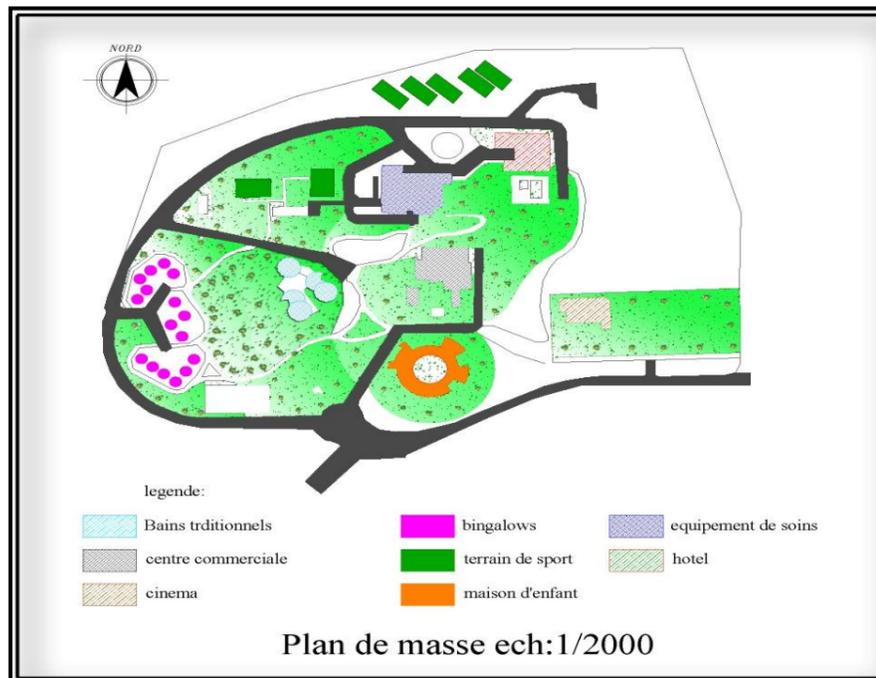
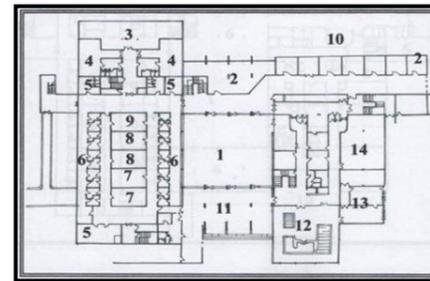


Figure 21 : Plan de masse Hammam Salhine

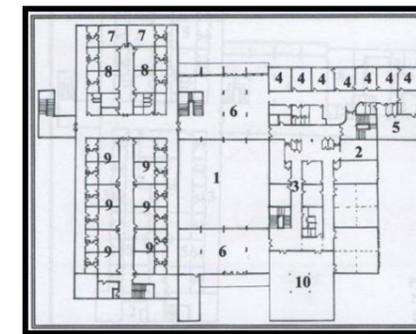
### Plan du REZ de chaussée :

Les services de rééducation fonctionnelle et la rhumatologie occupent le rez de chaussée du fait qu'ils accueillent des handicapés. Les autres services occupent les deux autres niveaux.



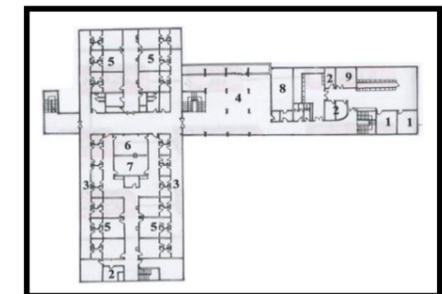
1-salle d'attente	6-douche filiforme
2-services	7-pulvérisation
3-cabines de repos	8-nébulisation
4-hall	9-préparation des soins
5-bain spécial	

### Plan de 1<sup>er</sup> étage :



1-patio	8-bain de membre
2-local d'attente	9-massage sous l'eau
3-stockage	10-galerie de liaison
4-vestiaire	11-hall de réception
5-service	12-piscine
6-cabines repos	13-bureau
7-douches	

### Plan de 2<sup>eme</sup> étage :



1-salle d'attente	6-douche filiforme
2-services	7-pulvérisation
3-cabines de repos	8-nébulisation
4-hall	9-préparation des soins
5-bain spécial	



## 1-Presentation :

### Présentation :

CALDEA est le plus grand centre aquatique d'Europe à la montagne conçue par l'architecte JEAN MICHEL RUOLS. CALDEA utilise la richesse des eaux thermales de la principauté d'Andorre, et crée une nouvelle forme de loisir et de bien-être. Le thermo ludisme, une rencontre avec l'eau sous toutes ses formes et au travers de différentes cultures, de la vapeur à la glace, de la Finlande au Japon.

### Situation :

La station thermale CALDEA se situe à la ville ANDORRA a environ 15 km de Barcelone, c'est au cœur des Pyrénées, à mille mètres d'altitude et est un produit unique dans le sud de l'Europe

## 2-L'idée de base :



L'idée de base c'est la forme de montagnes.



Figure 24 : 3D du complexe thermale Caldea

## 2. Analyse d'exemple « complexe thermale CALDEA »



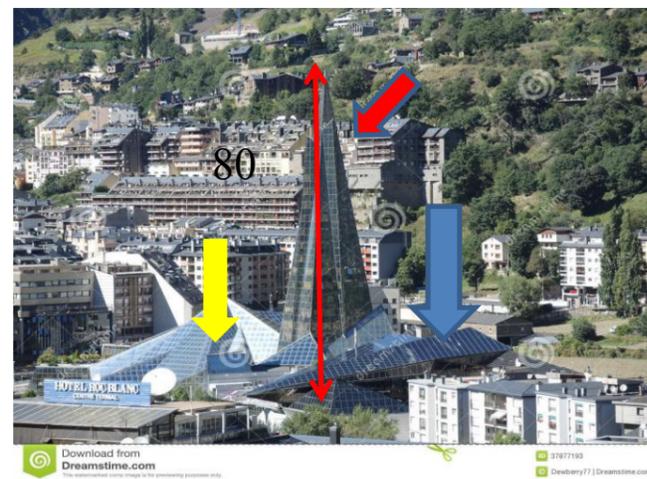
Figure 22 : Vue sur le complexe thermale Caldea



Figure 23 : Situation du complexe thermale Caldea

### Composition du complexe thermale :

La galerie commerciale.  
La Tour de bureaux.  
Centre thermale.



### CALDEA est devise en deux parties :

**Espace thermo ludique :** pour ceux qui veulent Just relaxer quelque heure pour oublier le stress et la fatigue.

**Le club :** c'est une zone réservée aux personnes qui suivent un programme de 1 à 15 jours.

### Le club et ses installations :

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1) Saunas.   | 2) Cabines UV.                       |
| 3) Vestiaires et casiers.  | 4) Accès à la salle de musculation.  |
| 5) Ascenseur Panoramique du bar Sirius situé dans la tour de Caldea (pas inclus) | 6) Réception du Wellness.            |
| 7) Mur d'escalade (pas inclus).  | 8) Bar aquatique.                    |
| 9) Marbres chauds.   | 10) Jacuzzis extérieurs et solarium. |
| 11) Salle de relaxation sur les lits à eau.                                      | 12) Bain aux pamplemousses.          |
| 13) Cabines de massage.  | 14) Bain Aztèque.                    |
| 15) Zone de relaxation.  | 16) Bain relaxant                    |
| 17) Cabines esthétique.  |                                      |

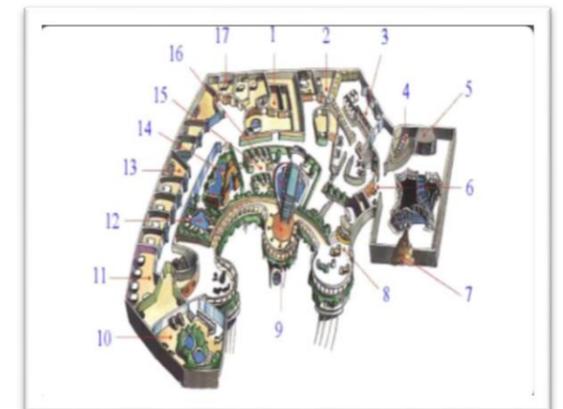


Figure 25 : Plan Etage Caldea

### Espace thermo ludique et ses installations :

#### Matériaux utilisés :

Le bâtiment d'une architecture futuriste, fait de verre et d'acier, avec quelques parties en pierre (pour la plupart du granit). Il possède une tour culminant à 80 mètres de hauteur qui forme une pointe.



Figure 26 : Plan RDC Caldea

#### Transparence :

« **Propriété de ce qui est transparent, la transparence du verre.** »

Elle est l'une des valeurs esthétiques introduites par le mouvement moderne. « Se laisser facilement traverser par la lumière, à travers son épaisseur ». On la retrouve dans ce projet. L'utilisation du verre pour laisser pénétrer le max de l'éclairage naturel.

#### Intégration au milieu naturel :

Le projet est très bien intégré dans sans milieu par sa forme et sa texture qui reflète les couleurs des roches de la montagne.

#### L'utilisation d'un système de recyclage et d'épuration des eaux

## 1. Présentation :

### a- Présentation :

L'Eco-quartier de bonne situé à la ville de Grenoble qui connut par sa grande densité, le bonne est installée dans l'ancienne caserne au centre-ville, Le projet prévoit la réhabilitation de bâtiments existants et des constructions nouvelles soumises à de strictes prescriptions architecturales, urbaines et environnementales

### b. fiche technique :

**Site :** ancienne caserne militaire située au centre de ville.

**Surface totale :** 8.5 HA

**Programme :** 850 logements, commerces, hôtel 4 étoiles, cinéma d'art et essai, parc, école, résidence pour étudiants. 40% espace verts.

**Procédure :** ZAC

**Maitre d'ouvrage :** ville de Grenoble.

**Maitre d'œuvre :** AKTIS architecture.

**Aménageur :** SEM SAGES.

**Paysagiste :** Jacqueline Osty.

## II.1.5-E Analyse d'un quartier durable ZAC de bonne



Figure 8 : situation du quartier

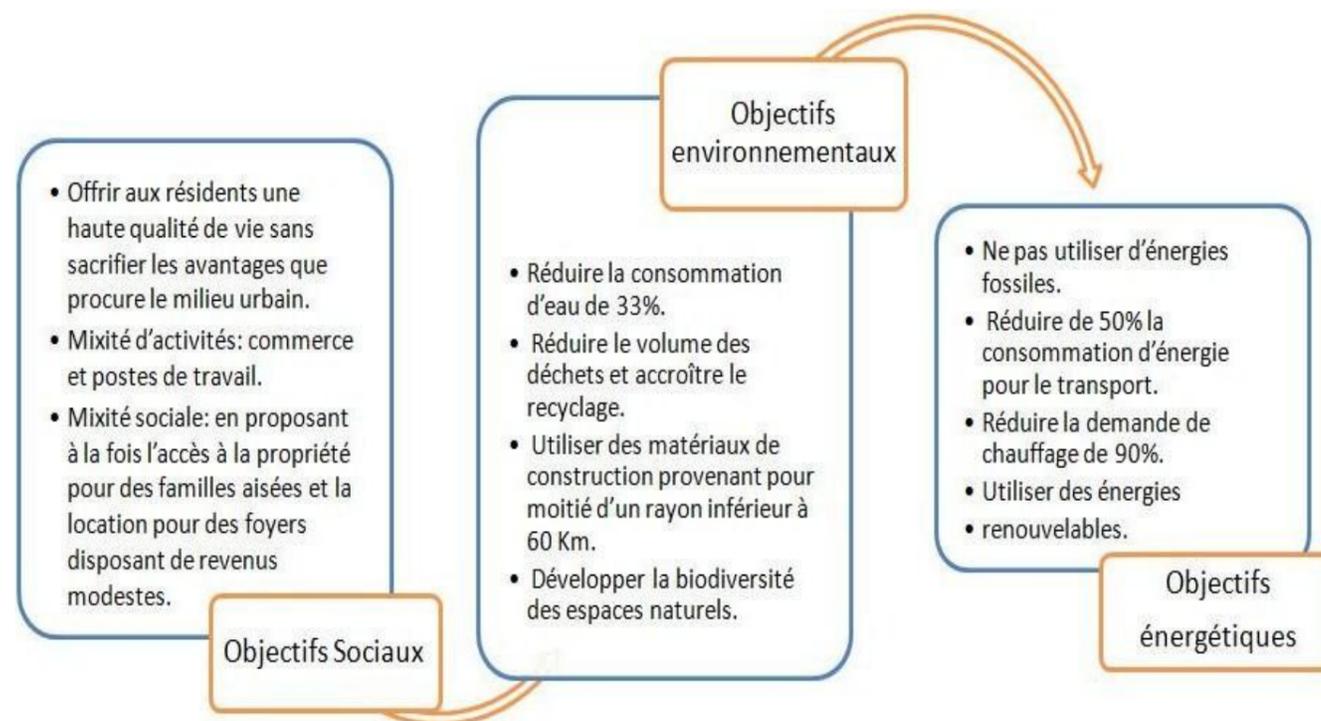


Figure 9 : quartier durable de bonne

## 2. objectif du quartier :

### Des choix urbains et architecturaux :

basés sur la compacité des formes, la mixité des fonctions et des populations, les circulations douces et accessibles à tous et la valorisation des vues paysagères, Une opération exemplaire sur les plans de l'environnement, de la maîtrise de l'énergie et des espaces publics.



## 3. Décomposition de plan de masse

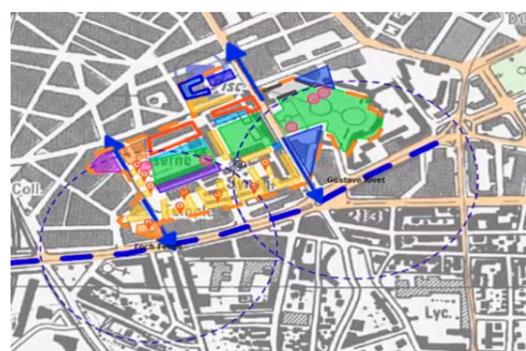


Figure 10 : plan d'aménagement du quartier



Figure 11 : plan de masse du quartier

### Légende :

- Emprise quartier de bonne
- Espace vert
- Pièce d'eau
- Logements
- Terrain de jeux et sports
- Cinéma
- Commerces
- Bureaux
- Résidence pour personnes
- Résidence étudiant
- Ecole
- Ouverture sur la ville
- Tramway

## 4. Les concepts bioclimatiques :

### Concilier densité urbaine et espaces verts :

- Favoriser la chaîne du confort d'été sur l'espace public : végétalisation des toitures, végétalisation des cœurs d'îlot en pleine terre, infiltration des eaux de pluie
- Lutter contre l'imperméabilité trop massive des sols, veiller à la ré-infiltration des eaux pluviales sur les espaces publics
- Réaliser une conception de l'éclairage public économe.

### Concilier densité urbaine et accessibilité :

- Partage de l'espace public : Voiries de faibles dimensions, zone 30, usage des cycles (pistes, arceaux, espaces réservés) continuité des Matériaux au sol nivellement général du quartier.

### Concilier développement durable et modèle économique :

- Des objectifs ambitieux :
  - pour les logements : RT 2005 -40%.
  - pour les bureaux : énergie positive.
  - pour les commerces : pas de climatisation.
- Un recours aux énergies renouvelables :
  - 1 m<sup>2</sup> de capteurs solaires, thermiques par logement.
  - 1000 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture de l'espace commercial.
  - 430 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur le toit du bâtiment de bureaux à énergie positive.

### Les moyens techniques ont été imposés :

- sur-isolation par l'extérieur
- ventilation double flux
- recours aux mini-cogénérations
- solaire thermique
- qualité des vitrages
- traitement des ponts thermiques

## II.3.3. a. Analyse d'exemple local : La maison chaoui

### Introduction :

La région de l'Aurès se caractérise par sa morphologie et ses aspects naturels et son climat rigoureux par lequel la vie et l'art de bâtir y devient de plus en plus un challenge global. Donc quels sont les différents points qui nous montre ce genre révolution non seulement aux changement climatique mais aussi aux sources de vie limitées

### Situation :

L'Aurès occupe les parties entières des Wilaya de Batna et Khenchla, la partie sud d'Oum El Bouagui et mais aussi il existe des communautés Chaouia à Tébessa, Sétif, Biskra et Constantine

### Aire générale de la communauté Chaoui

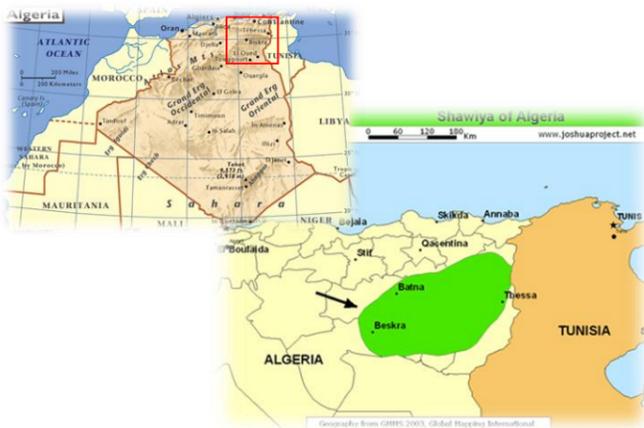
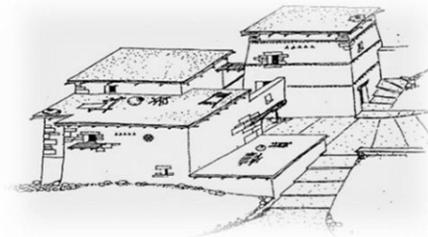


Figure 31 : plan de situation

### Typologie :

#### Habitat individuel :

- Accès collectif
- Absence de superposition
- Grand surface occupée



#### Habitat semi collectif :

- Accès indépendant
- Superposition et Juxtaposition
- Gabarit limité à 2 niveaux



Figure 32 : Vue sur le village

Figure 34 : photos visite maison chaoui(Ghoufi)



### Organisation spatiale :

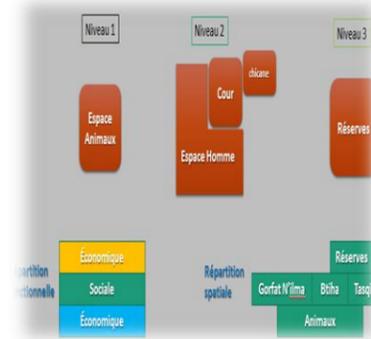


Figure 33 : schémas d'organisation spatiale d'une maison chaoui



Figure 35 : Entrée maison chaoui

- Vie communautaire
- Valeurs familiales gardées



### Aspects bioclimatiques

- Constitué d'une double rangée de grosses pierres

Le mur est divisé en plusieurs assises, distantes entre elles d'environ un mètre, par des lits de branchages, les branches de petites dimensions (5 x 50 cm) sont posées transversalement à intervalles réguliers. Celles de grandes dimensions (15 x 250 cm) ceinturent le mur

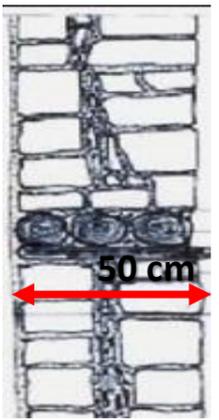


Figure 36: Mur en pierre maison chaoui

### Matériaux :

la pierre, terre glaise, de bouse de vache et de paille.

### Le fonctionnement bioclimatique :

#### En hiver: Durant la journée:

l'apport de chaleur par la cheminée, les activités ménagères et la présence d'animaux sont suffisant pour chauffer toute la pièce.

#### Durant la nuit:

En plus du chauffage par le kanoune et la présence d'animaux; les murs massifs et la toiture restituée la chaleur emmagasinée et cela participe en partie à chauffer la pièce.

#### En été :

Durant la journée: L'inertie thermique des murs en pierre et la toiture isolée par la couche de paille jouent le rôle de régulateur thermique. Ils absorbent l'excès de chaleur durant la journée.

Durant la nuit: Les ouvertures permettent de dissiper la chaleur restituée par les parois.

L'aération: la ventilation se fait dans les maison chaouis à partir des petites fenêtres.

### Conclusion :

Un mode de vie rural exprime la société tribale d'une région montagneuse. Si l'intégration de ce genre de fonctionnement humain a toujours rendu les villages inaccessibles; Il faudra donc prendre en considération l'approche du bâtiment Chaoui face aux contraintes climatiques et social pour mieux comprendre l'individu et son environnement

**CHAPITRE II :**  
**ETAT DES CONNAISSANCES**

## II.1. PHASE 1 : ETAT DES CONNAISSANCES LIE A L'ECO-QUARTIER

### II.1.1. Introduction :

L'architecture bioclimatique a pour objectif d'améliorer le confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle. Elle permet de réduire le recours aux énergies non renouvelables et les coûts d'investissement et de fonctionnement, à l'échelle d'un bâtiment comme à celle d'un quartier. Elle ne se résume pas à la juxtaposition de techniques pour satisfaire les exigences réglementaires, mais cherche à intégrer judicieusement les dispositifs architecturaux dès la conception tout en adaptant le projet à son environnement.

« L'architecture est fatalement climatique, il n'y a architecture que lorsqu'il y a contraintes le climat en est une à laquelle on n'échappe pas »<sup>(3)</sup>

### II.1.2. L'environnement :

Le mot « Environnement », d'origine anglaise, employé dès le XVI<sup>e</sup> siècle pour signifier ce qui environne, ce qui est autour de. Ce mot s'est substitué peu à peu au mot « milieu » vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Aujourd'hui, il est considéré (dans sa définition générale) comme un ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes plus ou moins modifiées par l'action de l'homme. Plusieurs définitions ont été proposées pour le mot « Environnement » L'Environnement est : « Un ensemble des conditions physiques, chimiques et biologiques ainsi que des facteurs sociaux qui régissent la vie de l'homme ». P. SYLVAIN, 1990),<sup>(2)</sup>

Dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, pour JEAN GODIN (1972) le mot environnement procure un sens différent : « L'environnement ne se résume plus seulement au milieu géographique et typographique d'une construction mais, bien au contraire, débouche sur tous les éléments sociologiques, humains, économiques et artistiques impliqués dans une construction ; bref, sur tous les champs d'action des sciences humaines qui ont un rapport plus au moins étroit avec l'art de bâtir ». <sup>(3)</sup>

Dans une autre approche, ce mot est défini dans le dictionnaire comme « ce qui est autour, voisinage, contexte », il tend à être perçu de façon différente par les administrations qui en privilégient souvent l'aspect technique (eau, air, déchets, nuisances, écosystèmes) et par les gens, qui pensent surtout à la qualité de la vie, au voisinage et à la nature. Ces différences de perception du concept « environnement » ont été remarquées dans certains pays, comme par exemple la Slovaquie. Une étude effectuée par le Centre Euro– Méditerranéen de l'Environnement a montré que le mot « environnement » signifiait « cadre de vie » pour les cadres et les professions libérales, « ville, circulation » pour les artisans et les commerçants, « nature » pour les employés, « pollution » pour les industriels, « voisinage » pour les agriculteurs. <sup>(4)</sup>

### II.1.3. L'architecture écologique :

#### II.1.3. A. Définition :

Il n'y a pas une définition précise pour l'architecture écologique ? selon ses buts et objectifs on peut définir comme suit :

L'architecture écologique est celle qui permet une bonne intégration du bâtiment avec confort demandé dans son environnement, sans détruire le milieu naturel, et aussi d'utiliser les matériaux sans épuiser la nature. <sup>(5)</sup>

#### II.1.3. B. L'intérêt de l'architecture écologique est :

- De conserver la richesse naturelle.
- De protéger l'environnement et créer une culture écologique.
- D'utiliser avec bon sens les ressources présentes de la nature pour concevoir des constructions qui puissent répondre aux intérêts de l'architecture écologique.

## II.1.4. Développement durable :

### II.1.4. A. Définition du développement durable :

Terme créé en 1980, d'après l'anglais sustainable development, pour désigner une forme de développement économique respectueux de l'environnement, du renouvellement des ressources et de leur exploitation rationnelle, de manière à préserver les matières premières. Ce mode de développement répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre à leurs propres besoins. Depuis la conférence de Rio (1992) le développement durable est reconnu comme un objectif par la communauté internationale. Les principes élémentaires de la notion du développement durable, sont déterminés pour :

-La réduction et finalement le renoncement à l'exploitation des ressources non renouvelables, afin de ralentir le rythme de progression des émissions de CO<sub>2</sub>, et de lutter contre le réchauffement de la planète.

-La régénération des ressources renouvelables

-la réduction de la pollution de l'environnement par des déchets et rejets nocifs

-la conservation de la diversité biologique.

Le domaine de construction et de l'urbanisme est responsable d'une part non négligeable des gaz à effet de serre. Les constructions provoquent des impacts directs et indirects sur l'environnement avant même d'être occupées : par les matériaux employés, le transport de produits, et l'utilisation de différents engins sur chantier. Une fois occupées, viennent les impacts d'utilisation courante, maintenance et rénovation, et en fin de leur vie les déchets constituent une source de pollution de l'environnement. <sup>(6)</sup>

### II.1.4. B. Les trois piliers du développement durable :

#### II.1.4. B.1. Préservé l'environnement

Les ressources naturelles ne sont pas infinies. La faune, la flore, l'eau, l'air et les sols, indispensables à notre survie, sont en voie de dégradation. Ce constat de rareté et de finitude des ressources naturelles se traduit par la nécessité de protéger ces grands équilibres écologiques pour préserver nos sociétés et la vie sur Terre. Parmi les principaux enjeux environnementaux, les thématiques suivantes ont été identifiées -Economiser et préserver les ressources naturelles

-Protéger la biodiversité, c'est-à-dire maintenir la variété des espèces animales et végétales pour préserver les écosystèmes.

-Eviter les émissions de CO<sub>2</sub> pour lutter contre le changement climatique :

- Gérer et valoriser les déchets.

#### II.1.4. B.2. Favorise la cohésion sociale :

C'est la capacité de notre société à assurer le bien-être de tous ses citoyens. Ce bien-être se traduit par la possibilité pour tout un chacun, d'accéder, quel que soit son niveau de vie, aux besoins essentiels : alimentation, logement, santé, accès égal au travail, sécurité, éducation, droits de l'homme, culture et patrimoine, etc. Parmi les principaux enjeux sociaux, les thématiques suivantes ont été identifiées :

-Lutter contre l'exclusion et les discriminations, c'est-à-dire respecter et protéger les personnes les plus faibles (en situation de handicap, âgées, minoritaires...), donner l'accès aux droits sociaux pour tous.

-Favoriser la solidarité.

-Contribuer au bien-être.

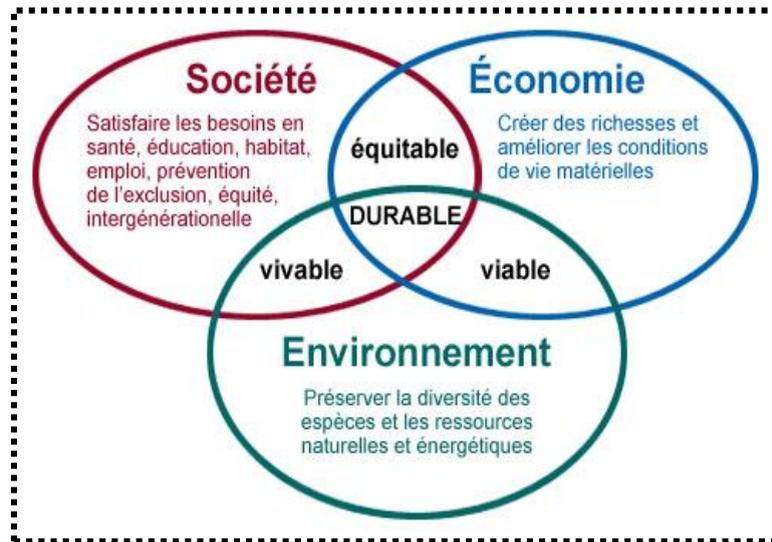
-Valoriser les territoires.

**II.1.4. B.3. Promouvoir une économie responsable :**

Il s'agit de concilier la viabilité d'un projet, d'une organisation (performance économique) avec des principes éthiques, tels que la protection de l'environnement et la préservation du lien social voire figure 1. Selon ce système, le prix des biens et services doit refléter le coût environnemental et social de l'ensemble de leur cycle de vie, c'est-à-dire de l'extraction des ressources à la valorisation, en tenant compte de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation.

-Les enjeux d'une économie responsable sont nombreux, souvent liés à l'un des deux autres piliers du développement durable, l'environnement et le social, voir aux deux. Voici quelques pistes identifiées.

-Faire appel à des méthodes alternatives. (7)



**Figure2:** Les piliers du développement durable (source <http://rse-pro.com/piliers-du-developpement-durable-1066>)

**II.1.4. C. Principe du développement durable :**

<b>Précaution</b>	Pointer en amont les risques potentiels.
<b>Participation</b>	Chacun doit avoir accès aux informations relatives à
<b>L'action préventive</b>	Adapter le projet en fonction des contraintes.
<b>Pollueur-paveur</b>	Ecotaxe
<b>Subsidiarité</b>	Vérifier l'éducation entre échelle et solution (utilisation rationnelle des ressources énergétique locales, hiérarchisation des infrastructures)

**Figure 3 :** Principes de Développement durable

## II.1.5. L'Eco-quartier :

### II.1.5. A. Définition d'un éco-quartier :

Un éco-quartier, ou quartier durable est un quartier urbain qui s'inscrit dans une perspective de développement durable : il doit réduire au maximum l'impact sur l'environnement, favoriser le développement économique, la qualité de vie, la mixité et l'intégration sociale. Il s'agit de construire un quartier en prenant en considération un grand nombre de problématiques sociales, économique et environnementales dans l'urbanisme, la conception et l'architecture de ce quartier.

### II.1.5. B. Cibles et objectifs des éco-quartiers

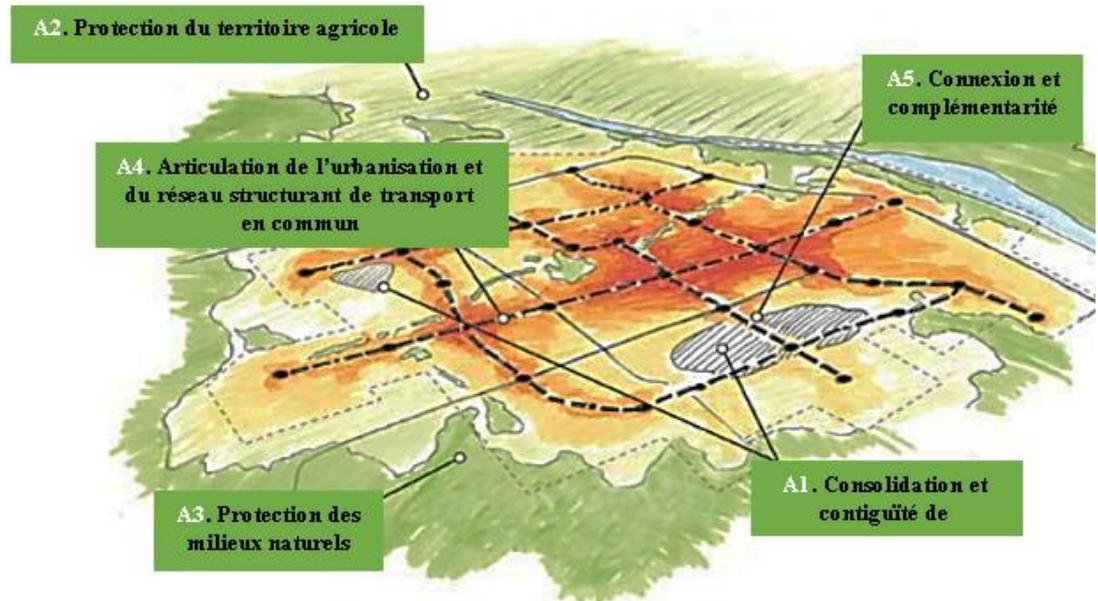
- Réduction des consommations énergétiques et les choix énergétiques raisonnés et le recours aux énergies renouvelables.
- Meilleure gestion des déplacements avec limitation de la voiture et incitation à l'utilisation de transports doux (transports en commun, vélo, marche à pied).
- Réduction des consommations d'eau
- Limitation de la production des déchets
- La protection des paysages et une approche des espaces naturels comme valeur ajoutée à l'urbanité du quartier, et comme trame support de la biodiversité.
- La création d'une ville vivante et diversifiée, par la création d'emplois, et l'impulsion de nouvelles dynamique économiques et commerciales.
- La création d'équipements, de commerces, d'infrastructures accessibles à tous.
- Une politique de mixité et d'intégration sociale, avec toutes catégories de populations se mélangeant dans le quartier.
- L'utilisation de matériaux locaux et écologiques pour la construction.
- La participation des citoyens à la vie du quartier, la mise en place d'une gouvernance. <sup>(8)</sup>

### II.1.5. C. Principe d'aménagement des éco-quartiers :

Les quatre principes transversaux, dont l'influence se fait sentir à toutes les échelles d'intervention, méritent une attention particulière. Tout éco- quartier devrait aussi démontrer qu'il répond à 12 principes jugés fondamentaux, répartis sur les quatre échelles d'intervention :<sup>(9)</sup>

**II.1.5. C.1. A l'échelle de l'agglomération :**

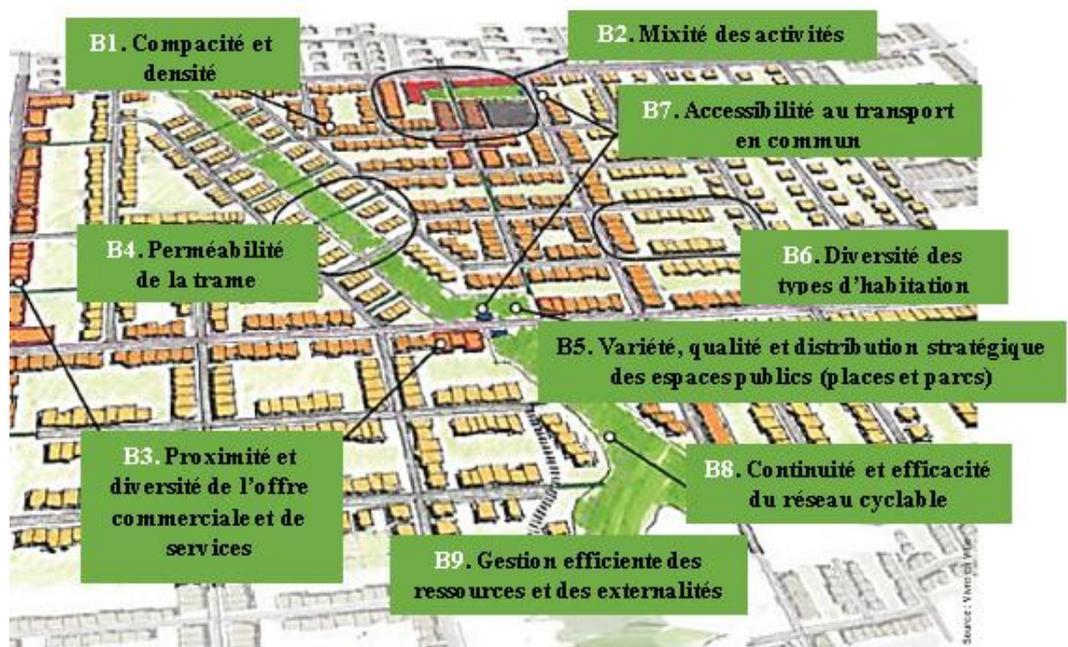
Un éco quartier s'intègre dans une agglomération, qu'il s'agisse d'une petite ville ou d'une métropole. Il devrait donc contribuer à renforcer, à l'échelle de l'agglomération, les principes d'une collectivité viable. Pour ce faire, l'éco quartier doit au préalable faire partie de la réflexion d'ensemble sur la planification de l'agglomération voire figure 2.



**Figure 4 :** principe d'aménagement a l'échelle de l'agglomération (source objectifecoquartiers.org)

**II.1.5. C.2. A l'échelle du quartier :**

Un éco quartier doit être un milieu de vie complet. Il assure la proximité des commerces et des services du quotidien, est accessible par des modes de transport viables et offre des espaces publics de qualité.



**Figure 5 :** principe d'aménagement à l'échelle du quartier (source objectifecoquartiers.org)

**II.1.5. C.3. A l'échelle de la rue :**

Dans un éco quartier, les rues retrouvent leur rôle social. Elles sont aménagées à échelle humaine, ce qui favorise leur convivialité. Elles sont davantage des espaces de vie que des axes de circulation. Les cheminements y sont encadrés par les bâtiments et la végétation ; les déplacements actifs y sont prioritaires.



Figure 6 : principe d'aménagement à l'échelle de la rue (source [objectifecoquartiers.org](http://objectifecoquartiers.org))

**II.1.5. C.4. A l'échelle du bâti :**

Dans un éco quartier, les bâtiments sont confortables, accessibles et efficaces. Ils combinent confort pour leurs usagers, contribution à la qualité de l'espace public et faible empreinte écologique.

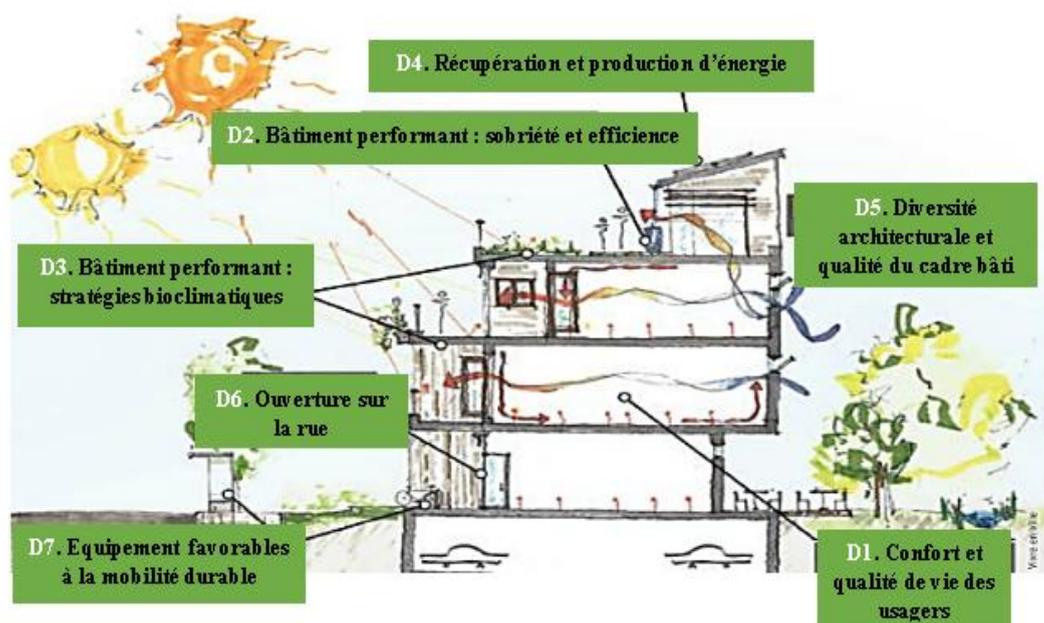


Figure 7 : principe d'aménagement à l'échelle de bâti (source [objectifecoquartiers.org](http://objectifecoquartiers.org))

**II.1.5-D-Définition du HQE :**

La haute qualité environnementale (HQE) est un concept environnemental français datant du début des années 1990, C'est une démarche volontaire du commanditaire d'une opération architecturale dont le but est d'atteindre une certaine qualité environnementale dans son projet, tant pour respecter l'environnement extérieur du bâti que pour garantir une utilisation économe, saine et confortable pour les occupants. <sup>(10)</sup>

La HQE propose une méthode de travail et des objectifs pour intégrer l'environnement à toutes les étapes de la vie du bâtiment

2 composantes de la démarche :



1 - un objectif de Qualité Environnementale (QE).

2 - un système de management environnemental des opérations (SME).

**II.1.5-E-Exemple d'un éco-quartier  
A3**

## II.2. PHASE2 : ETAT DES CONNAISSANCE LIE A L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET LA THEMATIQUE DU PROJET ARCHITECTURAL CHOISI

### II.2.1. L'architecture bioclimatique :

#### II.2.1. a Définition du concept « architecture bioclimatique » :

- 1) L'architecture bioclimatique appelée aussi architecture passive, est une discipline de l'architecture qui allie l'environnement géographique et climatique avec les modes de vie des habitants pour optimiser le confort, la santé, tout en respectant l'environnement.
- 2) L'architecture bioclimatique est l'architecture spécialisée, qui par un savoir-faire différencié d'un endroit à un autre, la conception architecturale occupe un parti climatique et environnemental immense pour créer l'ambiance et le confort. <sup>(12)</sup>

#### II.2.1. b Objectifs de l'architecture bioclimatique :

1. Réduire la consommation énergétique et ainsi les dépenses.
2. Gestion des eaux pluviales.
3. Gestion et recyclage de la production des déchets.
4. Favoriser la végétation et la végétalisation.
5. Lutter contre l'étalement urbain non équilibré par une maîtrise basée sur la protection des tous sols.
6. Utilisation des produits de construction locaux adaptés aux climats dominants.
7. Captage des éléments favorables du climat tout en se protégeant des éléments néfastes.

#### II.2.1. c Principe de l'architecture bioclimatique :

1. Compacité et simplicité de la forme du bâtiment.
2. Implantation du bâtiment dans un site à obstacles favorables contre les vents dominant et les rayons solaires indésirables.
3. Orientation sud de la façade principale.
4. Orientation nord de la façade contenant les espaces tampons (cuisines, WC, salles de bain...).
5. Choix intégré des matériaux de construction locaux.
6. Utilisation des matériaux à fort inertie thermique
7. Isolation répartie qui assure un bon confort hygrothermique et acoustique.
8. Ventilation passive naturelle ou actif mécanique pour la régulation de température ambiante.
9. Utilisation des ressources naturelles

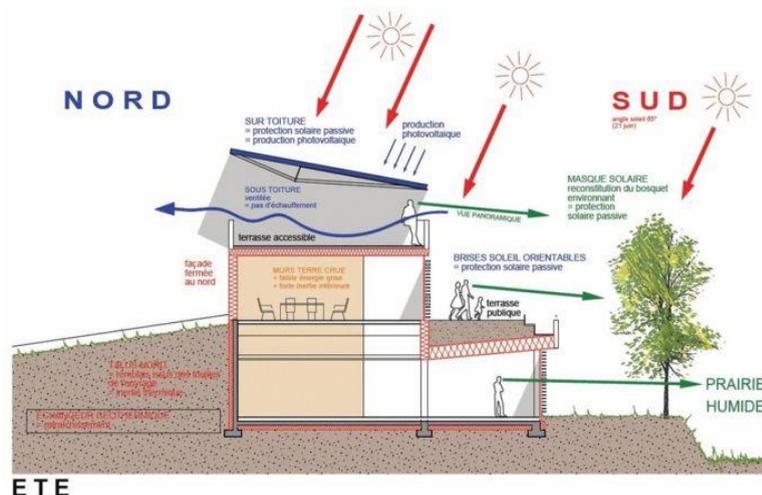
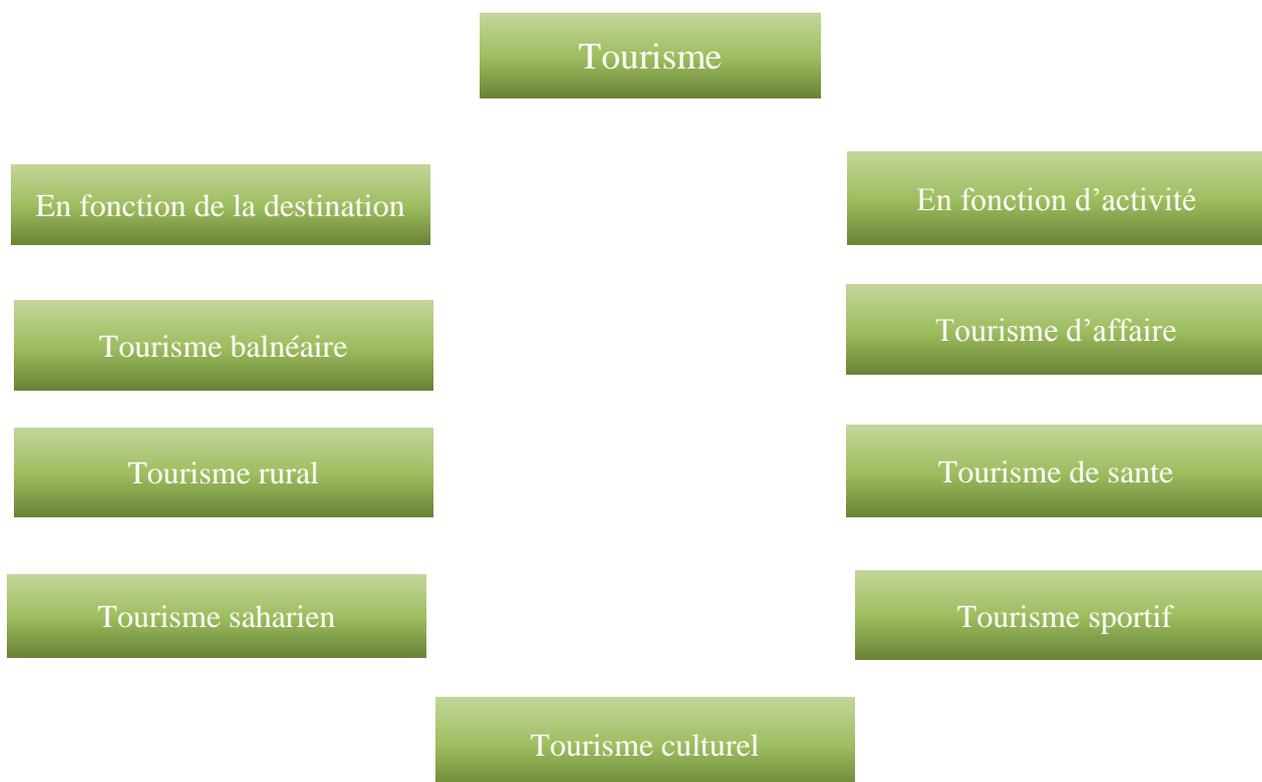


Figure 12 : architecture bioclimatique maison passive (source <http://www.pole-energie-franche-comte.fr/maison-energies/son-architecture-bioclimatique.htm>)

**II.2.2. Le tourisme :****II.2.2. a. Définition du tourisme :**

Selon O.M.T (Office Mondial du Tourisme) : L'ensemble des activités déployées par les personnes au cours de leurs voyages et de leurs déplacements dans les lieux situés en dehors de leurs environnements habituels pour une période consécutive qui ne dépasse pas une année et une durée minimale de trois jours à des fins de loisirs, affaires, ou autre motif.

**II.2.2. b. Les Différents types du tourisme :****II.2.2. c. Le tourisme en Algérie :**

L'Algérie est le deuxième pays le plus grand de l'Afrique et le 11<sup>e</sup> pays le plus grand au monde en termes de superficie totale.

Situé en Afrique du Nord, ce pays riche en histoire, d'une géographie variée, et d'un climat tempéré, possède des potentialités touristiques qui participent à faire de l'Algérie un des bastions du tourisme mondial aux innombrables attraits.

Une des principales attractions touristiques en Algérie est le Sahara, le deuxième plus grand désert au monde.

Quelques dunes de sables peuvent atteindre 180 mètres de hauteur.

L'Algérie a aussi d'autres richesses, 1200 km de côtes, Le relief Algérien est composé de quatre ensembles ; les chaînes côtières du TELL, une suite de plateaux et de plaines, d'une bande montagneuse méridionale et la région du Sahara avec ses massifs montagneux.

Toutes les formes de tourisme peuvent être pratiquées en Algérie :

Tourisme d'affaire, tourisme balnéaire, tourisme rural, tourisme sportif, tourisme culturel, archéologique...etc.

Nôtre projet est classé dans le tourisme de sante, celui est un complexe thermal dans les montagnes des Aurès.

### **II.2.2. d. Tourisme de sante**

C'est un tourisme à but de soin et de repos, thermalisme, thalassothérapie...etc. Actuellement, il est très répandu dans le marché car il joint l'utile à l'agréable.

Cette forme a connu de grandes évolutions. Le thermalisme, promu déjà par les romains, a connu un grand essor au XIX siècle dans beaucoup de pays européens. Depuis une vingtaine d'années, les stations ont mené une vigoureuse campagne de rénovation des installations thermales et de l'hôtellerie et ont créé de nouvelles formules, comme les cures de rajeunissement ou les séjours diététique, anti bac ou anti-stress. la thalassothérapie est la chance de bien des littoraux.

### **II.2.3. Le thermalisme :**

#### **II.2.3. A. Définition du thermalisme :**

Le thermalisme est l'utilisation thérapeutique des propriétés des eaux Minérales. Utiliser les vertus de certaines eaux pour guérir ou soulager des personnes souffrant d'infections diverses : dermatologiques, ORL, circulation sanguine, rhumatologie, séquelles de traumatismes divers.

#### **II.2.3. B. Le thermalisme et le développement durable :**

Le tourisme thermal durable est un développement touristique qui associe à la fois la notion de durée et celle de pérennité des ressources naturelles liées aux thermes (eaux minérales, air, sol, diversité biologique) et des structures sociale et humaine. En effet, il a pour vocation d'être un facteur de prospérité au niveau local en optimisant l'apport de l'activité touristique liée à l'exploitation de ces sources minérales à la prospérité économique du lieu de destination, notamment le montant des dépenses des visiteurs touristes qui revient aux populations locales. Il devrait être source de recettes et d'emplois décents pour les travailleurs, sans nuire à l'environnement ni à la culture du lieu de destination et garantir la viabilité et la compétitivité de ces sites et de leurs entreprises, de telle sorte que ceux-ci puissent continuer de prospérer et de dégager des bénéfices sur le long terme.

#### **II.2.3. C. Thermalisme en Algérie :**

Le recours à l'action curative des eaux thermo-minérales est une tradition plus que millénaire en Algérie.

La présence de trois petites stèles à Hammam Meskhoutine remonte à la période punique. En Mauritanie césarienne, huit cités furent construites autour des sources : Aqua Maurétanie césariennes (Hammam Righa), Aqua Albaen Mauritanie Sétifiennne, Aqua Numidien (route d'Hippone—Carthage), Aqua Sirènes (Hammam Bou-Hanifia), Aqua Thibilitanae (Hammam Meskhoutine). Dans ces cités romaines se côtoyaient des bains, des thermes publics et privés dans les résidences des dignitaires. Dès la chute de l'Empire romain, les thermes furent abandonnés et détruits.

Accordant de l'importance à l'hygiène corporelle, les Arabes renouèrent avec les sources thermales sans en faire un cadre de vie comme les Romains. Hammam (bain chaud) est la dénomination donnée à l'ensemble des sources fréquentées. Ain dénomme une source : Ain Melha (source salée), Ain Kebrit (source soufrée) ...

Entre 1850 et 1930, les médecins français installèrent des hôpitaux thermaux autour des sources et y soignèrent les blessés et convalescents.

En 1970, l'Etat prit en charge la promotion et le développement du thermalisme : restauration de stations réputées (Hammam Bou-Hanifia, Hammam Meskhoutine), construction d'une nouvelle station (Hammam Guergour) et d'un centre de thalasso thérapie à Staouali, près d'Alger.

**II.2.3. D. Architecture thermale :****II.2.3. d.1. Définition de l'architecture thermale**

C'est une sous-discipline spécialisée qui touche le domaine du thermalisme. Ce type d'architecture se base sur la conception des équipements qui se caractérise par un aspect médical et de loisir à la fois dits ; station thermaux, spa, hammam...etc.

**II.2.3. d.2. Aperçu historique :**

**II.2.3. E. Centre thermal :**

**II.2.3. E.1. Définition d'un centre thermal :**

Les centres ou les stations thermales sont des centres médicalisés qui présentent toutes les qualités requises pour traiter un grand nombre de maladies chroniques à partir des eaux minérales. Cette utilisation thérapeutique des eaux minérales s'appelle le Thermalisme ou la Crénothérapie.

Les centres thermaux sont des équipements de loisir et de santé qui, par leur diversité d'espaces (hammams par exemple), offrent des ambiances architecturales bien conçus en termes de confort hygrothermique et de confort aéraulique surtout.

**II.2.3. E.2. Principe d'aménagement d'un centre thermale :**

L'aménagement d'un centre thermal c'est pour but de l' rendre ergonomique et agréable, avec l'aide des différents principes figure 8 le projet adopte une démarche de réalisation sérieuse pour créer un milieu sain, intégré et adapté aux besoins de la communauté.

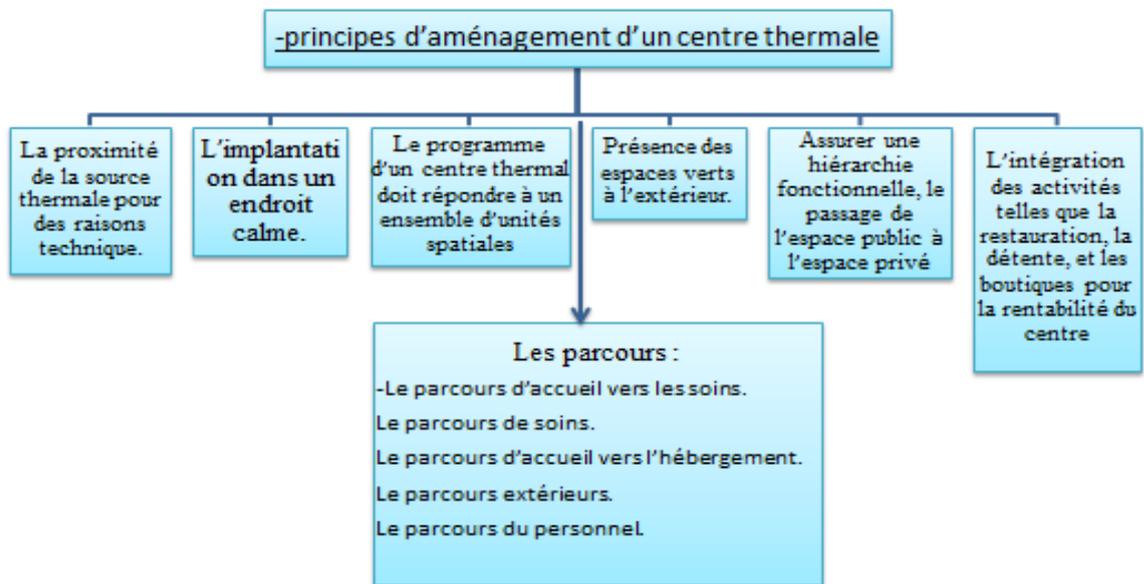
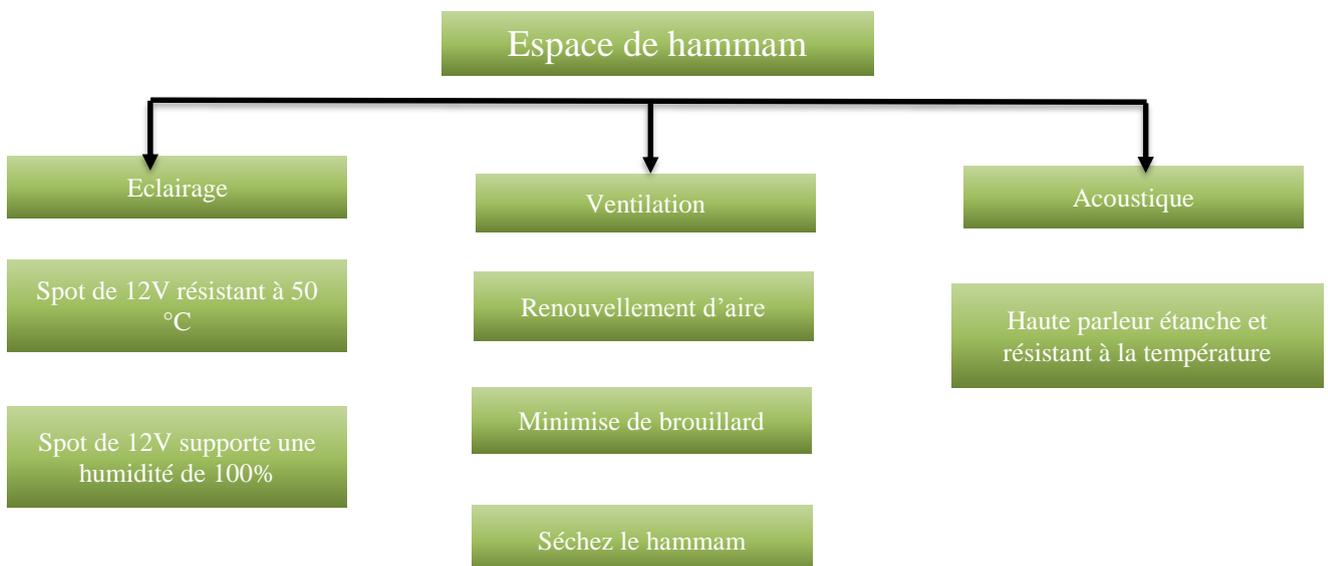


Figure 13 : Principe d'aménagement d'un centre thermale (source auteur)

**II.2.3. E.3. Principe de conception d'un centre thermale :**



II.2.3. E.4. Organigramme fonctionnelle d'un centre thermal :

Station thermale contient un ensemble des activée liée à l'exploitation et l'utilisation des eaux thermales qui a une grande important sur la sante, illustré dans la figure 14

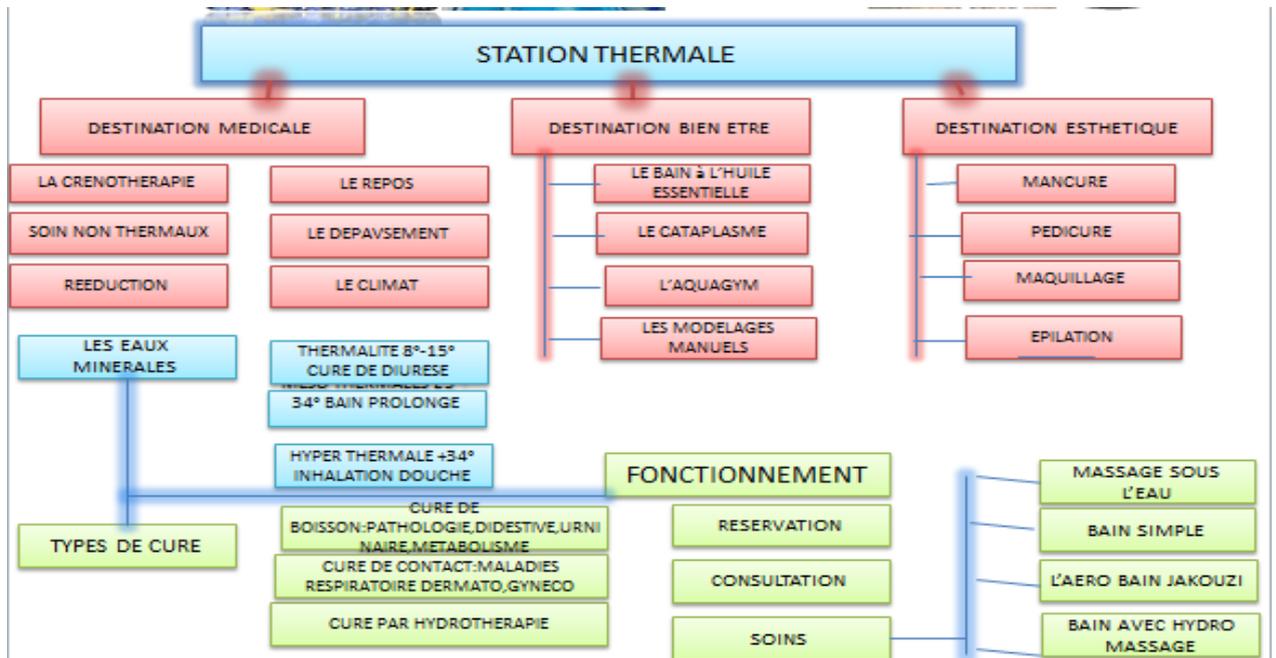


Figure 14 : Diagramme fonctionnel d'une station thermal

II.2.3. E.5. Classification des centres thermaux :

Selon le debit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debit fort</li> <li>• Debit moyen</li> <li>• Debit faible</li> </ul>
Selon la temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Source froide T20°C</li> <li>• Source hypothermales de 20° a 35°</li> <li>• Source meso thermales de 35° a 50°</li> <li>• Sources hyperthermales</li> </ul>
Selon l'altitude	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basse altitude &lt;700m</li> <li>• Moyen altitude entre 700 m et 1200m</li> <li>• Haute altitude H&gt;1200m</li> </ul>
Selon la valeur de residu sec	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau hyper concentrées (&gt;7000mg/l)</li> <li>• Eaux concentrées (entre 7000 et 2000 mg/l)</li> <li>• Eaux moyennement concentrées (entre 2000 et 500 mg /l)</li> <li>• Moyennement concentrées (&gt;500mg/l)</li> </ul>

Figure 15 : Tableau des classifications des sources thermaux

### II.2.3. E.6. La typologie des hammams sous le climat méditerranéen :

La fonction du hammam est de produire et de proposer des ambiances propres à provoquer chez l'être humain des phénomènes physiologiques capables de le détendre et de laver de ses impuretés, le conduire à la sérénité du corps et de l'esprit <sup>(14)</sup>

- **Climat méditerranéen et saison :**

L'étude a été réalisée sur les villes suivantes : Constantine, Fès, le Caire, Ankara, et Damas. Pour être efficaces et efficaces ces ambiances doivent venir en continuité avec les ambiances naturelles du climat local et les prolonger jusqu'au but ultime et au retour au point de départ.

Cette continuité des ambiances privilégie le climat comme un des acteurs majeurs du hammam.

La fonction de transition entre le climat local et la zone chaude et humide du hammam dite active est constituée par la zone d'accueil dite passive

- **Contexte urbain des hammams :**

La combinaison des différentes saisons de chaque climat aboutit à des formules architecturales spécifiques et uniques où s'expriment les matériaux locaux et leurs techniques de mise en œuvre participant à l'originalité culturelle du lieu, le climat se révélant comme un des acteurs fondamentaux de l'architecture comme il l'est pour la cuisine et le vêtement.

- **Zones majeures des hammams :**

Dans chacun des 6 sites visités on trouve un modèle standard auquel se sont référés tous les hammams du site et à toutes ses époques mais il est possible de faire des rapprochements concernant les dispositifs bioclimatiques utilisés dans les parties passives et actives durant des saisons comparables entre les différents sites.



**Figure16:** les zones majeures de hammam (source [http://www.archi-mag.com/essai\\_53.php](http://www.archi-mag.com/essai_53.php))

Durant les saisons chaudes et sèches d'été, les fontaines activent le rafraîchissement par évaporation tandis que les hautes proportions des dômes accélèrent les ascendances d'air chaud diurne dans les zones passives de Damas et Ankara. L'enfouissement dans le sol permet d'y conserver l'air frais accumulé durant la nuit dans ces deux sites ainsi qu'au Caire.

- **Zone passive :**

- 1- Dispositifs architecturaux
- 2- fonctionnement thermodynamique

Les galeries supérieures dans les Zones passives fonctionnent Durant les saisons tempérées Froides d'hivers à Ankara et Constantine : stratification de L'air chaud

**Hiver** : -conservation de l'énergie.

-position haut inertie.

**Été** : -ventilation nocturne

- ombre

-évacuation de l'aire

-rafraîchissement par évaporation

-inertie

- **Zone active :**

- dispositifs architecturaux

- fonctionnement thermodynamique

La saison chaude et sèche étant la plus longue et là plus accentuée dans la quasi-totalité des sites visités, il est naturel et normal que l'on ait privilégié les conditions de cette dernière par rapport à celles de la saison froide et humide.

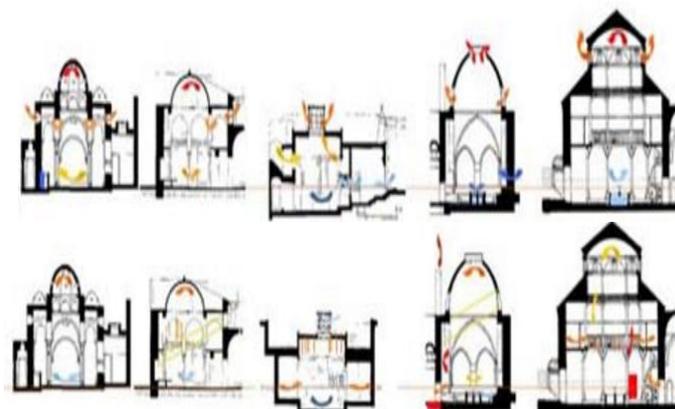


Figure 17 : fonctionnement thermodynamique passive (source [http://www.archi-mag.com/essai\\_53.php](http://www.archi-mag.com/essai_53.php))



Figure 18 : fonctionnement thermodynamique active (source [http://www.archi-mag.com/essai\\_53.php](http://www.archi-mag.com/essai_53.php))

Dans tous les cas l'énergie est distribuée dans la dernière salle du hammam avec une dissémination progressive dans les autres salles.

**\*Il faut cependant noter les points suivants :**

-Certains dispositifs comme l'inertie de la construction et l'enfouissement dans le sol sont bénéfiques à l'ambiance durant les deux saisons extrêmes ; de plus il est possible de moduler

- la température de l'eau des ablutions. Si les conditions de saison chaude et sèche se rapprochent des conditions thermiques de la zone active du hammam, les conditions de saison froide et humide se rapprochent de ses conditions hygrométriques.

-En période d'été on ressort du hammam en « meilleure forme » qu'en arrivant alors qu'en

Période d'hiver on en repart avec une « bonne provision » de chaleur.

-Pour conclure, les rapports profonds entre le hammam et le climat local sont :

Définis par son accessibilité assurée par la zone passive servant de transition vers la zone active.

-L'ambiance de la zone passive est thermodynamiquement et autant que possible élaborée à partir des conditions des saisons extrêmes du climat local.

-Les dispositifs de la zone active sont eux aussi adaptés aux extrêmes du climat local comme on peut l'observer entre les deux climats les plus opposés, Ankara et Le Caire : banquettes chaudes ou froides, tendance au sauna avec bain froid ou bassin d'eau chaude.

**II.2.3. F. Analyse d'exemple :**

**II.2.3. F.1. Hammam EL SALHIN BISKRA**

### II.2.3. F.2. Complexe thermique CALDEA

### II.2.3. F.3. Synthèse des exemples :

A travers les exemples analysés, un ensemble de critères doivent être retenus pour la partie conceptuelle du projet.

-Une proximité immédiate des sources thermales pour ne pas perdre sa température d'une part et ses composants chimiques d'autre part.

-l'intégration des activités de loisir, de restauration et de commerce (boutiques) dans le projet, dans le but de rendre le complexe plus rentable.

-le programme du complexe est composé d'un ensemble d'entité spatiale : les soins.

L'hébergement. Détente et loisir. La gestion et les services. Des espaces verts pour l'animation à l'intérieur ainsi qu'à l'extérieur du projet.

## II.3. PHASE 3 : ETAT DE L'ART LIE AU PROCEDE DE RECHERCHE « INERTIE THERMIQUE »

### II.3.1. Confort thermique :

#### II.3.1. a. Définition :

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement.

Cette sensation varie selon les individus, tout le monde n'ayant pas les mêmes critères de confort, ne s'habillant pas de la même manière, s'accoutumant plus ou moins bien aux conditions climatiques extérieures, n'ayant pas besoin du même niveau de température pour se sentir bien <sup>(15)</sup>

#### II.3.1. b. Les paramètres du confort thermique :

Le confort thermique est traditionnellement lié à 6 paramètres :

1. Le métabolisme est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7 °C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
2. L'habillement représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
3. La température ambiante de l'air  $T_a$ .
4. La température des parois  $T_p$ .  
De façon simplifiée, on définit une température (opérative) de confort ressentie (appelée aussi température résultante sèche) :  $T_{rs} = (T_a + T_p) / 2$ .
5. L'humidité relative de l'air (HR) est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température  $T_a$  et la quantité maximale d'eau contenue à la même température.
6. La vitesse de l'air influence les échanges de chaleur par convection. Dans l'habitat, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s. En effet, l'individu commence à ressentir le mouvement de l'air à cette vitesse.

### II.3.2. L'inertie thermique :

#### II.3.2. a. Définition :

1-L'inertie thermique peut simplement être définie comme la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit. Cette caractéristique est très importante

2-Pour garantir un bon confort notamment en été, c'est-à-dire pour éviter les surchauffes. <sup>(16)</sup>

3-L'inertie thermique, d'un point de vue scientifique, est le déphasage entre la température d'un corps massique et la température extérieure.

#### II.3.2. b. But de l'inertie thermique :

L'inertie thermique d'un bâtiment est recherchée afin de minimiser les apports thermiques à lui apporter pour maintenir une température constante.

L'inertie thermique est importante pour assurer une ambiance climatique confortable pour ses occupants.

Un bâtiment à forte inertie thermique équilibrera sa température en accumulant le jour, la chaleur qu'il restituera la nuit pour assurer une température moyenne.

Les matériaux à forte inertie thermique sont utilisés pour accumuler la chaleur ou la fraîcheur (radiateur à accumulation, radiateur à inertie thermique, isolants à forte densité, briques réfractaires, etc.

#### II.3.2. c. Typologie de l'inertie thermique :

Selon que l'on s'intéresse aux apports gratuits récupérés ou au confort d'été, l'inertie d'un bâtiment peut se définir selon deux notions :

##### II.3.2. c.1. L'inertie quotidienne :

Elle caractérise l'amortissement de « l'onde » sur 24 heures en température et ensoleillement et qui est liée au taux de récupération des apports gratuits. Pour le béton, ce sont environ les 7 premiers centimètres en contact avec l'ambiance intérieure qui agissent effectivement (surfaces d'échanges suffisantes).

##### II.3.2.c.2. L'inertie séquentielle :

Elle caractérise l'amortissement de la variation de la température extérieure sur plusieurs jours consécutifs et qui est utilisée pour décrire le comportement d'un bâtiment en période chaude. Pour une séquence de 12 jours, l'épaisseur « efficace » du béton est de l'ordre de 34 cm.

#### II.3.2. d. Paramètre de l'inertie thermique :

L'inertie thermique d'un matériau se caractérise par 2 valeurs ; la diffusivité et l'effusivité :

##### II.3.2. d.1. La diffusivité thermique :

Elle caractérise la vitesse à laquelle la chaleur se propage, par conduction, dans un corps. Plus elle est faible, et plus le déphasage est important.

##### II.3.2. d.2. L'effusivité thermique :

Elle caractérise la capacité des matériaux à réagir plus ou moins rapidement à un apport de chaleur intérieur au logement (provenant d'une source interne ou du rayonnement solaire). Plus l'effusivité est grande, et plus vite la chaleur interne sera absorbée par le mur, plus l'élévation de la température sera limitée. Une grande effusivité implique une grande capacité thermique du mur, dont la température ne s'élève que lentement.

### II.3.2. e. Inertie thermique des matériaux :

Rang	Matériau	Conductivité W/mK
1	Polyuréthane	0,03
2	Fibre de bois SteicoTherm	0,04
3	PSE extrudé	0,04
4	Laine de verre	0,04
5	PSE expansé	0,04
6	Laine de roche	0,044
7	Liège	0,05
8	Béton cellulaire	0,09
9	Laine de bois	0,1
10	Panneau OSB	0,12
11	Bois Sapin	0,15
12	Plaque de plâtre	0,25
13	Plâtre carreaux	0,25
14	Bois Chêne	0,29
15	Brique pleine	0,74
16	Pierre	1,7
17	Béton plein	1,8
18	Acier	50
19	Aluminium	230
20	Cuivre	380

Figure 27 : Tableau d'inertie des matériaux

### II.3.2. f. Caractéristique de l'inertie thermique :

Une bonne inertie associe les 3 caractères suivants :

#### II.3.2. f.1. La capacité thermique massique ou chaleur spécifique :

C'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de masse pour voir sa température s'élever d'un degré. Un matériau "stocke" d'autant plus d'énergie que sa chaleur spécifique est grande.

#### II.3.2. f.2. La conductivité thermique des matériaux :

C'est la propriété des matériaux à transmettre plus ou moins facilement la chaleur d'un point à un autre de leur masse. Un matériau "stocke" ou "déstocke" d'autant plus de chaleur en un temps donné que sa conductivité thermique est grande.

#### II.3.2. f.3. La surface d'échange :

L'inertie d'une paroi dépend aussi de la surface d'échange. Un mur de refend intérieur a deux fois plus de surface d'échange utile qu'une paroi en contact avec l'extérieur. Les volumes compacts présentent une petite surface d'échange.

### II.3.2. g. Fonctionnement de l'inertie thermique :

#### II.3.2. g.1. Stratégie de l'hiver :

- a- **Capter** : Tout apport solaire est capté par rayonnement. Cela est transmis dans les matériaux à forte inertie thermique tels que : la pierre, le béton armé...
- b- **Stockier** : Une fois que le rayonnement solaire est entré dans le bâtiment, il faut stocker la chaleur générée, grâce à l'inertie thermique des matériaux du bâti.
- c- **Restituer** : l'énergie stockée est restituée pendant la nuit pour éviter les fortes baisses de température à l'intérieur du local.
- d- **Conservier** : Il s'agit de d'éviter les pertes vers l'extérieur des apports solaires et des apports provenant des dispositifs de chauffage.

#### II.3.2. g.2. Stratégie de l'été :

L'inertie thermique en été fonctionné de la même façon qu'en hiver. Mais il devient obligatoire de supprimer la stratégie de Conservation par une ventilation nocturne afin d'éviter la surchauffe Nocturne.

-Pour garantir le confort d'été (éviter les surchauffes) on essaiera d'utiliser un matériau possédant les caractéristiques suivantes :

-Une faible diffusivité, pour que l'échange d'énergie thermique entre le mur et le climat intérieur se fasse le plus lentement possible. Ceci conduit à choisir un matériau possédant une capacité thermique ( $\rho * c$ ) élevée

-Une forte effusivité thermique pour que le mur stocke au maximum l'énergie thermique.

**II.3.2. h. Modes de transferts de chaleurs :**

- **Transfert thermique** : Lorsque deux points dans l'espace sont à des températures différentes, il y a systématiquement transfert de chaleur toujours vers le corps froid. C'est une conséquence directe du deuxième principe de la thermodynamique. <sup>(17)</sup>

On distingue trois modes différents de transmission de la chaleur :

- **La conduction** : Transmission provoquée par la différence de température entre deux régions d'un milieu en contact physique. Il n'y a pas de déplacement appréciable des atomes ou molécules.
- **La convection** : Transmission provoqué par le déplacement d'un fluide (liquide ou gazeux).
- **Le rayonnement** : Transmission provoquée par la différence de température entre deux corps sans contact physique, mais séparés par un milieu transparent tel l'air ou le vide. Il s'agit d'un rayonnement électromagnétique.

**II.3.2. i. Transfert de chaleurs par conduction à travers une paroi pleine :**

**Loi de fourrier :**

La conduction thermique est un transfert thermique spontané d'une région de température élevée vers une région de température plus basse, et est écrit par la loi dit de fourrier, la densité de flux de chaleur est proportionnelle au gradient de température.

$\vec{q}$	Densité de flux en W/m <sup>2</sup>
$k$	Conductibilité (Conductivité) thermique W/mK
$\vec{\nabla}T$	Gradient de température - Vecteur : $\frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z}$

$$\vec{q} = -k \vec{\nabla}T$$

- **Paroi simple :**

$$\phi = \frac{\lambda (T_1 - T_2)}{e}$$

- **paroi multicouches :**

$$\phi = \frac{T_{i1} - T_{i2}}{\frac{1}{h_1 S} + \frac{e_A}{\lambda_A S} + R_{AB} + \frac{e_B}{\lambda_B S} + R_{BC} + \frac{e_C}{\lambda_C S} + \frac{1}{h_2 S}}$$

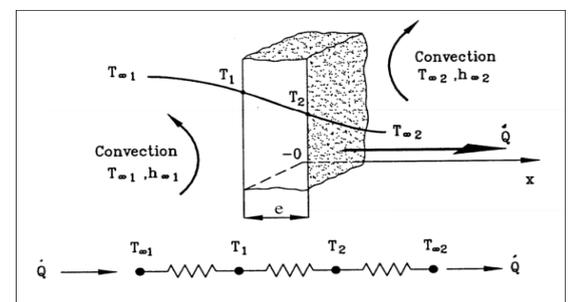


Figure28 : représentation schématique Transfer de chaleur paroi simple (source fr.wikipedia.org/wiki/Conduction thermique)

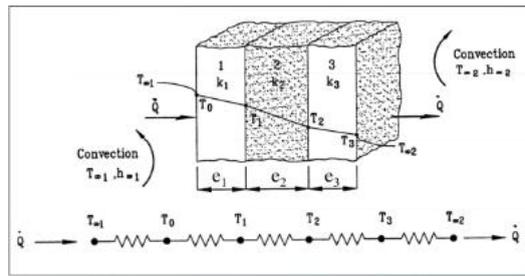
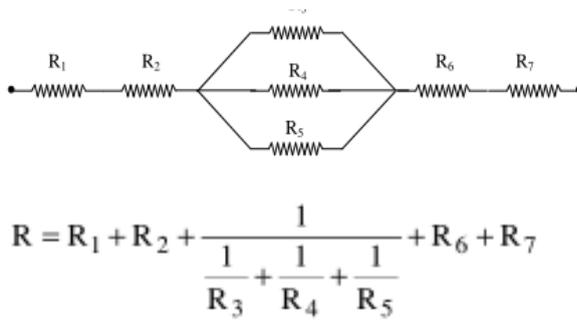


Figure29 : représentation schématique Transfer de chaleur paroi multicouches

• Paroi composite :



$$R_1 = \frac{1}{h_1/L}; R_2 = \frac{c_1}{\lambda_1/L}; R_3 = \frac{e_2}{\lambda_2/l_1 L}; R_4 = \frac{e_2}{\lambda_1/l_2 L}; R_5 = \frac{e_2}{\lambda_2/l_3 L}; R_6 = \frac{e_3}{\lambda_1/L}; R_7 = \frac{1}{h_2/L}$$

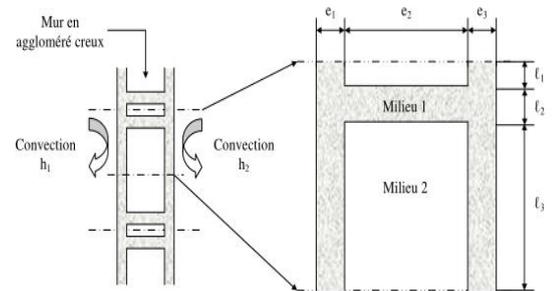


Figure 2.6 : Schématisation d'un mur composite

Figure30 : représentation schématique Transfer de chaleur paroi composite (source)

II.3.3. Retour d'expérience :



**II.3.3. b. Analyse d'une maison colonial Guelma :**

**L'inertie thermique du matériau : une réponse aux caractéristiques conflictuelles du climat :**

Le but de cette expérience est de connaître le rôle de l'inertie thermique du matériau sur le confort hygrothermique dans la ville de Guelma sous un climat chaud, subhumide en été et froid, pluvieux en hiver. (18)

Cette expérience a été réalisé par DALEL MEDJELEKH dans la préparation de prendre leur magister université de Constantine.

Les recommandations obtenues sur la ville de Guelma selon le diagramme de Givoni

- Effet de masse thermique avec ventilation nocturne et un contrôle solaire à partir du mois de juin
- Une ventilation naturelle pour la saison d'été
- Le chauffage passif pour les mois assez froids comme octobre, mars ; et le chauffage d'appoint pour les mois les plus froids tel que janvier.

D'après l'analyse bioclimatique, l'inertie thermique de l'enveloppe est une recommandation nécessaire pour la conception architecturale dans les climats à grand écart diurne comme celui de Guelma. Ceci reste à confirmer par l'investigation menée sur terrain.

L'investigation a été menée sur un immeuble de l'époque coloniale, datant de 1890. Il s'insère dans un centre colonial dense à Guelma Figure38. Il est en R+1, construit en pierre sur une cave semi enterrée. Ouvert sur la rue par la façade sud-ouest et sur une cour par la façade nord est. Photo 1.

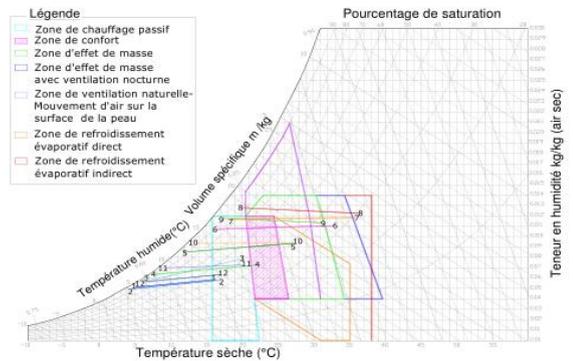
Ils ont choisi une chambre de cet immeuble pour but de permettre a évalué l'effet de l'inertie du sol (sur cave), des murs pour le RDC

- **Investigation :**
- **Interprétation des résultats :**
- **Etude comparative de la température moyenne intérieure et extérieure : période été en R.D.C :**

On a remarqué une faible amplitude de température de 1.5 °C entre un max de 30.5°C à 18h et une min de 29°C à 4h du matin. Alors qu'une fortes amplitude de 18°C et 7°C entre la température météo et celle de la rue figure 39.

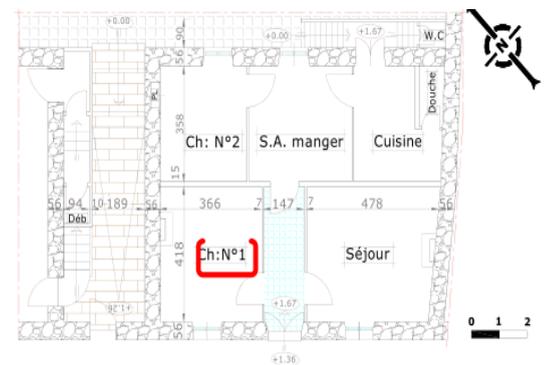
Une amplitude de 10 °C a été enregistré après 4h de temps entre T(météo) et T(Int). Ce résultat obtenu grâce à l'épaisseur grand de mur « 56 cm » figure 39.

La pierre joue sur le déphasage plus que sur l'amortissement puisqu'elle n'est pas un bon isolant.



**Figure 1 : Diagramme psychrométrique de Guelma (Source: Auteur)**

**Figure 37 : Diagramme psychrométrique de Guelma (source :auteur)**



**Figure38 : Plan de RDC**

Dans notre cas d'étude les apports ont été bien amortis à cause de la présence de multiples alvéoles du travertin à ses qualités qui favorisent le pouvoir isolant de l'air, en retardant les mouvements de convection dans les cavités.

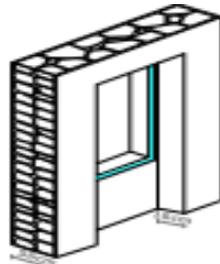


Figure 40 : Epaisseur du mur externe



Figure 41: Echantillon du travertin

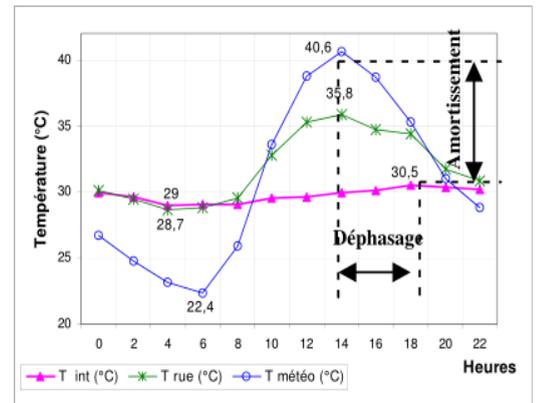


Figure 39 : Variation de la température moyenne intérieure et extérieure en R.D.C (Source : Auteur)

L'inertie thermique donc dépend essentiellement des matériaux utilisés, mais en plus dans les maisons coloniales on remarque d'autres paramètres tel :

La cave contribue au rafraîchissement de RDC

-L'air chaud dans la pièce l'air froid dans la cave

-Les matériaux situés à l'intérieur agissent sur les températures intérieures en introduisant une inertie par absorption.

-La hauteur importante sous plafond (3.7m) permet de larges surfaces effusives des cloisons intérieures et garantissent sûrement cette inertie par absorption.

-L'insertion de l'immeuble dans un tissu compact génère une masse thermique importante.

-Le mode constructif Figure 42: les interstices entre les moellons et le vide laissé lors du montage de mur (lit par lit) constitue de leur part des isolants thermiques.

- **Etude des températures surfaciques internes et externes : période estivale en R.D.C :**

L'orientation sud-ouest, la couleur sombre, et l'absence totale de masques, provoquent la hausse de la température de surface externe. Elle atteint un max de 72.1°C comparée à la température de surface interne de la paroi qui n'atteint que 30.9°C. Celle-ci est liée sur la qualité du matériau figure 43.

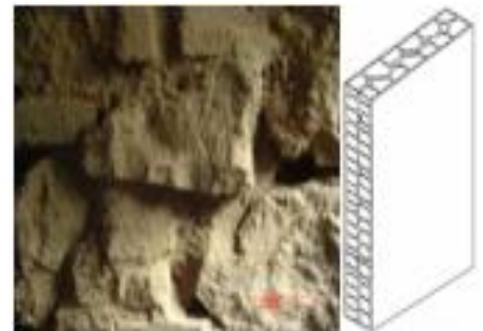


Figure 42: le mode constructif

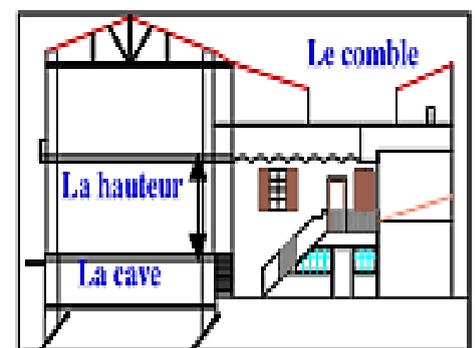


Figure 43 : les paramètres participant dans la stabilisation de température.

**Etude de l'humidité moyenne intérieure et extérieure : période estivale en R.D.C :**

Le taux de l'humidité interne est aussi stable avec un écart de 3.75% entre sa valeur maximale et sa valeur minimale. Ceci s'explique aussi par l'effet imposant de la pierre utilisée dans le maintien de l'équilibre hygrométrique, en évitant les variations de l'humidité relative. En plus de ses propriétés thermiques, la pierre avec ses propriétés hygrométriques de l'absorption et la désorption de la vapeur d'eau, permet de réguler les conditions intérieures Figure 44.

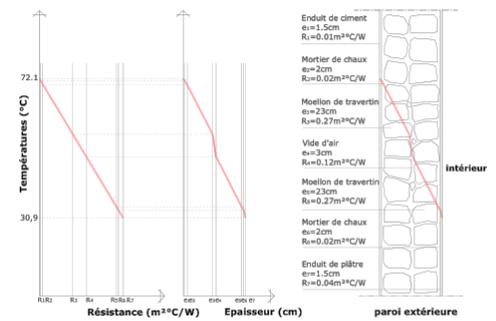


Figure 44 : trace gradient thermique

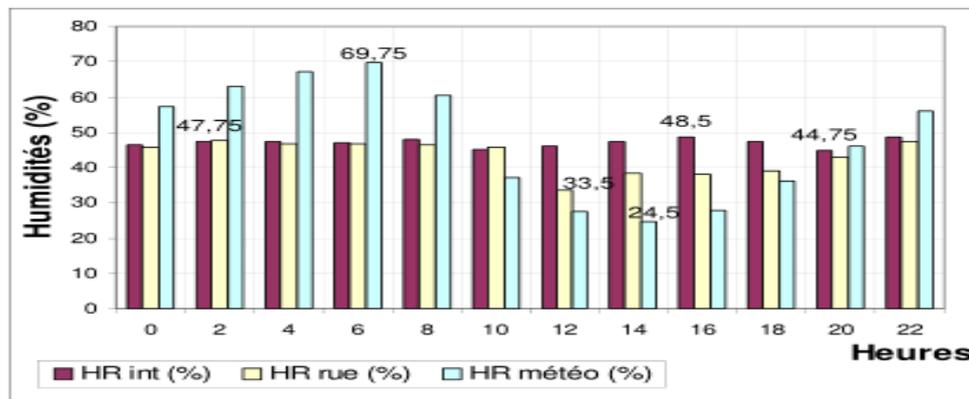


Figure 45 : Variation de l'humidité relative moyenne intérieure et extérieure en R.D.C

- **Simulation :**

L'inertie est donc une option qui peut affecter grandement la qualité thermique du bâtiment. Afin de valider ce résultat, on a choisi pour la simulation le logiciel TRNSYS V.14.1.

- **Comparaison entre les températures intérieures mesurées et celles simulées par TRNSYS : Période estivale en R.D.C :**

Les courbes de la Figure 46 révèlent une concordance entre les températures simulées et les températures moyennes intérieures mesurées dans la pièce du R.D.C. L'écart maximale enregistré à minuit entre les deux températures est de 1.88°C, ce qui valide les résultats in situ.

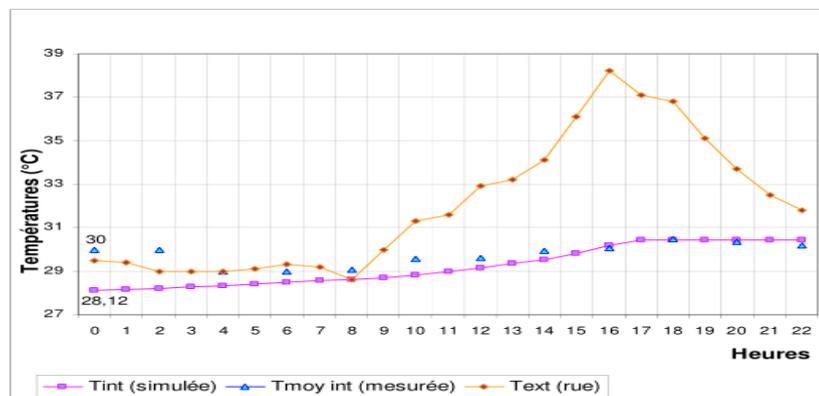


Figure 46: Comparaison entre les températures moyennes intérieures et extérieures mesurées et les températures intérieures simulées : période estivale en R.D.C

- **Sur l'optimisation de l'inertie thermique du matériau en climat chaud, sub humide :**

Le matériau choisi doit être de faible diffusivité, de grande effusivité, de faible conductivité thermique et de densité élevée.

Pour une meilleure isolation thermique du matériau avec une conductivité thermique efficace inférieure autant que possible, sa porosité doit être augmentée en utilisant des cavités de petite taille ;

« Le travertin » offre des réponses très positives en termes d'inertie et de régulation thermique, on recommande donc son exploitation sous forme de pierres de taille pour la maçonnerie. Surtout que son extraction est actuellement réalisée par plusieurs carrières dans la région.

- **Conclusion :**

Il résulte de l'étude les conclusions suivantes :

- L'utilisation d'un matériau local adapté au climat de la région est à l'origine de la réalisation du confort hygrothermique.

- L'inertie assure l'équilibre hygrothermique. En été elle permet de lisser les flux thermiques et les températures extrêmes. En hiver, elle évite les chutes trop brutales de la température et met bien en évidence la gestion optimale des apports de chaleur. Mais l'inertie doit être combinée avec les moyens de chauffage et de refroidissement naturel pour le bon comportement thermique.

- Avec l'assurance du confort hygrothermique hivernal et estivale, l'inertie permet une consommation énergétique réduite.

## **CHAPITRE III :** **CAS D'ETUDE**

L'objectif de ce chapitre est de représenter le projet depuis sa genèse (plan de masse) jusqu'au détail architectural d'une part, et l'étude de sa relation à l'environnement d'une autre part.

## **CHAPITRE 3 : CAS D'ETUDE**

### **PARTIE 1 : A L'échelle urbain**

**III.1.1. Critère de choix du site**

**III.1.2. Présentation du site d'intervention**

**III.1.3. Analyse de site**

**III.1.3. a.** Le site d'intervention

**III.1.3. b.** Situation et accessibilité

**III.1.3. c.** Distances

**III.1.3. d.** Formes et dimensions du site

**III.1.3. e.** Composition du site et son environnement

**III.1.3. f.** Etat de lieu du site

**III.1.3. g.** Morphologie du site

**III.1.4. Principes d'Aménagement**

**III.1.5. Principes Bioclimatique intégrés**

### **PARTIE 2 : A l'Echelle Architecturale**

**III.2.1. Présentation de la parcelle du projet**

**III.2.2. Présentation du bâtiment**

**III.2.3. Choix du bâtiment**

**III.2.4. Genèse de l'Idée**

**III.2.5. Principes de conception**

**III.2.6. Principes bioclimatiques intégrés**

**III.2.7. Fonction**

**III.2.8. Système Structurel**

**III.2.9. Système constructif**

**III.2.10. Traitement de façade**

### **III.3. PARTIE 3 : Simulation (ALCYONE ET PLEIADES+COMFIE)**

**III.3.1. Introduction**

**III.3.2. Présentation de l'espace étudié**

**III.3.3. Rôle de simulation**

**III.3.4. Logiciel choisit**

**III.3.5. Les étapes de simulation**

**III.3.6. Résultats et interprétation de la simulation**

**III.1. PARTIE 1 : A L'ECHELLE URBAINE**

**III.1.1. Critère de choix du site :**

Les critères de choix de ces sites, pertinents, sont les suivants :

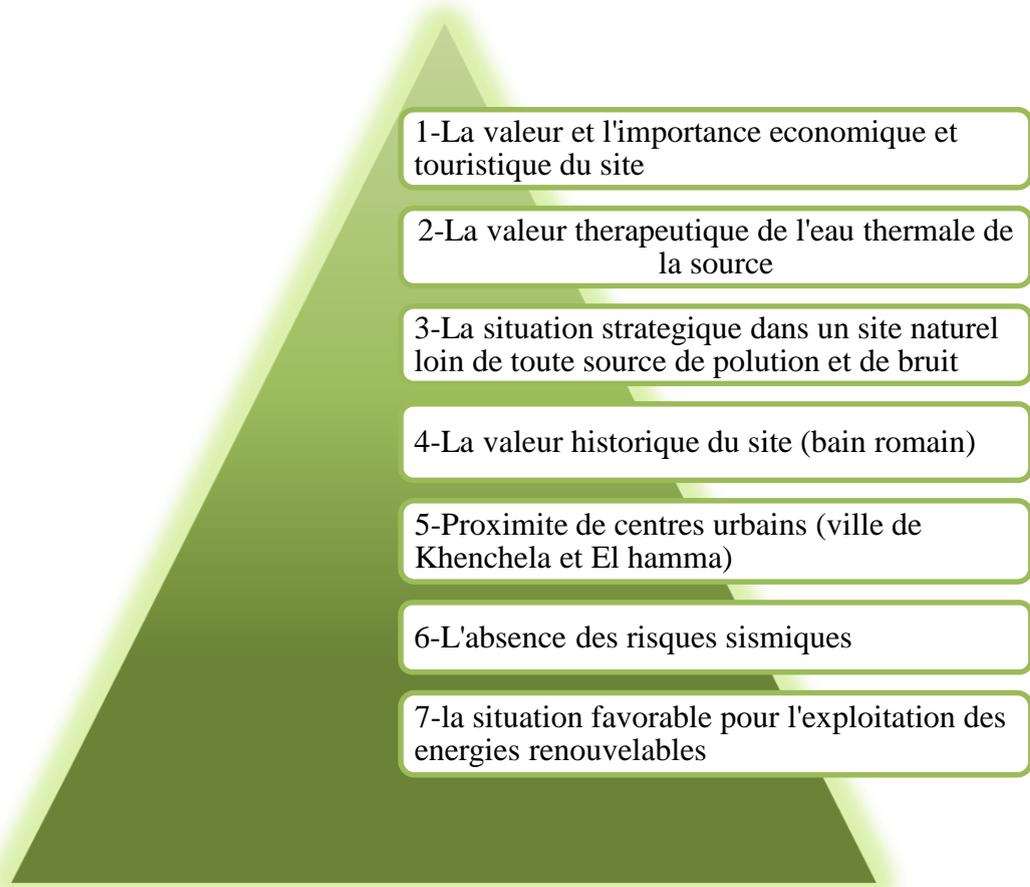


Figure 47 : Schémas des critères de choix de site

**III.1.2. Présentation du site d'intervention :**

**III.1.2. a. Présentation :**

Nous intervenons dans un site naturel avec un **caractère touristique et thérapeutique** important qui est la **Zone d'expansion touristique (ZET ) a Hammam Salhine** dans la commune d'**ELHAMMA -KHENCHELA**.



Figure 48: Vue sur site

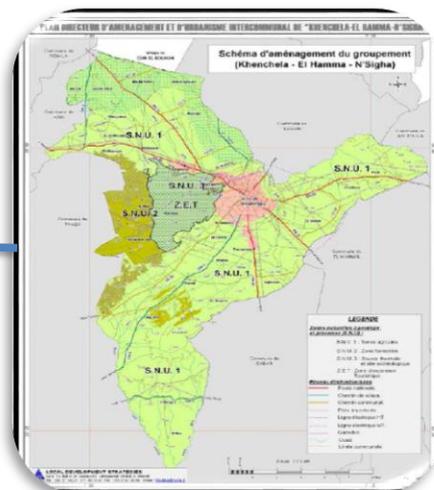


Figure 49: PDAU KHANCHELA



Figure 50: Vue sur site

• Situation du site d'intervention :

Les limites administratives :

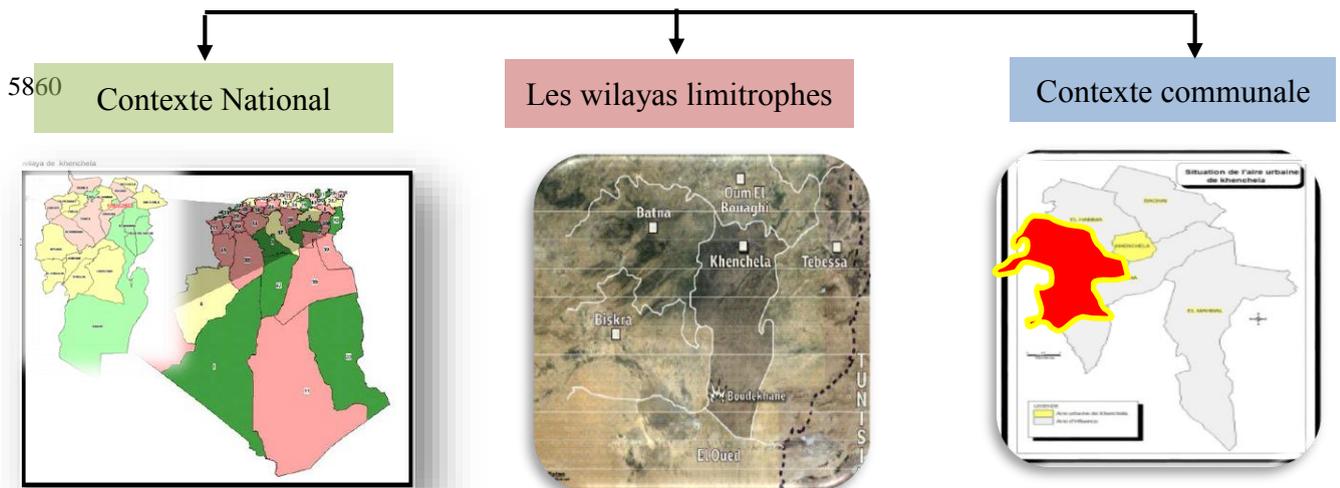


Figure 51 : Situation Nationale du site

Figure 52 : Situation Régionale du site

Figure 53 : contexte communale du site

III.1.3. Analyse de site :

III.1.3. a. Le site d'intervention :

Des milliers de visiteurs par année, Les bassins de cette station thermale ont été classés patrimoine historique national protégé. Située en pleine forêt et entourée de montagnes, la source thermale de Hammam Essalhine est également appelée Thermes de Flavius, fontaine chaude.

III.1.3. b. Situation et accessibilité :

Notre site d'intervention est très accessible grâce à la bonne structuration viaire de la wilaya de Khanchela qui facilite l'accès au site par plusieurs axes,

- On arrive au site par :

1-Chemin communale 25 (CC25) qui relie le site a la commune d'Elhamma.

2- Chemin communale 26 et 24 (CC26 et CC24) reliant le site a la villa de Khanchela.

3-La route nationale 88 (RN88) qui relie le site et la ville de khanchela en passant par Elhamma (cc25).

III.1.3. c. Distances :

Notre site d'intervention est très proche au centre urbain. D'une distance de 2.5 m de la ville d'Elhamma et 4.5 km de la ville de Khanchela.



Figure 54 : Aperçu Google Earth



Figure 55 : Plan de situation 1



Figure 56 : Plan de situation 1

III.1.3. d. Formes et dimensions du site :

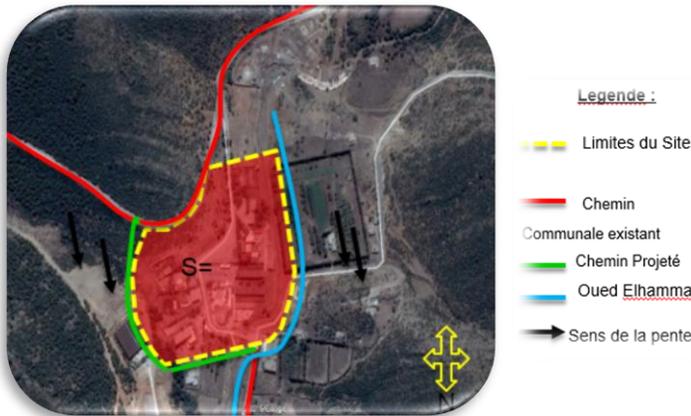


Figure 57 : Vue aérienne sur site

**Fiche technique :**

**1-La forme :**

Le terrain présente une forme irrégulière

**2-Superficie :**

La superficie du site est de 8 ha

**3-Orientation :**

Le terrain est orienté Nord-Sud (direction de la pente vers le nord)

**4-Altitude :**

Notre site d'intervention se trouve à une altitude de 1070 m par rapport au niveau de la mer

**5-Cordonnées :**

III.1.3. e. Composition du site et son environnement :

Le terrain présente des perspectives sur les domaines forestiers. En fait il s'agit de faire une conception de façon à faire profiter aux curistes et aux touristes des richesses naturelles très diverses à savoir le soleil, la forêt, les montagnes... offrant ainsi une multitude de choix tout en répondant aux exigences des touristes.

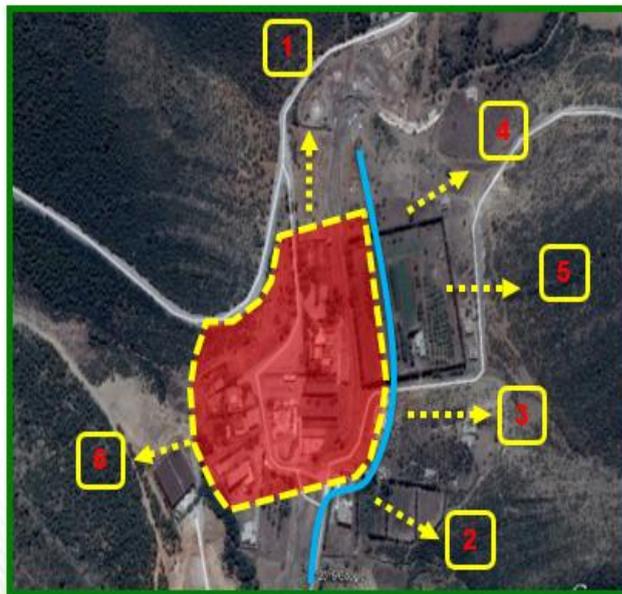


Figure 58 : Plan de composition de site et son environnement

III.1.3. f. Etat de lieu du site :



Figure 59 : Plan état de lieu

III.1.3. g. Morphologie du site :

III.1.3. g. 1. La pente :

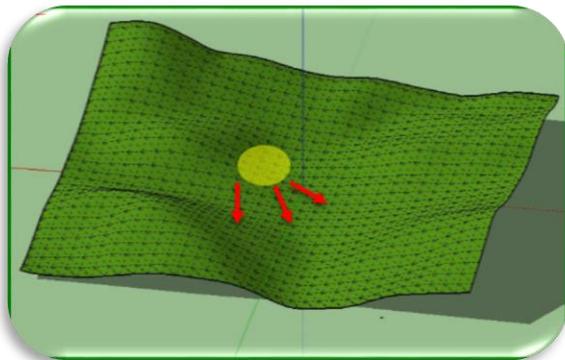


Figure 60 : 3D du site d'intervention (Sketch up)

La pente du site représente une potentialité naturelle importante ce qui nous conduit à préserver le maximum de sa morphologie pour épouser la forme naturelle du terrain et éviter tout terrassement.

Assurer une bonne orientation et exploitation des vues panoramique.

III.1.3. g. 1. Le relief :

Le relief de notre site est caractérisé par l'altitude et la pente puisque c'est une zone accidentée à relief diversifié qui présente une contrainte importance non favorable à l'Agriculture comme à la construction.

C'est justement ce relief qui vas influencer directement les directions de notre aménagement ainsi l'orientation du projet, et nous permettre d'avoir des vues panoramique sur les zones les plus basses, telle que la ville d'Elhamma .

Les altitudes décroissent du Sud au Nord, la nature morphologique de l'air d'étude est caractérisée par une topographie en pentes variantes entre 1% et 40%.

Donc notre projet doit être intégrer en conformité avec la morphologie du terrain.

L'assiette du projet est surélevée à une altitude 1070 m.

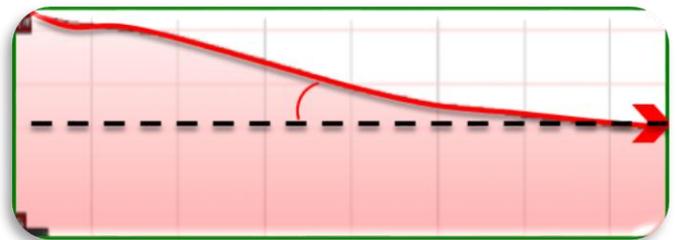


Figure 61 : Schémas montrant la morphologie du site d'intervention

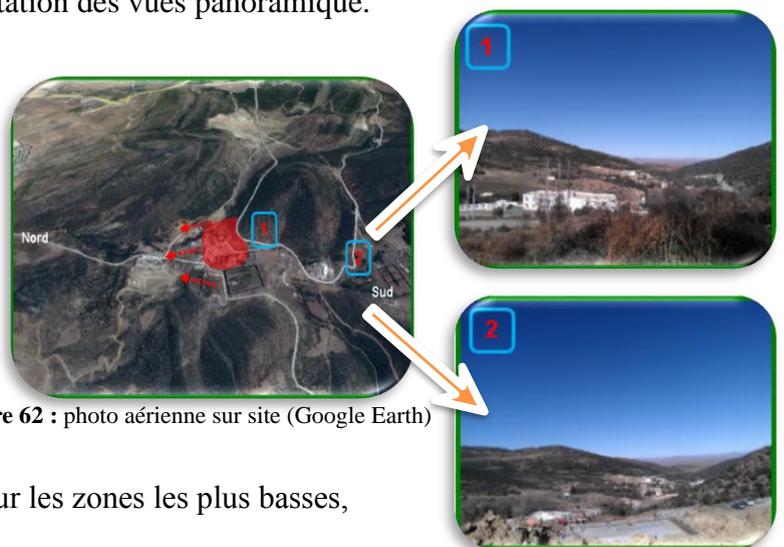
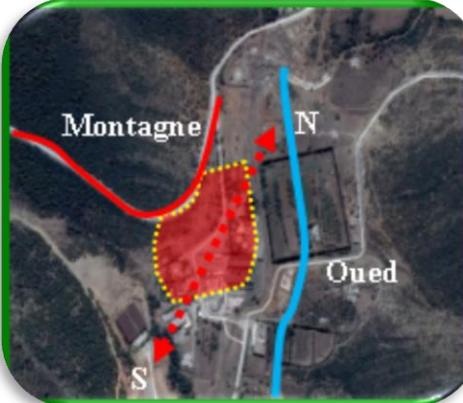


Figure 62 : photo aérienne sur site (Google Earth)

III.1.4. Principes d'Aménagement

ETAPE		DESCRIPTION	SHEMAS
1	<b>Orientation</b>	<p>On a commencé par tracer l'axe d'orientation du projet Nord-Sud (axe romain Carado) Pour donner une direction au projet Qui marque aussi l'accès au projet du sud</p>	
2	<b>Intégration</b>	<p>Notre principale matrice est l'intégration soit la reproduction des éléments naturels exprimée par la fluidité et la dégradation du bâti qui nous rappelle l'aspect de la montagne</p>	
3	<b>Unicité</b>	<p>Avec le principe de la reproduction des éléments naturels, On a dévié le chemin de l'intérieur du projet à l'extérieur pour minimiser la circulation mécanique et pour ne pas créer une coupure entre les différentes entités du projet.</p>	

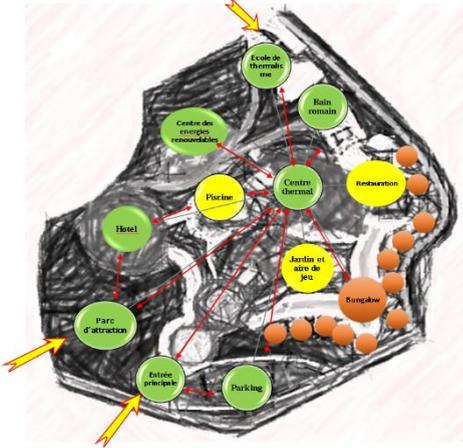
<p>4</p>	<p><b>Plan de masse et affectation</b></p>	<p>Après la délimitation de notre site. L'axe principal du projet est matérialisé par une station thermal qui nous sert comme une articulation entre les différentes entités du projet</p>	
<p>5</p>	<p><b>Schémas fonctionnel</b></p>	<p>La dernière étape de notre aménagement c'est de déterminer les fonctions principales au niveau de notre assiette</p>	

Figure 63 : Tableau des principes d'aménagements

### III.1.5. Principes Bioclimatique intégrés :

Le principe de cette étape est la protection de l'environnement et la préservation des éléments naturels de notre site en assurant un confort urbain aux usagers.

Le confort urbain dépend principalement de plusieurs paramètres<sup>1</sup> :

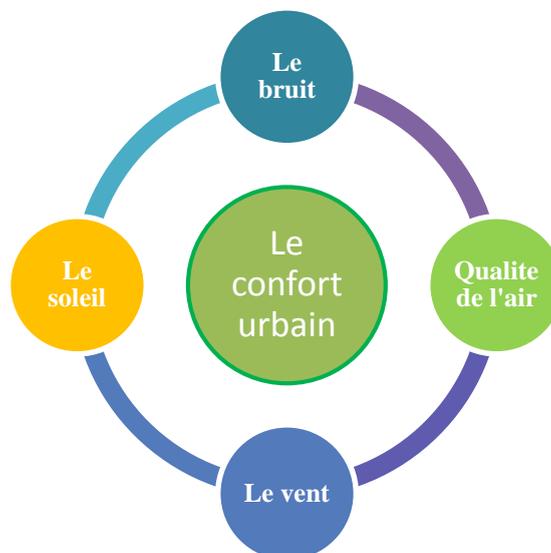


Figure 64 : Diagramme des paramètres de confort urbain

- **Potentialité bioclimatique du site :**

- **L'enseillement :**

Profitez de l'enseillement par l'orientation de bâtie et d'espace intérieure selon ça besoin d'enseillement, la production des énergies solaires pour l'éclairage intérieurs ; protégé d'enseillement les brises solaires pendant l'été utilisations des arbres a feuille à caduc pour l'été ou bien les brises solaires dans bâtiments.

- **Les vents :**

Profite des vents par orientations de bâties et d'espaces pour avoir une ventilation naturelle pendant toutes l'année ; production des énergies éoliennes pour l'éclairage publique protèges les vents d'hiver par les arbres a feuille à caduc dans les côtes ouest (perde la feuille pendant l'hiver)

- **La pluviométrie :**

Profite de grande pluviométrie de la ville de la région par la récupération des eaux pluviale par les toits végétalisée et système de récupération des eaux de ruissèlements dans les rues et les bâtiments et l'utilisation d'un pavée perméable pour stocker l'eau pluviale et réutilise pour l'arrosage des jardins, noyages des eaux et les sanitaires.

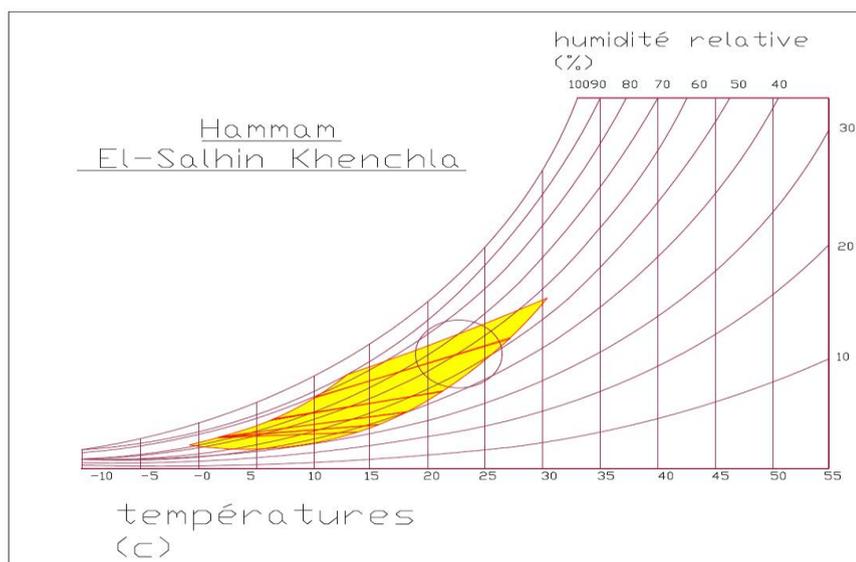


Figure 65 : Diagramme de GIVONI du site

Selon le diagramme il faut assurer utilisation des systèmes :

**1- Orientation :**

-Orienter les bâtiments de manière à avoir le maximum d'apport solaire toute la journée (l'orientation sud).

**2 -La végétation :**

-La présence de végétation renforce alors l'effet de « climatisation naturelle ».

-Notre projet est situé dans une zone de grande vitesse alors il faut la protéger par un renforcement des arbres.

**3 -Utilisation des panneaux photovoltaïques :**

-Utiliser les systèmes actifs : les panneaux photovoltaïques pour aider les autres systèmes et pour capter le plus possible d'énergie solaire toute la journée vers le sud.

**4-La ventilation :**

-La configuration des bâtiments pour contrôler la circulation de l'air (vitesse et direction) à l'intérieur du projet et pour avoir une ventilation naturelle





**PARTIE 2 : A l'Echelle Architecturale**

**III.2.1. Présentation de la parcelle du projet**

**III.2.2. Présentation du bâtiment**

**III.2.3. Choix du bâtiment**

**III.2.4. Genèse de l'Idée**

**III.2.5. Principes de conception**

**III.2.6. Principes bioclimatiques intégrés**

**III.2.7. Fonction**

**III.2.8. Système Structurel**

**III.2.9. Système constructif**

**III.2.10. Traitement de façade**

### III.2.1. Présentation de la parcelle du projet :

#### III.2.1. a. Forme et Surface :

L'assiette du projet est d'une forme irrégulière fluide d'une superficie de **6300 m<sup>2</sup>/63 are**

#### III.2.1. b. Gabarit :

Pour ce qui est des gabarits on s'est soumis aux règlements d'urbanisme ; alors notre projet sera en R+0 pour se confondre dans ce site naturel.

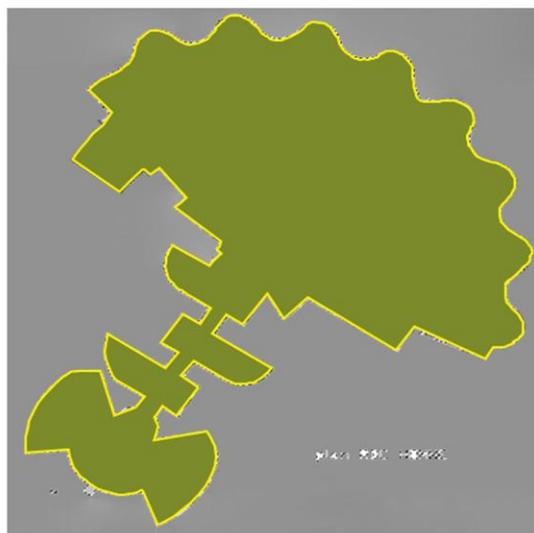


Figure 67 : Plan d'aménagement du site Hammam Sahlane

### III.2.2. Présentation du bâtiment :

Notre projet est un centre thermal thérapeutique construit en RDC et un sous-sol basé sur des principes bioclimatiques.

Le centre constitue de plusieurs entités est destiné pour homme/femme.

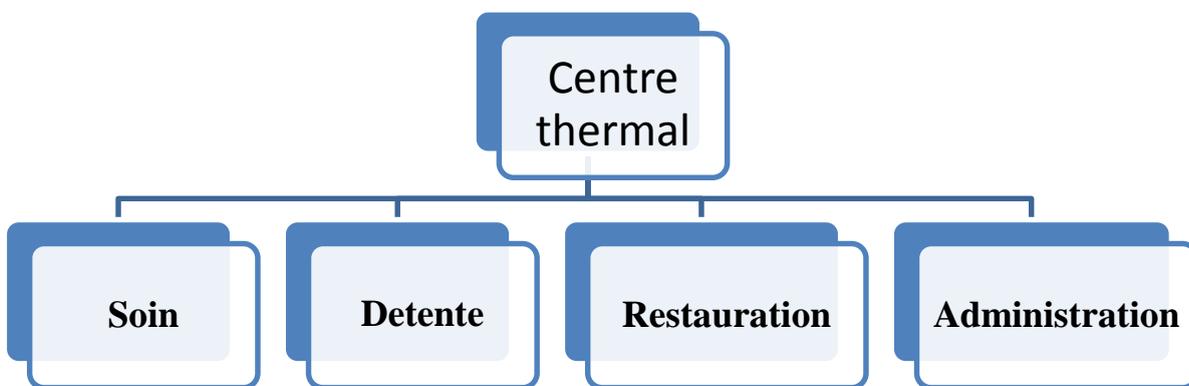


Figure 68 : Principales entités du centre

### III.2.3. Choix du bâtiment :

On a choisi ce type de projet : Aménagement d'un centre thermal pour plusieurs raisons :



Figure 69 : Critères de choix du bâtiment

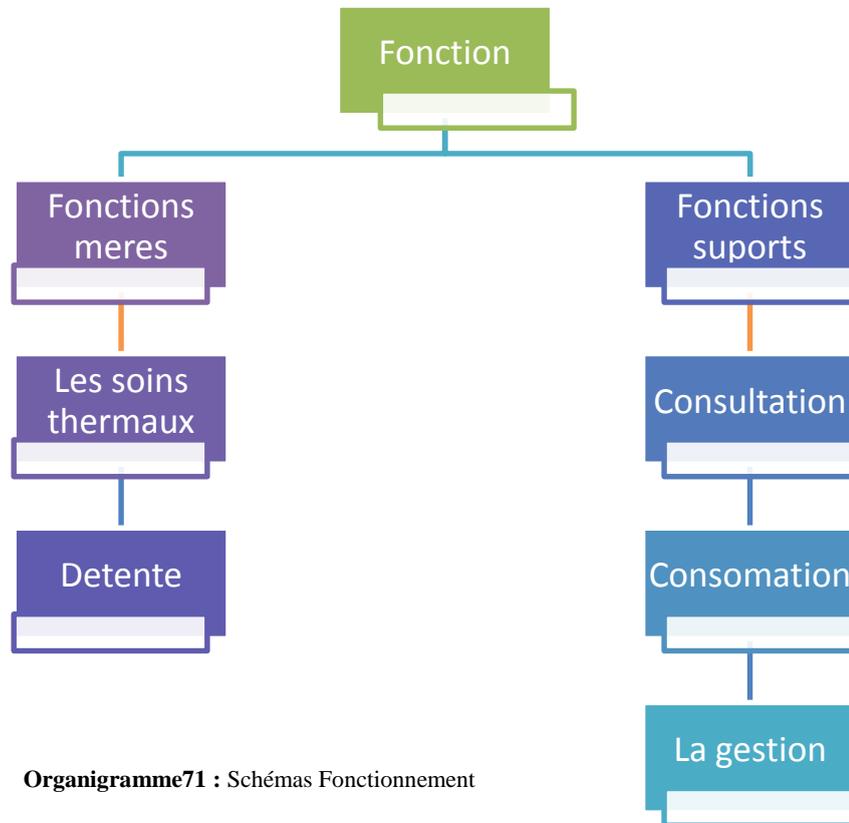






**III.2.7. Fonction :**

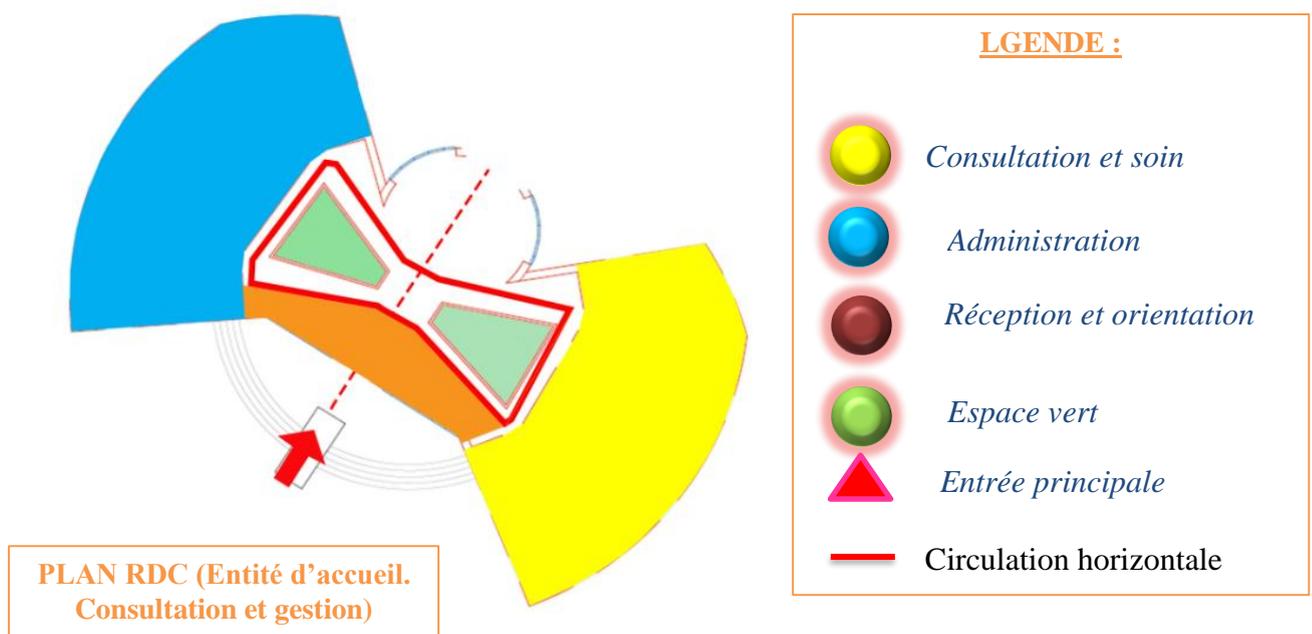
A travers l'analyse des exemples architecturaux on détermine les fonctions mères et supports de notre projet classé comme suit



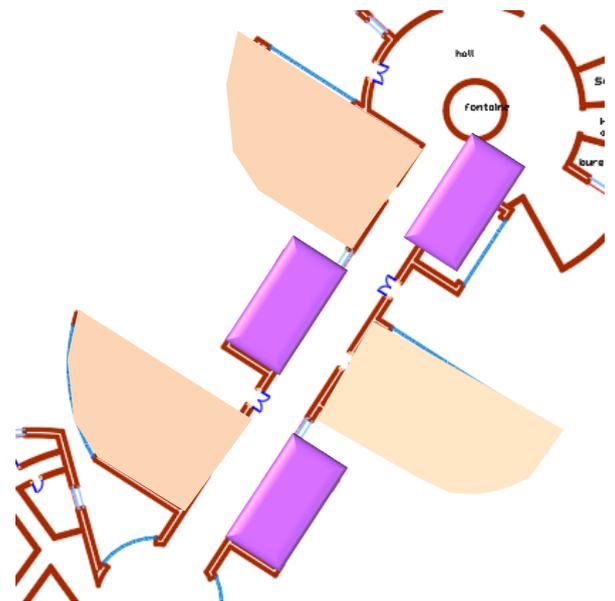
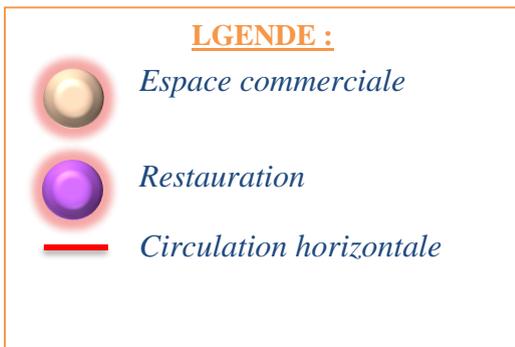
Organigramme71 : Schémas Fonctionnement

**• SHEMAS DE STRUCTURATION FONCTIONNELLE :**

**A-ACCUEIL. CONSULTATION ET GESTION :**

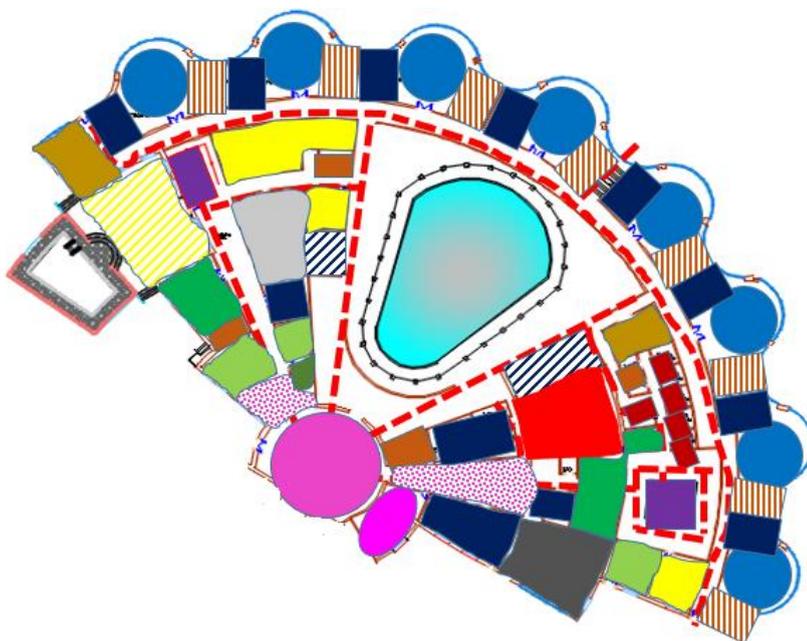


**B-CONSOMMATION :**



**PLAN RDC (Entité consommation)**

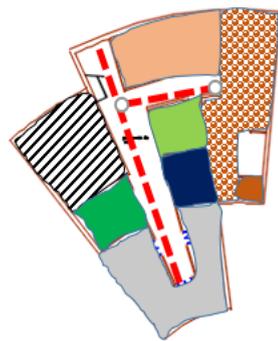
**C-SOIN THERMAUX :**



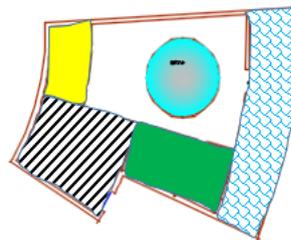
**PLAN RDC (Soin  
Thermaux)**

**LEGENDES**

-  L'accueil
-  Hall d'attente
-  Salles de massage
-  Salle de reduction
-  hammam
-  Sunnas
-  Bains collectifs
-  Vestiaires
-  Sanitaire + douche
-  Vestiaires +douche
-  Salles de repos
-  Solarium
-  Stock
-  Esthétique



PLAN SOUS SOL (Soin Thermaux)



LEGENDE

- Bain a boue
- Locaux techniques
- Bains individuel
- Salle de massage
- Salle de réduction
- Médecin
- Salle de repos
- Circulation verticale
- Circulation horizontale

III.2.8. Système Structurel

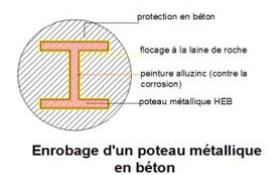
L'aspect technique exerce des contraintes sur la conception architecturale du projet et par la suite sa fonction.

Pour nous l'architecture bioclimatique exige une connaissance approfondie dans le divers élément et technique qui permettent au projet de rester opérationnel durant une longue durée de la vie et assurent le confort voulus. Notre choix de ces techniques va porter sur des matériaux purement naturels. Écologique et locale qui peuvent s'adapter avec le thème du projet proposé et la nature du climat dans la région pour concevoir un projet moderne et écologique

Chois de la structure :

**Poteaux :**

Notre choix c'est porté sur des poteaux en H, pour leurs bonnes performances au flambement, Ils recevront un remplissage en béton : lors d'une élévation de température, la résistance de L'acier diminue et les charges sont progressivement transmises au Noyau par béton. Enrobage recommandé c'est en min 5cm (selon RPA 2003)



**Les poutres :**

L'utilisation des poutres comme éléments porteur nous permettre de franchir des grandes Portées importantes,. Ces poutres permettent le passage à travers les alvéoles des conduites divers (chauffage, ventilation, conditionnement d'air, etc.)



### III.2.9. Système constructif

#### Le choix du système constructif et des matériaux de réalisation :

A été fait selon les critères suivants :

- La résistance.
- Le comportement dans le milieu d'implantation.
- L'intégration du projet son site naturel
- Le coût.
- L'esthétique

L'enveloppe extérieure est assurée par une paroi de 50 cm d'épaisseur en pierre.

Dans notre projet on basée sur la pierre comme matériaux de construction

#### Les murs extérieurs :

L'emploi des matériaux nobles et renouvelables tel que la pierre qui reflète le caractère rural du site.

- Thermique > généralement accumulateur. Quelques pierres volcaniques sont isolantes.
- Résistance mécanique > résistant et cassant.  
Présente parfois des résistances différentes selon le sens du matériau.
- Perméabilité > toujours étanche à l'air, pas forcément étanche à l'eau, de faiblement perméable à la vapeur à imperméable à la vapeur d'eau.



Figure : pierre naturelle (Source d'auteur)

**III.2.10. Traitement de façade :**

A travers la façade nous avons une lecture claire des fonctions. Le projet est constitué de 3 parties :



Forme fluide de la toiture : épouser la pente du terrain Et la forme de montagne

Des murs rideaux dans les bains collectifs avec des formes triangulaire asymétrique dans la partie haute pour donner la façade une vue moderne.

L'utilisation de la pierre pour garder l'identité historique du site dans la partie basse du bâtiment.

Soubassement en pierre



### III.3. PARTIE 3 : Simulation (ALCYONE ET PLEIADES+COMFIE)

#### III.3.1. Introduction

#### III.3.2. Présentation de l'espace étudié

#### III.3.3. Rôle de simulation

#### III.3.4. Logiciel choisit

#### III.3.5. Les étapes de simulation

#### III.3.6. Résultats et interprétation de la simulation

#### III.3.1. Introduction :

La simulation est l'un des outils les plus importants pour l'étude et le suivi du comportement thermique dans le bâtiment, ce qui nous permet par la suite de juger les différentes performances de l'habitat avant même que le projet ne soit mis en œuvre ce qui donne à l'ingénieur thermicien une exhibition primaire d'une importance capitale pour le bon déroulement du projet en question.

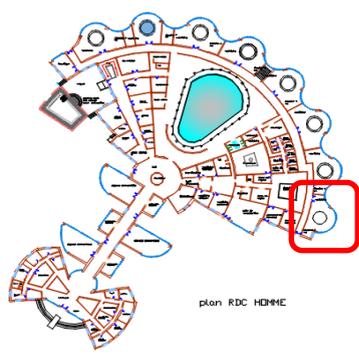
La simulation nous permet entre autres d'entreprendre une étude approfondie du projet sans perte de temps « la durée expérimentale » et d'argent.

Nous présentons dans ce chapitre les étapes suivies dans notre simulation ainsi que les résultats obtenus que nous discutons et détaillerons afin d'avoir une opinion évaluatrice de notre projet.

#### III.3.2. Présentation de l'espace étudié :

Le choix de la zone méditerranéenne porte surtout sur ses caractéristiques climatiques, lesquelles marquent presque la totalité des climats littoraux algériens. Le climat qui semble jouer un rôle déterminant dans la définition de la forme du bâti.

Pour les données climatiques on a obtenu la station météorologique d'Alger à partir du site MTEOCALC IZUBA.



L'investigation a été menée sur l'un des bains collectifs dans le centre Thermal.

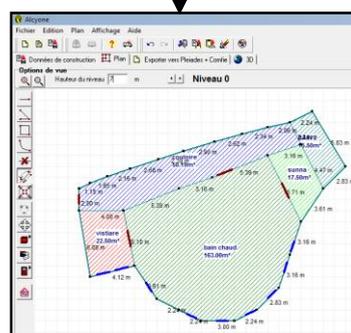


Figure 75 : Plan 'espace étudié bain chaud



Figure 76 : carte d'Algérie

La région bénéficie d'un **climat Méditerranéen** propice à l'agriculture qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

### III.3.3. Rôle de simulation :

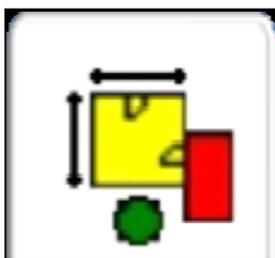
Un bâtiment à très faible consommation d'énergie ne se comporte pas comme les bâtiments traditionnels. Une modélisation fine de son comportement est nécessaire pour optimiser sa conception au regard des besoins de chauffage et du confort d'été.

En effet, des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments à 200 kWh/m<sup>2</sup>.an de besoins de chauffage deviennent de première importance dans les BBC (de l'ordre de 30 kWh/m<sup>2</sup>.an de besoins de chauffage) : le traitement des ponts thermiques, la gestion des apports solaires et internes, l'étanchéité du bâtiment...

De plus, un bâtiment très isolé est davantage sujet aux surchauffes estivales de par un effet « Thermos ». Il est alors essentiel de minimiser les apports solaires et internes, de maximiser l'inertie et de mettre en place une stratégie de rafraîchissement naturel efficace.

Il devient donc nécessaire de quantifier à l'avance les impacts de la conception architecturale sur les besoins de chauffage et le confort d'été. C'est là l'intérêt de la simulation thermique dynamique

### III.3.4. Logiciel choisis : (outils informatique)



#### ALCYONE :

A permis la modélisation architecturale de l'ensemble du bâtiment et la caractérisation des différents matériaux utilisés.



#### COMFIE-PLEIADES :

A constitué l'outil d'évaluation des échanges thermiques dans les différents espaces, mais aussi d'analyse des différentes consommations en chauffage et climatisation.



#### METEONORM :

Est une référence complète météorologique.

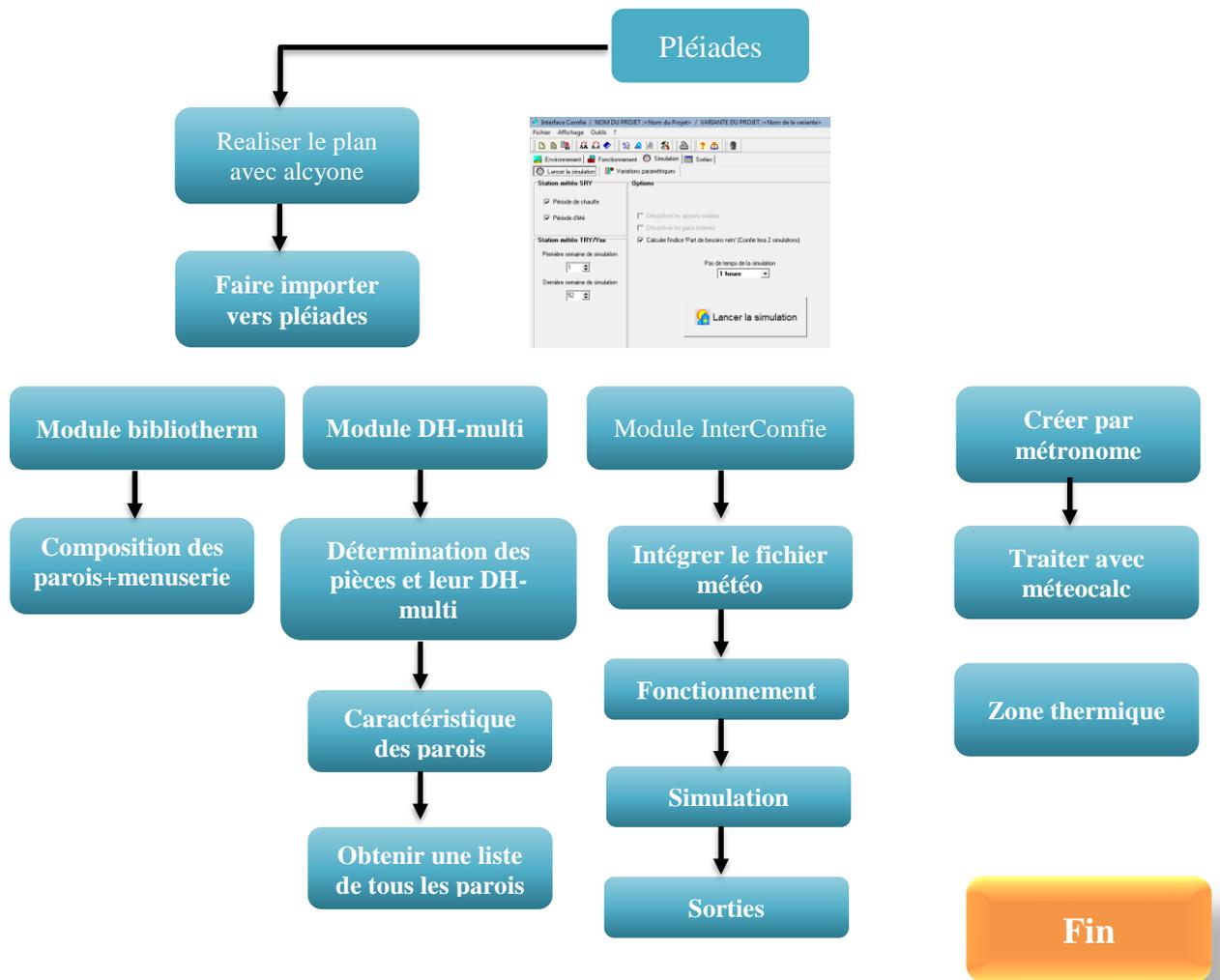
Il nous donne accès à des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde.



#### METEOCALC :

Est un outil intégré à pléiades+comfie (module STD COMFIE) pour générer des fichiers météorologiques. Traitement très rapide et génération de fichiers météo horaires (8760 heures).

III.3.5. Les étapes de simulation :



- On fait une étude comparative expérimentale sur l'inertie thermique de la pierre et la brique, pour avoir le meilleur matériau qui conserve la température interne et minimise les déperditions thermiques.
- L'étude se fait sur les murs en pierre et en brique de 50 cm d'épaisseur.
- La température favorable interne du bain est 52 °C

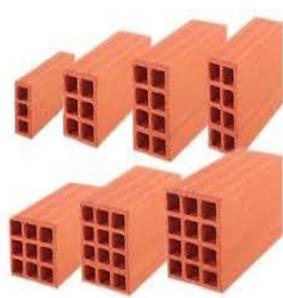


Figure 77: matériaux de construction (Source : Auteur)

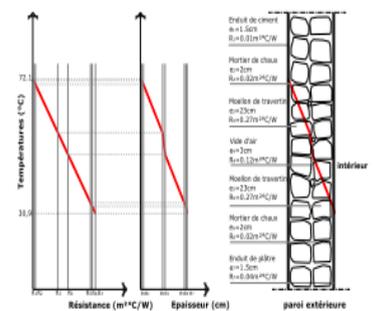


Figure 78 : Tracé du gradient thermique (Source : Auteur)

**Simulation avec consigne de thermostat :** Dans cette étape de simulation, on va simuler avec chauffage en hiver et en été, ce qui implique intégration des scénarios de consigne de thermostat cette étape de simulation nous permet de quantifier les besoins énergétiques nécessaire pour réaliser une comparaison entre la brique et la pierre

Donc connaitre le meilleur matériau qui conserve la température intérieure et qui minimise les déperditions. Les scénarios intégrés sont :

-  Scénario d'occupation.
-  Scénario pour l'énergie dissipé.
-  Scénario de la consigne de thermostat.

### III.3.6. Résultats et interprétation de la simulation :

#### Simulation estivale :

##### Résultats de simulation :

Après le lancement de la simulation. Pléiades + Comfie nous a donné les résultats suivants

Zone	Besoin Ch	Puiss chauff	T° Min	T° Moy	T° Max
Bain chaud	50812	29340	17.66	37.80	52

Figure 79: Tableau des résultat période d'été (la pierre)

Zone	Besoin Ch	Puiss chauff	T° Min	T° Moy	T° Max
Bain chaud	47066	29340	16.77	41.18	52

Figure 80: Tableau des résultat période d'été (la brique)

##### Visualisation graphique :

Après simulation, on obtient les graphes suivant pour la saison chaude

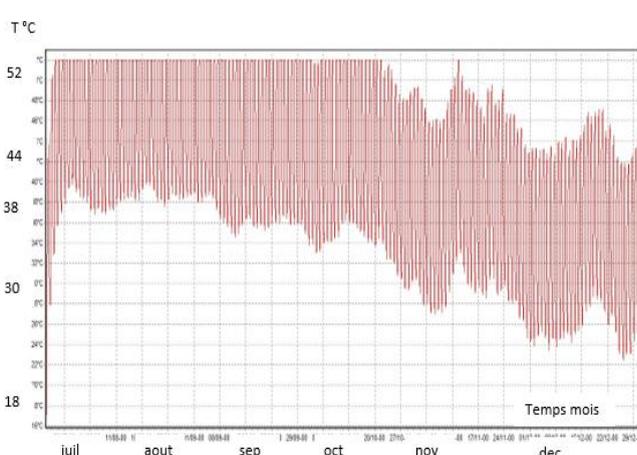


Figure 81 : évolution de température en été (la brique)

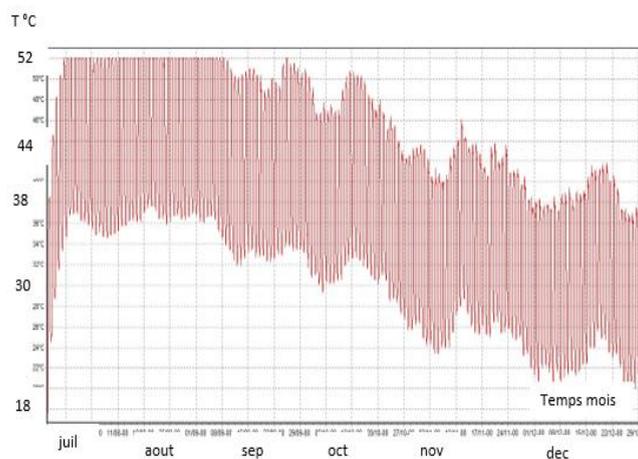


Figure 82 : évolution de température en été (la pierre)

**Remarques :**

**Cas de la pierre :**

- A partir de graphe la pierre garde la température interne constant qui est 52°C dans les mois juin, juillet, aout.
- On observe une amplitude de 4°C dans les mois de septembre et octobre, la température diminue de 52°C vers 48°C.

**Cas de la brique :**

- La température interne reste constant 52°C dans les mois juin, juillet, aout, septembre, et octobre.

**Commentaire :** on constat que la brique dans la saison estivale réduire la transition de température entre l'intérieur et extérieur mieux que la pierre.

**Simulation hivernale :**

**Résultats de simulation :** Après le lancement de la simulation. Pléiades + Comfie nous a donné les résultats suivants :

Zone	Besoin Ch	Puiss chauff	T° Min	T° Moy	T° Max
Bain chaud	69293	29340	15.00	35.75	52

Figure 83 : tableau des résultat période d'hiver (la pierre)

Zone	Besoin Ch	Puiss chauff	T° Min	T° Moy	T° Max
Bain chaud	65782	29340	14.90	39.54	52

Figure 84 : tableau des résultat période d'hiver (la Brique)

**Visualisation graphique :**

Après simulation, on obtient le graphe suivant pour la saison froide

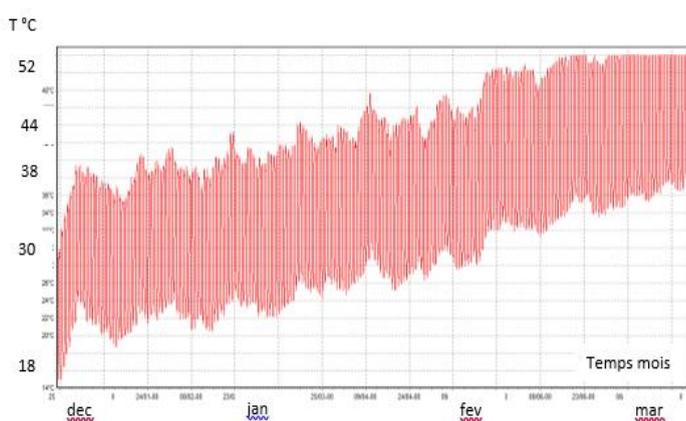


Figure 85: évolution de température en hiver (la pierre)

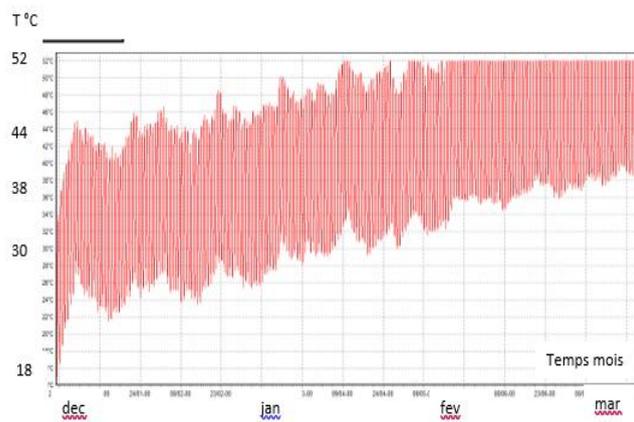


Figure 86: évolution de température en hiver (la brique)

**Remarque :**

**Cas de la pierre :** On observe une amplitude de 16°C dans les mois d'hiver, la température diminue de 52°C vers 36°C.

**Cas de la brique :** On observe une amplitude de 10°C dans les mois d'hiver, la température diminue de 52°C vers 42°C.

**Commentaire :** on constat que la brique dans la saison hivernale réduire aussi la transition de température entre l'intérieur et extérieur mieux que la pierre.

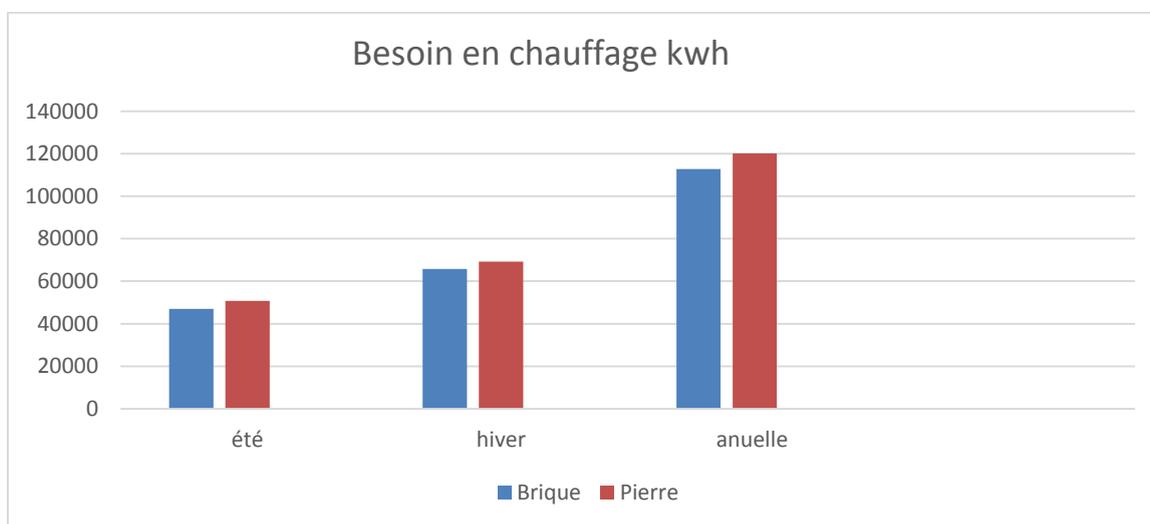
**Conclusion :**

On constat que la brique conserve la température plus que la pierre à cause de :

- La conductivité thermique de la brique moins de la pierre
- La capacité thermique de la brique moins de la pierre
- La diffusivité et l'effusivité de la pierre plus que la brique.

**Comparaison :**

Comparaison entre les besoins de chauffage des deux matériaux dans des déférent périodes.



**Figure87 :** comparaison entre les deux matériaux (été et hiver)

**Remarque :**

- Selon les graphes, l'utilisation de la brique comme matériaux de construction a la place de la pierre diminue les besoins en chauffage dans les deux saisons jusqu'à 5%

**Conclusion :**

Il résulte de l'étude les conclusions suivantes :

- L'utilisation d'un matériau qui évite les déperditions thermiques, mais l'utilisation d'un matériaux local adapté au climat de la région est à l'origine de la réalisation du confort thermique avec l'addition des isolants pour des raison écologiques et économiques.
- L'inertie assure l'équilibre thermique. En été elle permet de lisser les flux thermiques et les températures extrêmes. En hiver, elle évite les chutes trop brutales de la température et met bien en Évidence la gestion optimale des apports de chaleur.
- Avec l'assurance du confort thermique hivernal et estivale, l'inertie permet une consommation énergétique réduite.

## Bibliographier :

### Site internet :

- [fr.wikipedia.org/wiki/Choc pétrolier](http://fr.wikipedia.org/wiki/Choc_p%C3%A9trolier)
- [fr.wikipedia.org/wiki/Rapport Brundtland](http://fr.wikipedia.org/wiki/Rapport_Brundtland)
- [http://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/developpement\\_durable\\_dd.php4](http://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/developpement_durable_dd.php4)
- [http://www.3-0.fr/doc-dd/qu-est-ce-que-le-dd/tour-d-horizon-des-enjeux-des-3-piliers-du-developpement-durable#Préserver l'environnement.](http://www.3-0.fr/doc-dd/qu-est-ce-que-le-dd/tour-d-horizon-des-enjeux-des-3-piliers-du-developpement-durable#Pr%C3%A9server_l%27environnement)
- <http://www.vedura.fr/economie/amenagement-territoire/eco-quartier-objectifecoquartiers.org>
- [fr.wikipedia.org/wiki/Haute qualité environnementale](http://fr.wikipedia.org/wiki/Haute_qualit%C3%A9_environmentale)
- Aménagement du parc de la ZAC de Bonne –SEM SAGES –Ville de Grenoble  
Atelier Jacqueline Osty, ICC BET, CONCEPTO concepteur lumière
- [fr.wikipedia.org/wiki/Architecture bioclimatique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_bioclimatique)
- [www.thermalie.com](http://www.thermalie.com)
- [www.thermalisme.com](http://www.thermalisme.com)
- [www.station-thermale.fr](http://www.station-thermale.fr)
- [www.géothermie.com](http://www.g%C3%A9othermie.com)
- [http://www.archi-mag.com/essai\\_53.php](http://www.archi-mag.com/essai_53.php)
- [www.renovationdurable.eu/IMG/pdf/confort\\_hygro](http://www.renovationdurable.eu/IMG/pdf/confort_hygro)
- <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10330>

### LIVRE

- L'homme l'architecture et le climat ; GIVONI B ; date de publication 1978
- La conception bioclimatique SAMUEL COURGEY, JEAN-PIERRE OLIVA ; Date de publication originale : 2006
- Energie, environnement et urbanisme durable. PIERRE MERLIN ; JEAN PIERRE TRAISNEL. Date de publication juillet 1996.
- Pierre Fernandez Pierre Lavigne, livre concevoir des bâtiments bioclimatiques

### Thèses :

- <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/transfert%20de%20chaleur/3.2.htm>
- [bu.umc.edu.dz/theses/architecture/MED5585](http://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/MED5585)
- <http://bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/BOU5486.pdf> MEMOIRE DE MAGISTER EN HYDROGEOLOGIE cas d'étude la ville de kenchla université de Constantine
- Mémoire de magister « VERS UN DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE...Phénomène de prolifération des déchets urbanisent stratégie de préservation de l'écosystème-Exemple de Constantine- « université de Constantine, pages 6 ,7 et 8.
- L'état actuel et devenir des centres des noyaux anciens dans les villes moyennes en Algérie cas de kenchla ; magister en architecture université de Biskra.

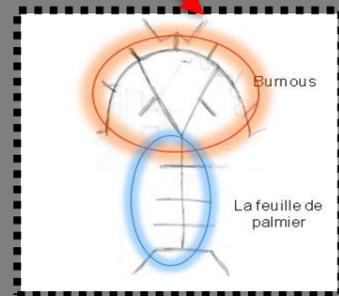
III.2.4. Genèse de l'Idée et Principes de conception :

ETAPE

SIEMAS

DESCRIPTION

ETAPE 1

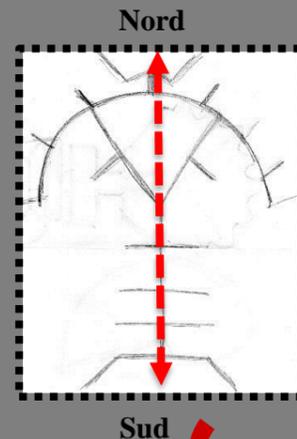


L'idée de base :

On choisit parmi les tatouage Chaouia (AHJAM) un tatouage qui a une grande relation avec la région

Le tatouage contient un symbole de burous et les feuilles des palmiers et ce choix c'était pour donner une empreinte culturel au projet

ETAPE 2



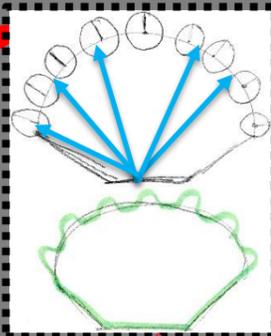
1

Développement de l'idée :

On commence par suivre l'axe de symétrie du tatouage et le maître comme un axe principal du projet qui indique l'orientation du projet

2

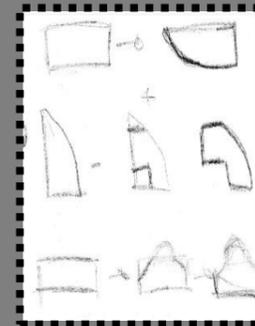
On a gardé le contour du symbole de burous en demi-cercle qui va être le centre thermal et on a tracé des lignes à partir du centre de ce dernier d'un angle de 18°



3

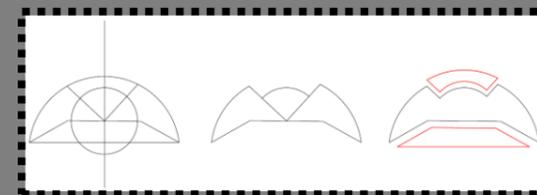
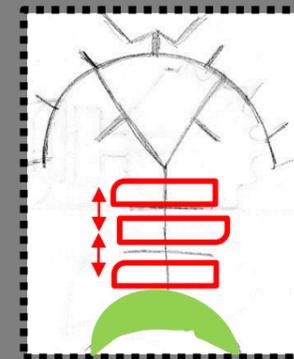
L'addition d'un demi-cercle dans chaque intersection avec le contour du tatouage d'une façon symétrique

ETAPE 3



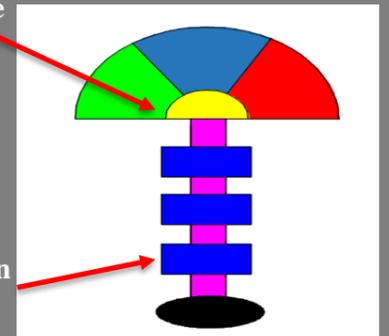
On a transformé les 3 lignes dans le symbole de palmier en un quart cercle et on l'inverse pour casser la symétrie et les placés perpendiculairement à l'axe Nord-Sud.

La dernière étape c'est de tracer un demi-cercle pour marquer l'entrée et le transformer à une forme irrégulière par soustraction



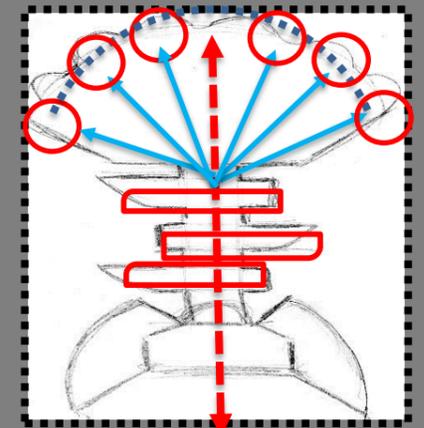
ETAPE 4

Organisation Centralise



Organisation linéaire

Forme finale dun projet :



Signification du tatouage :

Il n'y a pas l'ombre d'un doute que l'homme avait appris à dessiner avant d'écrire. Le souci de laisser des traces : sentiments, croyances, appartenance, joie, peine... était déjà présent chez l'être humain, depuis la nuit des temps. La fonction du tatouage est donc historiquement multiple chez les amazighs il peut être protecteur et ornementale, mais également dentaire ou médicale.

Ils sont utilisés le tatouage pour but :

- Pour la protection contre l'oreille et aussi contact avec le monde des esprits.
- Comme un bijou il se rendre plus belle et désirable.
- Illustré la situation sociale
- La séparation entre les différents tribus amazighes par des dessins.

Finalement le tatouage est plus social qu'ornementale.