

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**

**Mémoire de master II en vue de l'obtention du diplôme d'architecte  
Option : Architecture et environnement**

## **Centre commercial et de loisirs bioclimatique à Tizi Ouzou**



**Présenté par : Mr ATTOUCHE Athmane**

**Mlle KHATI Melissa**

**Encadré par : Mr DEHMOUS. M'hand**

**Année universitaire : 2016 -2017**

**Soutenu le 19-06-2017**

## **Remerciements**

A mon modèle, a cette femme courage, a ma grand mère que dieu aie son âme qui est partie trop tôt akem yarhem rebbi a Yaya.

A ma mère dont c'est surtout la réussite et qui j'espère est fière de moi. A mon père

A mon frère Massinissa et à ma sœur Lilia qui m'ont ouvert le bal et que j'aime plus que tout.

A mon binôme et ami Athmane enfin nous sommes arrivés au bout !

A mes meilleurs amis Imene ;Mouh ;Mouh : here we are ! A tous mes autres amis qui m'ont aidé et supporté et que je n'oublierai jamais.

Enfin je tiens à remercier notre encadreur Mr Dehmous M'hand pour son dévouement et sa disponibilité ainsi qu'à monsieur Chabi qui a eu la gentillesse de venir nous aider en atelier et enfin à tous les enseignants du département d'architecture de Tizi Ouzou qui ont contribué de près ou de loin à notre formation.

Enfin je finirai par une citation de voltaire quant à l'avenir : Il faut à présent cultiver notre jardin !

KHATI Melissa

## **Remerciements**

Je tiens à remercier en premier lieu mes parents pour leur amour et leur soutien infaillible en toute circonstance.

A mes sœurs et à mon frère pour leur dévouement et leur présence.

A mon binôme et amie Melissa avec qui on a formé une bonne équipe deux années durant.

Ainsi qu'à tous mes amis.

Enfin je tiens à remercier notre encadreur Mr Dehmous M'hand pour son dévouement et sa disponibilité ainsi qu'à monsieur Chabi qui a eu la gentillesse de venir nous aider en atelier et enfin à tous les enseignants du département d'architecture de Tizi Ouzou qui ont contribué de près ou de loin à notre formation.

ATTOUCHE Athmane

Remerciement

Résumé

## **CHAPITRE INTRODUCTIF**

Introduction générale.....	1
Problématique.....	2
Hypothèses .....	3
Objectifs .....	3
Méthodologie du travail .....	4

## **Chapitre I. Etude pluridisciplinaire du contexte**

I. Analyse contextuelle du projet.....	6
I.1. A l'échelle de la ville .....	6
I.1.1. Lecture territoriale.....	6
I.1.1.1. Présentation de la wilaya de Tizi Ouzou et de ses limites administratives .....	6
I.1.1.2 Limites communales de la Ville de Tizi Ouzou .....	6
I.1.1.3. La ville de Tizi ouzou sa topographie, son hydrographie et ses limites naturelles .....	7
I.1.2. Lecture diachronique .....	8
I.1.2.1. L'époque romaine /post romaine (114av-JC/1614).....	8
I.1.2.2 L'époque de l'occupation turque 1614/1844.....	8
I.1.2.3 L'époque de l'occupation française 1844/1962.....	8
I.1.2.4 L'époque de l'Algérie indépendante 1962/2016 .....	9
I.1.3. Lecture urbaine .....	10
I.1.3.1 Structure de la ville de Tizi Ouzou .....	10
I.1.3.1.1. Etude du vide urbain dans la ville de Tizi Ouzou.....	11
I.1.3.1.2.Etudes des espaces communs et autres espaces verts de la ville de Tizi Ouzou	13
I.1.4 Lecture paysagère.....	13
I.1.4.1 Signalétique et points de repères dans la ville de Tizi Ouzou .....	13
I.1.4.2 La toile de fond de la ville de Tizi Ouzou .....	14
I.1.5. Lecture bioclimatique et environnementale.....	14
I.1.5.1 Analyse climatique de la ville de Tizi Ouzou.....	14
Synthèse .....	16
I.1.5.2 Les Outils d'aide à la conception bioclimatique.....	17

I.1.5.2.1	Le diagramme bioclimatique de Givoni .....	17
I.1.5.2.2.	Le diagramme solaire .....	20
I.1.5.3	Analyse de l'environnement végétal de la région de Tizi Ouzou.....	21
I.2.	Analyse du contexte du projet à l'échelle du site.....	23
I.2.1	Un site au cœur de la ville au centre de toutes les attentions .....	23
I.2.2.	Morphologie et topographie du marché du 1 <sup>er</sup> Novembre de TO.....	24
I.2.3.	Accessibilité et dialogue du site avec la rue .....	25
I.2.4.	Analyse bioclimatique du site.....	26
I.2.4.1.	Ensoleillement du site .....	26
I.2.4.2	Exposition du site aux vents .....	27
Conclusion.....		27

## **Chapitre II. Exploration thématique du projet**

II.	Approche thématique : L'architecture commerciale du micro au macro .....	28
II.1	Qu'est-ce que l'activité commerciale ? .....	28
II.1.2	Typologies des espaces commerciaux.....	28
II.1.3	Focus sur l'architecture des centres commerciaux .....	30
II.1.3.1	Les centres commerciaux en Afrique.....	30
II.1.3.2	Les centres commerciaux en Algérie .....	30
II.1.3.3	Inventaire des surfaces commerciales dans la ville de Tizi Ouzou :formes et espaces .....	31
II.2	Comment et à quel moment ce type d'architecture commerciale a vu le jour ? .....	31
II.2.1	Histoire et évolution morphologique de l'architecture commerciale.....	32
II.3.	Qu'entendons-nous par centre commercial bioclimatique ? .....	32
II.3.1	Alors le soleil, comment s'en servir ?.....	34
II.3.1.1	Le solaire passif et les vents .....	35
II.3.1.2	Le solaire actif et la ventilation .....	37
II.3.1.2.1.	Les solaires actifs .....	37
II.3.1.2.2.	La ventilation dans un bâtiment .....	40
II.3.2	Et les matériaux dans tout ça?!.....	41
II.3.2.1	Les propriétés thermo-physiques des matériaux (définitions) .....	42
II.3.2.2.	Comment travailler avec l'inertie thermique des matériaux ? .....	42
II.4.	Quel programme pour quelle surface ?.....	44
II.4.1.	Programme qualitatif.....	44

II.5. Analyse d'exemples de centres commerciaux et de loisir (bioclimatiques).....	46
II.5.1. Exemple 01 : Les galeries La Fayette a Berlin .....	46
II.5.2. Exemple 02 : La caserne de Bonne (Halle de Grenoble) .....	48
Synthèse .....	52
Conclusion.....	52

### **Chapitre III. L'architecture du projet**

III. Le projet, sa forme et son architecture .....	53
III.1. Création du projet sur sa base contextuelle .....	53
III.1.1. Mise en lumière des enseignements tirés du pré projet.....	53
III.1.1.1. Exemple d'un programme type et prévisions quantitatives du centre commercial.....	56
III.1.1.2. Influences du site et de l'identité du projet sur sa forme globale .....	57
III.1.1.3. Implantation bioclimatique du projet dans son site .....	58
III. 1. 2. L'idée mère du projet et sa philosophie .....	59
III. 1. 3. De la philosophie à la concrétisation de « L'entre deux ».....	60
III. 1. 3. 1. Le projet face au champ lexical conceptuel de « L'entre deux ».....	60
III. 1. 3. 2. « L'entre deux » dans tous ses états ! .....	61
III. 1. 4. Processus de création de « L'entre deux » en volume du début à la fin .....	62
III. 2. Mise en forme et aboutissement du projet et élaboration du dossier architectural .....	65
III. 2. 1. Prémices du dossier graphique du centre commercial : Entre exigences du programme et philosophie de l'entre deux .....	65
III. 2. 2. Programme quantitatif et qualitatif du projet.....	67
III. 2. 3. Aspect technique du projet.....	70
III. 2. 3. 1. Choix du système structurel.....	70
III. 2. 3. 2. Infrastructure du projet.....	71
III. 2. 3. 3. Superstructure du projet.....	71
III .3. Dossier graphique et rendus .....	71
Conclusion.....	72

### **Chapitre IV. Procèdes bioclimatiques et efficacité énergétique**

IV. 1. Le centre commercial entre architecture bioclimatique et performances énergétiques .	73
IV. 2. Les systèmes passifs : Premiers atouts du confort thermique !.....	73

IV.2.1. Rôle et types des systèmes passifs du projet .....	73
IV.2.1. Les procédés passifs et leur fonction dans le projet.....	74
IV.2.1.1. L’atrium ou verrière en dent de scie (SHED).....	74
IV.2.1.2. Les tours à vent.....	75
IV.2.1.3. La façade double peau .....	76
IV.2.1.4. Zoom sur la serre bioclimatique du projet.....	78
IV.2.1.5. Un projet qui respire naturellement : Focus sur la ventilation naturelle du projet !.....	79
Synthèse.....	82
IV.2.2. Des procédés actifs pour un centre commercial plus performant !.....	82
IV.2.2.1. Le passif au service de l’actif : Le puits provençal à pompe à chaleur réversible ! .....	82
IV.2.2.2.. Le solaire actif aux deux visages ou les panneaux solaires hybrides dits mixtes .....	84
IV.2.2.3. La ventilation mécanique à double flux comme renfort à la ventilation naturelle du projet en été.....	87
IV.3. Les matériaux comme complément aux systèmes passifs et actifs du confort .....	89
IV.3.1. Le verre : Cette enveloppe du projet qui se veut isolante .....	89
IV.3.2. Les supers isolants : Des boosters des capacités thermiques du projet.....	90
IV.3.3. Les performances énergétiques du béton .....	91
IV. 3.4. Les façades au service du confort thermique du projet.....	92
IV.4. Les nouvelles technologies au service du projet .....	93
Conclusion.....	94
 Conclusion générale .....	95
Références bibliographiques .....	96
Liste des figures .....	98

## **Résumé**

A l'aube d'une mondialisation accrue, les centres commerciaux s'imposent dans les champs visuels sociaux et urbains des villes comme des lieux de rencontre d'échanges sociaux et surtout d'éponge absorbante des envies de surconsommation de l'homme du XXIème siècle. Fournir à l'algérien citoyen d'aujourd'hui de grands centres commerciaux est une nécessité à laquelle il faudrait ajouter celle de créer des espaces architecturaux au comportement écologique, environnemental responsable et capable de s'inscrire dans la politique générale de développement durable prônée de par le monde entier.

La ville de Tizi Ouzou représente à elle seule le centre de gravité de toute la région de grande Kabylie avec ses atouts naturels et son énorme potentiel humain. Elle offre donc un terreau fertile à l'implantation d'un centre commercial et de loisir de surcroît bioclimatique afin d'assurer un confort thermique optimal et une consommation de l'énergie conventionnelle relativisée.

S'inscrire dans un premier lieu dans une approche de conception contemporaine soucieuse de l'homme, de l'environnement et de son contexte était pour nous le premier défi à relever afin de redorer l'image du site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre et de la ville de Tizi Ouzou. En second lieu, l'objectif était pour nous de proposer une alternative générale aux équipements sur-consommateurs d'énergie, en particulier les centres commerciaux, et de présenter des solutions dont le but de baisser leur facture énergétique et leur empreinte carbone. Notre projet de centre commercial se veut donc comme un espace d'échange commercial qui s'appuie sur une consommation d'énergie propre.

**Mots clés :** Centre commercial, Tizi Ouzou, architecture bioclimatique, confort, développement durable, performance énergétique.

***CHAPITRE***  
***INTRODUCTIF***

### **Introduction générale**

L'accroissement du développement technologique a créé un modèle d'homme moderne programmé à la consommation qu'elle soit matérielle ou immatérielle qu'elle concerne des produits ou des services. En somme l'homme du XXI<sup>ème</sup> siècle est devenu une machine à consommer et l'assume comme un réflexe ancré dans ses nouvelles mœurs sociales.

Cette consommation dans les villes s'est vue abritée dans de grands espaces ouverts et visible considérés comme les centres de gravité de ces mœurs contemporaines que sont (centres commerciaux. Ces derniers s'imposent alors comme le lieu de consommation le plus privilégié dans le paysage urbain mondial. La grande distribution s'implante et fleurit aux quatre coins du monde où l'on assiste à la disparition graduelle des petits commerces traditionnels face à ces monstres de l'achat et de la consommation. Chaque implantation de ce type d'équipement représente une opportunité de redynamisation des tissus urbains des villes et de leurs images. Ce renouvellement passe aussi par la révision de l'architecture des centres commerciaux, de leurs programmes spatiaux et autres services et activités proposés. Les centres commerciaux s'enrichissent et deviennent par là centres de loisirs et pôle d'attractivités.

Il est évident que l'Algérie ne déroge pas à la règle. En effet, depuis près de dix ans on assiste à la réalisation d'une pléiade de centres commerciaux et de loisirs dans divers grandes villes du nord du pays. Cette démarche vient redynamiser l'activité commerciale en Algérie qui était jusqu'alors cantonnée aux magasins et autres boutiques ou étalée aussi dans des marchés généralement illicites. Cette évolution est essentiellement due à un environnement de sérénité qui dure depuis le début des années 2000 grâce auquel l'algérien d'aujourd'hui se concentre sur des besoins moins fondamentaux et s'exprime dans un désir de qualité, de confort et de détente. Ce sont ces trois moteurs qui poussent à la création d'objets architecturaux qui répondent aux besoins et autres désires d'air neuf qui se font sentir dans toutes les villes algériennes et donc de la ville de Tizi Ouzou, ville dont les contradictions urbaines soulèvent beaucoup de questions.

Capitale régionale de grande Kabylie dont le potentiel humain est une force, la ville de Tizi Ouzou et ses rues connaissent quotidiennement un grand flux généré par une nuée de commerces, auxquelles s'ajoutent celui des grands équipements publics et privés concentrés au centre ville tels que l'hôpital Mohammed Neddir, le siège de la wilaya, les divers sièges d'assurances, le stade du 1<sup>er</sup> Novembre et l'université Mouloud Mammeri qui a été l'élément

catalyseur dans la création de la Zone d'habitation et d'urbanisation nouvelle (ZHUN). Si les premiers équipements cités ciblent un flux représentatif de toutes les franges de la population, la plus importante est drainée par l'université, productrice d'une jeune force dont les besoins ne trouvent hélas pas d'échos dans divers domaines essentiellement celui des loisirs, de la culture et la détente. Nous sommes là face à une ville dont l'aménagement ne répond plus aux désirs actuels de ses usagers ou les magasins et autres marchés légaux ou illégaux se retrouvent dépassés.

C'est dans ce contexte que nous avons choisi notre cas d'étude qui est le site du marché illicite du stade 1<sup>er</sup> Novembre, qui au delà de toutes ses potentialités telle que sa fréquentation, sa position stratégique à proximité d'un nombre important de grands équipements et autre zone d'habitat de la ville de Tizi Ouzou qui relie son centre historique et sa ZHUN, il représente une tache noire due son insalubrité, sa mauvaise gestion et son aménagement qui confère à Tizi Ouzou l'image d'un bidon ville.

Tous ces éléments nous confortent dans notre volonté d'y implanter un centre commercial et de loisirs bioclimatique, dont l'envergure saura palier aux manques constatés dans l'espace urbain de la ville de Tizi Ouzou, et devra s'inscrire dans la conjoncture environnementale actuelle et tirer profit des composants naturels de son site. Loin du comportement énergivore de ce qui s'est fait et continue à se faire dans notre pays pour ce type d'équipement. Afin d'atteindre cet objectif, l'établissement d'une politique de gestion des consommations énergétiques est nécessaire avec la création d'un objet architectural fait pour et avec son contexte. Déficit d'autant plus important au vue des énormes quantités d'énergie que nécessitent les centres commerciaux et de loisirs ainsi que toutes les masses de déchets produits qu'il sera nécessaire de gérer et recycler.

Suite à cette réflexion bons nombres de questions se posent et s'imposent à nous parmi elles nous citerons :

- Quel sera l'effet immédiat et à long terme de l'implantation d'un centre commercial et de loisirs au niveau du site du marché du 1er Novembre sur la dynamique urbaine de la ville de Tizi Ouzou et quelles en seront les conséquences ?
- Comment cette conception agira sur l'image et la qualité de l'espace urbain de la ville de Tizi Ouzou ?

- Comment pourra-t-on allier site et conception architecturale afin de créer un confort dans le projet qui sera encré dans son environnement immédiat ?
- Quel comportement énergétique devra-t-on insuffler à cet équipement dans le but de baisser son empreinte carbone et d'optimiser son efficacité énergétique et quelles seront les solutions architecturales passives ou actives à apporter afin d'œuvrer dans ce sens ?

C'est à partir de cette problématique qu'on peut prétendre et supposer divers réponses momentanées et autres hypothèses qu'il va nous falloir vérifier à la fin de nos travaux. On citera :

- L'implantation d'un centre commercial et de loisir dans un site au cœur de la ville de Tizi Ouzou pourrait agir de manière positive dans sa redynamisation et son embellissement ;
- Le contexte naturel immédiat du site du marché du stade 1<sup>er</sup> Novembre (topographie, ensoleillement, vents...etc.) pourrait jouer un rôle prépondérant dans la conception, le comportement et l'efficacité énergétique du projet ;
- Agir sur l'architecture du centre commercial et de loisir pourrait modifier le comportement énergivore de cet équipement tout en lui assurant un confort maximal ;
- La baisse de la facture énergétique du projet passe aussi et surtout par des solutions architecturales et conceptuelles passives dont l'efficacité serait tout aussi importante que celle des procédés actifs.

Ce cheminement d'idées aura pour but d'aboutir à des objectifs précis qui sont :

- Redynamiser et requalifier l'espace urbain de la ville de Tizi Ouzou et redorer le blason du site du marché du 1er Novembre ;
- Proposer un centre commercial et de loisir bioclimatique qui sera un liant entre le centre historique et la ZHUN de Tizi Ouzou ;
- Susciter affluence et attraction avec un projet qui absorbera le flux et saura le gérer ;
- S'inscrire dans une architecture contemporaine avec un programme riche et complémentaire basé sur les concepts de l'architecture bioclimatique ;
- Créer un objet architectural au comportement Eco-responsable, propre et dont l'empreinte Carbone sera réduite au maximum qui alliera efficacité énergétique et notion de confort ;

Afin de parvenir à la conception d'un centre commercial et de loisirs bioclimatique qui alliera forme, fonction et efficacité énergétique que nous avons opté pour la méthodologie de travail suivante :

- **Un chapitre introductif :**

Ce chapitre consiste à présenter d'une manière générale le contexte urbain, humain et social dans lequel on doit s'insérer ainsi que les problématiques que cela soulève et auxquelles nous devons répondre momentanément par des hypothèses qui devront être confirmées ou infirmées à la fin de notre travail ainsi que des objectifs à atteindre dans le but de mener à bien la production de notre PFE.

- **Chapitre 1 : Etude pluridisciplinaire du contexte**

C'est un chapitre analytique dans lequel nous développons l'approche contextuelle et bioclimatique de la ville de Tizi Ouzou de manière générale et du site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre en particulier, qui mettra en lumière les spécificités du contexte naturel et climatique dans lequel s'insérera le projet.

- **Chapitre 2: Exploration de la thématique du projet**

Dans ce chapitre nous aborderons l'approche thématique des centres commerciaux bioclimatiques, passant en revue l'historique de cette typologie, ses divers programmes et activités mais aussi le volet bioclimatique avec la présentation de divers procédés et autres techniques architecturales passives ou actives spécifiques à l'architecture bioclimatique que nous pourrons intégrer à notre conception, pour enfin arriver à l'analyse d'exemples pratiques et conçus de centre commerciaux qui s'inscrivent dans la même toile de fond dans laquelle nous devons nous intégrer.

- **Un chapitre 3 : L'architecture du projet**

Ce chapitre portera sur le volet pratique de notre projet d'architecture et de sa conception qui consiste à concevoir un centre commercial et de loisir bioclimatique dont l'architecture sera étayée, renforcée et enrichie par toutes les analyses et autres études faites en amont et dont la légitimité sera puisée de faits avérés, concrets et non fortuits.

- **Un chapitre 4 : Procédés bioclimatiques et efficacité énergétique**

Enfin, dans notre dernier chapitre nous détaillerons tous les procédés bioclimatiques actifs et passifs et autres matériaux utilisés dans le projet afin d'assurer un maximum de confort thermique aux usagers et d'assurer l'efficacité énergétiques de notre centre commercial bioclimatique.

# *Chapitre I*

## *Etude pluridisciplinaire du contexte*

## I. Analyse contextuelle du projet

### I.1. A l'échelle de la ville

#### I.1.1. Lecture territoriale

##### I.1.1.1. Présentation de la wilaya de Tizi Ouzou et de ses limites administratives

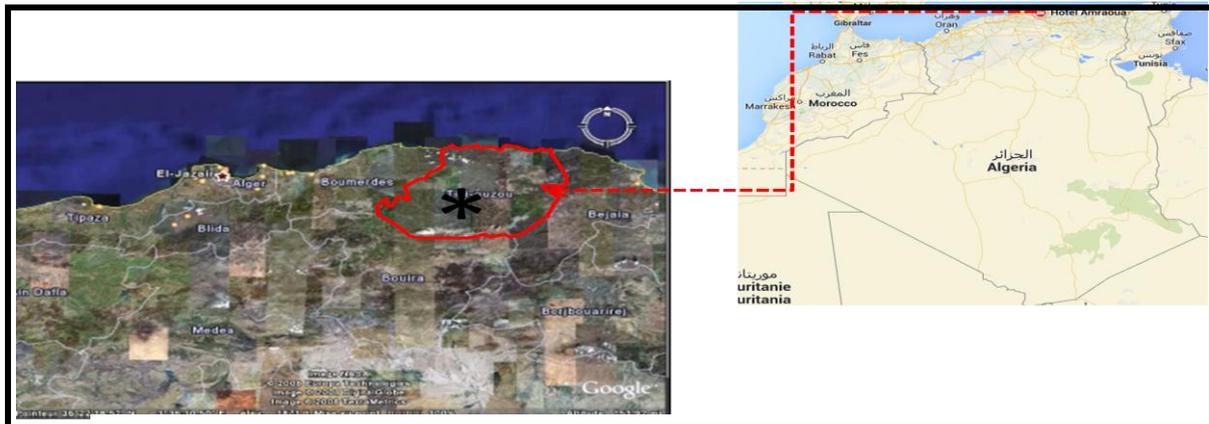


Figure 1 : Limites wilayales de la ville de Tizi Ouzou. Source : www.wikimapia.com

Notre site d'implantation se trouve dans la Wilaya de Tizi-Ouzou, présente un relief montagneux fortement accidenté qui s'étale sur une superficie de 2 994 km<sup>2</sup> avec une latitude de 36°42 au Nord, une longitude de 04°03 à l'Est et une altitude de 188 m. Elle comprend une chaîne côtière composée des Dairas de Tigzirt, Azzeffoun, un massif central situé entre l'Oued Sebaou et la dépression de Drâa El Mizan Ouadhias. Elle est limitée au nord par la mer méditerranée au ; la Wilaya de Bouira au Sud ; la Wilaya de Boumerdes à l'Ouest ; la Wilaya de Bejaia à l'Est. Elle est accessible par la RN<sup>1</sup>12 nord et sud ainsi que par le chemin wilayal N2.

##### I.1.1.2 Limites communales de la Ville de Tizi Ouzou

La commune de Tizi Ouzou est bordée au nord par la commune de Makouda à l'est par la commune de Tizi Rached à l'ouest par la commune de Thirmihine et au sud par la commune d'Ait zmenzar

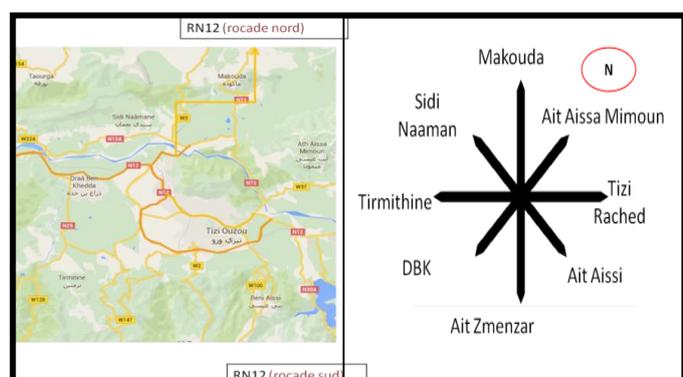
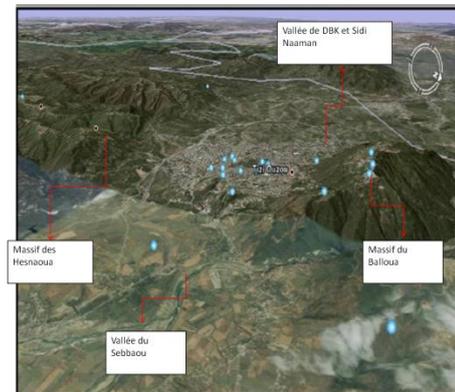


Figure2 : limites communale de la ville de Tizi Ouzou  
Source : www.googleearth.com

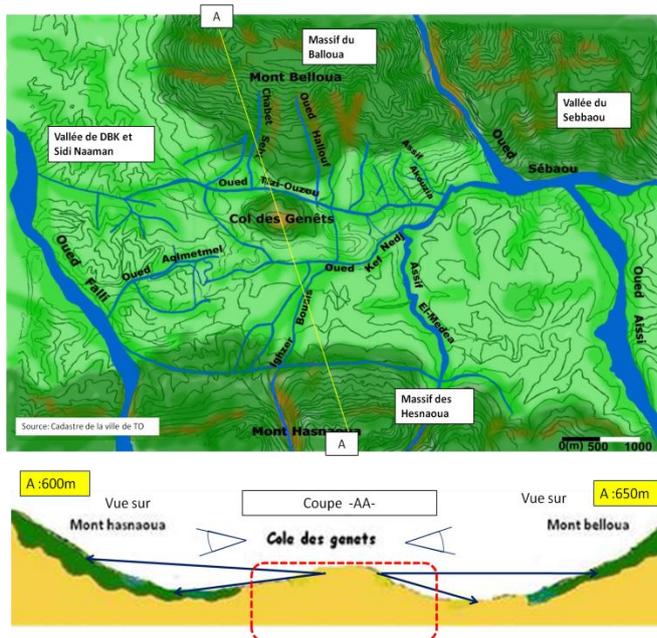
<sup>1</sup> Route National

**1.1.1.3. La ville de Tizi ousou sa topographie, son hydrographie et ses limites naturelles**

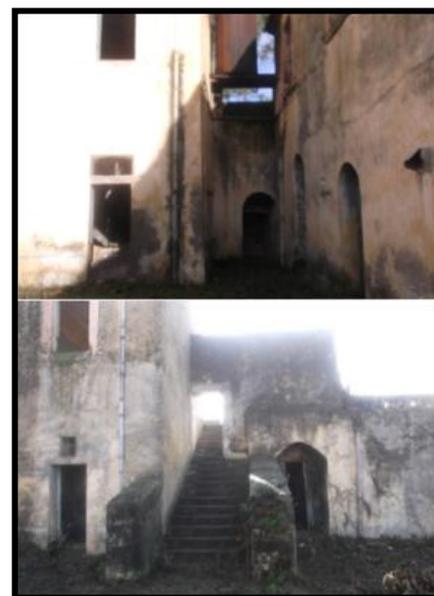
La toponymie de la ville de Tizi Ouzou veut dire col des genets et désigne l’environnement dans lequel elle a évolué, le paysage dans lequel elle s’insère. Sa topographie est riche, elle se situe entre deux massifs (monts Balloua et Hesnaoua ) et deux vallées ( vallée du Sebbaou et vallée de DBK Sidi Naaman) , jouit d’une forte hydrographie avec quatre oueds principaux qui sont Oued Falli , Oued Aissi , Oued Sebbaou et Assif El Medea, raccordés différents autres cours d’eau de la ville tel que celui du Oued Tizi Ouzou qui sera par la suite la ligne directrice l’axe Romain où l’on retrouvera les différentes portes d’entrées de la ville de Tizi Ouzou (porte de Bejaia a l’est et celle d’Alger a l’ouest ).



**Figure3 : Limites naturelles de la ville de Tizi Ouzou. Source : PDAU de T-O**



**Figure4 : Topographie et hydrographie de la Ville de Tizi Ouzou Source : PDAU Tizi Ouzou /auteur**



**Figure 5 : Etat actuel du col des genets (Zone militaire ruines du bordj) Source : photo prise par l’auteur (Zone militaire ruines du bordj)**

L’importance du col des genets, sa topographie ainsi que sa nature de promontoire sur la ville de Tizi Ouzou a fait et fait que les autorités décident à chaque période d’en faire un poste de surveillance sécuritaire de la ville. Balcon donnant sur les deux monts Balloua et Hesnaoua. Les images montres les vestiges de la caserne française laissée à l’abandon.

**I.1.2. Lecture diachronique**

Notre site se situe donc au cœur de la ville de Tizi Ouzou qui à l’instar de toutes les villes du monde a connu évolution et changements au fil du temps et aux divers époques :

**I.1.2.1. L’époque romaine /post romaine (114av-JC/1614)**

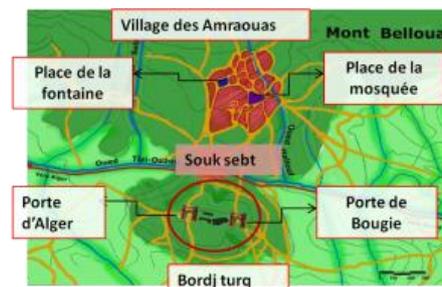
Marquée essentiellement par la création de l’axe romain en contre bas du col des genets suivant le parcours de l’oued Tizi Ouzou point de contrôle du flux qui traversait la ville d’Est en Ouest entre les zones d’Alger et de Bougie . Qui par la suite a vu la création du premier village traditionnel village des Amraoua sur le mont Balloua avec des éléments structurants tels que la fontaine Ain Soltan, la mosquée lala Saida et le souk Sebt à l’entrée du village.



**Figure 6: Epoque romaine**  
Source : cadastre Tizi Ouzou/ auteur

**I.1.2.2 L’époque de l’occupation turque 1614/1844**

A cette époque un Bordj est crée en plein col des genets en amont du souk Sebt, en plus des deux portes - l’une à l’est (porte de Bougie) l’autre à l’ouest (porte d’Alger) renforçant son rôle de promontoire sur le village.



**Figure 7 : occupation Ottomane**  
Source : cadastre Tizi Oozou / auteur

**I.1.2.3 L’époque de l’occupation française 1844/1962**

Ce n’est qu’avec l’arrivée des colons français que le village de Tizi Ouzou prit une dimension urbaine pour devenir ville puis capitale régionale et ce en trois phases : La première est celle du génie militaire avec l’installation des autorités au niveau du bordj transformé en caserne militaire, le tissu colonial dans sa majorité s’inscrit dans le cadre du tracé en damier avec des ilots de parcelles rectangulaires dont le premier noyau se trouve en plein axe romain traversé d’un nouvel axe perpendiculaire qui est celui de l’église ; par la suite une translation selon cet axe l’une de 90°



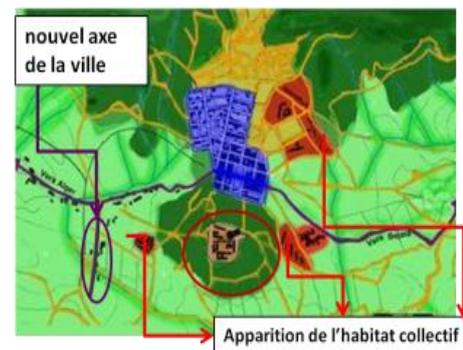
**Figure8 : urbanisme militaire 1844/80**  
Source : cadastre Tizi Ouzou / auteur

l'autre de 22,5° à cause de la topographie du site. Ce nouveau type d'urbanisme a entraîné un nombre de changements tels que :

- Le déplacement des deux portes de Bougie et d'Alger du bordj vers l'axe principale de la ville.
- Le déplacement du Souk Sebt vers la sortie ouest de la ville pour des raisons sanitaires.
- La création d'une nouvelle porte aux limites de la ville et du village traditionnel des Amraouas ; la création d'un site de recasement des autochtones déménagés pour des besoins sécuritaires au nord-est du mont Balloua et une smala comme filtre entre les deux.
- L'apparition d'un nouveau type d'équipements tels que : l'hôtel de ville, l'église, la préfecture, l'hôpital, la prison, le stade, les établissements scolaires... changeant ainsi le statut du village en celui de la ville de Tizi Ouzou.



**Figure 9 : Du village à la ville 1880/1950**  
Source : cadastre Tizi Ouzou / auteur

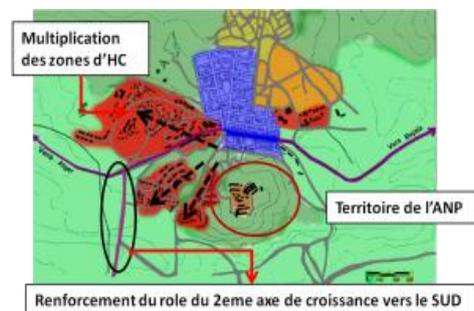


**Figure 10 : De l'ilot à la barre 1958/62**  
Source : cadastre Tizi Ouzou / auteur

C'est de 1958 jusqu'en 1962 que les premières mutations du tissu dit moderne de la ville de Tizi Ouzou apparurent. A la suite du plan de Constantine un nombre de réformes sont entreprises en faveur des autochtones introduisant ainsi la barre au profit de l'ilot avec le lancement des programmes de logements HLM à l'est de la zone de recasement et à l'est et l'ouest du col des genêts.

**I.1.2.4 L'époque de l'Algérie indépendante 1962/2016**

A son indépendance et jusqu'en 1980 les autorités algériennes indépendantes ont continué à dynamiser l'aménagement de la ville de Tizi Ouzou notamment grâce au plan quadriennal d'aménagement spécial de la ville de Tizi Ouzou où l'on a vu un grand nombre d'équipements tels que le stade du premier Novembre, la zone d'équipements au nord-ouest de la ville et essentiellement l'UMMTO



**Figure 11 : 1<sup>ER</sup> éclatement 1962/1980**  
Source : cadastre Tizi Ouzou / auteur

qui a été le déclencheur du deuxième éclatement de la ville. De 1980 jusqu'au début des années 2000 la ville connue une période de spéculation foncière et avec l'apparition de divers lotissements tout autour du col des genets et dans tous les sens.

La notion d'axe de croissance est abandonnée, il est néanmoins nécessaire de remarquer l'extension actuelle de la ville vers l'ouest dans la zone du oued Fali et ce avec la création du pôle d'excellence porté par le projet du nouveau stade de Tizi Ouzou ainsi que les divers cités de relogements qui s'y trouvent.

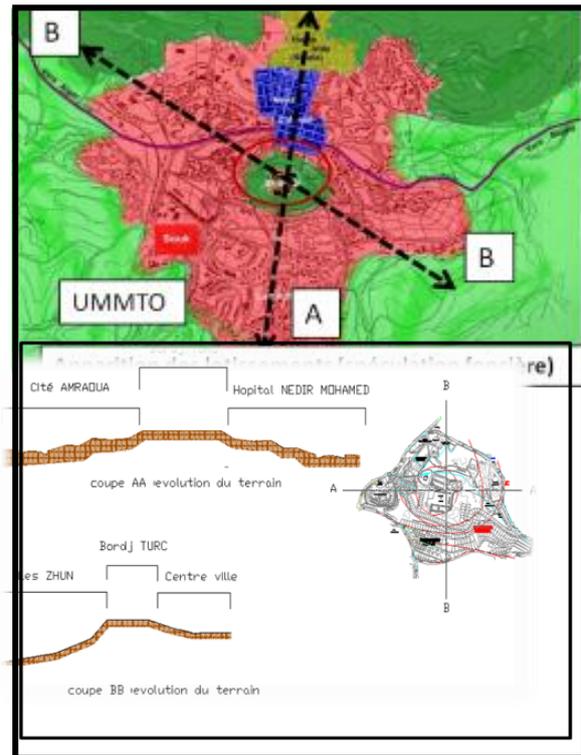


Figure12 :2eme éclatement de la ville 1980/2000  
Source : cadastre Tizi Ouzou / auteur

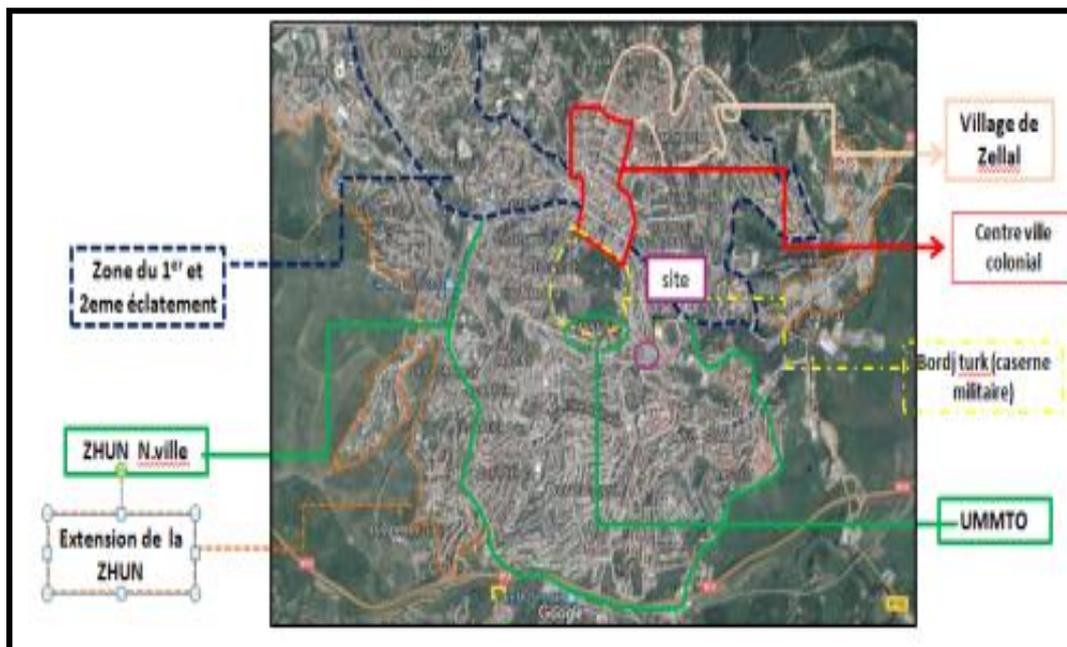


Figure13: Etat actuel du tissu urbain de la ville de Tizi Ouzou  
Source : cadastre, traitée par l'auteur

### I.1.3. Lecture urbaine

#### I.1.3.1 Structure de la ville de Tizi Ouzou

**I.1.3.1.1. Etude du vide urbain dans la ville de Tizi Ouzou**

• **Le Système viaire sa hiérarchisation**

Le système viaire de la ville de Tizi Ouzou se présente et se hiérarchise comme suit :

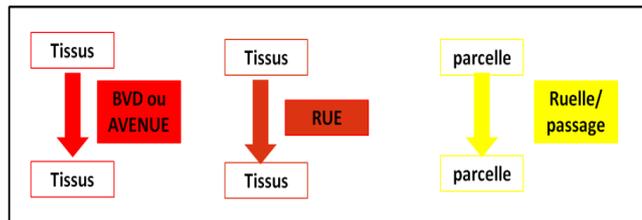


Figure14 : schéma du système viaire de la ville de Tizi Ouzou  
Source : schéma fait par l'auteur

La forme urbaine d'une ville est le plus souvent générée par la forme de sa structure viaire, la ville de Tizi Ouzou n'y échappe pas. Comme toutes les villes algériennes sa forme se divise en deux : un centre-ville historique avec son architecture coloniale et ses tracés géométriques militaires, un découpage en damier classique fait de grands boulevards et autres avenues qui aboutissent vers des places ou autres monuments. Les percés sont généralement dirigés vers un village traditionnel (dont la forme reste fidele a celle des villages Kabyles organiques (rue, ruelles, impasse, maison, mosquée) ce qui est le cas pour la zone de Zellal) des rues perpendiculaires aux avenues et boulevards créant ainsi des ilots carrés ou rectangulaires en général et des ruelles qui mènent aux parcelles ou se trouvent les constructions.

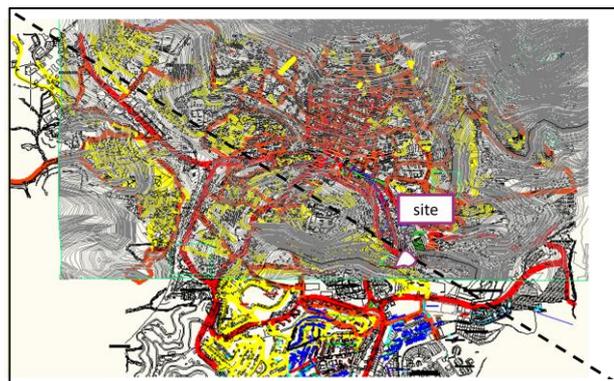


Figure15 : Structure des tissus de la ville de Tizi Ouzou  
Source : carte AEP / auteur

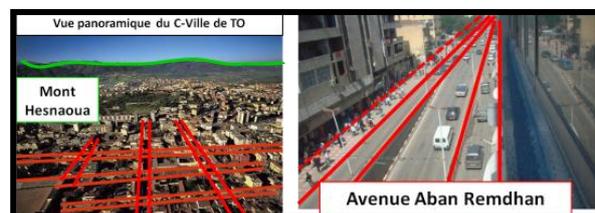


Figure 16 : vue sur le tissu du centre et haute ville de TO  
Source : photos personnelles traitées par l'auteur



Figure17 : vue sur le tissu de la ZHUN de TO  
Source : photos personnelles traitées par l'auteur

Pour ce qui est de la ZHUN<sup>2</sup> le schéma boulevard, rue, ruelle est certes présent mais il est cependant plus organique bordé de lotissements et autre zones d'habitats collectifs on remarque par contre que tous les grand boulevards de la ZHUN tirent naissance ou aboutissent dans l'axe historique (route d'Alger).

<sup>2</sup> Zone d'habitat urbain nouvelle

• Système des nœuds et leur hiérarchisation

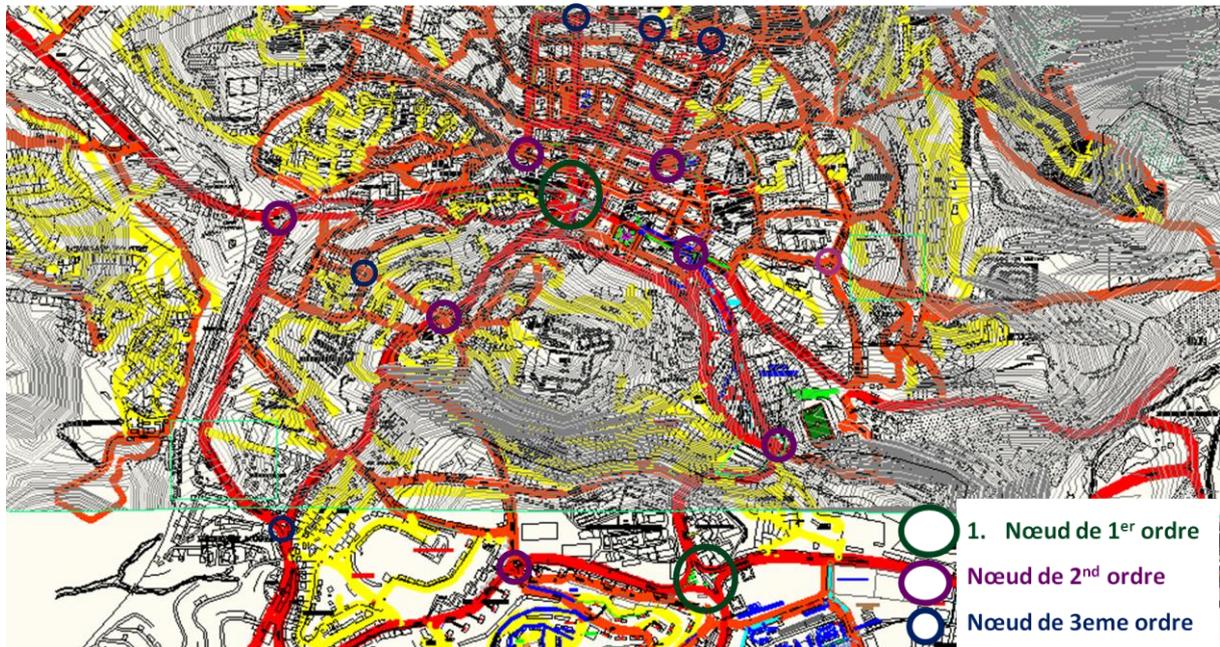


Figure 18 : Hiérarchisation des nœuds de la ville de TIZI OUZOU  
Source : carte AEP / auteur

**Un nœud est ce que l'on appelle une borne dans ce cas. Qu'est-ce qu'une borne ?<sup>3</sup>**

Une borne est un obstacle à une croissance linéaire, un accident sur une ligne de croissance qui jouera un rôle de borne qui peut être :

- Un accident naturel : gué, rupture de pente
- Une borne créée : détour, carrefour, place etc....

Ces bornes sont donc en connexion avec un système viaire hiérarchisé (voie de circulation) qui structure ainsi le tissu et détermine sa morphologie et par conséquent participe à la création de la forme urbaine du tissu.

Un nœud est aussi ce que l'on considère plus communément comme une intersection de différentes voies mais toutes intersections ne forment pas forcément un nœud cela s'évalue selon le flux auquel il est soumis. C'est selon ce critère que leurs classement se fait.



Figure19 : nœuds de la ville de TO  
Source : photos personnelles traitées par l'auteur

<sup>3</sup> La croissance urbaine Jean castax et Philippe panerai

**I.1.3.1.2. Etudes des espaces communs et autres espaces verts de la ville de Tizi Ouzou**

En analysant la ville de Tizi Ouzou ville, nous sommes vite interpellés par le manque flagrant de places, d’espaces verts, lieux de rencontres et de dialogue social.

Pour le peu qu’ils existent on les dénombre dans leur majeure partie au centre-ville, créés à l’époque française et maintenues par les autorités algériennes .On citera la place de la vieille mairie et celle de la mosquée ainsi que la nouvelle place de la bougie inaugurée en 2015.

Pour ce qui est des jardins, on citera les deux points verts de la ville qui sont: le jardin du square sur l’axe de l’avenue Aban Remdhan et le jardin de la wilaya.



Figure 20 : points verts de la ville de TO



Figure 21 : places de la ville de Tizi Ouzou  
Source : photos personnelles

**I.1.4 Lecture paysagère**

**I.1.4.1 Signalétique et points de repères dans la ville de Tizi Ouzou**

Il est à noter que pour les citoyens et autres riverains de la ville de Tizi Ouzou les points de repères et leurs signalétiques se traduisent comme étant des équipements ou autres aménagements urbains, comme les jardins et les placettes et ce au centre-ville et en ZHUN. Ces exemples viennent étayer notre analyse



Figure 22 : Points de repères du centre-ville de TO / Source : photos personnelles



Figure 23 : Points de repères de la ZHUN de TO  
Source : photos personnelles

### I.1.4.2 La toile de fond de la ville de Tizi Ouzou

La ville de Tizi Ouzou s’inscrit dans un arrière-plan rocheux à près de 360°, entourée de montagnes (mont Balloua au Nord et Hesnaoua au Sud) et boisées de divers types d’arbres propres à la région (chênes Zéens , olivier , figuier de barbarie etc ....) et de villages en forme de perles déversées sur leur flanc . Toutes les percées de la ville donnent sur ces vues comme le montrent ces illustrations.

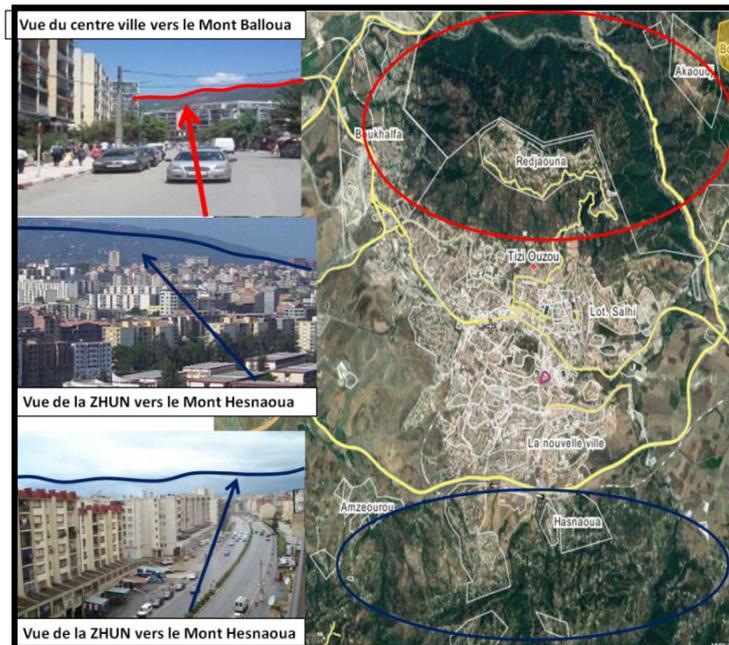


Figure 24 : Arrière-plan de la ville de TO  
Source : carte [www.wikimapia.com](http://www.wikimapia.com) / auteur

### I.1.5. Lecture bioclimatique et environnementale

#### I.1.5.1 Analyse climatique de la ville de Tizi Ouzou

Le climat de la ville de TIZI OUZOU est connu pour être méditerranéen montagneux spécifique à sa nature topographique chaud en été et froid en hiver. Dans le cadre de notre étude nous avons pris en compte les données climatiques des dix dernières années à savoir celles allant de 2007 à fin 2016 relevées par l’ONM<sup>4</sup> de la ville de Tizi Ouzou. Ces données comportent les volets :

Les températures, L’insolation, L’hygrométrie, La pluviométrie, Les vents

<sup>4</sup> Office national de la météorologie

• Les températures

Pour ce qui est des températures pour la période 2007-fin 2016 la température moyenne minimale est de 11,01°C < 7°C à la température minimale de confort de la ville de Tizi Ouzou qui est de 18°C correspondant au mois de Février, quant à la température moyenne maximale de la même période on la note à 28,07°C et ce au mois d'aout > de 3°C à la température maximale de confort de la ville qui est de 25°C



Figure 25 : Températures moyennes de la ville de TO 2007-2016 Source : ONM / auteur

• L'insolation

L'ensoleillement de la ville de Tizi Ouzou ici quantifié en heure d'insolation des 10 dernières années indique la quantité de lumière reçue à cette période. On note le plus faible taux d'insolation au mois de décembre dont la valeur est de 149,4h contre une maximale de 329,9h pour ce qui est du mois de juillet



Figure 26 : Moyennes des heures d'insolation de la ville de TO 2007-2016 Source : ONM / auteur

• L'hygrométrie

Avec l'avènement du barrage de Taqsebt au début des années 2000 la ville de Tizi Ouzou connaît une hausse considérable de son taux d'humidité. On note au mois de décembre une moyenne maximale des dix dernières années de 81,00% contre une moyenne minimale de 58,4% au mois de juillet sachant que les valeurs de l'humidité dans la zone de confort sont de 20%-80%

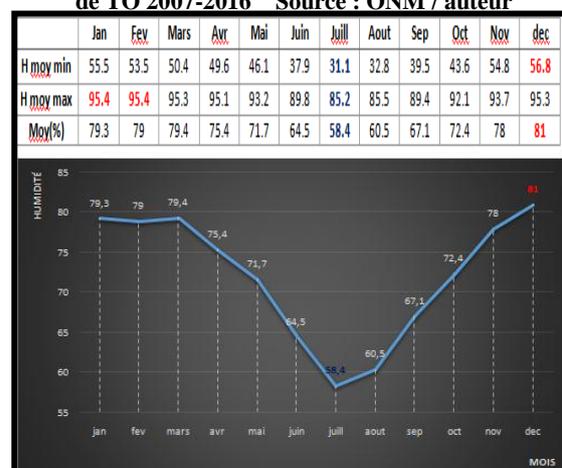


Figure 27 : Moyennes d'humidité de la ville de TO 2007-2016 Source : ONM / auteur

• La pluviométrie

Pour ce qui est de la pluviométrie la ville de Tizi Ouzou a connu durant ces dix dernières années un taux de précipitations très variable. On note donc une saison estivale sèche avec un mois de juillet sortant du lot avec une moyenne de 2,92 mm de précipitation et une saison hivernale abondante avec son pic de 149,4 mm de précipitations au mois de décembre.

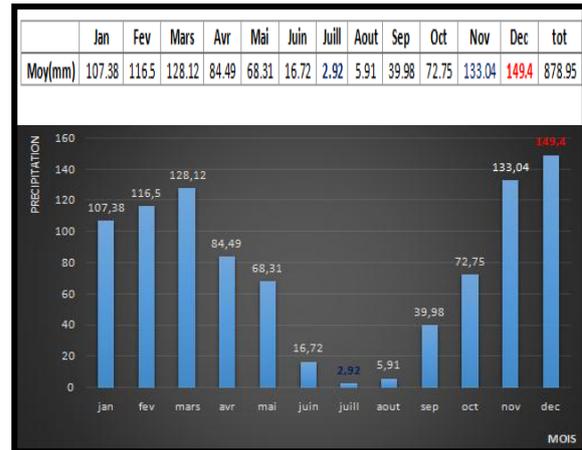


Figure 28 : Moyennes des précipitations de la ville de TO 2007-2016 Source : ONM / auteur

• Les vents

Pour ce qui est du domaine des vents la ville de Tizi Ouzou est exposée majoritairement aux vents ouest –n/s. ouest due à sa topographie et sa forme de cuvette protégée par deux immenses remparts au Nord et au Sud qui sont les monts Balloua et Hasnaoua. On retrouve une valeur moyenne maximale de 1,9m/s pour le mois de juillet contre une moyenne minimale de 0,8m/s pour le mois de décembre des dix dernières années.

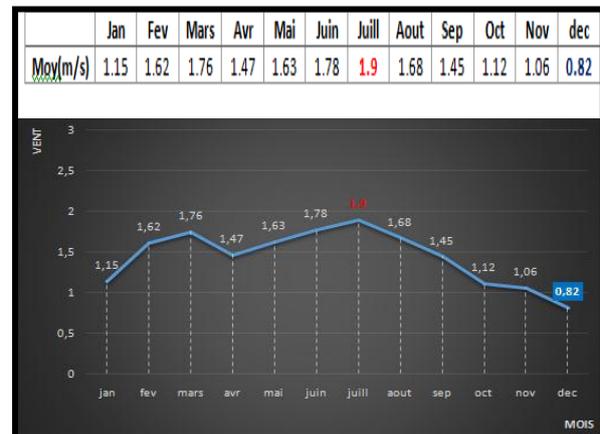


Figure 29 : Les moyennes des vitesses des vents de la ville de TO 2007-2016 Source : ONM / auteur

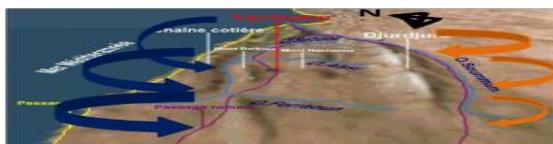


Figure 30 : Direction des vents dans la ville de TO source : mémoire Y.BOU année 2015/2016

Synthèse

En somme après l'étude de toutes les données climatiques des dix dernières années de la ville de Tizi Ouzou on note une variabilité du climat selon les années et les mois ,tous ces éléments climatiques naturels représentent une base de données primaire préliminaire dans la prise de décisions architecturale bioclimatique que nous aurons à définir lors de la conception de notre projet grâce aux différents outils d'aide à la décisions tel que le **diagramme solaire et autre de Givoni** .

### **I.1.5.2 Les Outils d'aide à la conception bioclimatique**

C'est donc lors du passage à l'établissement des premières lignes directrices conceptuelles bioclimatiques que ces données relatives au climat (dans notre cas celui de la ville de Tizi Ouzou) seront utilisées dans divers diagrammes et autres procédés visant à les synthétiser et les utiliser dans la définition : Des Zones de confort, des stratégies (de chaud et de froid) à adopter et des procédés architecturaux passifs ou actifs à inclure. Un large panel d'outils s'offre à nous : Tables de Mahoney, diagramme des triangles de confort d'Evans, diagrammes bioclimatique de Givoni, diagramme solaire etc.....

Dans notre cas nous avons pris la décision d'utiliser deux d'entre eux à savoir :

Le diagramme bioclimatique de Givoni (ville de TO).

Le diagramme solaire de la ville de TO.

#### **I.1.5.2.1 Le diagramme bioclimatique de Givoni**

Le diagramme bioclimatique est construit sur un diagramme psychrométrique (appelé aussi diagramme de l'air humide). Sont représentées sur ce diagramme divers zones qui définissent :

##### **Pour les périodes de confort aux équinoxes (printemps/ automne)**

- La zone de confort(**C**) hygrothermique tracée pour une activité sédentaire avec une vitesse d'air minimale (en général 0,1 m/s) et les tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été, son extension est due à la ventilation par augmentation de la vitesse d'air de 0,1 à 1,5m/s c'est la zone de ventilation naturelle renforcée (**V**).

##### **Pour les périodes de chauffes et surchauffes (été)**

- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique(**I**)/(**GI**) associée à la protection solaire(**AS**) et à l'utilisation d'enduits clairs que l'on cumule avec une ventilation nocturne c'est la zone (**IVN**).
- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'utilisation de systèmes passifs de refroidissement par évaporation (**RE**).

##### **Pour les périodes de sous chauffe (hiver)**

- La zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique (**I**) associée à la protection solaire et à l'utilisation d'enduits clairs c'est la zone du solaire passif (**AS**).
- La zone de déshumidification de l'air (**DH**) par procédés actifs et de refroidissement actif mécanique(**AC**).
- La zone des conditions hygrothermiques qui nécessitent l'humidification de l'air (**h**) et chauffage actif (**H**).

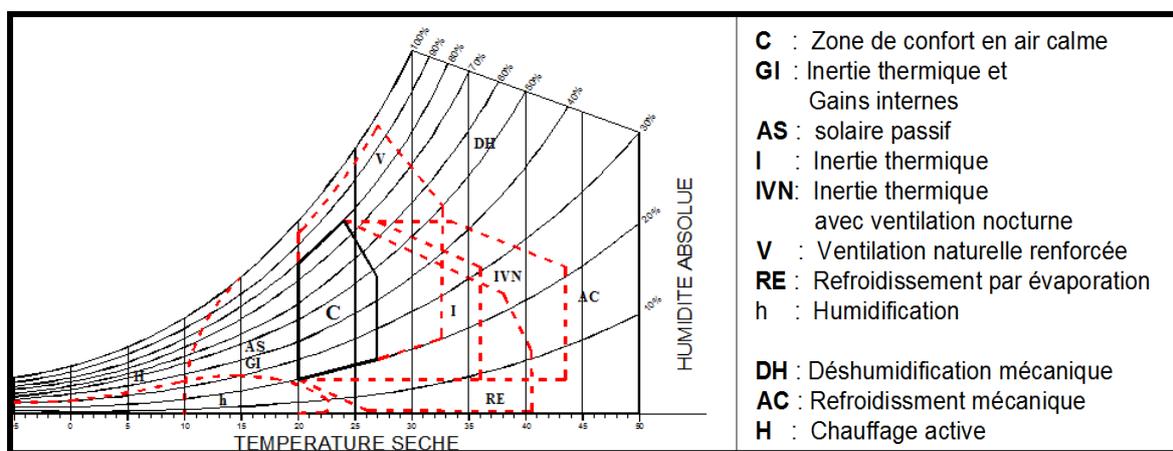


Figure 31 : Abaque du diagramme psychométrique de GIVONI

**Interprétation du diagramme de Givoni de Tizi Ouzou :**

Les traits de couleurs reportés sur le diagramme psychométrique sont constitués par les situations thermo-hygro-métriques<sup>5</sup> de tous les jours d'un même mois de sorte à ce que la température moyenne maximale d'un mois aille avec le taux moyen minimal d'humidité et vice versa.

Dans le cas de la ville de TIZI-OUZOU, on constate après lecture du diagramme les points suivant :

- Durant les mois de Janvier, février, novembre et décembre et ce durant la journée nous pouvons utiliser des dispositifs passifs (solaire passif) en optimisant les gains thermiques, il est cependant nécessaire durant la nuit de chauffer de manière active (chauffage central, radiateur etc....).

<sup>5</sup> Couples température-humidité relative

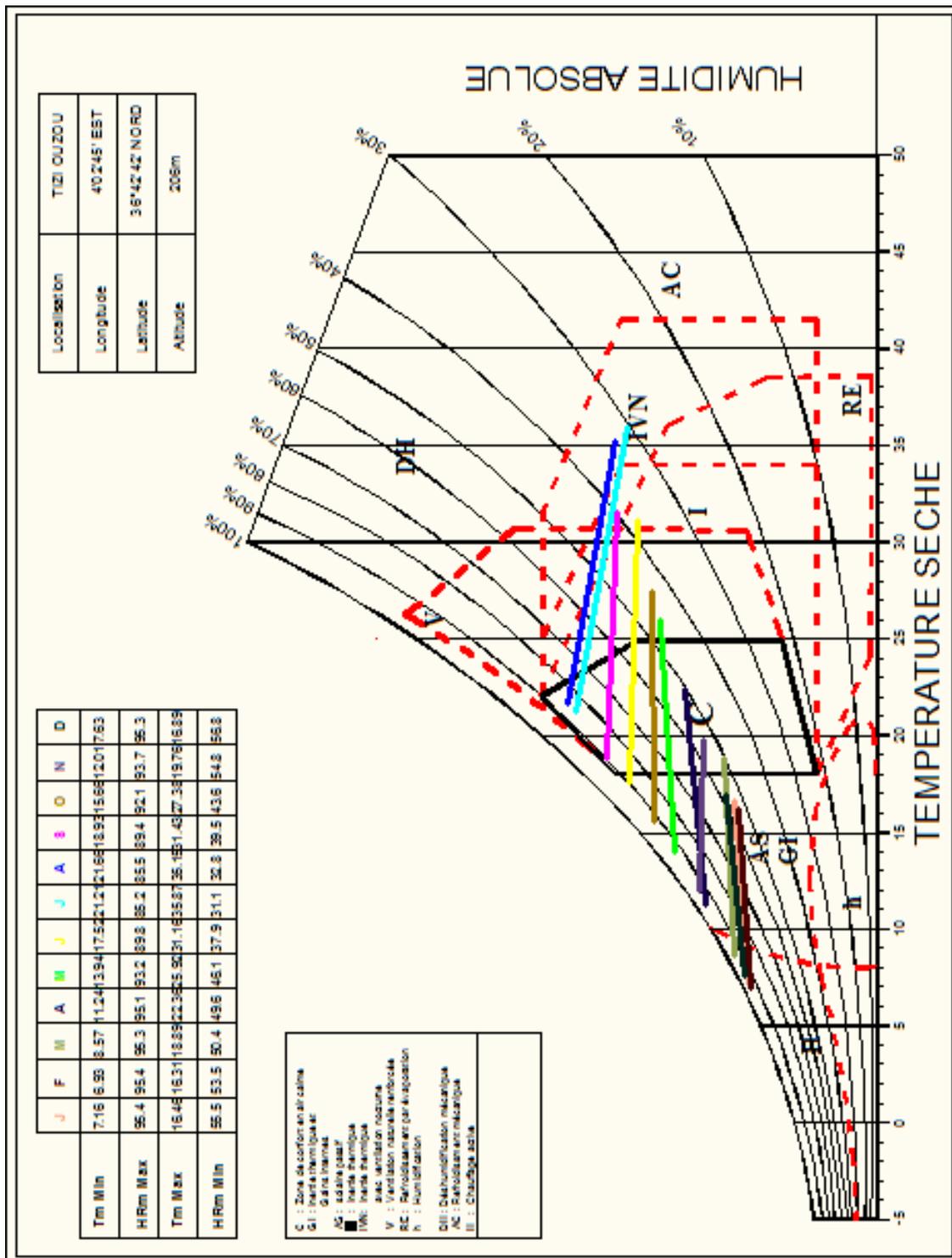


Figure 32 : diagramme de Givoni de TO 2007-16

Source : diagramme élaboré par l'auteur

- Pour les mois d'Avril, Mai, Juin, Septembre le confort est obtenu naturellement pendant la nuit avec une ventilation naturelle. Pendant les journées de Juin et de Septembre il faut opter pour des systèmes passifs pour assurer le confort dans les périodes de surchauffe et assurer une ventilation naturelle.

- Il est inévitable en juillet et aout d'utiliser des systèmes de refroidissement actifs telle que l'utilisation de la ventilation mécanique ou de la climatisation et ce en journée et parfois la nuit pour les jours de canicules, l'utilisation d'une enveloppe à grande inertie thermique et une protection solaire suffisantes reste nécessaire.

### 1.1.5.2.2. Le diagramme solaire

Le diagramme solaire retrace les courses du soleil et ses hauteurs (haut en été /bas en Hiver) aux différents mois de l'année et aux différentes saisons déterminant le nombre d'heure d'insolation par jour indiquant le faisceau lumineux qui balayera un site donné durant cette période. Etant en rapport direct avec les latitudes des villes celle de Tizi Ouzou est de 36°42'42" Nord. Ce diagramme nous aidera dans le positionnement des espaces, de la végétation et autre dimensionnement des protections solaires etc... c'est aussi essentiellement grâce au logiciel Echotec<sup>6</sup> que nous avons pu le concevoir.

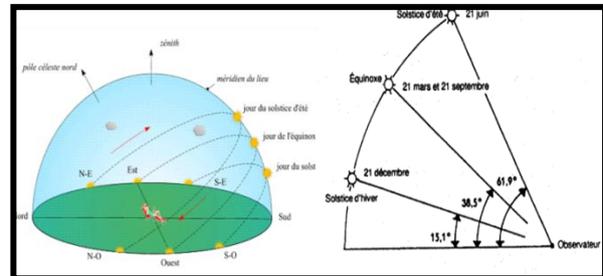


Figure 33 : course et hauteur du soleil durant l'année

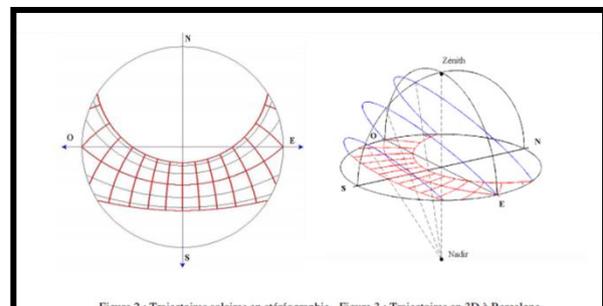


Figure 34 : Exemple de diagramme solaire en climat méditerranéen : ville de Barcelone 42°5'NORD  
Source : www.sunearthtools.com

- Période hivernale :**

Diagramme solaire du solstice d'hiver : 21Decembre à 12H

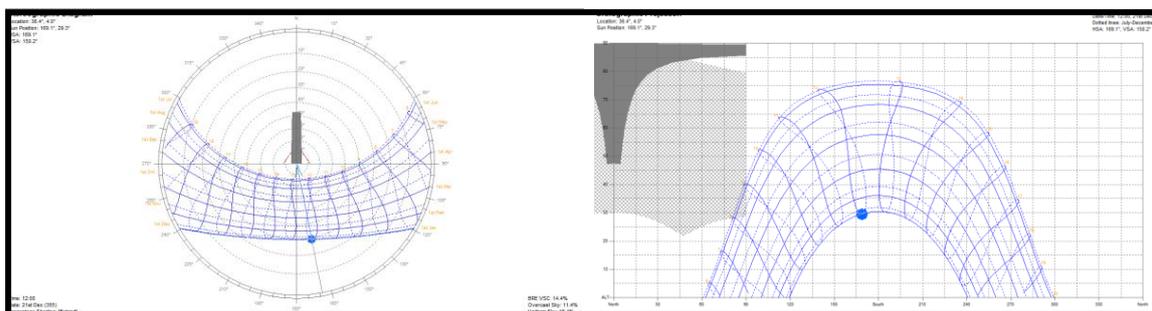


Figure 35 : Diagramme solaire du solstice d'hiver  
Source : www.sunearthtools.com

Représentant le jour où le soleil est au plus bas (29°de hauteur) et la journée la plus courte (10h environ d'insolation) de l'année se levant et se couchant aux environs de 7h à 17h30.

<sup>6</sup> Logiciel de simulation complet qui associe un modeleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût

- Période d'équinoxe de printemps :

Diagramme solaire du 21 Mars à 12H

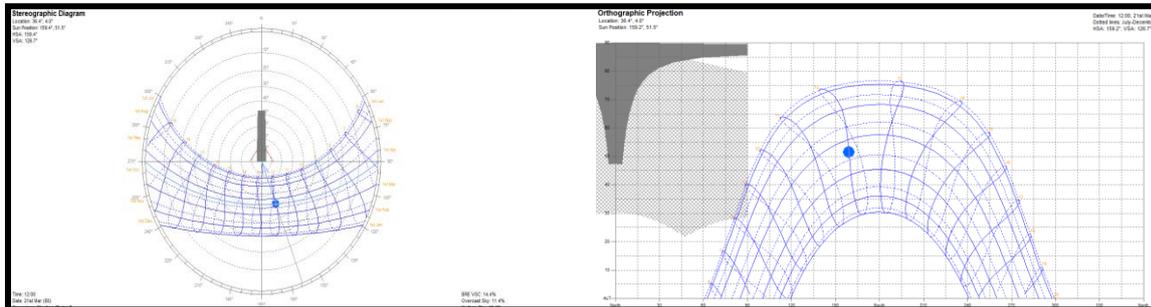


Figure 36 : Diagramme solaire du printemps  
Source : [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)

Représentant le juste milieu de la course du soleil durant l'année le soleil est à  $51.5^\circ$  se levant à 6h30 environ et se couchant à 18h30 pour une journée d'environ 12H d'insolation

- Période estivale :

Diagramme solaire du solstice d'été : 21 juin à 12H

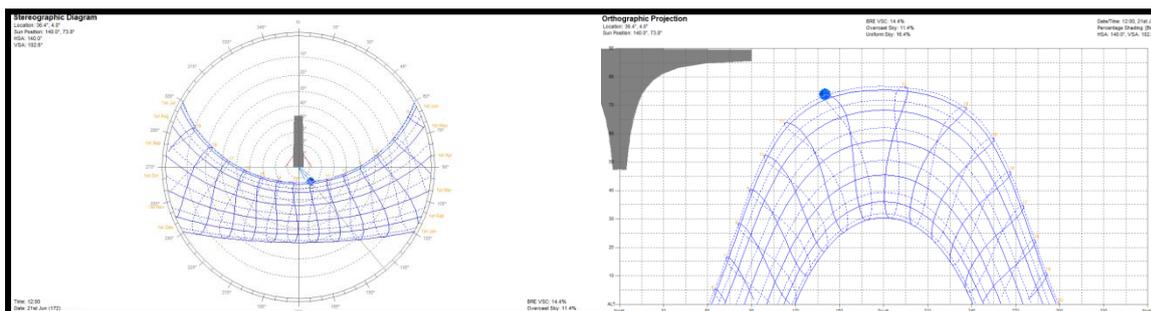


Figure 37 : Diagramme solaire du solstice d'été  
Source : [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)

Représentant le jour où le soleil est au plus ( $73.8^\circ$ ) et la journée la plus longue de l'année se levant vers 5h du matin et se couchant aux environs de 20h avec environ 15h d'insolation.

### 1.1.5.3 Analyse de l'environnement végétal de la région de Tizi Ouzou

L'environnement naturel de la ville de Tizi Ouzou regorge d'une faune et flore spécifique à son cachet de maquis qu'il soit à l'intérieur de la région ou en zone littoral. Nous allons pour notre part nous pencher sur la flore de grande Kabylie et précisément ses arbres. Les plus célèbres restent les figuiers (caducs), l'olivier arbre très résistant dont les déchets des huileries commencent à être étudiés comme matériau isolant (étude de Mr Toubal), le figuier de barbarie très résistant qui ne nécessite pas beaucoup d'entretien ou d'arrosage.



Figure 38 : Figuiers /Figuiers de Barbarie/ Oliviers  
Source : revue foret mediteranéenne n°1 janvier 1994 P.Quézel

Quant aux arbres que l'on retrouve dans les forêts de grande Kabylie on retrouve :

### *Le chêne liège (Avucic) :*

Arbre très présent en Kabylie dont sont principalement formées les forêts en basse et moyenne altitude. Arbre très vivace qui repousse sans difficulté après la coupe, résiste aux incendies grâce à sa couche de liège. Il est d'ailleurs exploité pour son liège que l'office des forêts vient prélever tous les 9 ans (temps nécessaire pour la constitution de la couche de liège). D'autres types de chênes en Kabylie tels que : Le chêne Zeen, le chêne afarés ce sont là tous des arbres à feuillage caducs que l'on pourra par la suite intégrer dans notre stratégie bioclimatique.



Figure 39 : Chêne zeen



Figure 40 : Chêne liège



Figure 41 : Chêne afarés



Figure 42 : Pin coulter



Cyprès de Kabylie



Pin maritime

On retrouve le pin Coulter ainsi que le pin maritime au littoral comme arbres à feuillage persistant et autres cyprès dans la région de grande Kabylie.

I.2. Analyse du contexte du projet à l'échelle du site

I.2.1 Un site au cœur de la ville au centre de toutes les attentions

Le site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre se trouve au centre de la ville actuelle de Tizi Ouzou dans la zone urbaine classée PU1<sup>7</sup>. Comme un centre de gravité entre le centre-ville historique de la ville et la ZHUN nouvelle ville de Tizi Ouzou. En plein flanc du col des genets juste en contrebas du bordj (zone militaire) sa situation est l'une des plus stratégiques de la ville de par sa nature mais aussi par l'environnement urbain dans lequel il s'insère avec la rue des Frères Ouamran qui est la continuité de l'axe historique principale du noyau colonial de la ville et menant vers l'un des boulevards les plus importants de la ZHUN qui est celui des frères Beggaz.

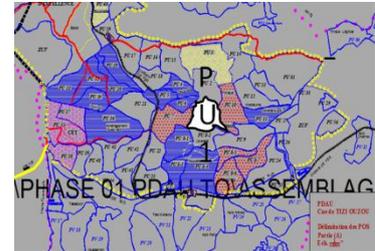


Figure 43 : zone urbaine classée PU1  
Source : PDAU Tizi Ouzou

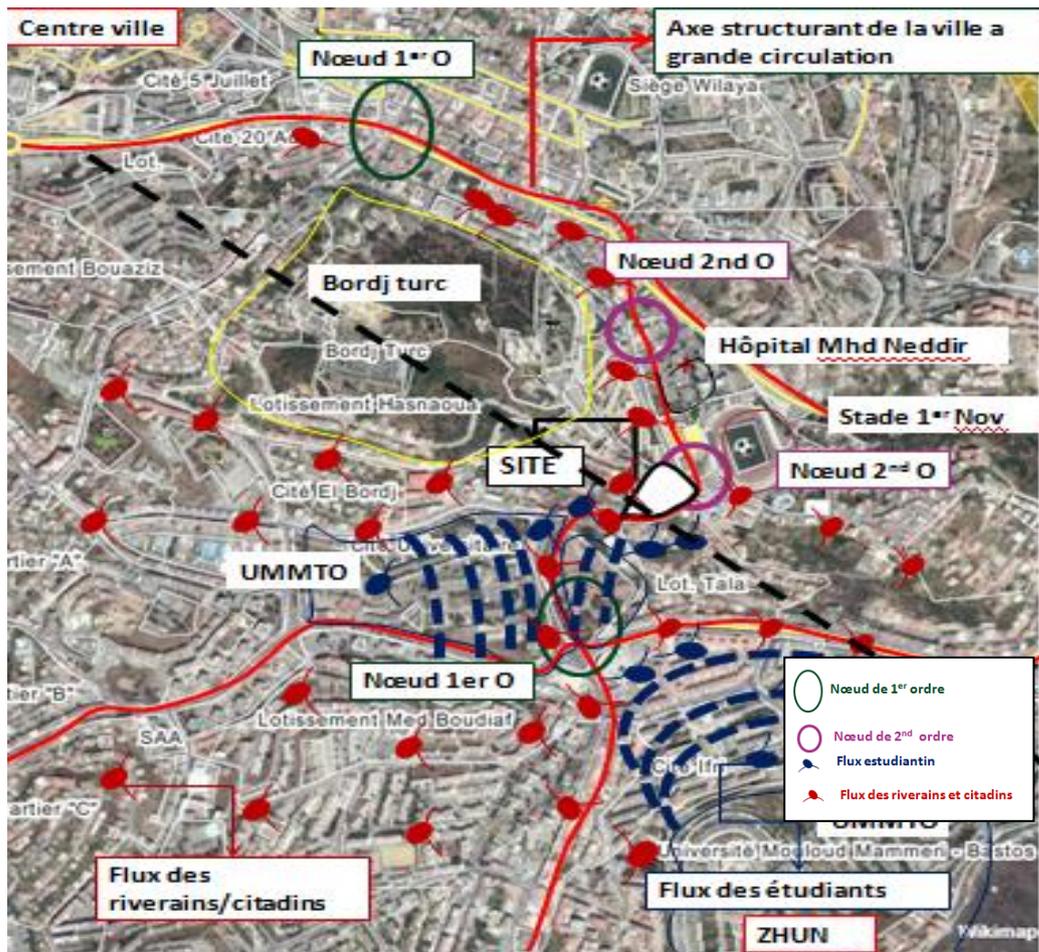


Figure 44 : Synthèse de la composante urbaine du site du marché 1er novembre de TO

Source : [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) traitée par l'auteur

<sup>7</sup> Périmètre urbain

Ces axes importants donnent naissance à des nœuds de 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> ordre et un flux piéton et mécanique important due a la présence des différents arrêts de transports en commun et bientôt couronné par le passage du téléphérique .La grande fréquentation de l’axe sur lequel se trouve le site est générée aussi par les grands équipements avoisinants tels que l’hôpital Mohammed Neddar , le stade du 1<sup>er</sup> Novembre , la maison de la culture Mouloud Mammeri et surtout l’université Mouloud Mammeri et toutes les écoles de formation professionnelles privées qui génèrent un flux d’étudiants très important. En plus des habitants des quartiers environnants comme la zone d’habitat collectif des genets se trouvant au Nord du site , la zone d’habitat individuel et privé à l’Est et à l’Ouest du site (Lotissement Thala , lotissement Lbordj) .

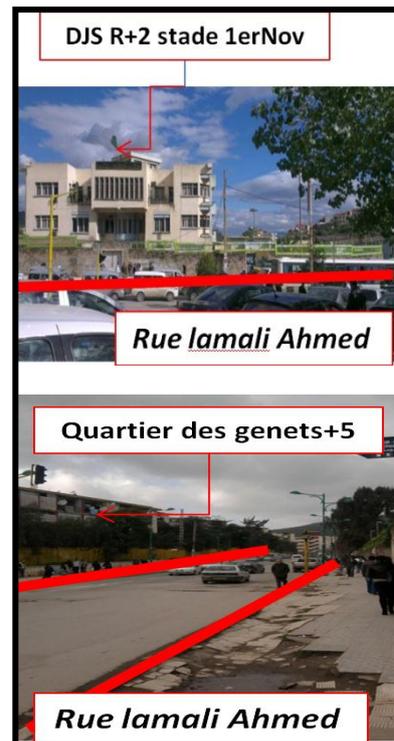


Figure 45 : les différents axes  
Source : photos personnelles

**Servitudes et autre hauteur des bâtiments**



Figure 46 : Servitudes et autre hauteur des bâtiments  
Source : photos personnelles

**I.2.2. Morphologie et topographie du marché du 1<sup>er</sup> Novembre de TO**

Le site est de forme triangulaire arquée un genre d’éventail avec une façade urbaine de 222 ,6m .Avec une surface de 13245m2 et une dénivelée de pré de 28m le site s’avère être très pentue actuellement il se présente en trois entité une grande entité au nord contenant les baraquements et deux petites entités délimitées par des murets de soutènements formant les parkings des commerçants du marché.

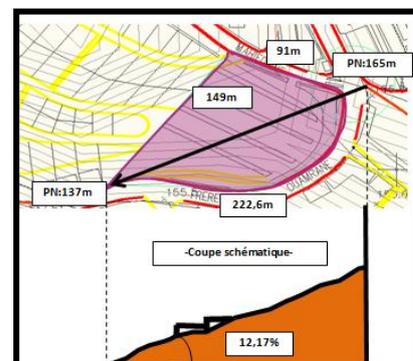


Figure 47 : coupe schématique sur le marché du 1er Novembre

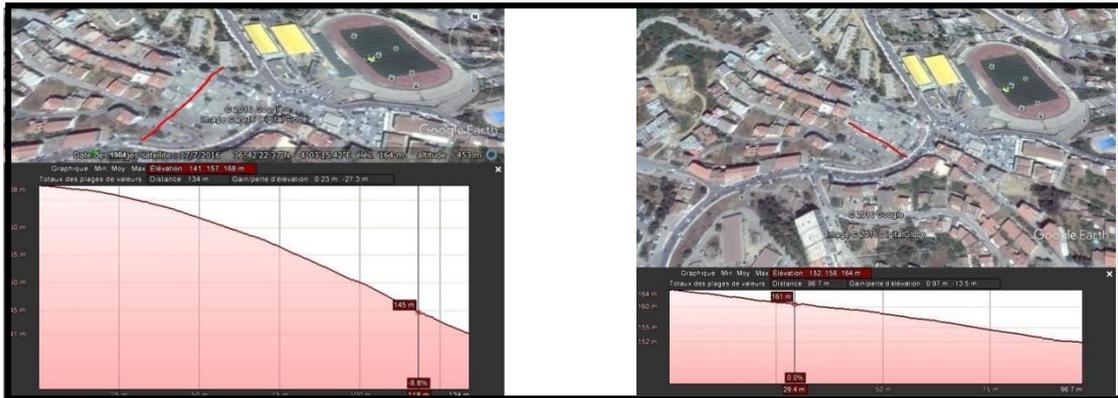


Figure 48 : coupe Longitudinale et transversale sur le marché du 1er Novembre

Source : [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

### I.2.3. Accessibilité et dialogue du site avec la rue

- Les accès piétons :



Figure 49 : Accès mécaniques et piétons du marché du 1er Novembre

Source : photos personnelles

- Les accès mécaniques :



Figure 50 : Accès mécaniques et piétons du marché du 1er Novembre

Source : photos personnelles

Il y a en tout 3 accès piétons au site deux sont en pleine rue principale des frères Ouamrane et l'autre est excentré au nord vers la rue Mehiedine Amina ; quant aux accès mécaniques il y en a 2 : l'un au sud du site débouchant sur la rue des frères Ouamrane l'autre excentré au nord vers la rue Mehiedine Amina.

I.2.4. Analyse bioclimatique du site

I.2.4.1. Ensoleillement du site :

Le site du marché du stade 1er novembre est soumis à un bon ensoleillement durant l'année. Sa topographie fait en sorte que les ombres des constructions hautes (R+5/8) environnantes ne viennent altérer cette exposition



Figure 51 : ensoleillement du site durant l'année



Figure 52 : Etat des lieux de l'ensoleillement du site durant une journée a ciel dégagé

Période hivernale

Période d'équinoxe

Période estivale

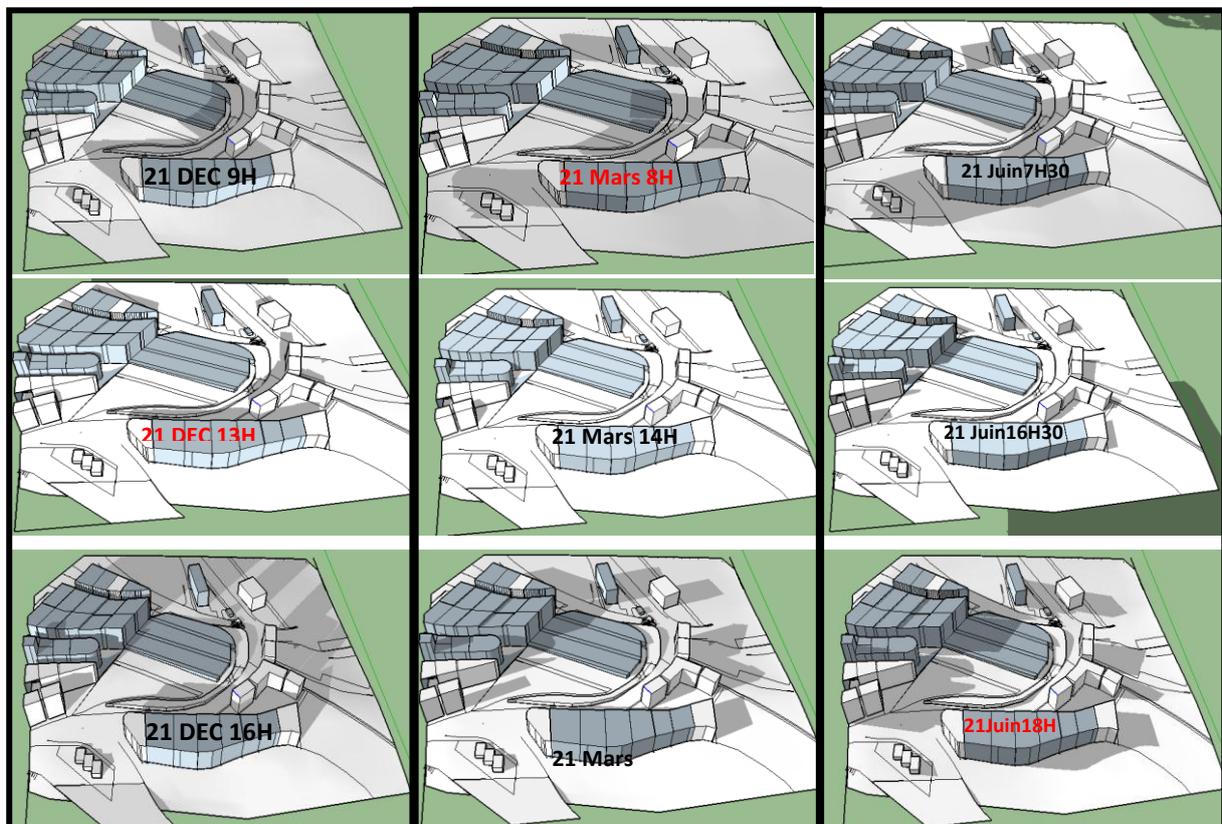


Figure 53 : Analyse de l'ensoleillement au niveau du marché 1<sup>er</sup> Novembre  
Source : 3D élaboré par l'auteur

### I.2.4.2 Exposition du site aux vents

Sachant que la direction des vents dans la ville de Tizi Ouzou se trouve essentiellement à l'ouest et par la nature de sa topographie le site est fortement exposé à ceux-ci. Cependant à cause l'alignement des bâtisses en lotissement est perpendiculaire au site ,ces vents seront déviés ou conditionnés dans des couloirs ou la ventilation sera plus importante.

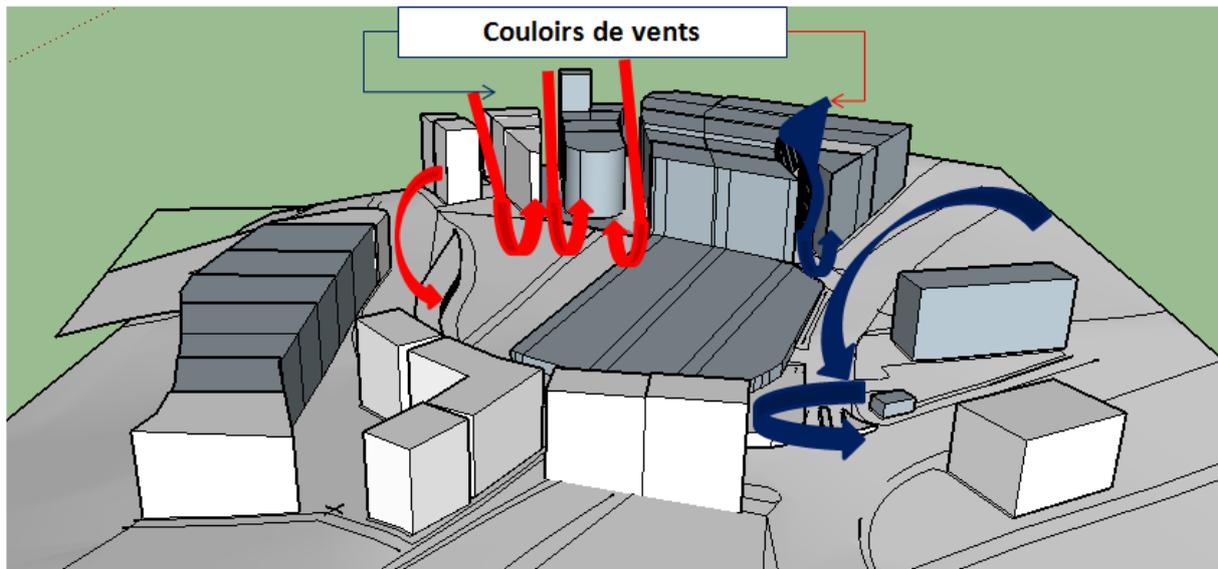


Figure 54 : Direction des vents du marché du 1er Novembre  
Source : Carte et 3d / auteur

### Conclusion

L'analyse du contexte urbain général du site à savoir la ville de Tizi ouzou et immédiat du site à l'échelle du quartier et bioclimatique nous à permis d'avoir une vue d'ensemble sur les potentialités et autres points faibles de notre assiette d'intervention à savoir le marché du 1<sup>er</sup> novembre afin de pouvoir les utilisés dans notre conception et de créer une architecture en adéquation et en harmonie avec son contexte. En proie à une grande urbanité notre site est un carrefour entre le centre ville et la ZHUN de Tizi Ouzou sa position stratégique en flanc de colline fait de lui un site reconnaissable et très visible au sein de la ville sa très bonne exposition au soleil montre le gisement d'énergie naturelle sur lequel nous devons travailler. Exposé aux vents de l'ouest il fournit un gisement de ventilation naturelle très intéressant. Il faudra cependant faire un travail sur les ombres, le site étant à la limite de la surexposition au soleil donc de la surchauffe et trouver des méthodes de rafraichissement adéquates pour y remédier.

# *Chapitre II*

## *Exploration thématique du projet*

## II. Approche thématique : L'architecture commerciale du micro au macro

### II.1 Qu'est-ce que l'activité commerciale ?

En économie c'est l'activité qui consiste à échanger, ou à vendre et acheter, des marchandises, produits, valeurs, etc. ... entre deux personnes ou plus dans un lieu dit ou dans un espace le contenant. De type individuel comme une boutique ou une échoppe ou groupé dans un ensemble de type foire, marché, hyper marché, super marché ou centre commercial et de loisirs etc...<sup>8</sup>

#### II.1.2 Typologies des espaces commerciaux

- **Une boutique** : Désigne un lieu d'étalage et de vente au détail, il s'agit en général d'un petit magasin de commerce. Boutique désigne, par extension, les marchandises que contient un petit magasin
- **Un marché** : Est le lieu de rencontre entre l'offre et la demande relative à un produit. C'est le lieu où se déterminent les prix et les quantités échangées. Offreurs et demandeurs viennent échanger des biens et des services en échange de monnaie.
- **Une foire** : Est un grand marché se tenant à des époques fixes dans un même lieu : Foire aux bestiaux. Manifestation commerciale périodique, généralement annuelle, pendant laquelle les producteurs exposent des échantillons de leurs produits et enregistrent les commandes qui leur sont passées
- **Un super marché** : est une surface de vente comprise entre 400 et 2500m<sup>2</sup> et réalisant plus des deux tiers de son chiffre d'affaire en alimentation générale. La majorité de supermarchés qui se créent aujourd'hui ont une surface inférieure à 1000 m<sup>2</sup>. Plus de la moitié de ces créations sont des supermarchés de maxi discount.



Figure 55 : Supermarché MPREIS à Wennis (Autriche) 1500 m<sup>2</sup>

Source : [www.transit-city.com](http://www.transit-city.com) document Laroche architecture commerciale

<sup>8</sup> <http://encyclopedie-dd.org/encyclopedie/economie/la-comptabilite-environnementale.html>

- **L'hypermarché :**

Est une surface de vente égale ou supérieure à 2500 m<sup>2</sup> et présentant en libre-service Et à des prix compétitifs un large assortiment d'articles alimentaires ou non alimentaires.

Cette typologie dispose de vastes emplacements de parkings.

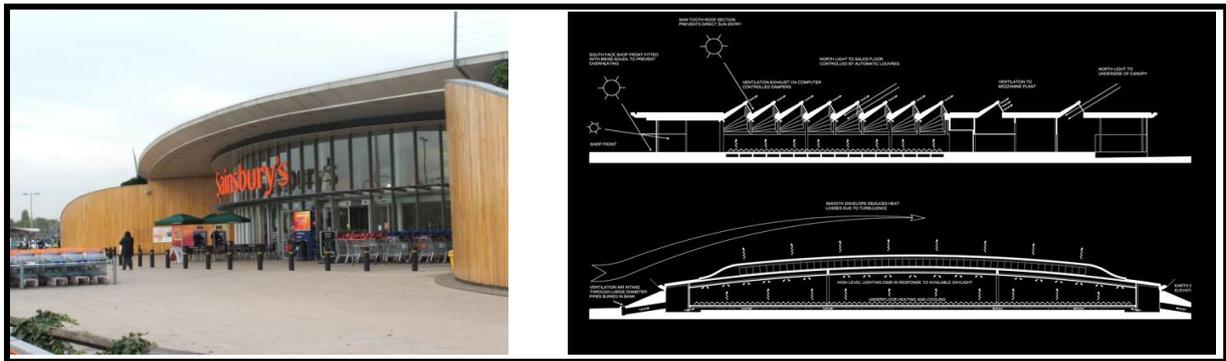


Figure 56 : Hypermarché Sainsbury's à Londres 7 000 m<sup>2</sup>/ Source : [www.transit-city.com](http://www.transit-city.com) document Laroche

- **Le centre commercial**<sup>9</sup>

Ensemble de commerces et de services rassemblés dans un même lieu. Il est conçu, réalisé et géré comme une entité unique.

- ✓ **Les petits centres commerciaux:** Leurs surfaces est supérieure à 5000 m<sup>2</sup> et ils totalisent au moins 20 magasins.
- ✓ **Grands centres commerciaux:** Leurs surfaces est supérieure à 20 000 m<sup>2</sup> et ils totalisent au moins 40 magasins.
- ✓ **Les centres commerciaux régionaux :** Leurs surfaces est supérieure à 40 000 m<sup>2</sup> et ils totalisent au minimum 80 magasins.

Cette introduction en matière d'architecture commerciale nous pousse à réduire les échelles d'études afin d'établir un plan d'action concordant a notre contexte qui est celui du marché du 1<sup>er</sup> Novembre de Tizi Ouzou.



Figure 57 : Centre commercial Westside à Berne 60 boutiques / Source : [www.transit-city.com](http://www.transit-city.com) document Laroche architecture

<sup>9</sup> file:///D:/architecture/m2/thematique/laroche-architecture-commerciale.pdf

### II.1.3 Focus sur l'architecture des centres commerciaux

#### II.1.3.1 Les centres commerciaux en Afrique

En matière d'architecture commerciale les pays d'Afrique en voie de développement tendent tous à la moderniser et à entreprendre la réalisation de grands centres commerciaux, n'ayant rien à envier à leur congénères occidentaux et au contraire de ce qu'on pourrait croire l'Afrique du Sud n'est pas leader. Aujourd'hui l'exemple du Morocco Mall brille à la première place du classement de par sa superficie et sa réputation en tant que centre commercial de qualité supérieure, il se classe même parmi les 20 plus grands centres commerciaux du monde. Voici le top 5 des centres commerciaux africains :



Figure 58 : Morocco mall



Figure 59 : Al qods Alger



Figure 60 : L'hypermarché erevan benin



Figure 61 :Century cityCap Town



Figure 62 : ABA mega mall Afrique de l'ouest

#### II.1.3.2 Les centres commerciaux en Algérie

On constate la présence du centre commercial AL QODS d'Alger dans ce top 5 prouve que l'Algérie s'intègre dans le dynamisme de l'architecture commerciale internationale en proposant depuis ces dix dernières années des centres commerciaux s'alignant aux normes internationales dans tout le nord du pays tel que :



Figure 63 : centre commercial Ritaj Oran



Figure 64 : Centre commercial de Bab zouar



Figure 65 : Centre commercial Ardis



Figure 66 : Park mall de Setif

Il est cependant à noter la concentration et la centralisation de ce genre d'équipements dans la capitale et aux grandes villes du nord quand d'autres villes de grandes envergures telle que Bejaia et Tizi Ouzou n'y pas encore droit.

Dans ce cas quelles sont les espaces commerciaux qu'on retrouve dans la ville de Tizi Ouzou ?

### II.1.3.3 Inventaire des surfaces commerciales dans la ville de Tizi Ouzou formes et espaces

Au vue de l'importance de l'activité commerciale dans la ville de Tizi Ouzou (comme le montre ce graphique qui met en lumière le leadership de l'activité commerciale de ses citoyens) il est logique de dire que cette activité se déroule dans des espaces qui lui sont spécifiques. On retrouvera beaucoup de magasins individuels, des foires et des marchés des superettes et autres grande surface mais aucun centre commercial et ce malgré un fort taux de pouvoir d'achat.

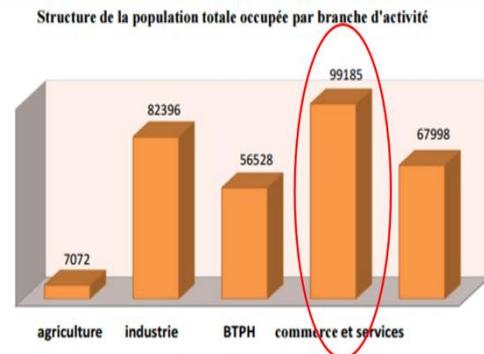


Figure 67 : structure de la population totale occupée par branche d'activité  
Source : [www.liberté.dz](http://www.liberté.dz)



Figure 68 : foires et marchés  
Source : photos prises par l'auteur



Figure 69 : Bazars et grandes surfaces / Source : photos prises par l'auteur

C'est ce constat qui nous a guidé en premier lieu à choisir une thématique visant à venir répondre à une première carence dans la ville de Tizi Ouzou puis de s'inscrire en second lieu dans une approche de conception bioclimatique pour répondre à la défaillance énergétique à laquelle sont soumis ce genre d'équipements.

C'est dans la première optique que l'on se pose la question qui suit :

## II.2 Comment et à quel moment ce type d'architecture commerciale a vu le jour ?

C'est dans le but de mieux comprendre l'évolution de ce type d'architecture qu'un aperçu historique est nécessaire allant de la fin du 18ème siècle à nos jours.

### II.2.1 Histoire et évolution morphologique de l'architecture commerciale

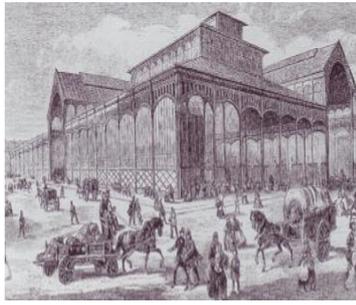


Figure 70 : halle et pavillon /  
Source : www.transit-city.com



Figure 71 : Galerie marchande  
début du 20eme  
Source : www.transit-city.com



Figure 72 : Grande surface 1950 -1980 /  
Source : www.transit-city.com



Figure 74 : Centres commerciaux  
Bioclimatiques2000-2010norme ISO 14001



Figure 73 : Centre commerciaux 1980 -2000

### II.3. Qu'entendons-nous par centre commercial bioclimatique ?

Par centre commercial bioclimatique on désigne une conception dont la durabilité et la protection de l'environnement sont des éléments essentiels d'un vaste concept de RSE (responsabilité sociale des entreprises) certifié Iso 9001 système de management pour la qualité et l'environnement ou Iso 14001 norme internationale définissant un système de management environnemental dans le but de créer un équilibre entre la rentabilité et la protection de l'environnement. Le thème de la protection de l'environnement est ici systématiquement ancré dans le management. Avec l'Iso 14001, les entreprises obtiennent un instrument efficace pour améliorer en permanence la situation de l'environnement et faire baisser les coûts qui en résultent.

C'est aussi et surtout un centre commercial dont la conception s'inscrit dans le cadre de l'architecture durable selon les fondements et principes d'une démarche architecturale écologique qui s'inscrira dans un cadre d'une planification conceptuelle ou urbaine fondée sur les principes du développement durable.

L'architecture durable bioclimatique d'un centre commercial se concrétise à travers différentes pratiques qui ont pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines, cela en associant économie d'énergies et emploi de matériaux sains et renouvelables essentiellement.

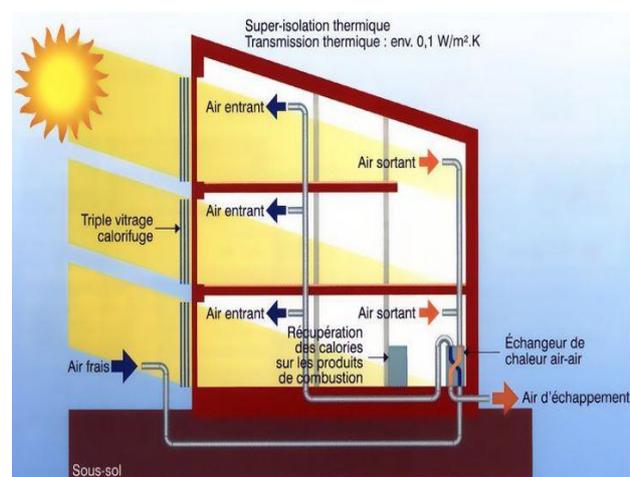
Il est vrai que les coûts des produits et installations écologiques pour une architecture durable sont souvent supérieurs aux techniques classiques, mais les économies sur le long-terme permettent souvent de rentabiliser ces investissements.

De plus l'approche durable commence à être encouragée par les autorités Algériennes en promulguant des projets de lois (les DTR<sup>10</sup>) de subventions et défiscalisations qui accéléreront la période d'amortissement de ces investissements pour stimuler la construction de bâtiments basse-consommation (BBC) et améliorer le cadre de vie en commun.

On parle d'énergies renouvelables quand elle provient de la nature, qu'elle se régénère et qu'elle ne tarisse pas donc qu'elle se renouvelle. Cette énergie est soit solaire, éolienne, géothermique ou provenant de la biomasse. Dans cette partie nous irons à la rencontre de ce type d'énergies et surtout de leur utilisation dans une conception architecturale bioclimatique et leur comportement thermique et énergétique.

**L'utilisation de ces énergies dans une architecture bioclimatique et durable repose sur cinq principes :**

- Capter le rayonnement solaire dans la construction
- Stocker l'énergie captée (inertie)
- Distribuer la chaleur et la réguler
- Eviter les déperditions d'énergie (conserver)
- Protéger des rayonnements solaires en été



**Figure 75 : Schéma d'un bâtiment passif : l'architecture durable passe avant tout par la maîtrise de l'énergie**  
Source : [www.climamaison.com](http://www.climamaison.com) document lexicque du vitrage isolant

<sup>10</sup> Documents Techniques Réglementaires

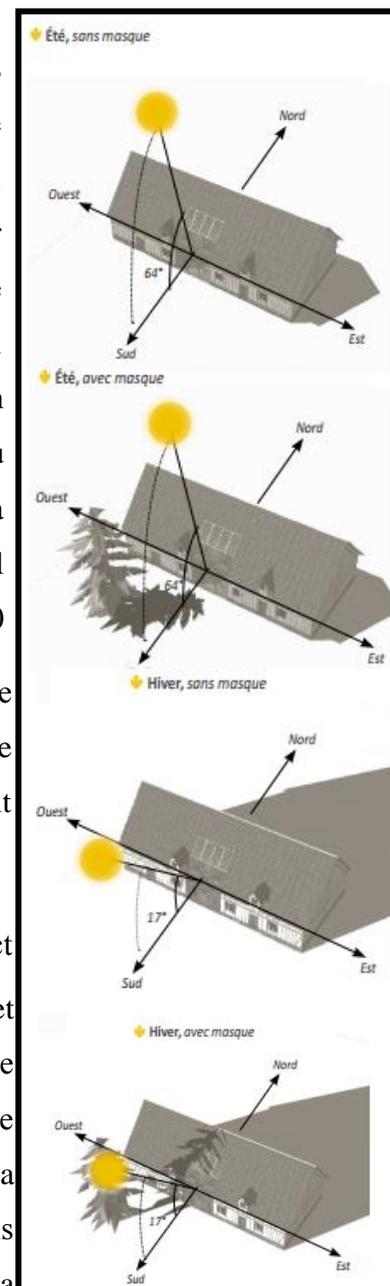
Parmi ces énergies la plus grande la plus disponible et la moins chère est l'énergie **solaire**

Cette énergie solaire reçue par la terre vaut, en chiffres ronds, environ 10.000 fois la quantité totale d'énergie consommée par l'ensemble de l'humanité. En d'autres termes, capter 0,01% de cette énergie nous permettrait de nous passer de pétrole, de gaz, de charbon et d'uranium. Dans beaucoup de pays, qui souvent ne bénéficient pas d'un ensoleillement aussi favorable qu'en Algérie, l'énergie solaire gagne en signification à une vitesse exponentielle la croissance moyenne mondiale du marché a été de 33% au cours des dix dernières années. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2500 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m<sup>2</sup> est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700KWh/m<sup>2</sup>/an au nord et 2263 kWh/m<sup>2</sup>/an au sud.

Pour toutes les raisons citées ci-dessus en plus l'impact social (sédentarisation et diminution de l'exode rurale et création de milliers d'emplois directe et indirecte) ainsi que celle sur l'écologie (forte diminution de la pollution) font que le recours à l'énergie solaire soit la solution la plus évidente et la plus rationnelle. D'ailleurs les autorités politiques l'ont compris comme l'indique la Loi n° 04-09 du 14.08.2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

### II.3.1 Alors le soleil, comment s'en servir ?

Etant une source d'énergie propre et inépuisable, cette énergie captée de manière passive ou active est toujours fonction de l'orientation du bâtiment, de l'inclinaison de la toiture et des masques éventuels, ces masques sont calculés grâce au diagramme solaire.



**Figure 76 : course annuelle du soleil**  
Source : rapport de la C.A.U.E  
intégration architecturale des  
équipements liés au énergies  
renouvelables

• En quoi consiste un diagramme solaire ?

Le diagramme solaire est l’outil de représentation de la course du soleil durant la journée en fonction des saisons. Plus concrètement, c’est un outil qui permet entre autre de déterminer l’emplacement des masques solaires. La course du soleil d’est en ouest est reportée sur l’axe horizontal tandis que sur l’axe vertical on trouve la hauteur du soleil. Pour l’utiliser, il faut y reporter le contour des obstacles grâce à un clinomètre, c’est-à-dire un appareil permettant de calculer simplement la hauteur angulaire de n’importe quel objet. Tout professionnel compétent doit réaliser cette étude de masque afin de déterminer l’emplacement propice à la pose d’un équipement solaire qu’il soit physique ou naturel.

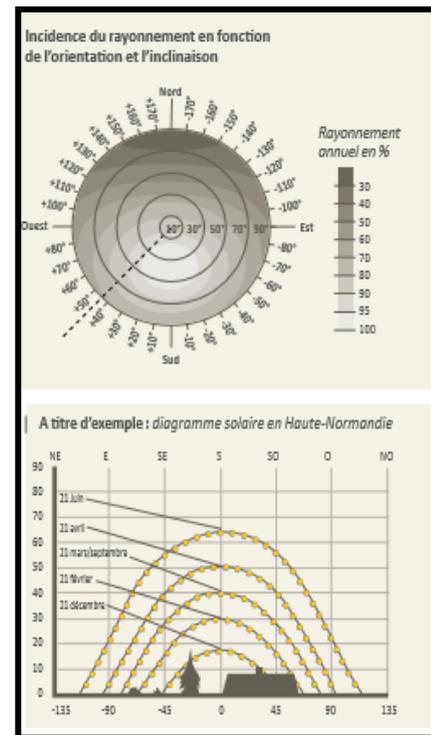


Figure 77 : diagramme solaire / Source : rapport de la C.A.U.E

Cette énergie solaire peut donc être utilisée de manière passive ou active comme suit :

II.3.1.1 Le solaire passif et les vents

Cela consiste en l’intégration des données climatiques et de la configuration du site d’implantation dès les premières étapes de la conception du projet. Ainsi afin d’optimiser le potentiel énergétique solaire, et dans les cas les plus favorables, la construction doit être protégée des vents dominants par une implantation judicieuse dans le site ou par dès les principes de la conception bioclimatique : Conserver distribuer, capter, stocker écrans protecteurs de type talus ou haie. Le végétal (arbres, haies etc.) joue un rôle important dans la conception passive d’un bâtiment. Selon les régions les ouvertures qui entraînent un phénomène de surchauffe sont celles situées à l’ouest. Les débords de toitures ne suffisent pas toujours à arrêter les rayons du soleil, un arbre à feuillage caduc bien implanté peut jouer ce rôle de brise-soleil.



Figure 78 : protections des vents / Source : rapport de la C.A.U.E

Parmi les procédés bioclimatiques architecturaux passifs on trouve ce qui est communément appelé la serre bioclimatique.

C'est un dispositif solaire passif qui permet l'accumulation et la redistribution de l'énergie solaire sous forme de chaleur dans le bâtiment. Afin d'optimiser son efficacité, elle doit être encastrée dans le bâtiment et orientée plein Sud. En double hauteur, elle sera encore plus efficace. Elle ne doit pas être chauffée, les couvertures vitrées doivent être évitées car elles augmentent le risque de surchauffe l'été. La plus grande attention doit être portée à la ventilation de la serre puisque c'est grâce à elle que le rôle d'échangeur thermique est assuré. Une serre bien pensée peut assurer 25% des besoins en chauffage, sans compromettre le confort d'été.

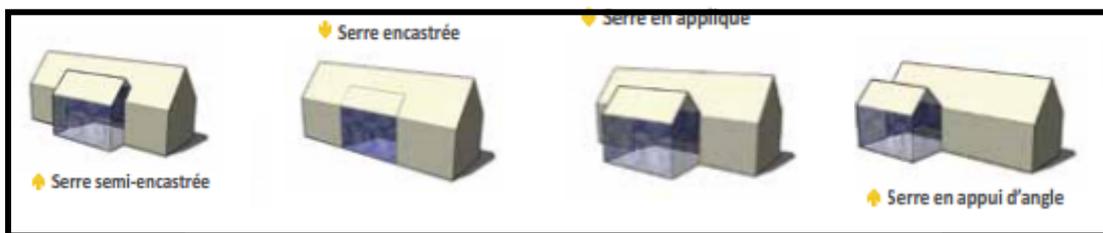


Figure 79 : les différents types de serres/ Source : rapport de la C.A.U.E

#### SERRE SOLAIRE

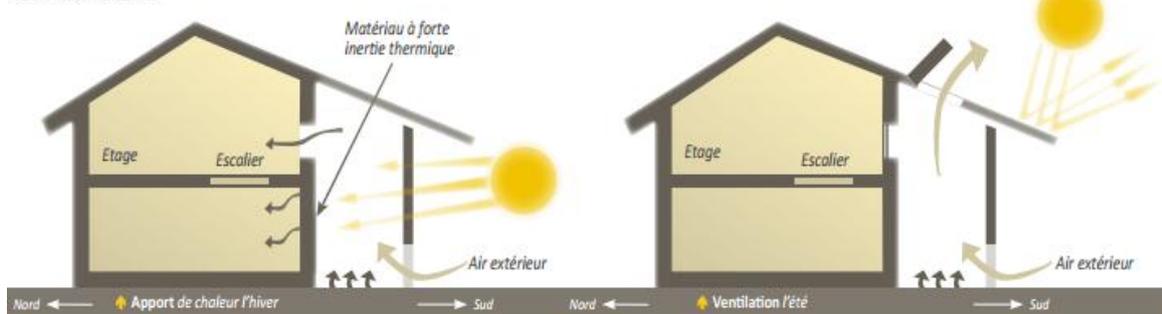


Figure 80 : En hiver, la serre permet de réchauffer l'air ainsi que la partie maçonnée à forte inertie en fond de serre qui retransmet lentement la chaleur à l'habitation.

Figure 81 : En été, le rayonnement est limité par la casquette solaire. Une ventilation naturelle (ouvertures en bas et en haut) rafraîchit et participe au confort d'été.

#### • Le facteur solaire

Définit la capacité d'un vitrage, exprimée en pourcentage, à laisser passer et récupérer l'énergie solaire gratuite. Le facteur solaire d'un vitrage est constant, il faut donc définir le meilleur compromis entre les besoins recensés aux différentes saisons, et l'usage du bâtiment. On choisira pour les baies orientées au Sud un double vitrage à facteur solaire élevé (+ de 60%) associé à un débord de toiture

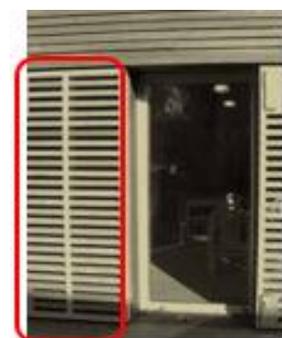


Figure 82 : afin d'éviter les surchauffes d'été, la façade est munie de volets à claire-voie qui permettent de filtrer la lumière

suffisant pour se prémunir des surchauffes. Pour un double vitrage à isolation renforcée, le facteur solaire varie entre 60 et 75 %. La casquette solaire, quand les vitrages sont orientés au Sud, doit être traitée avec attention : si celle-ci est inexistante ou trop courte, la température intérieure peut anormalement monter l'été, et donc nuire au confort. Une casquette bien dimensionnée permet donc de laisser pénétrer le soleil en hiver mais pas en été. La dimension de cette protection est fonction de la hauteur du vitrage et de la performance du bâtiment. Plus on tend vers le passif, plus les casquettes sont larges afin d'éviter l'inconfort en intersaison.



Figure 83 : Brise-soleil en bois, Artech architecture

- **Dans ce cas comment dimensionne-t-on une casquette solaire ?**

Selon les latitudes, la hauteur angulaire du soleil culmine en Juin à  $61^\circ$  à midi en moyenne. Dans le cas où une protection totale vis à vis des surchauffes est nécessaire, on aura, pour une baie de 2,60 m de haut par exemple, une casquette solaire de 1,60 m de profondeur.

De même, on peut visualiser les surfaces intérieures qui recevront les précieux rayons du soleil en hiver.

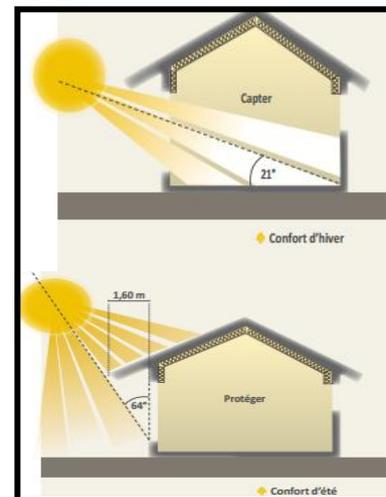


Figure 84 : brise soleil / Source : rapport de la C.A.U.E integration architecturale des équipements liés aux énergies renouvelables

### II.3.1.2 Le solaire actif et la ventilation

#### II.3.1.2.1. Les solaires actifs

Avec le soleil, il est possible de produire de la chaleur (solaire thermique), ou bien de l'électricité (solaire photovoltaïque). Il s'agit pour ces deux modes de production d'énergie de techniques, de matériaux et de surfaces différents. Dans le Nord de l'Algérie nous aurons besoin d'une surface de capteurs plus importante que dans le Sud : le bon dimensionnement des installations permettra d'obtenir une production équivalente. La bonne isolation préalable de la construction est néanmoins indispensable.

Cependant le surdimensionnement d'un taux de couverture maximum n'est pas à rechercher. Un bon dimensionnement équilibre les besoins et les surfaces pour assurer la clé d'une bonne productivité.

- **Pour ce qui est du solaire thermique**

On parle de la transformation directe du rayonnement solaire en chaleur. Dans ce cas les capteurs se présentent sous deux formes : **les capteurs plans et les tubes sous vide**.

Ces deux techniques n'ont pas les mêmes impacts sur l'architecture :

- Les capteurs plans sont constitués d'un caisson vitré, fermé, étanche, isolé, muni d'un absorbeur s'intégrant dans le rampant de la toiture.
- Les tubes sous vide, en verre, sont utilisés en toiture terrasse et de préférence lorsque l'orientation et l'inclinaison des toitures ne sont pas favorables à un bon rendement.

Il est ainsi possible de produire de la chaleur pour les besoins en eau chaude seule, c'est le chauffe-eau solaire individuel (CESI), ou pour les besoins en chauffage et eau chaude, c'est le système solaire combiné (SSC). Le ballon ne doit pas être surdimensionné sous peine d'engendrer une consommation d'appoint plus grande et donc non économique.

### Principe d'un panneau solaire thermique

L'objectif est d'abord de capter la chaleur du soleil via 3 phénomènes physiques :

- Effet de corps noir : la couleur noire absorbe la chaleur du soleil, c'est pour cette raison que les panneaux sont noirs.
- Effet de serre : la chaleur captée tend à ressortir via des infrarouges, il faut alors les piéger.
- Effet isolant : il faut conserver la chaleur captée.

Ensuite, la chaleur captée va chauffer un fluide caloporteur, souvent de l'eau (éventuellement additionnée d'eau glucosée), contenu dans un capteur. Ce fluide va ensuite transmettre l'énergie ainsi récupérée à l'eau chaude sanitaire, par le biais d'un échangeur situé dans un ballon d'eau chaude, équipé dans la plupart du temps d'un appoint (électrique ou chaudière).



Figure 85 : toiture inclinée  
Source : [www.sundus.com](http://www.sundus.com)

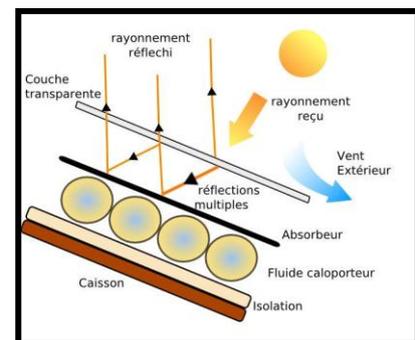


Figure 86 : capteurs plans / Source :  
[www.sundus.com](http://www.sundus.com)

### Les capteurs sous vide

Un capteur solaire thermique sous vide est composé d'une série de tubes de verre sous vide ou il n'y a pas d'air, d'un absorbeur à l'intérieur des tubes de verre, d'un tube en cuivre à l'intérieur des tubes de verre.

Les tubes en cuivre sont parcourus par un fluide caloporteur (eau + antigel). Cette eau se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes.

- **Pour ce qui est du solaire photovoltaïque**

Contrairement au solaire thermique qui tend à utiliser l'énergie solaire dans le but de produire de la chaleur le solaire photovoltaïque consiste à produire de l'électricité verte à partir de l'énergie solaire.

Le photovoltaïque (PV) désigne donc la transformation des photons du soleil (c'est-à-dire des particules ou petits "grains" de lumière) en électrons, créant un courant électrique. Cette électricité peut ensuite être utilisée dans le bâtiment (alimentation de l'éclairage) ou revendue sur les réseaux nationaux

Son rendement dépend de sa composition chimique appelé Silicium poly cristallin : Issu d'un bloc de silicium à cristaux multiples d'une couleur bleutée avec reflets qui s'intègre à une architecture très contemporaine son rendement 11 à 15 %.

L'installation de capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques n'est pas sans conséquence pour l'aspect architectural et paysager. Dans la majorité des cas, les capteurs sont implantés sur les flancs Sud d'une construction sous la forme d'un rectangle de **4 à 25 m<sup>2</sup>**. Cette surface vitrée à fond noir, pour les panneaux solaires thermiques, ou brillant et à reflets bleutés pour les panneaux photovoltaïques, sont facilement reconnaissables. Leur installation se fait selon divers critères on en cite :

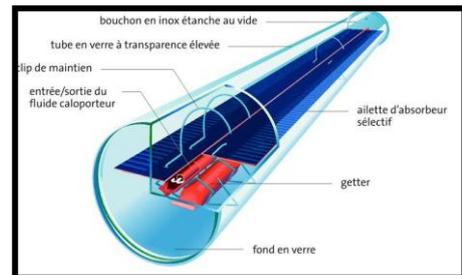


Figure 87 : capteurs sous vide / Source : [www.sundus.com](http://www.sundus.com)



Figure 88 : panneau photovoltaïque

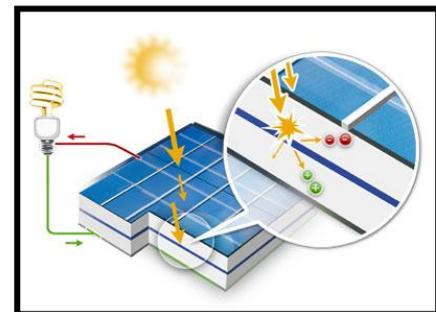


Figure 89 : Silicium polycristallin / Source : [www.sundus.com](http://www.sundus.com)

Les réglementations : documents d'urbanisme, déclaration préalable, zones de protection...

Les aspects techniques : orientation, inclinaison, masque solaire, surface disponible, distances.

### II.3.1.2.2. La ventilation dans un bâtiment

La ventilation d'une construction bioclimatique donc sa respiration est essentielle dans l'élaboration des différentes stratégies de chaud et de froid durant son cycle de vie et pour se faire il existe différents procédés existents parmi eux on cite :

- **La ventilation naturelle assistée** : traditionnellement par simple convection (élévation de l'air chaud) elle n'est pas motorisée. elle se décline de plus en plus dans les « tours à vent », notamment en Angleterre.
- **la Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux** : le renouvellement d'air se fait par aspiration de l'air extérieur « propre » et rejet de l'air intérieur vicié. il existe aussi une VMC hygrométrique qui permet de réguler le taux d'humidité ambiante du bâtiment.
- **la VMC double flux** : un système d'échangeur récupère les calories de l'air chaud évacué. Ce principe, très intéressant dans les climats froids, est moins adapté aux climats océaniques les plus doux.
- **Le principe de la ventilation naturelle automatisée** : La motorisation de certains ouvrants permet de gérer l'ouverture des fenêtres indépendamment des actions des utilisateurs. On peut pour cela utiliser des ouvrants dédiés ou motorisés des ouvrants de confort ou de désenfumage.

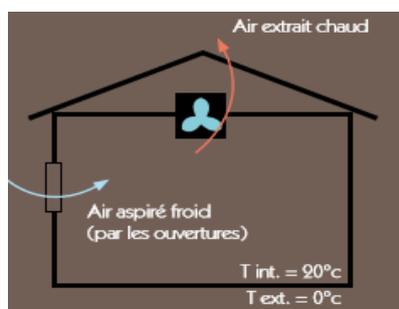


Figure 90 : Ventilation mécanique contrôlée à simple flux (extracteur d'air)

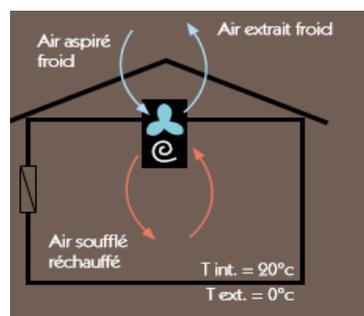


Figure 91 : Ventilation mécanique contrôlée à double flux (extracteur d'air)



Figure 92 : Ventilation naturelle motorisée (ouvrant motorisé)  
Source : [www.climamaison.com](http://www.climamaison.com)  
document lexique du vitrage isolant

	Avantages	Inconvénients
Ventilation mécanique	Les débits sont maîtrisés Les périodes de fonctionnement peuvent être programmées aisément par un régulateur	Les débits hygiéniques ne sont pas toujours suffisants pour obtenir un résultat satisfaisant Consommations énergétiques pouvant être importantes
Ventilation naturelle par les ouvrants	Aucune consommation d'énergie Débits en général très supérieurs aux débits des ventilations de confort	Débit d'air non régulier (dépend des conditions de vent et de température) L'efficacité dépend des utilisateurs Problématiques d'intrusion à gérer (animaux, vol) ou sinistre pluie

- On cite aussi comme technique de ventilation : Le puits provençal (ou puits canadien)<sup>11</sup>

Ce puits permet d'utiliser la température du sous-sol pour réchauffer l'air l'hiver et le rafraîchir l'été. Peu rentable en climat océanique (pas assez froid l'hiver et pas assez chaud l'été), il est adapté au climat méditerranéen pour son pouvoir de rafraîchissement l'été et l'est aussi au climat de montagne par son pouvoir de réchauffement l'hiver.

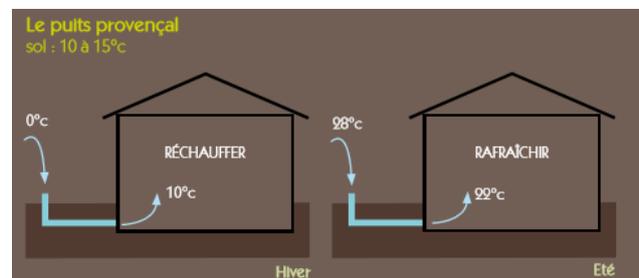


Figure 93 : Le puits provençal dit Canadien /  
Source : [www.sundus.com](http://www.sundus.com)

### II.3.2 Et les matériaux dans tout ça?!

Les matériaux de construction dans une conception bioclimatique jouent un rôle prépondérant dans l'élaboration des stratégies visant à limiter les déperditions thermiques et aidant dans la régulation et la diminution de la facture énergétiques des constructions.

<sup>11</sup> Bruxelles environnement guide bâtiment durable février 2007

### II.3.2.1 Les propriétés thermo-physiques des matériaux (définitions)

Par propriétés thermo- physiques on cible toutes les caractéristiques internes des matériaux qui joueront un rôle dans le contrôle des flux d'énergies, leur stockage et leur restitution, parmi elles nous citerons qui participeront à l'efficacité énergétique du bâtiment :

- $\lambda$  (lambda) La conductivité thermique .
- La résistance thermique (R)
- La transmission thermique (U).
- $\rho$  (Rhô) La masse volumique.
- Le déphasage thermique.
- Capacité hygrothermique.
- ( $C_p$ ) La capacité thermique massique.
- Inertie thermique (I)

Isolant	conductivité thermique en W/m.K $\lambda$	densité en kg/m <sup>3</sup> $\rho$	capacité thermique en J/kg.K $C_p$	résistance à la diffusion de vapeur d'eau $\mu$	énergie grise en kWh/kg	
Matériaux Biosourcés	ouate de cellulose	0,037 - 0,042	30 -70	2000	2	1-2
	fibres de bois denses	0,038 - 0,049	110-240	2000-2100	3-5	1-3
	laines biosourcées	0,032 - 0,047	20-80	1350-1800	1-3	5-10
	béton de chanvre	0,06-0,15	200-800	1350-1800	5-8	1,8
	botte de paille	0,052-0,080	80-120	1550	1-2	0,1
	liège expansé	0,037-0,044	65-180	1600-1900	5-30	2-7
Matériaux Minéraux	laines minérales nues	0,030-0,045	10-150	800-1000	1-2	7-10
	verre cellulaire panneau	0,041	115	1000	infini	2-5
	verre cellulaire granulat	0,075-0,12	170-250	1000	4	2-5
	perlite-vermiculite-argile expansée	0,05-0,12	90-700	900-1000	3-5	NC
Matériaux Synthétiques	polystyrène expansé	0,032-0,038	10-30	1200-1400	20-100	30-35
	polystyrène extrudé	0,028-0,040	15-30	1000	80-200	30-85
	polyuréthane	0,022-0,028	30-40	1000	80-200	25-35

Figure 94 : Propriétés thermo-physique des matériaux  
Source : [www.energie.pro](http://www.energie.pro) guide des matériaux isolants

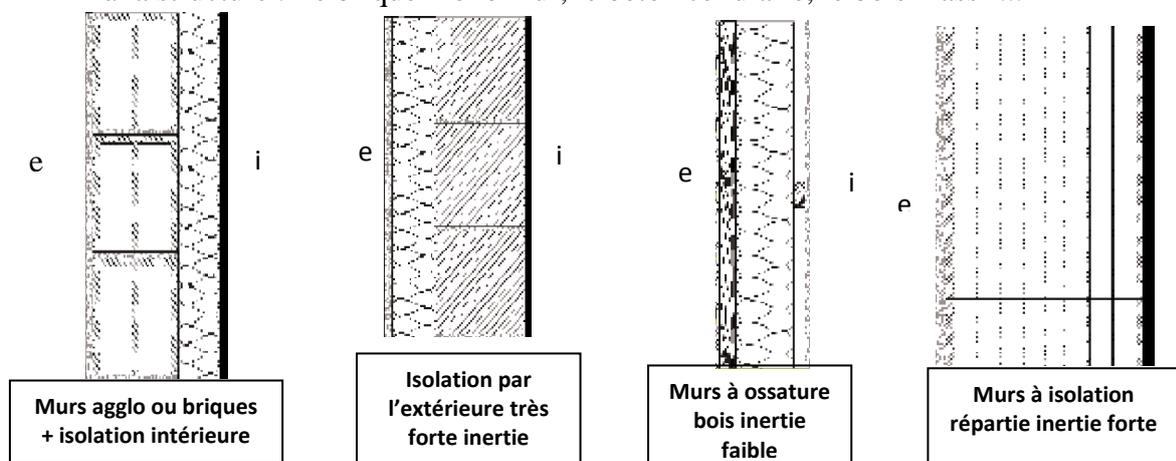
### II.3.2.2. Comment travailler avec l'inertie thermique des matériaux ?

Retenir la chaleur est essentiel pour limiter les consommations d'énergie mais insuffisant pour assurer un bon confort thermique tout au long de l'année. Il faut également pouvoir stocker de la chaleur dans le bâtiment pour limiter les variations de température et valoriser au mieux les apports solaires gratuits. C'est la notion d'inertie thermique qui entre en jeu. Elle dépend principalement de la masse volumique et de la capacité thermique massique du matériau. Plus ces dernières ne sont élevées, plus un matériau présente une inertie importante. Ce sont donc généralement les parois lourdes (mur ou dalle maçonnés, chape, cloison lourde, etc.) qui participent à l'inertie thermique d'un bâtiment permettant de lisser les variations de sa température intérieure.

L'inertie d'un bâtiment est complémentaire d'une bonne isolation thermique de son enveloppe. En hiver, une forte inertie permet d'emmagasiner la chaleur de la journée due aux

apports solaires puis de la restituer plus tard dans la journée lorsque la température extérieure commence à chuter. En été, une forte inertie liée à une ventilation nocturne permet d'atténuer les surchauffes durant la journée. Aussi, dans le cas d'un projet de rénovation, il convient de trouver le bon compromis entre isolation thermique et utilisation de l'inertie existante du bâti afin de conjuguer économies d'énergie et confort thermique toute l'année. La position de l'isolation, à l'intérieur ou à l'extérieur, va fortement influencer sur l'inertie du bâtiment. Dans le cas d'une construction en grès ou en maçonnerie, une isolation thermique placée à l'intérieur va empêcher les murs de participer à l'inertie thermique du bâtiment. À l'inverse, une isolation par l'extérieur permet de profiter de l'inertie des murs existants l'inertie d'une paroi n'est pas, à proprement parler, bonne ou mauvaise, mais adaptée ou non à une situation. Dans le cas d'un bâtiment à occupation intermittente (résidence secondaire par exemple), une trop forte inertie n'est pas souhaitable puisque les murs auraient à peine le temps de se réchauffer le temps de l'occupation. Ils se divisent entre ceux qui peuvent stocker de la chaleur, ceux qui ralentissent les transferts de chaleur appelés isolants et toutes les combinaisons qui existent entre ces deux types de matériaux :

- Ceux qui stockent l'énergie sont la terre (adobe, pisé ou terre crue), la pierre, la brique, le béton. ils ont de « l'inertie ». Pour exprimer leur potentiel, il faut les isoler par l'extérieur.
- Les isolants ralentissent les transferts de chaleur. Ce sont la laine de verre, la laine de roche, la fibre de bois, le polystyrène, la ouate de cellulose, la paille...
- Il existe d'autres isolent en même temps qu'ils stockent et éventuellement participent à la structure : Le brique mono mur, le béton cellulaire, le bois massif...



La réduction des consommations d'énergie dans le bâtiment et son efficacité énergétique est un enjeu majeur pour faire face à la raréfaction des ressources énergétiques fossiles et au problème du changement climatique. Pour répondre à ce défi, l'isolation des bâtiments est une nécessité et représente un moyen efficace et rentable. Une division par 4 à 10 des consommations de chauffage est possible pour la majorité des bâtiments grâce à une isolation performante. On trouve sur le marché un grand nombre de produits d'isolation qui permettent d'apporter des solutions aux problématiques techniques des différents systèmes constructifs. L'objectif des différents produits d'isolation qu'ils soient bio sources, minéraux ou synthétiques est de nous aider dans notre choix. Afin de choisir les matériaux adaptés à la paroi et au bâtiment à isoler, il est de connaître les propriétés physiques des produits d'isolation et des éclairages sur les exigences et indicateurs en matière de durabilité, de réaction au feu ou d'impact environnemental et sanitaire.

C'est donc en combinant solution architecturale passive ou active et capacité des matériaux que l'on arrivera à concevoir un centre commercial bioclimatique à grande efficacité et rendement énergétique performant. Il est néanmoins nécessaire de ne pas oublier l'objectif principal de toute conception qui est celui de la fonctionnalité et pour ce faire tout centre commercial fonctionnel doit se munir d'un bon programme quantitatif et qualitatif afin de mener à bien toutes les stratégies architecturales bioclimatiques ou urbaines établies.

La question qui s'impose à nous à présent et la suivante :

## **II.4. Quel programme pour quelle surface ?**

### **II.4.1. Programme qualitatif**

Les entités qui composent notre équipement sont :

- **L'accueil**

Il représente l'espace où se fait le premier contact entre l'utilisateur et l'équipement, c'est donc un espace d'articulation, comme le hall d'accueil et les cours centrales. IL est à la fois l'espace avec lequel se fait la transition entre l'extérieur et l'intérieur et aussi l'espace qui regroupe tous les éléments qui permettent au public de se retrouver au sein de l'équipement, donc de s'orienter, s'informer et se familiariser avec le projet.



- **L'échange**

Les activités qui prennent en charge cette entité sont des activités destinées à faciliter les contacts économiques, administratifs et les activités commerciales, comme les agences bancaires, les bureaux de transitaires ...



- **Gestion et logistique**

La fonction travail comporte :

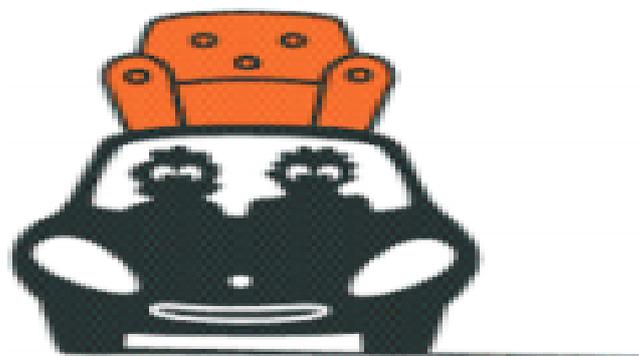
**La gestion :** tout ce qui concerne la gestion administrative de l'équipement (décision, exécution, location, facturation, coordination, et organisation)

**La logistique :** c'est une activité qui permet l'entretien des biens matériels ainsi que l'équipement lui-même (locaux techniques).

- **La détente et le loisir**

**Le loisir :** est une activité qui apporte des satisfactions, ses objectifs sont d'assurer un équilibre psychologique et physique. Il doit être accessible à tous.

**La détente :** englobe les activités qui n'ont rien avoir avec la fondation habitat et qui ne sont pas considérées comme du travail. C'est des activités d'accompagnement et d'animation, qui attirent le public, assurent une grande rentabilité et créent une ambiance et une convivialité à l'intérieur de l'équipement. Ce sont des activités annexes mais utile pour la prise en charge des usages de l'équipement. Nous retrouvons ses différentes activités surtout les niveaux les plus publics.



## II.5. Analyse d'exemples de centres commerciaux et de loisir (bioclimatiques)

C'est en vue de vérifier tous les éléments cités ci-dessus que notre choix s'est porté sur l'analyse de deux exemples de centres commerciaux récents qui intègrent la problématique de compacité et de lumière ainsi que la nécessité d'intégrer dans une surface restreinte. Un large programme comme ce qui est du cas des Galeries Lafayette de Berlin et l'intégration d'un centre commercial bioclimatique dans le cadre des l'éco – réhabilitation de la caserne de Bonne à Grenoble, dont la problématique consiste à construire propre pour et avec l'environnement afin d'avoir un centre commercial a grande efficacité énergétique à faible empreinte carbone. Il est a noté que ces deux exemples sont intégrés dans des tissus a forte urbanisation ayant des points communs avec l'environnement dans lequel s'inscrit le site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre et sa problématique urbaine de liaison d'**entre deux**.

### II.5.1. Exemple 01 : Les galeries La Fayette a Berlin

Conçu par Jean Nouvel, il est la propriété du groupe galerie Lafayette de Paris et le 1<sup>er</sup> de leurs magasins à l'étranger il se situe à l'angle de la rue Friedrichstraße Berlin Allemagne ancienne limite entre les deux Berlin est et ouest lui conférant d'emblée une importance et symbolique historique au sein de la ville .Il occupe totalement une parcelle carrée de surface de 40000m2 le classant dans la branche de « Bazar de luxe ».

Il se distingue de par sa façade entièrement vitrée, son volume compact, et surtout de ses puits de lumière.



Figure 95 : situation du centre



Figure 96 : La mise en évidence du projet de l'extérieur

Il se distingue par son dialogue fluide avec l'urbain, son programme inclus une rue intérieure en continuité avec celle de l'extérieur pour ne former qu'un seul et unique soubassement destiné au public qui afflue directement des rues commerçantes environnantes ou des sorties de métro qui se trouvent à proximité de l'entrée.

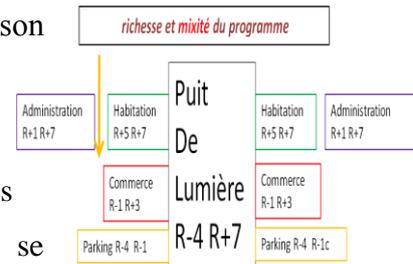


Figure 97 : programme du centre commercial

Son programme se distingue par la fluidité de son ordonnancement ainsi que la cohabitation spatiale dont il fait l'objet de sorte à ce que les sous-sol des parkings viennent au dernier niveau partager l'espace de vente de pièces uniques et luxueuses tels que : les bijoux, la maroquinerie, la vente de pierre précieuse ce positionnement en sous-sol est réfléchi pour des besoins d'intimité et de sécurité.

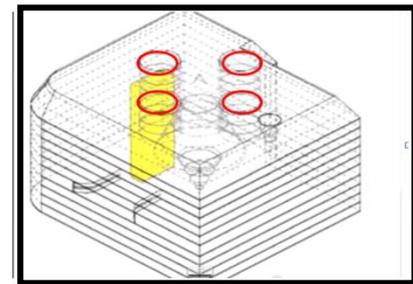


Figure 98 : Les circulations verticales  
Source : [www.jeannouvel.com](http://www.jeannouvel.com) traitées par l'auteur

Au RDC on retrouve une rue commerçante intérieure comme cité ci-dessus ou sont positionnés les espaces de consommation.

Du 1<sup>er</sup> au 3<sup>ème</sup> étage les commerces s'étalent sur des plans libres on accède aux différents étages par circulation mécanique verticale (ascenseurs) ou horizontale (escalator). C'est à partir du 3<sup>ème</sup> et jusqu'au 6<sup>ème</sup> étages que l'on trouve les bureaux et les habitations.

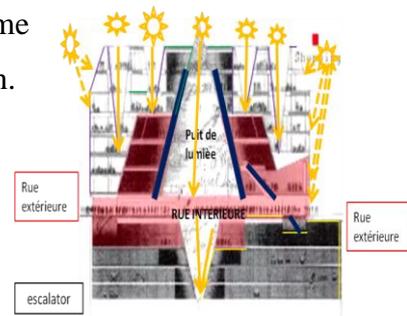


Figure 99 : système des puits de lumière  
Source : vidéo youtube traitées par l'auteur

Tout ce système spatial gravite autour de différents puits de lumière qui viennent transpercer l'espace et sa compacité pour l'aérer et l'alléger dans le but de solutionner les problèmes d'aération et d'éclairages dont souffrent les centres commerciaux en général et ceux dont la forme est dense en particulier



Figure 100 : Organisation centrale autour du puits avec une desserte horizontale circulaire

### II.5.2. Exemple 02 : La caserne de Bonne (Halle de Grenoble)

Le nouveau centre commercial La Caserne de Bonne porte tout simplement le nom du quartier de Grenoble qui l'accueille : une ancienne enclave militaire cédée à la ville en 1990 et reconquise sur le mode écologique dans le cadre du programme européen Concerto, qui promeut l'efficacité énergétique et le recours aux énergies renouvelables.

Cette ZAC<sup>12</sup> de 8,5 hectares définie par l'urbaniste Christian Devillers et aménagée par la Sages avec Aktis Architecture se distingue par sa mixité, sa densité et ses performances environnementales. L'enceinte d'autrefois a été mise à bas, les élégants bâtiments du XIXe siècle réappropriés et le beau dégagement de la place d'armes transformé en un parc de 3,5 hectares par la paysagiste Jacqueline Osty. Le centre commercial de 16 653 m<sup>2</sup> lui, redessine le nord du site. Taillée en sifflet, son entrée principale se situe à l'angle du boulevard Gambetta, grand axe de desserte depuis le centre-ville, et de la rue Berthe-de-Boissieux, qu'il accompagne sur 300 mètres. En pignon, un tableau de panneaux en verre rétro éclairé constitue l'unique affichage de ces galeries commerciales glissées dans le quartier. Il est ouvert au public à partir de septembre 2010.

Le programme de La Caserne de Bonne associe aux surfaces de vente de quelque 17.000 mètres carrés, 128 logements pour étudiants, 3.400 mètres carrés de bureaux et un parking enterré de 355 places, le site étant facilement accessible en tramway ou en bus

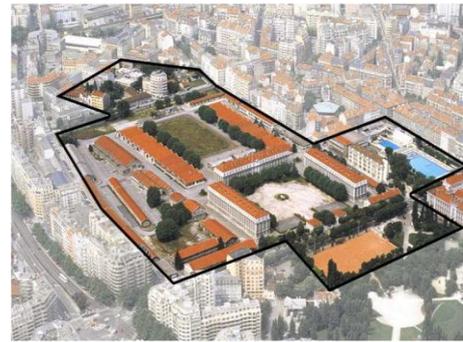


Figure 101 : La caserne de Bonne avant l'intervention

Source : [www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne

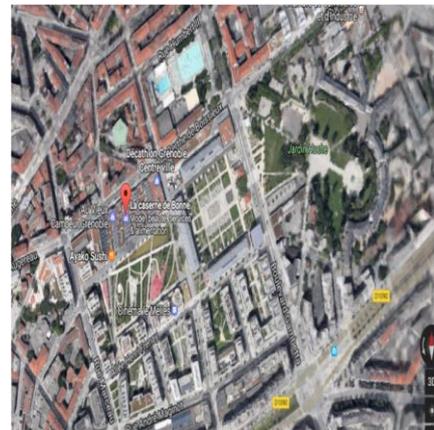


Figure 102 : situation de La halle bioclimatique de Grenoble / Source :

[www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne



Figure 103 : plan de masse de La caserne de Bonne après l'intervention /Source : [www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne

<sup>12</sup> Zone d'aménagement concerté

- **Fonctionnement de la Halle Bioclimatique**

Intégré au nouvel Éco quartier de Grenoble comme l'ayant cité ci-dessus, le centre commercial de la Caserne de Bonne a été entièrement conçu dans un souci d'exemplarité en termes de développement durable et entièrement conçu selon les normes HQE<sup>13</sup>.

Du choix des matériaux aux procédés de construction en passant par l'efficacité énergétique et l'utilisation d'énergies renouvelables, tout a été imaginé pour préserver l'environnement aux alentours du centre.

Très innovante, la Caserne de Bonne offre également à ses clients une halle bioclimatique dont le principe est de n'utiliser aucune climatisation. Le centre n'est ainsi ni chauffé ni climatisé, il bénéficie simplement de façades extérieures très isolantes, d'une enveloppe intérieure favorisant les échanges énergétiques avec les commerces. Orienté nord-sud, il reste fermé l'hiver, chauffé par les rayons du soleil. L'été, l'ouverture des nombreuses portes offre une ventilation naturelle.

Dotée de 52 boutiques - dont Monoprix, Au Vieux Campeur, H&M, Nature et Découvertes – de rues piétonnes, de jardins terrasses, et de restaurants, la Caserne de Bonne est plus qu'un centre commercial. C'est aussi un véritable lieu adapté aux attentes environnementales des Grenoblois.

En supplément d'informations a propos de La Caserne de Bonne et son développement durable :



Figure 104 : l'entrée du centre commercial



Figure 105 : Rue marchande piétonne intérieure



Figure 106 : Bardage en bois en façade



Figure 107 : rues piétonnes qui lient le noyau à l'existant

<sup>13</sup> Haute qualité environnementale

- l'utilisation de matériaux durables sélectionnés pour leur qualité et leur disponibilité locale.

-Une structure en bois pour l'espace bioclimatique :

-Première en France pour un centre commercial, l'utilisation de 1 500 m<sup>2</sup> de bois provenant de l'arc alpin - pin douglas de France et d'Autriche.



Figure 108 : Toiture en dent de scie (système de SHED)

-Réalisation d'un bardage en bois durable ou traité à haute température.

-Une conception dont l'objectif de performance énergétique est stricte qui intègre un fonctionnement bioclimatique de l'ensemble du centre qui ne sera ainsi ni surchauffé ni réfrigéré.

· Energies collectives :

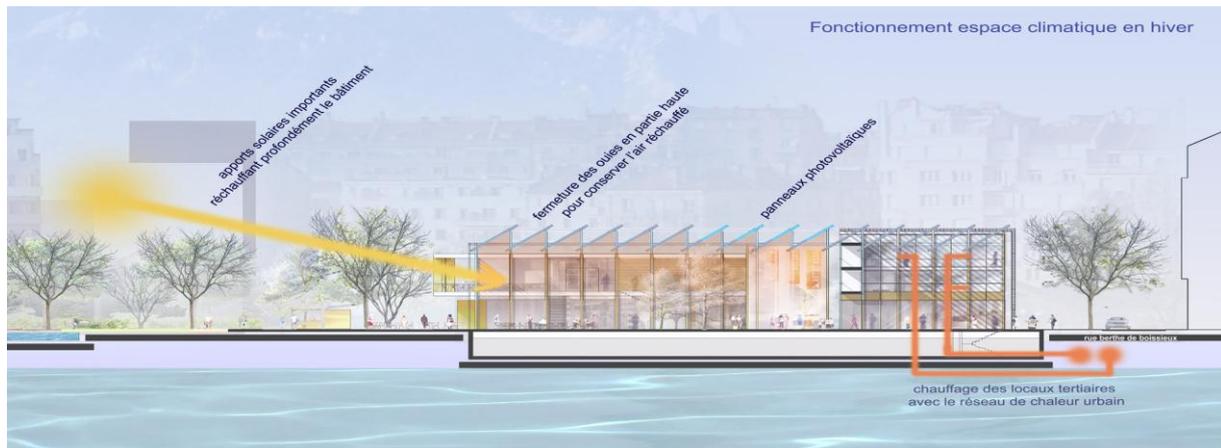


Figure 109 : fonctionnement espace climatique en hiver / Source : [www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne

La production de chaleur est tributaire du système de chauffage urbain de la ville qui s'est engagé dans un programme à base d'énergies douces (bois, biomasse, hydroélectricité) permettant un rejet minimum de CO<sup>2</sup> (objectif de rejet de 161g/kw/ h produit).

- Toiture photovoltaïque couvrant 1000 m<sup>2</sup>
- Utilisation de la nappe phréatique (tempérée entre 13 et 15 °C) pour alimenter le système de climatisation des magasins.

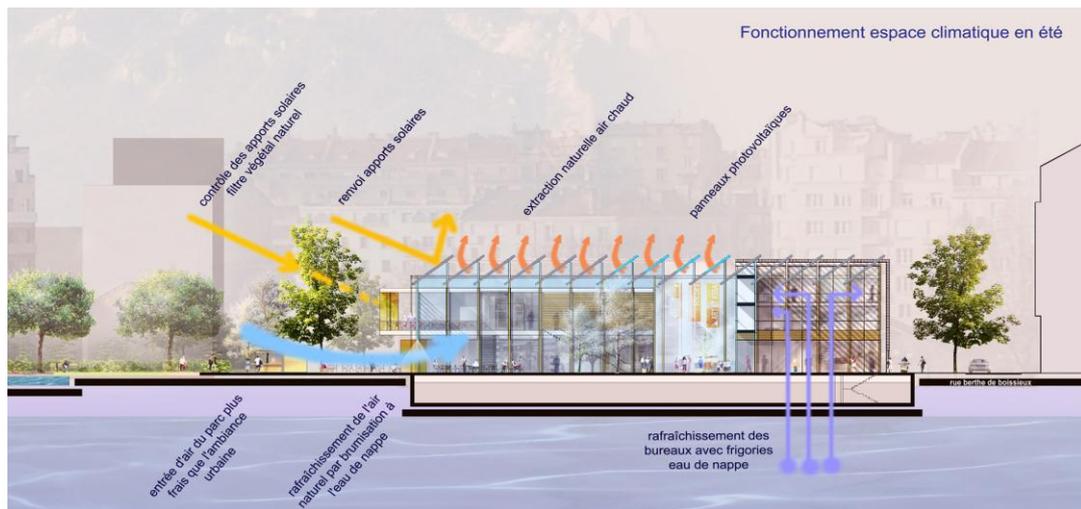


Figure 110 : fonctionnement espace climatique en été / Source : [www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne

- Isolation de tous les bâtiments en ouate de cellulose et membrane d'étanchéité sans chlore.
- Eaux pluviales absorbées pour moitié sur place grâce à une tranchée d'infiltration, tandis que les toitures végétalisées régulent l'ensemble des rejets. La végétation permet de retenir et de déphaser 55 mm d'eau soit 68% de la pluie décennale.



Figure 111 : parc extérieur du centre commercial/ Source : [www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne



Figure 112 : aménagement du parc / Source : [www.aktisarchitecture.com](http://www.aktisarchitecture.com) étude de cas la caserne de bonne

Un beau parc, très fréquenté (de plus en plus) par les familles grenobloises lors des beaux jours, ne dispose d'aucunes toilettes publiques. Cette absence contraint les usagers et

notamment les nombreux enfants à trouver d'autres solutions et notamment en se tournant vers des toilettes "privées" (Centre commercial, Cinéma) réglementées et non prévues à cet effet. La mise en place de toilettes sèches viendrait répondre à ce problème/besoin et s'implanterait harmonieusement dans le parc tout en s'inscrivant en cohérence avec le label Eco-quartier de la Caserne de Bonne.

### **Synthèse**

C'est grâce à l'étude de la thématique de l'architecture des centres commerciaux et en particulier de l'architecture bioclimatique de ces équipements, des problématiques posées par les exemples analysés qu'elles soient liées aux contextes ou au thème, que nous aurons un canevas dans lequel nous pourrions nous abreuver lors de la conception de notre centre commercial et de loisirs en plein centre urbain de la ville de Tizi Ouzou.

### **Conclusion**

Notre analyse thématique nous a permis de définir le schéma directeur avec lequel nous devons tracer les bases conceptuelles fondamentales de notre centre commercial bioclimatique et de définir aussi l'échelle dans laquelle nous pouvons nous insérer à savoir l'échelle des centres commerciaux régionaux. Les exemples étudiés dans cette partie nous ont permis de voir le type de programmes renouvelés des centres commerciaux urbains contemporains dont la spécificité se veut être celle de leur architecture tournée vers l'aspect bioclimatique et donc d'avoir une idée sur la manière d'intégrer des procédés actifs et passifs dans l'architecture de notre projet dès le début de sa conception.

# *Chapitre III*

## *L'architecture du projet*

### III. Le projet, sa forme et son architecture

#### III. 1. Création du projet sur sa base contextuelle

##### III. 1. 1. Mise en lumière des enseignements tirés du pré projet

Les analyses faites en amont du contexte urbain et bioclimatique du site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre nous ont permis d'amasser un nombre d'informations importantes quant à la définition d'une stratégie de conception architecturale de notre centre commercial bioclimatique qui sera en dialogue et en adéquation avec son contexte urbain et bioclimatique. Les tableaux ainsi que les deux schémas ci-dessous présentent une synthèse graphique des éléments déduits du contexte immédiat et urbain du site et de la thématique.

Approche	Synthèse
<p><i>Approche contextuelle :</i></p> <p>Site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre de la ville de TO</p>	<p>Positionnement du site à l'échelle macro :</p> <p>Nationale</p> <p>Régionale</p> <p>Au niveau de la ville de TO</p> <p>L'évolution des tissus de la ville de TO au fil du temps et aux différentes époques</p> <p>la structure de la ville de TO et ses divers composants :</p> <p>Son système viaire et sa hiérarchisation : Boulevard-Avenue/Rue principale-Secondaire/ Ruelle</p> <p>Les nœuds et leurs ordres de classement</p> <p>Les espaces communs et verts et leurs places dans les tissus de la ville</p> <p>La reconnaissance et autres signalétiques entourant le confort visuel général dans la ville</p> <p>Le site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre comme pierre angulaire (échelle micro) :</p> <p>Sa position stratégique dans le tissu général de la ville de TO et dans la</p>

<p><i>Approche contextuelle :</i></p>	<p>réglementation régissant l'ensemble (PDAU<sup>14</sup>)</p> <p>Sa composition naturelle : en terme de morphologie ; surface et autre topographie</p> <p>L'étude de son exposition à la rue ; son accessibilité piétonne et mécanique ainsi que son entourage bâtie et immédiat</p>
<p><i>Approche bioclimatique</i></p>	<p>Etude climatique a l'échelle macro de la ville de TO<sup>15</sup> :</p> <p>Analyse de données de l'ONM<sup>16</sup> de TO :</p> <p>-Températures - Humidité – Vitesses des vents – Précipitations – Heures d'insolation et ce des dix dernières années 2007 -2016 et leurs rôles dans la conception des outils de conception bioclimatique</p> <p>Les outils de conceptions bioclimatiques et leur importance dans le choix et l'établissement des stratégies de conceptions architecturales bioclimatiques qui sont :</p> <p>Le diagramme bioclimatique de GIVONI de la ville de TO</p> <p>Les diagrammes solaires de la ville de TO</p> <p>L'étude de l'environnement végétal de la ville de TO et les typologies d'arbres et de végétation utilisable dans une conception bioclimatique</p> <p>Etude bioclimatique a l'échelle micro au niveau du site du marché du 1<sup>er</sup> Novembre :</p> <p>L'exposition du site face aux vents de l'ouest et son comportement spécifique due a l'environnement bâti existant</p> <p>L'exposition du site au soleil et son exposition due a sa topographie très pentue ainsi que la concentration des ombres aux deux extrémités du site annuellement</p>

<sup>14</sup> Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

<sup>15</sup> Tizi Ouzou

<sup>16</sup> Office national de météorologie

<p><b>Approche thématique :</b></p> <p>Conception d'un centre commercial bioclimatique</p>	<p>Présentation de la thématique d'architecture commerciale :</p> <p>Les espaces commerciaux et leur classement selon les surfaces                  Les centres commerciaux au niveau Africains et leurs classements                  Les centres commerciaux et leur place en Algérie</p> <p>Etat des lieux de l'activité et les surfaces commerciales dans la de TO                  Evolution et historique des centres commerciaux du XIXème siècle à nos jours</p> <p>Les centres commerciaux bioclimatiques</p> <p>Présentation de quelques procédés de conception d'une architecture bioclimatique :</p> <p>La place du soleil dans une conception bioclimatique :</p> <p>Le solaire passif et les vents</p> <p>Le solaire actif et la ventilation</p> <p>Le rôle des matériaux dans l'élaboration des stratégies bioclimatiques et leur combinaison avec les systèmes architecturaux ainsi que leurs propriétés thermo-physique et leurs rôles dans une conception a bonne efficacité énergétique</p> <p>Elaboration des programmes qualitatifs et quantitatifs d'un centre commercial d'une surface de 6155m<sup>2</sup></p> <p>Analyse d'exemples de centres commerciaux :</p> <p>Les galeries Lafayette de Berlin dont le concept d'organisation et de conception tourne autour de l'idée du puits de lumière et de superposition des programmes ainsi qu'une grande liaison a l'urbain</p> <p>Les halles de bioclimatique de Grenoble : La caserne de Bonne : Avec la réhabilitation d'une friche militaire en éco-quartier indépendant et efficace énergétiquement avec une conception d'un centre commercial propre produisant son énergie électrique avec pré de 1000m<sup>2</sup> de solaire actif la création d'une toiture en redent (SHED /Dent de scie) laissant passer la lumière basse en hiver et permettant la ventilation naturelle en été ; ainsi que l'utilisation du chauffage urbain en hiver avec la cogénération des gaz produit par le photovoltaïque et l'utilisation de la nappe phréatique comme système de rafraichissement en été et enfin l'utilisation générale de bois ( pin Douglas provenant de la région)limitant ainsi la pollution et s'encrant dans une politique de construction durable</p>
--	---

**Tableau 1 : Récapitulatif des analyses contextuelle, thématique, et bioclimatique /Source : Elaboré par l'auteur**



Services techniques	Boutique (E/com)
• Locaux de climatisation	Accessoires auto
40m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
Locaux de chauffage	Lunetterie
40m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
Locaux de maintenance	Confiserie
120 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
Locaux de sécurité	Vaisselle
30 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
Locaux de services	Matériel électronique et informatique
(110) m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
• Dépôts	Quincaillerie
20*45m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
• Loges	Grande surface
4*20 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>
	Pavillons pour des marques
	60m <sup>2</sup>
	Terrains de sport :
	2*(10*30) m
	Piscine
	10*20m

III. 1. 1. 2. Influences du site et de l'identité du projet sur sa forme globale

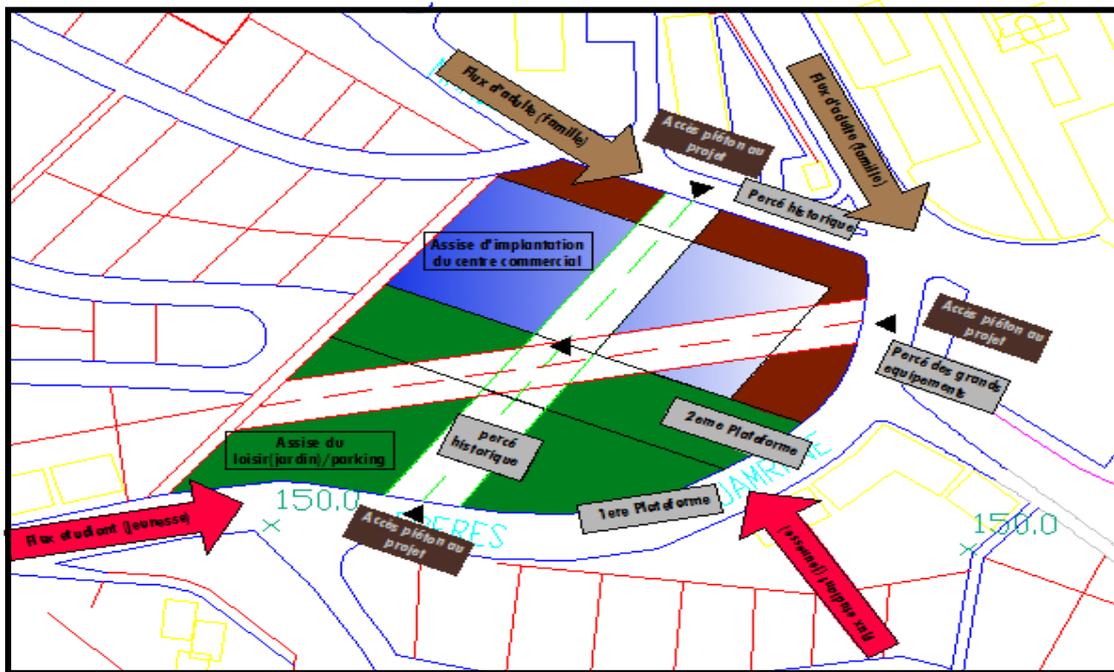


Figure 114: Implantation du projet pour et par son contexte / Source : Elaborée par l'auteur

Comme principe primitif de formalisation nous avons choisi de nous baser sur les aspects existants du site dans l'implantation du projet du centre commercial et de loisirs. Pour se faire nous avons décidé d'utiliser la topographie existante du site qui se développe en une grande et large plateforme au nord qui sera l'assise du centre commercial de part sa nature peu accidentée, ainsi que deux autres au sud l'une large et l'autre étroite au niveau de son accès mécanique qui seront à leur tour utilisées en gradins pour les parkings et les jardins terrasses pour le loisir. Aussi cette implantation se justifie par rapport aux types de flux auxquels elle

fait face, en découlera ainsi l'activité à laquelle sera dédiée chaque entité. Cette répartition se fera comme suit : un flux d'adulte venant du nord ou se trouvent tous les grands équipements de la ville de Tizi Ouzou qui sera pris en charge par le centre commercial et un flux de jeunes venant du sud qui est généré par l'existence de l'UMMTO ainsi que les divers centres de formations professionnels avoisinants ces entités seront accessibles par des voies piétonnes déterminées par les deux axes l'un historique l'autre des grands équipements qui deviendront par la suite des percées urbaines .

### III. 1. 1. 3. Implantation bioclimatique du projet dans son site

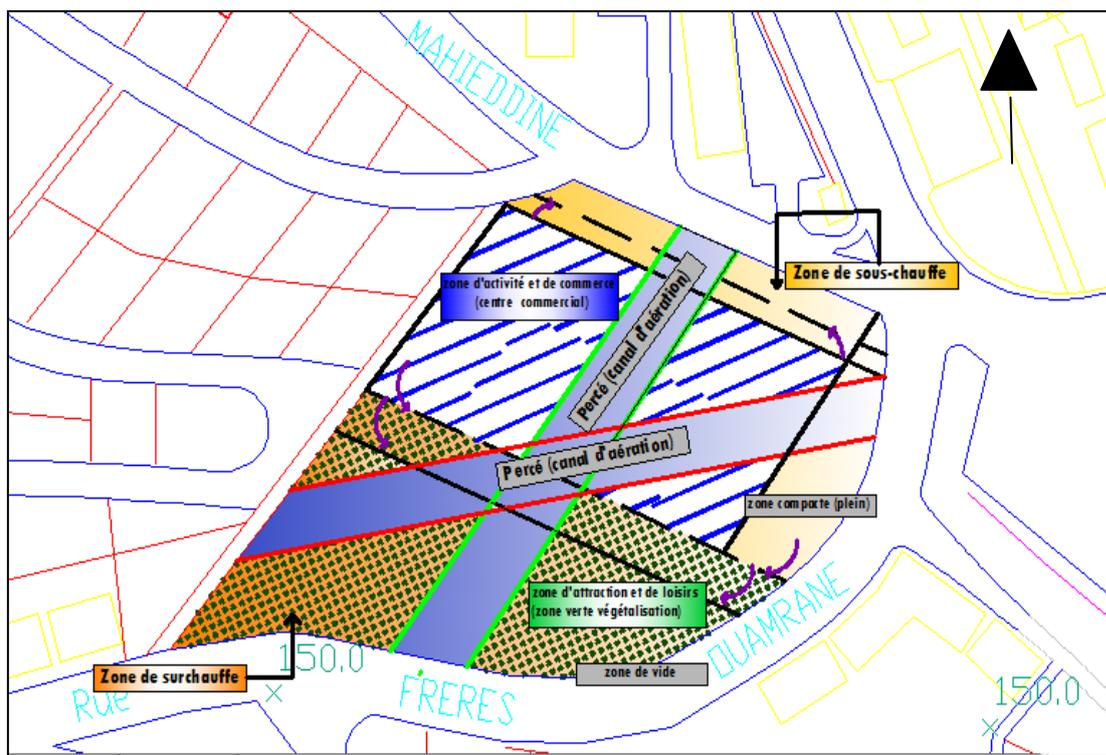


Figure 115: L'implantation bioclimatique du projet / Source :Elaborée par l'auteur

Hormis les raisons liées au contexte urbain l'implantation du projet s'est faite en fonction des éléments climatiques et bioclimatiques du site. Le travail se faisant ainsi sur l'utilisation des vents existants et la course du soleil à laquelle il est soumis. De se fait la création de la zone d'activité commerciale en zone de sous-chauffe s'est imposée a nous comme la première action à entreprendre afin d'éviter les désagréments que causerait une implantation au sud en zone de surchauffe tout en profitant de la course du soleil et ce via un choix formel qui s'exprime en une forme longiligne qui s'étale pratiquement selon l'axe bioclimatique est-ouest . Cette forme sera tout en compacité traversée par diverse percés qui y assureront la ventilation et que l'on considérera comme des canaux d'aération géants au sein du projet.

Aussi le fait de choisir d'implanter la zone verte d'attraction et de loisirs qui se matérialise par l'implantation d'un jardin au sud en zone de surchauffe n'est pas fortuite le but de cette action réside dans le désir d'y réguler les températures et de permettre un rafraîchissement des vents chauds provenant du sud ouest en contrebas et de créer un micro climat favorable et agréable pour les utilisateurs.

### **III. 1. 2. L'idée mère du projet et sa philosophie**

Notre philosophie tire naissance des divers aspects composants nos analyses, qu'ils fassent partie du contexte urbain ou bioclimatique dans lequel on s'insère ou bien de la thématique que porte notre projet. Cette philosophie porte une idée, un concept qui sera travaillé, exprimé et matérialisé du début à la fin du processus de création du projet ; cette idée se présente sous le nom de « l'entre deux ». Aussi cette énonciation soulève certaines questions à savoir :

Qu'est ce que l'entre deux?

Que voulons nous dire ou exprimer par l'entre deux?

Sous quels aspects retrouve-t-on l'entre deux au sein de notre site ou autre thématique ?

Dans un premier lieu nous allons donner une définition du concept de l'entre deux :

C'est donc un espace délimité par deux choses ou un état intermédiaire entre deux extrêmes c'est aussi ce qu'on appelle un espace temps entre deux dates, deux événements.<sup>17</sup>

Dans notre cas le premier terme de la définition tend à avoir une résonance régionale. A l'échelle macro notre projet s'implante dans un site situé entre deux monts. Délimité au nord par le mont Balloua et au sud par le mont Hesnaoua donc entre deux choses matérielles. En second il est situé entre deux tissus l'un ancien colonial qui est le centre ville, l'autre moderne apparue après l'indépendance de l'Algérie qui est la nouvelle ville (zhun)<sup>18</sup> de Tizi Ouzou apportant ainsi un caractère temporel à ces deux tissus. En outre ces deux tissus qui entourent notre site se font face ostensiblement quant à leur organisation de l'espace urbain, nous avons un centre ville tracé selon un quadrillage militaire en damier et une zhun dont la majeure partie est occupée par des lotissements ou des ensembles d'habitats collectifs

<sup>17</sup> Dictionnaire Le Larousse

<sup>18</sup> Zone nouvelle d'habitat urbain

où l'on déplorera l'inexistence d'aménagements urbains ainsi que ses limites organiques non contrôlées.

Hormis l'aspect contextuel du site notre objet de conception se situe entre deux axes :

L'un fonctionnel, l'autre identitaire. C'est un centre commercial et de loisirs qui se voudra à la fois consommateur d'énergies et fortement bioclimatique. Dont le défi sera de transformer une tache noire au sein de la ville de Tizi Ouzou en un halo de lumière. Porteur d'un projet social qui réconciliera jeunesse insouciante et âge adulte de maturité s'adressant à toutes les franges de la population allant de 7 à 77ans.

Aussi d'après le philosophe Daniel Sibony : « L'entre-deux est une forme de coupure-lien entre deux termes, à ceci près que l'espace de la coupure et celui du lien sont plus vastes qu'on ne le croit ; et que chacune des deux entités a toujours partie liée avec l'autre. Il n'y a pas de no man's land entre les deux, il n'y a pas un seul bord qui départage, il y a deux bords mais qui se touchent ou qui sont tels que des flux circulent entre eux. »<sup>19</sup>

Cette définition trouvera écho dans l'architecture du projet qui se développera entre fragmentation et unicité, la matérialisation de cette coupure lien entre les diverses entités reliées entre elles aussi bien par des éléments architectoniques matériels que par le vide qui ne représente pas en soit un no mans land le dialogue entre les deux bords se faisant par la circulation des usagers de part et d'autres.

### III. 1. 3. De la philosophie à la concrétisation de « L'entre deux »

#### III. 1. 3. 1. Le projet face au champ lexical conceptuel de « L'entre deux »

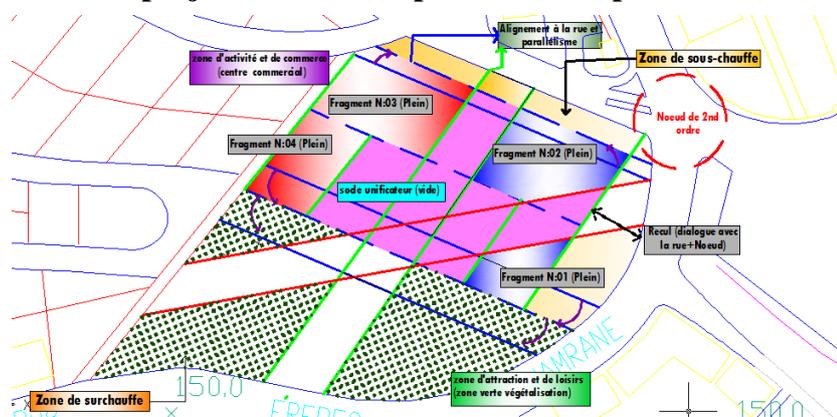


Figure 116: premières apparitions de l'entre deux au sein du projet / Source :Elaborée par l'auteur

<sup>19</sup> Entre-deux, l'origine en partage, Paris, Seuil, coll. « Points essais », 1991.

Ce schéma montre les premières apparitions de l'idée de « l'entre deux » dans la conception et conceptualisation du projet et sur la base des récapitulatifs précédents quant au contexte urbain et bioclimatique ainsi qu'à notre thématique. Pour ce qui est du contexte notre site se situe comme cité auparavant entre deux tissus et deux monts reliés par une percée qui traverse le volume compacte du projet et qui le divise en deux entités considéré comme première apparition de l'entre deux dans notre conception une autre percée reliant les grands équipements de la ville s'ajoute à la première qui au passage éclate l'une des deux grandes entités. Ces vides s'allient et créent un socle unificateur du centre commercial afin de répondre aux exigences du programme auquel il est soumis. Nous sommes donc face à divers concepts qui entourent cette idée d'entre deux. Entre ponctuation et unicité ; dialogue entre le plein et le vide ; contraste et complémentarité entre stabilité et éclatement qui s'expriment dans notre projet en référence aux tissus qu'il relie une ZHUN éclatée face à un tissu colonial quadrillé. En outre la thématique a ses exigences conceptuelles tel que la légèreté et la massivité qui se matérialisent dans des soubassements imposants massifs comme indiqué précédemment et un corps léger et habile ce qui s'exprime dans notre cas dans des jeux de volumes et leurs répartitions. Quant à la disposition des divers composants du projet dans le site il se fait d'une part selon deux concepts utilitaires qui sont le bien être du corps (consommation) et de l'esprit (détente et loisirs) et d'autre part selon des concepts de confort dit confort bioclimatiques on en déduit donc que le projet est entre deux problématiques celle qui la lie à son usage qui est commercial et de loisirs et l'autre qui est identitaire donc bioclimatique.

### **III. 1. 3. 2. « L'entre deux » dans tous ses états !**

Le centre commercial étant un objet architectural dont le rôle social est de s'adresser à toutes les franges de la société qu'il soit de tous les milieux et de tous les âges ; surtout s'adressant du plus vieux au plus jeune notre forme est la somme de toutes ces considérations. Une entité à l'ouest calme avec deux volumes compacts reliés dans une relation formelle d'emboîtement représentant l'âge de la maturité l'âge adulte puis la vieillesse avec des gabarits qui vont du R+4 à R+5 et une entité à l'est faite d'un volume de base fragmenté au niveau de l'axe des équipements qui les a éclatés avec un volume en R+2 qui représente l'enfance puis un autre en R+3 qui représente l'adolescence la rupture entre les deux représente la phase de crise que traverse chaque personne en cette période tout en gardant un lien visuel avec son enfance. Le passage entre l'insouciance de la jeunesse et la raison de la maturité est

matérialisé par une passerelle translucide qui joue le rôle d'entre deux symbole du rapport qu'ont les diverses époques dans la formation d'un seul être.

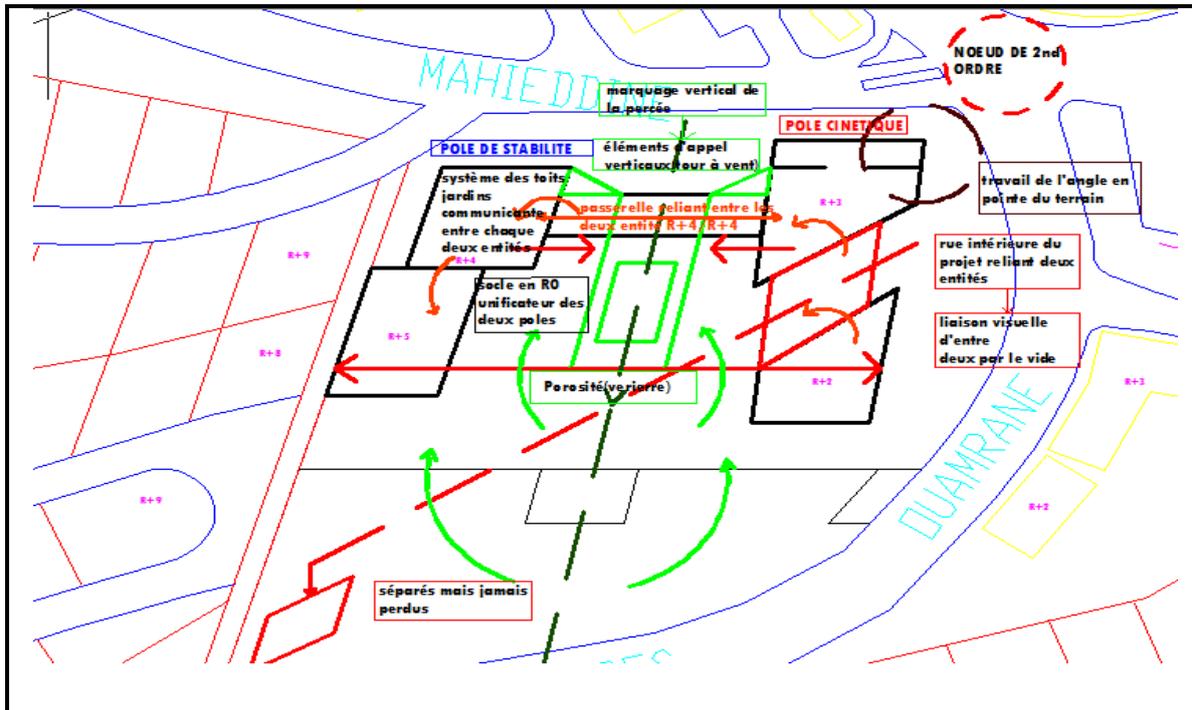


Figure 117: matérialisation de l'entre deux et forme finale du projet / Source : Elaborée par l'auteur

L'entre deux sera renforcé par l'ouverture de chaque volume sur l'autre à l'aide des terrasses jardin qui seront une extension des jardins extérieurs à l'intérieur du projet.

L'entre deux se matérialise aussi par cette percée verticale et horizontale marquée par les deux moments d'appels que sont les tours à vent placées au nord pour des besoins de renouvellement d'air. Cette interprétation s'inscrit totalement dans le cadre de la seconde définition de l'entre deux cité plus haut.

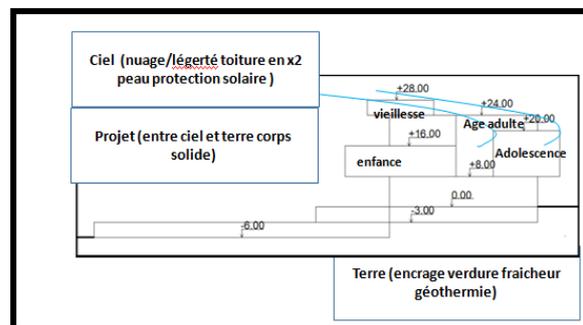


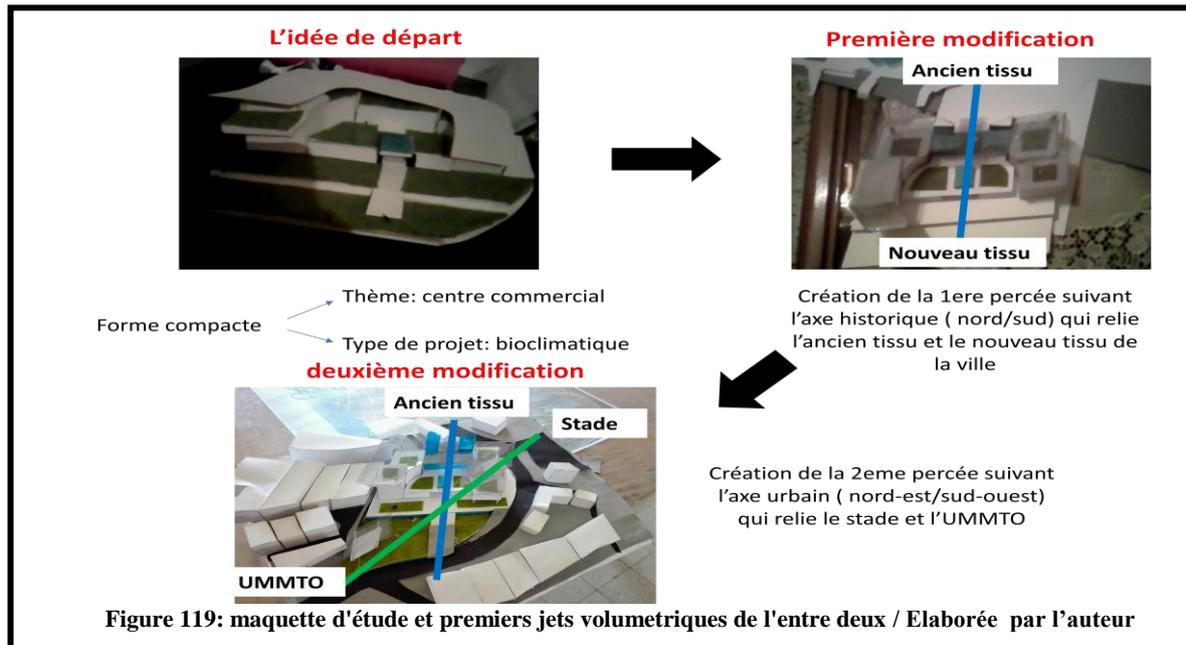
Figure 118: coupe schématique du projet / Elaborée par l'auteur

### III. 1. 4. Processus de création de « L'entre deux » en volume du début à la fin

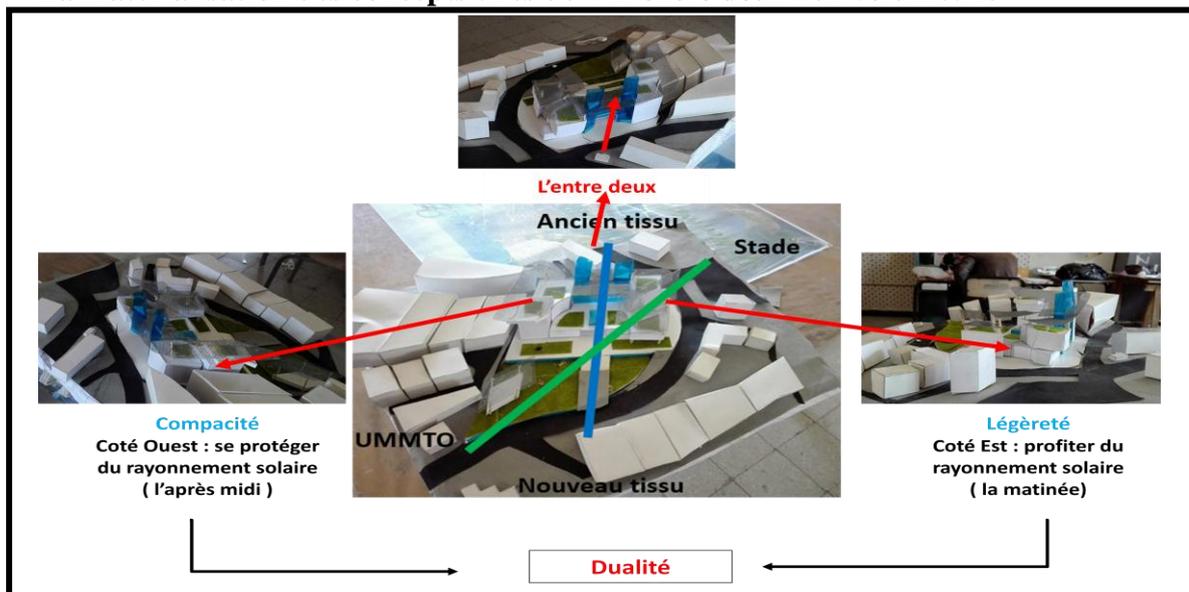
#### Développement et évolution de la forme à l'échelle du 1/500ème

Durant la conception et matérialisation de la forme lors du premier essai nous nous sommes orientés vers la création d'un volume compact et unie dont le socle commun est un sous-bassement en double hauteur ou chaque volume communique avec l'autre adjacent grâce aux toits des différentes entités comme idée première d'entre deux chapotée par une toiture

qui se voulait légère en double peau. Cependant l'aspect étouffé, massif et lourd de cette forme nous a poussé à utiliser les deux axes cités plus haut pour créer des percées qui ont permis au volume de s'alléger et de s'aérer plus encore le marquage de la percée horizontale s'est renforcé verticalement avec la création de deux éléments verticaux (tours a vent) qui feront office de moment d'appel dans la ville de Tizi Ouzou. La toiture quant à elle a aussi subi une fragmentation ce qui a participé à l'allègement de la forme générale du projet.



**La matérialisation des concepts tirés de « L'entre deux » en volumétrie**



## Validation de la forme et passage à l'échelle du 1/200eme



Figure 121: Edition finale de la forme du projet / Source : Elaborée par l'auteur

C'est au passage à l'échelle du 1/200eme que l'un des problèmes formels du projet fit son apparition ; sous forme d'une grande ligne horizontale pesante et écrasante qui provoquait un sentiment de monotonie et d'inertie du projet cette ligne a eu pour effet d'éteindre toute la cinétique que l'on voulait insuffler au projet.

Aussi la prise en charge de la ligne rectiligne du soubassement (socle) s'est faite par la création de volumes emboîtés ou adjacents qui tirent naissance des deux percées horizontales dont on retrouvera la trace sur les façades créant un mouvement et dynamise à la forme stable du projet. Qu'on viendra compléter avec un traitement de façade fluide et en mouvement.



Figure 122 : vue générale sur l'aboutissement formel du projet / source : Elaborée par l'auteur

Nous avons unifié le traitement du sous bassement afin qu'il soit reconnaissable de l'extérieur et nous avons œuvré a créer des façades certes différentes mais suivant un principe commun à savoir des formes courbes et fluides qui tende a casser la linéarité de la forme ainsi que des traitement verticaux qu'ils soient droits ou obliques imposées par la verticalité des tours a vents et leur importance.

**III. 2. Mise en forme et aboutissement du projet et élaboration du dossier architectural**

**III. 2. 1. Prémices du dossier graphique du centre commercial entre exigence du programme et philosophie de l'entre deux**

L'idée de l'entre deux portée par notre projet à savoir le centre commercial se traduit aussi dans sa fonction et le lien unissant toute ses entités. Le projet se trouvant entre deux fonctions à savoir celle des services (commerciaux et administratifs) et ceux du loisir il fut nécessaire pour nous d'avoir une logique d'agencement des espaces qui puisse allier exigence du programme du projet à sa philosophie.

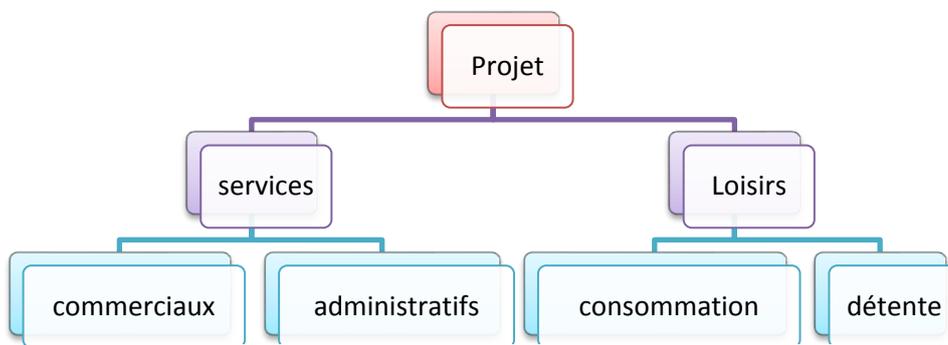


Figure 123 : Organigramme fonctionnel / SOURCE : Elaboré par l'auteur

Ces services et autres loisirs sont reparties selon l'idée d'un entre deux social qui se traduit d'abord par une spécification implicite des fragments (entités du projet) une entité destinée à l'âge de la raison à savoir la famille et ses composantes (parents, enfants, grands parents..) une autre à l'âge de la folie et de la fougue à savoir la jeunesse comme une réponse au composantes sociales de la ville de Tizi Ouzou qui comme on l'a vu lors de l'analyse

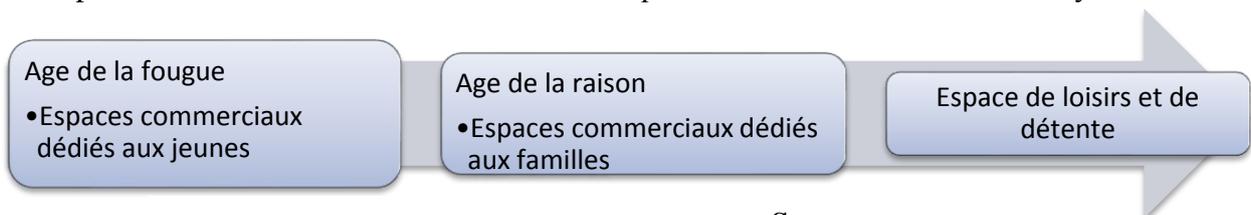


Figure 124 : Organigramme relationnel entre les entités / SOURCE : Elaboré par l'auteur

contextuelle comporte un fort taux de jeunes (étudiants) ainsi qu'un pouvoir d'achat des familles important qui ne demande qu'à être exploité. Ces deux âges se retrouvent autour du loisir qui les unifie autour d'un socle commun en RDC car les loisirs est une nécessité à tout âge.

Les espaces sont reliés les uns aux autres comme suit :

Un RDC pour tous regroupant une vente de produit dédié aux jeunes comme aux familles :

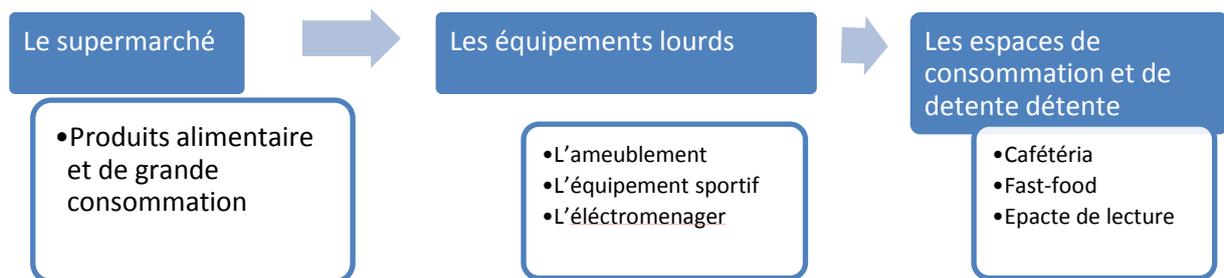


Figure 125 : organigramme du RDC / source : Elaboré par l'auteur

Deux entités qui émergent celle au nord-est dédiée aux jeunes à commencer par les enfants pour arriver aux étudiants une entité famille qui se développe du nord-ouest au sud-ouest dédiée totalement aux bourses des ménages avec des espaces de ventes dédiés aux femmes et aux hommes que ce soit pour des produit d'habillement ou de bien être du corps. Du R+1 jusqu'au R+4.

Toute fois le projet contient aussi une entité dite cérébrale qui matérialise le pragmatisme de l'idée de l'entre deux cette entité contient les activités administratives à savoir la prestation de services ainsi que les bureaux de l'administration du projet.

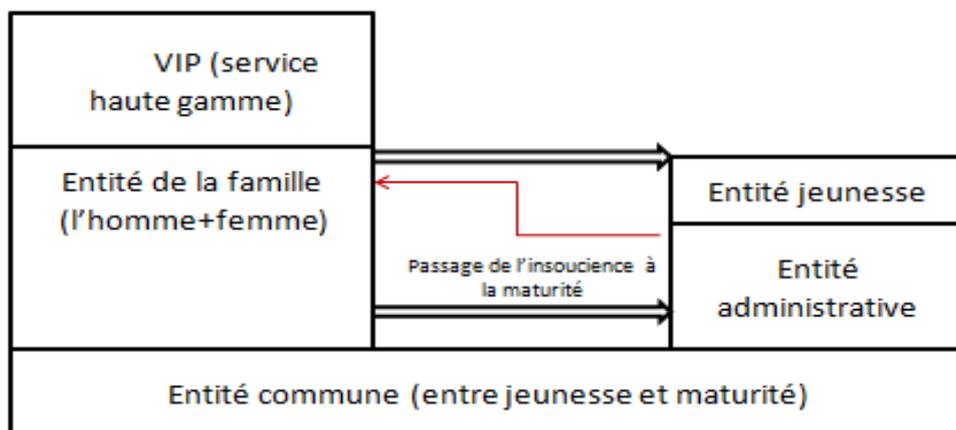


Figure 126 : organigramme schématique de l'ensemble du projet / Source : Elaboré par l'auteur

### III. 2. 2. Programme quantitatif et qualitatif du projet

Notre centre commercial est composé d'un jardin extérieur ainsi que d'un parking souterrain a deux étages dont le nombre de place est de 265 sa surface générale est de 25 524 m<sup>2</sup> .Il contient 37 boutique en plus de deux étages de service pour l'administration et les agences commerciales

Etage	Espace	Surface (m2)
RDC sur rue Et RDC en mezzanine  Surface générale : 6644 m <sup>2</sup>	Super marché	1384
	Consigne	129
	Fleuriste	112
	Hall d'accueil	1492
	Sanitaire (Homme)	30
	Sanitaire (Femme)	39
	Vente de meuble	445
	Vente d'électroménager	272
	Vente d'habillement sportif	137
	Vente de matériel sportif	138
	Vente de literie	143
	Vente de déco	73
	Vente de papeterie/périodique	48
	Espace de consommation/détente	597
	Cafeteria et Fast food	92
	Sanitaire(Femme)	53
	Sanitaire (Homme)	53
	ST : 5237	
R+1	Vente de chaussure femme	95
	Vente d'habillement femme	230 91

R+1  Surface générale :  2407 m <sup>2</sup>	Sanitaires Femme	94
	Sanitaires Homme	32
	Vente de lingerie pour femme	42
	Vente de maroquinerie	126
	Vente de jouets	137
	Vente d'habillement pour enfant	50
	Agence postale	57
	Agence de voyage	59
	Bureau d'assurance	ST : 1013
R+2	Vente de chaussure homme	135
	Vente d'habillement homme	181
	Vente de lingerie homme	32
	Vente d'accessoire homme	42
	Vente de matériel d'art plastique	126
	Vente de matériel de musique	137
	Sanitaires homme	85
	Sanitaires femme	95
	R+2  Surface générale :  2079 m <sup>2</sup>	Administration :
Hall d'accueil		86
Bureau des ressources humaines		86
Gestion du personnel		26
Bureau du directeur général		51
Secrétariat		32
Espace détente		46
Salle de réunion		46

R+2		ST : 1206
R+3  Surface générale :  1532 m <sup>2</sup>	Vente de cosmétique bio	93
	Salon d'esthétique pour homme	43
	Sanitaire homme	67
	Sanitaire femme	71
	Salon d'esthétique pour femme	65
	Vente d'accessoire haute gamme	56
	Vente de cosmétiques	74
	Vidéotheque (film/musique)	126
	Vente de matériel informatique	137
		ST : 732
R+4  Surface générale :  1581 m <sup>2</sup>	Horlogerie de luxe	53
	Bijouterie de luxe	52
	Parfumerie de luxe	43
	Sanitaire homme	49
	Sanitaire femme	40
	Habillement femme haute gamme	56
	Habillement homme haute gamme	42
	Maroquinerie de luxe	32
		ST : 367
		Surface commerciale totale : 8555m <sup>2</sup>

Tableau 2 : Programme quantitatif du projet /Source : Elaborée par l'auteur

### III. 2. 3. Aspect technique du projet

#### III. 2. 3. 1. Choix du système structurel

Notre choix s'est porté sur deux systèmes de structure :

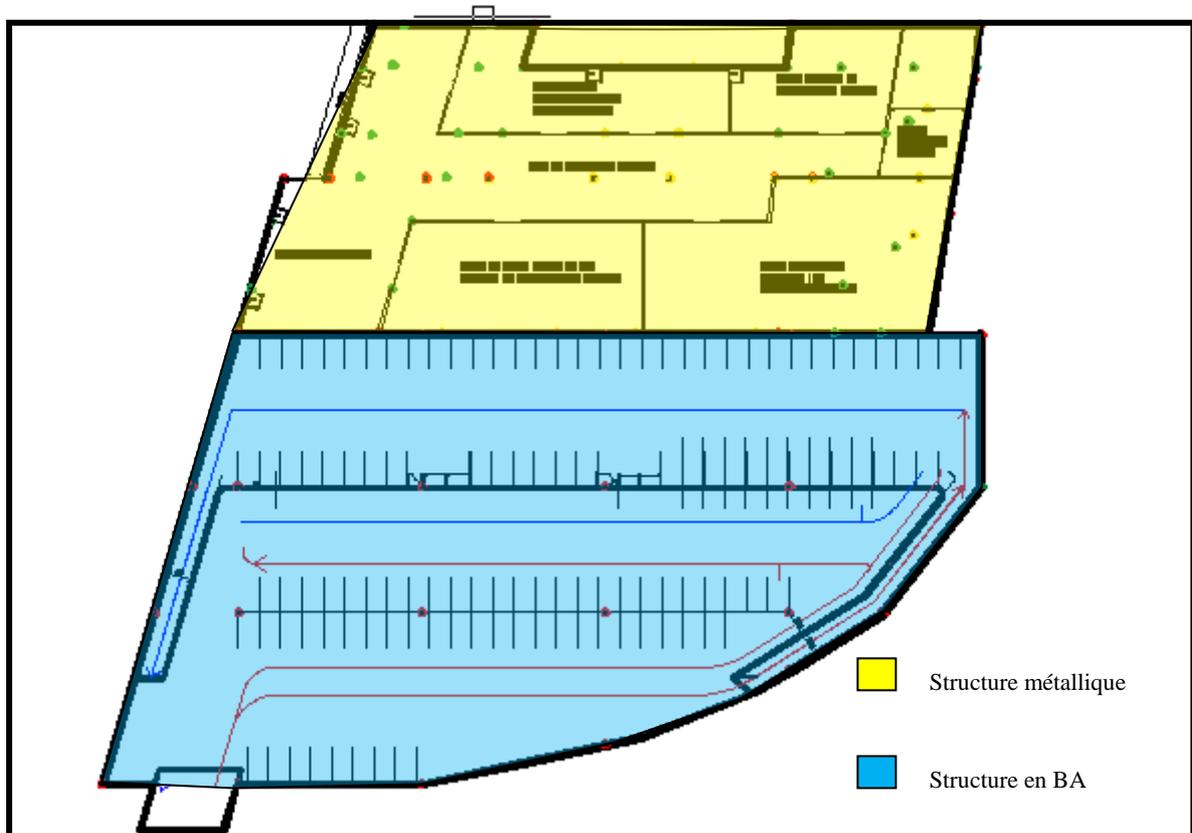


Figure 127 : type de structure pour chaque entité / Source :Elaborée par l'auteur

#### Structure en béton armé

Ce type de structure est utilisé dans les parkings car ce type permet d'assurer :

- Une bonne résistance aux efforts de compression et de cisaillement ;
- Une bonne protection contre l'incendie ;
- Une bonne résistance à la corrosion ;
- Une grande durée de vie.

#### Structure métallique

Ce type de structure est utilisé pour les entités commerces du projet qui nécessitent de grandes portées afin de dégager de grands espaces de ventes. Nous l'avons choisi pour :

- Sa capacité mécanique à franchir de grandes portées

- Sa grande capacité de reprendre tout type de sollicitations ainsi que sa légèreté qui diminue les charges sur les éléments porteurs.
- Sa malléabilité, sa facilité de réalisation

**III. 2. 3. 2. Infrastructure du projet**

**Fondation**

L'infrastructure du projet est constituée d'un radier général et ce afin d'assurer un bon travail au le sol et permet une répartition des charges bien diffuse sur le terrain.

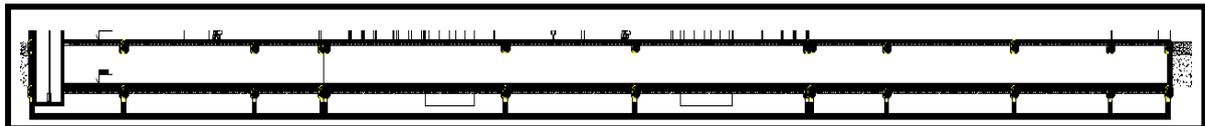


Figure 128: Coupe sur les fondations du projet / Source :Elaboré par l'auteur

**Les murs de soutènements**

Pour ce qui est du sous-sol nous avons prévu des murs de soutènements en béton armé d'une épaisseur de 20cm qui permettent de répondre à plusieurs exigences structurelles comme la résistance aux poussées de terres et les infiltrations d'eau.

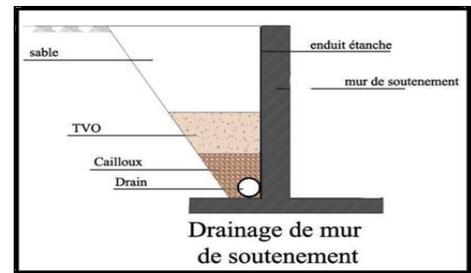


Figure 129: Détail d'un mur de soutènement/ Source : [www.archimaperial.com](http://www.archimaperial.com)

**III. 2. 3. 3. Superstructure du projet**

- L'entité réalisée en béton armé

**Les poteaux**

Les poteaux du parking sont des éléments en maçonnerie qui vont travailler principalement en compression. Dans notre projet, le choix s'est porté sur des poteaux en béton armé de section carrée (40\*40).

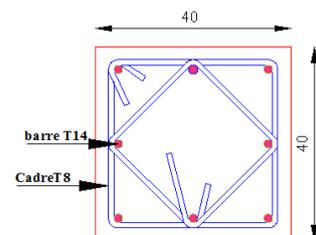


Figure 130: détail d'un poteau en béton/ Source : [www.archimaperial.com](http://www.archimaperial.com)

- L'entité réalisée en structure métallique

Elle se présente sous forme de portique métallique dont le rôle est d'assurer solidité et grandes portées. Les portiques sont des éléments de structure composé de poteau-poutre permettant une liaison excrement rigide.

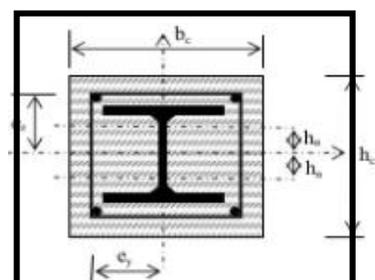


Figure 131: Enrobage d'un poteau métallique en béton

### Les poteaux métalliques :

Afin d'assurer un meilleur comportement du projet face aux séismes, notre choix c'est porté sur des poteaux métalliques en forme de H due a leur bon comportement face au flambement. Avec un remplissage en béton.

### Les poutres métalliques

L'utilisation des poutres profilées en I comme éléments porteur nous permet de franchir les portés importantes nécessaires au centre commercial. Ces poutres permettent le passage à travers leurs alvéoles des conduites divers (chauffage, ventilation ...), des gaines.....

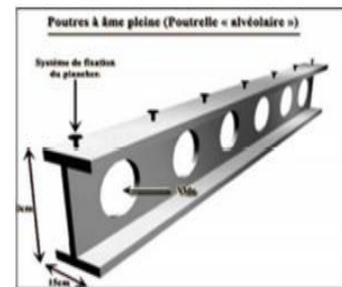


Figure 132: poutre en I profilé  
Source : concevoir et construire en acier

- **La toiture**

Pour la structure de la toiture nous avons choisi une structure tridimensionnelle portée par des poutres treillis

### Les poutres treillis

Elles sont composées d'un assemblage de plats, de cornières, de profil I et de profils creux. Légères, les poutres treillis (ou poutres triangulées) permettent de franchir de plus grandes portées et donc de couvrir de grands espaces qui sont les terrasses dans notre cas.



Figure 133 : les poutres treillis / Source : Marc Landowski et Bertrand Lemoine  
« concevoir et construire en acier » © Arcelor, Luxembourg, 2005

## III.3. Dossier graphique et rendus

### Conclusion

L'architecture de notre projet est née de son contexte et de sa thématique .Sa forme et ses concepts émergent de son contexte urbain et bioclimatique dont on retrouve les traces au niveau de sa forme générale et de ses plans en particulier. Cette architecture d'entre deux se veut tout en compacité et en fragmentation, fluidité des façades et rigidité des formes, entre horizontalité et verticalité, c'est enfin une architecture enracinée au sol qui cherche à atteindre le ciel.

# *Chapitre IV*

## *Procédés bioclimatiques et efficacité énergétique*

#### **IV. 1. Le centre commercial entre architecture bioclimatique et performances énergétiques**

Afin de s'inscrire dans un cadre de conception architecturale bioclimatique performant nous avons alliés comme on a pu le voir précédemment concept d'architecture commerciale et architecture bioclimatique et ce en proposant une conception tournée vers les caractéristiques bioclimatiques de son contexte ainsi que l'utilisation de divers méthodes constructives passives et actives bioclimatiques qui auront un rôle principale qui est d'assurer un confort thermique maximal donc de fournir une sensation de bien être aux utilisateurs lorsqu'ils sont exposés à une ambiance intérieure et ce tout en réduisant la facture énergétique au maximum que nous allons développer ci- dessous . Cette partie du travail aura pour but d'étudier les divers procédés utilisés dans l'élaboration des stratégies de chaud (hiver) et de froid (été) énoncées après étude et réalisation du diagramme de Givoni ainsi leur bonne intégration dans le projet.

#### **IV. 2. Les systèmes passifs : Premiers atouts du confort thermique !**

Après l'étude faite en amont des différentes techniques d'architecture bioclimatiques passives nous pouvons dire que ce sont des systèmes que l'on pense directement lors de la conception architecturale du projet de ce fait dans notre cas ces systèmes passifs qui travaillent avec les différents gisements d'énergies naturels a savoir en majeure partie le soleil ainsi que la géothermie et la ventilation naturelle ont été pensé et intégré pleinement dans la forme et l'aspect physique du projet du début à la fin du processus de création et ce grâce aux éléments et directives recueillis lors l'analyse bioclimatique . Ces systèmes passifs joueront un rôle été (stratégie du froid) comme hiver (stratégie du chaud).

##### **IV.2.1. Rôle et types des systèmes passifs du projet**

Parmi les divers procédés passifs cités dans notre thématique utilisée comme canevas on retrouvera dans notre projet l'intégration d'une serre bioclimatique en RDC ; deux tours a vent ; un atrium (verrière) à ouvrant ; une façade sud double peau ; des terrasses végétalisées. Tous ayant un rôle précis dans l'assurance du confort thermique des usagers (chauffer en hiver rafraichir en été). La question qui se pose dans ce cas est la suivante : comment fonctionneront ces systèmes au sein du projet durant l'année ?

### IV.2.1. Les procédés passifs et leur fonction dan le projet

Parmi les différents systèmes passifs utilisés dans notre conception on citera :

#### IV.2.1.1. L'atrium ou verrière en dent de scie (SHED)

Le projet dispose d'une verrière ou atrium orienté sud au RDC qui se développe en double hauteur sous forme de SHED en dent de scie qui laisse pénétrer l'année composée d'ouvrant

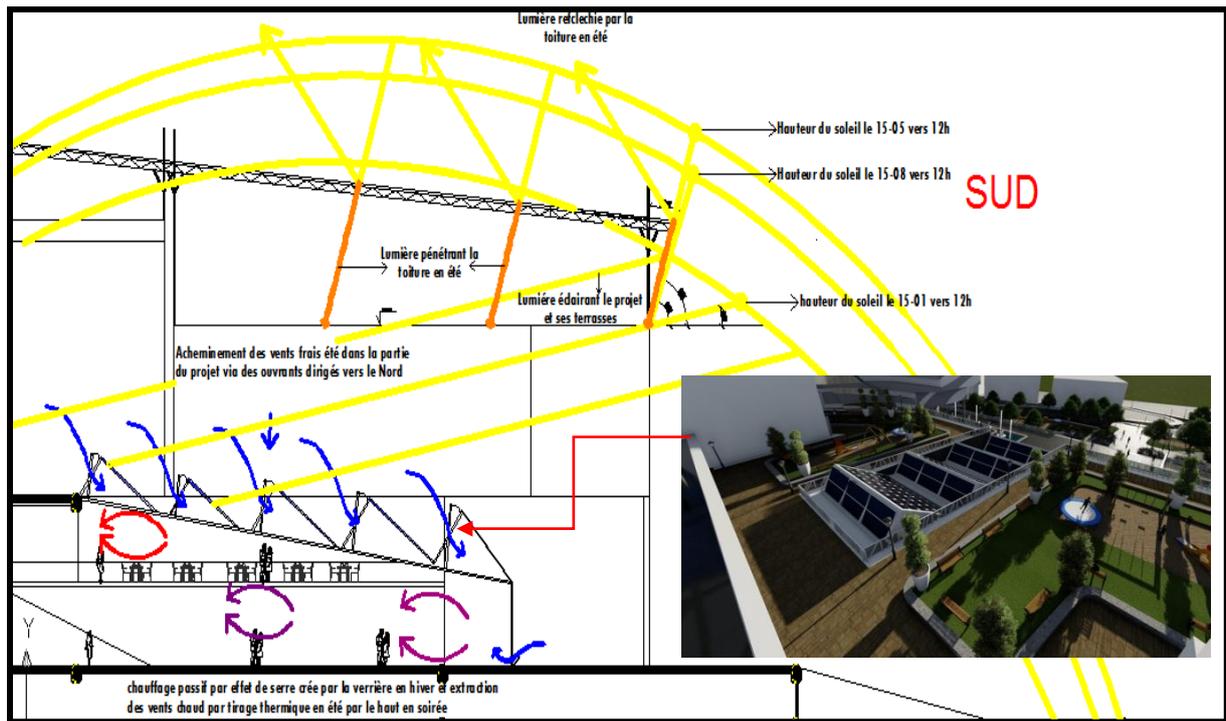


Figure 234: Rôle de la verrière dans le projet / Source : Elaborée par l'auteur

amovible celle-ci joue un rôle différent selon la saison .En effet en hiver cette verrière joue le rôle de chauffage passif et ce grâce a l'effet de serre créer grâce aux rayons solaires et à son orientation sud qui réchauffe l'air contenue a l'intérieur et qui le conserve grâce a la fermeture de ses ouvrants latéraux. Par contre son rôle en été est de rafraichir l'espace intérieur du RDC et ce grâce a l'ouverture des ouvrants latéraux qui se fait au nord ce qui permet d'acheminer les vents frais du nord-ouest en journée quand au soir la chaleur stockée dans les planchers en béton et autre maçonnerie est libérée effet thermosiphon de l'intérieur (chaud) vers l'extérieur (frais) et est évacuer par effet de tirage zénithal dit de cheminée à travers les ouvrants .

### IV.2.1.2. Les tours à vent

Intégrées au projet en premier lieu comme signalétique de marquage de la percée urbaine il reste néanmoins que leur rôle principal soit bioclimatique principalement en période estivale. Jouant un rôle de cheminée. Elles acheminent l'air frais du nord et nord ouest en journée vers le projet et permet l'évacuation de l'air chaud contenue dans les deux parties nord du projet la nuit .Ces deux mouvements d'air ce font grâce a deux phénomènes comme suit :

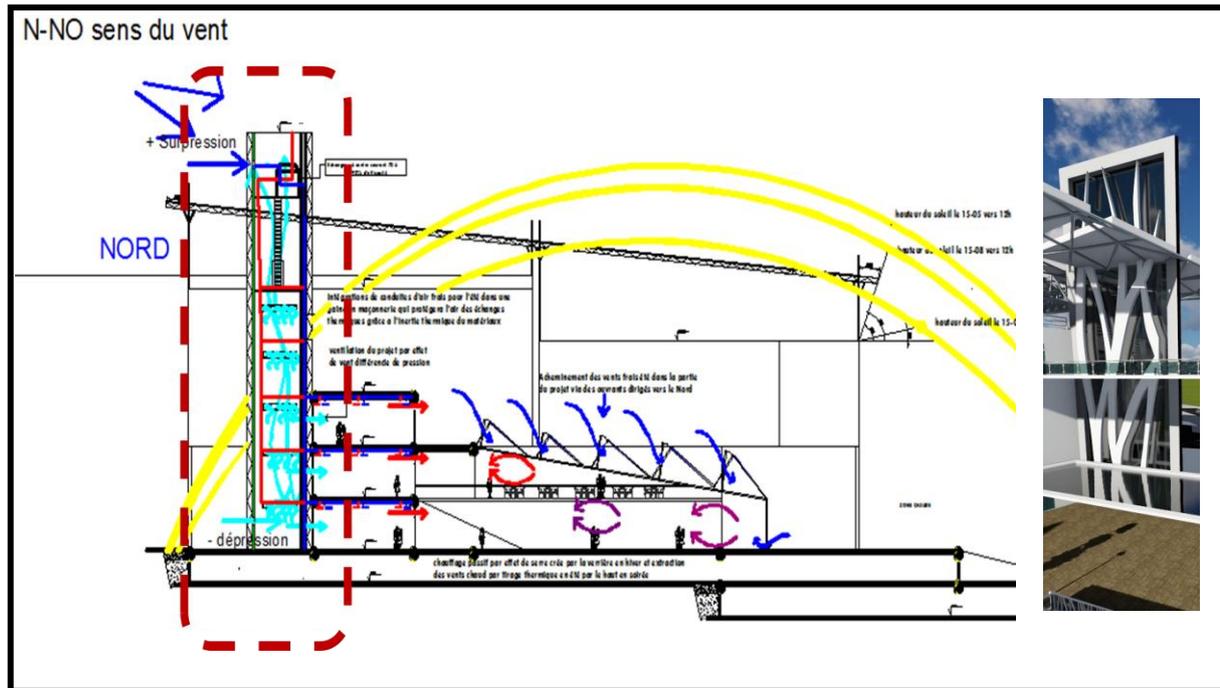


Figure 135: le mouvement d'air de la tour a vent / Source : Elaborée par l'auteur

L'acheminement de l'air frais venant du nord et nord-ouest se fait selon l'effet de vent et à la différence des pressions auxquelles sont soumises les tours a vent et ce avec la création d'une zone de dépression à l'intérieur de la tour a vent et une zone de surpression sur la face externe des deux tours qui sont en contact direct avec le vent ;ces différences de pression créent un mouvement d'air qui est aspiré à l'intérieur grâce à une ouverture dite « entrée d'air » frais basse qui sera acheminé à l'intérieur du projet grâce à d'autres entrées d'air qui cette fois sont dans un rapport face interne de la tour a vent et le mur du projet .l'existence d'ouverture en face de ces entrées plus hautes permet la création d'une ventilation traversante du projet toujours grâce à l'effet de vent cité préalablement .Cet air une fois chauffé remontera par effet thermosiphon et sortira par une ouverture haute de la tour .

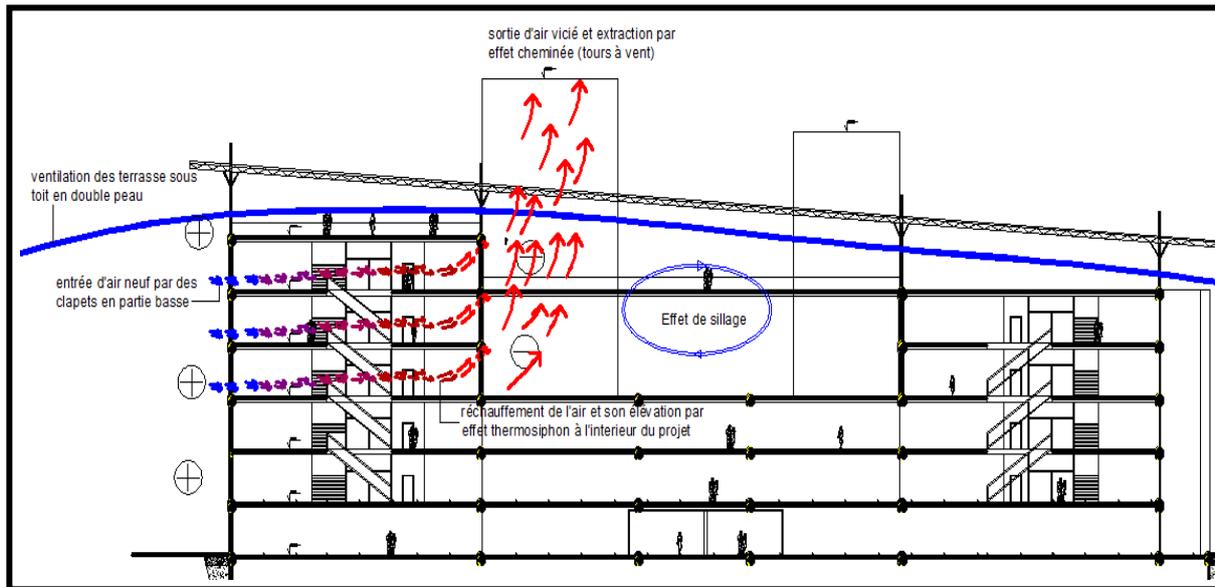


Figure 136: Acheminement de l'air chaud par la tour a vent en été /Source : Elaborée par l'auteur

### IV.2.1.3. La façade double peau

Une façade double peau est une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade vitrée simple vitrage. La façade double peau est ce qu'on peut comparer aux espaces tampons habituellement utilisés dans la conception bioclimatique. Ces espaces ont pour vocation de venir « absorber » les variations du climat pour réguler la température intérieure des espaces.

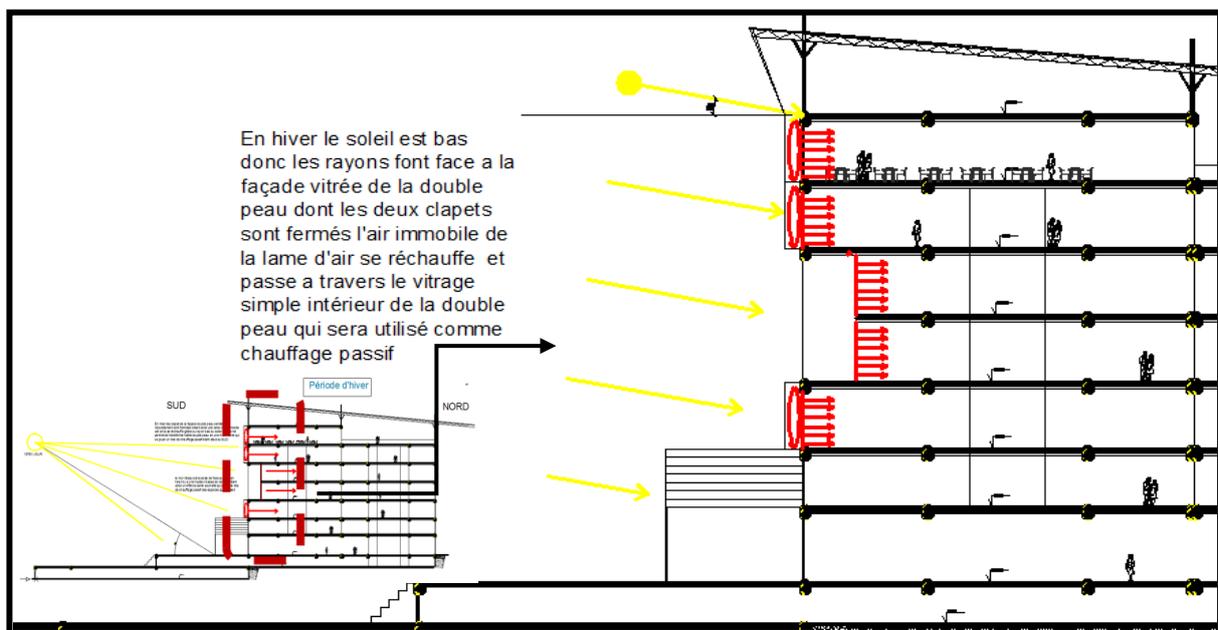


Figure 137 : Fonctionnement de la façade double peau en hiver / Source : Elaborée par l'auteur

**En hiver :** Cela permet au projet d'économiser de l'énergie, en protégeant du froid et du vent, ou en stockant de la chaleur comme les serres solaires passives et c'est en évitant l'action directe du vent qu'elle supprime l'effet de paroi froide en hiver, source d'inconfort.

Elle permet aussi d'apporter une température et une humidité de l'air agréable. La surchauffe est gérée par l'ouverture des clapés qui sont en contact avec l'air extérieur ce qui permet de rafraichir l'air contenu dans la cavité de la même manière qu'en été.

**De la même manière en été :** la façade double peau a pour fonction la régulation thermique du bâtiment. Elle le protège des contraintes météorologiques. Par rapport aux rayonnements solaires, elle évite les surchauffes et limite le recours à la climatisation et ce

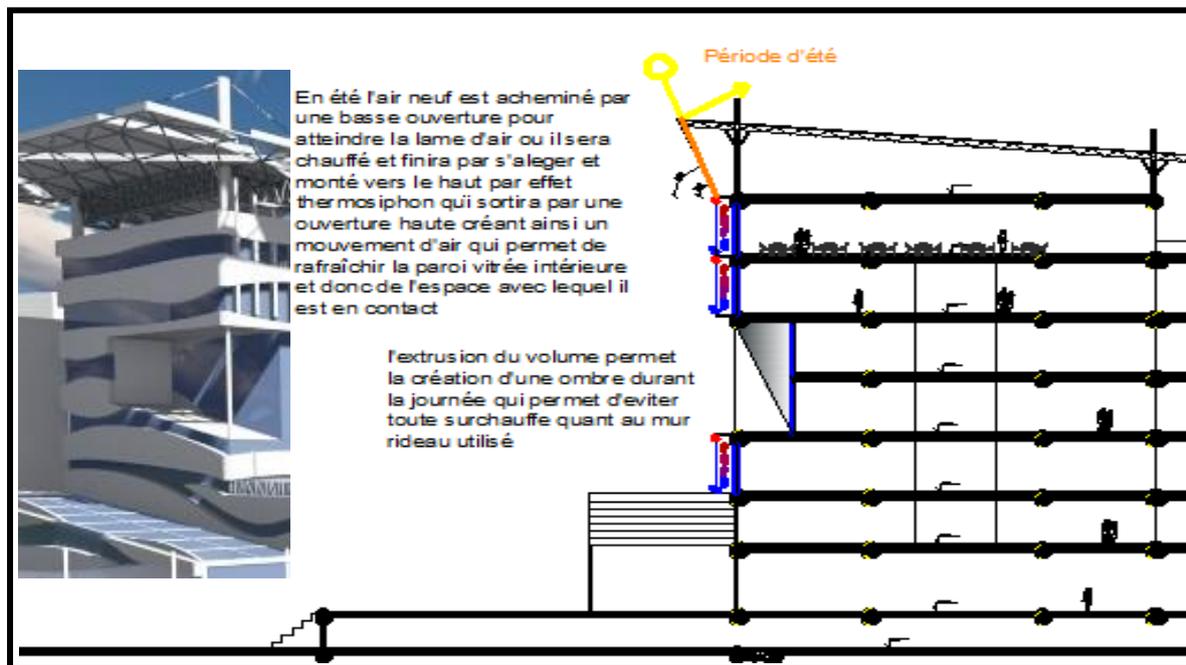


Figure 138 : fonctionnement de la façade double peau en été / Source : Elaborée par l'auteur

grâce à ses ouvrants amovibles disposés sur le long de la façade l'air frais du soir pénètre dans le bâtiment et permet un renforcement de sa ventilation naturelle. Pour nous le choix de cette technique architecturale s'est vue être une des nombreuses solutions aux contraintes dictées par l'architecture des centres commerciaux à savoir : De grands volumes de forme compacte ouverts et totalement vitrés ; les risques incendies dans ce genre d'équipement et la nécessité d'un confort thermique tout au long de l'année au vu de l'utilisation constante des centres commerciaux durant l'année.

#### IV.2.1.4. Zoom sur la serre bioclimatique du projet

Notre projet comporte une serre bioclimatique en double hauteur au niveau du RDC orientée plein sud. Cette serre a pour but de chauffer le volume sud et sud ouest du RDC **en hiver** et ce grâce au rayons bas du soleil qui chauffe l'air à l'intérieur de la serre qui se déplace vers l'espace à chauffer par effet thermosiphon via une ouverture haute dans le mur lourd en maçonnerie qui emmagasine lui aussi de la chaleur qu'il va restituer la nuit grâce à son inertie thermique (son déphasage calorifique de plus de 6h) ainsi qu'au gradient des températures (effet thermosiphon) afin de continuer à chauffer passivement l'espace même. Cette serre jouera deux rôles l'un énergétique comme cité ci-dessus comme chauffage passif l'autre fonctionnel. Etant en contact direct avec le supermarché elle représente l'endroit où l'on se fournit en fruits et légumes bio qui seront cultivés sur place pour s'inscrire dans le style nouveau des centres commerciaux bioclimatiques contemporains.

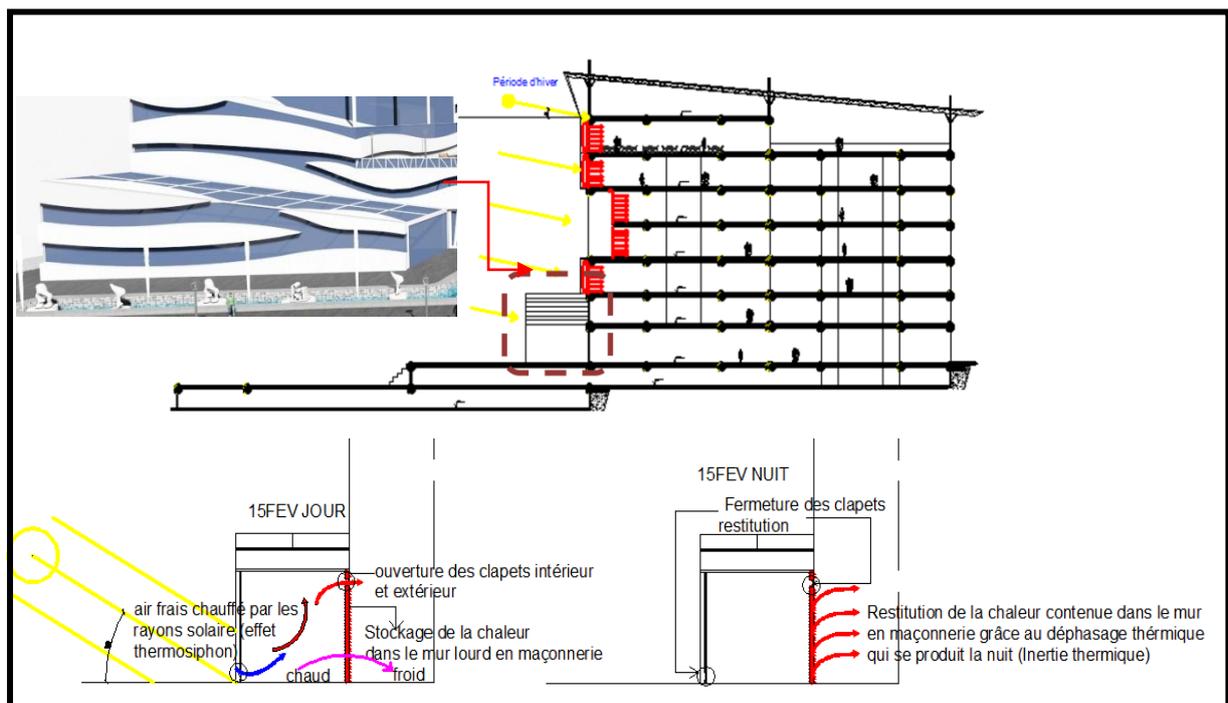
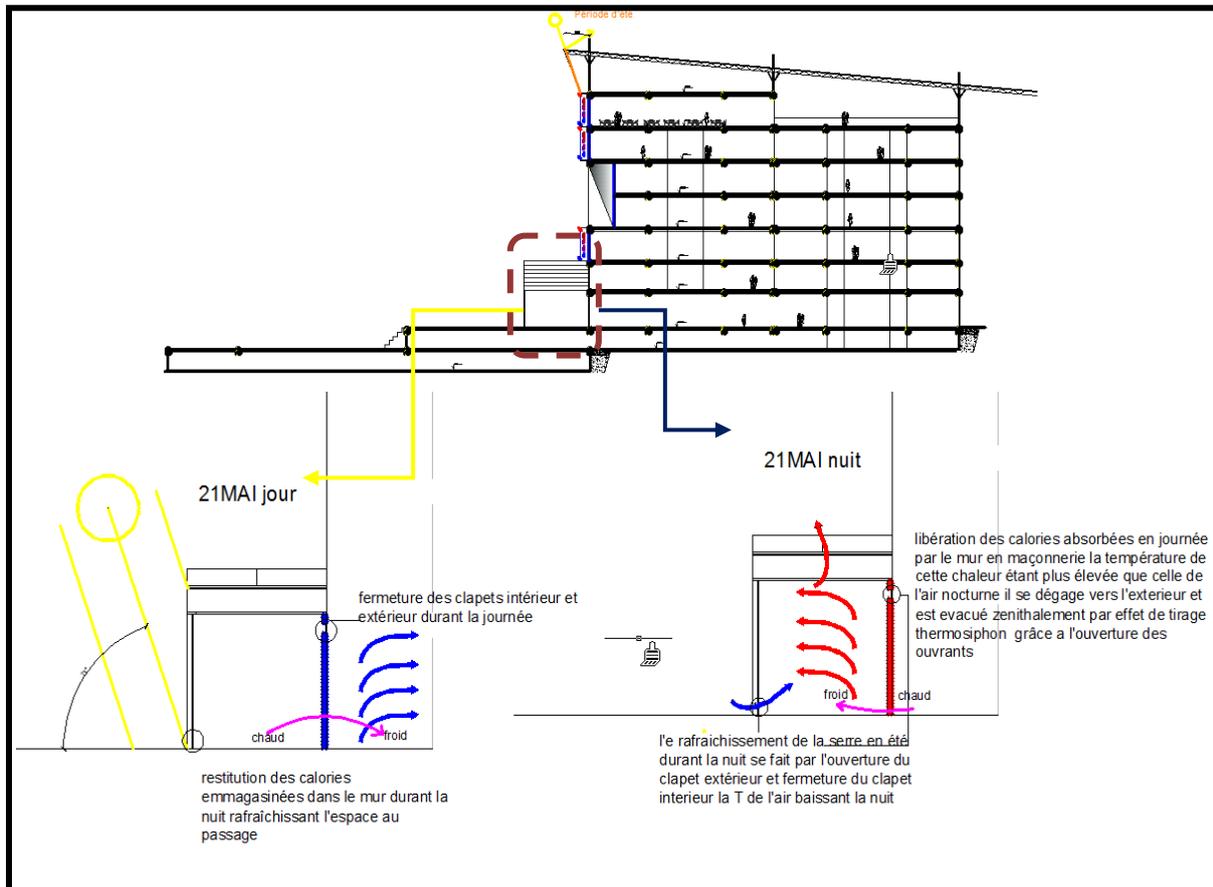


Figure 139: comportement de la serre bioclimatique en hiver /Source : Elaborée par l'auteur

**En été** le soleil est au plus haut et les parois vitrées de la serre bioclimatique du projet se retrouvent ombragées par la toiture donc rafraichis. Ce qui permet d'éviter tout désagrément thermique et sentiment d'inconfort ou de surchauffe. Durant la journée le mur lourd en maçonnerie emmagasine la chaleur de l'espace (caractère d'inertie thermique) et se met à emmagasiner une chaleur nocturne à faible pourcentage calorifique qui sera dégagée en journée et qui créera un rafraichissement de l'espace ; le clapet commun entre la serre et

l'espace mitoyen reste fermé. Le soir les ouvrants zénithaux sont ouverts et permettent la création d'une circulation d'air frais au sein de la serre. C'est le soir que le mur lourd en maçonnerie se déchargera de la chaleur cumulée et stockée durant la journée par effet thermosiphon et sera par la suite acheminé zénithalement vers l'extérieur grâce à l'effet cheminée que créent l'ouverture des ouvrants.



#### IV.2.1.5. Un projet qui respire naturellement : focus sur la ventilation naturelle du projet !

La ventilation naturelle du projet se fait selon deux étapes qui sont : la circulation de l'air autour du projet et son acheminement vers l'intérieur. Cette circulation se fait grâce à la gestion des vents naturels auxquels est soumis le projet, à leur redirection et aux divers effets de vents provoqués par les phénomènes de pression et de dépression qui entourent le projet. Cependant il existe une différence des effets de vents entre le soubassement du projet complètement unis et le corps qui est fragmenté. C'est dans cette optique que nous avons réalisé des schémas explicatifs quant au deux cas.

Mouvement de l'air autour du sous-bassement du projet

Le projet étant soumis aux vents de l'ouest (frais NO et chaud SO rafraichis par des dispositifs végétaux et hygrométrique extérieur) la zone de pression apparait a ce niveau, quant aux façades nord/ est /sud elles sont considérées comme des zones de dépression. De ce fait nous savons dores et déjà que l'air se déplacera de la zone de pression vers les zones de dépression. Ce déplacement ce fera selon différents effets causés par l'architecture du projet qui se développe sous forme d'angles ; de retraits et d'élévation sur pilotis.

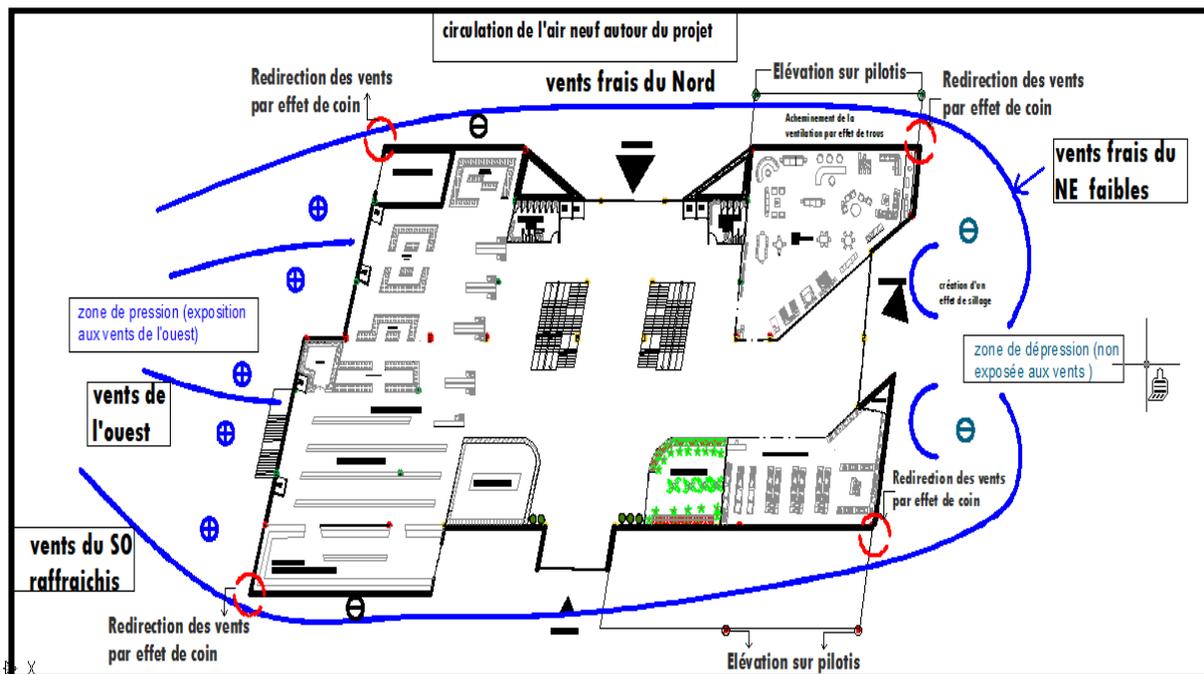


Figure 141 : circulation de l'air autour du projet / Source : Elaborée par l'auteur

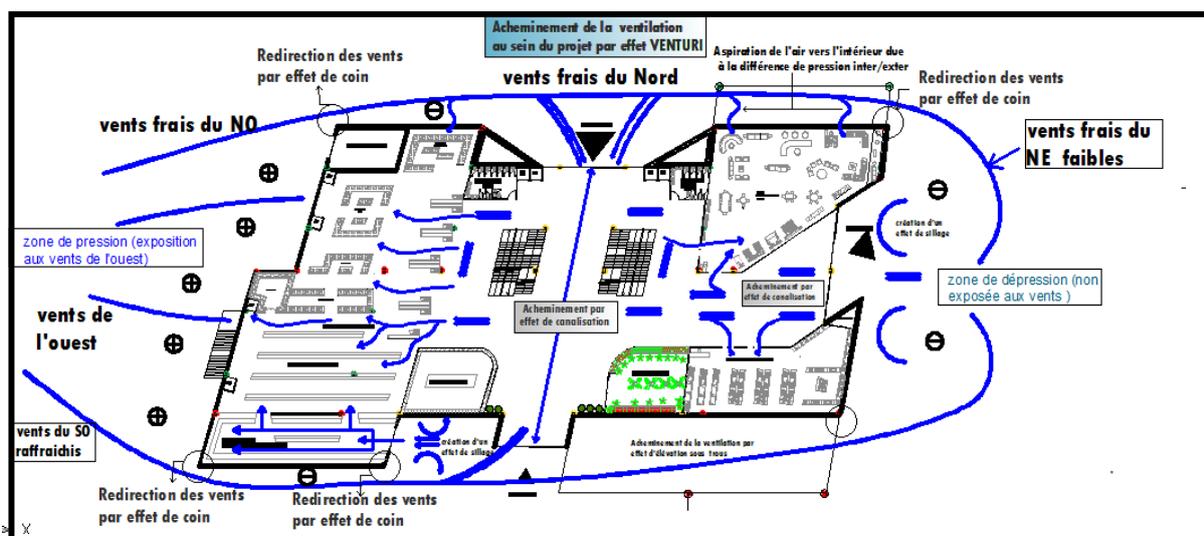


Figure 142: ventilation de l'intérieur du sous-bassement / Source : Elaborée par l'auteur

### L'acheminement de l'air à l'intérieur du RDC :

L'acheminement de l'air vers l'intérieur du sous-bassement du projet se fait toujours grâce aux effets de vents dues a la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. L'intérieur représente donc la zone de dépression et l'extérieur la zone de surpression des ouvertures sont disposées au niveau des différentes façades afin de permettre à l'air de pénétrer dans le projet par effet de tirage thermique ; effet Venturi ; effet de canalisation et autre effet de sillage créés.

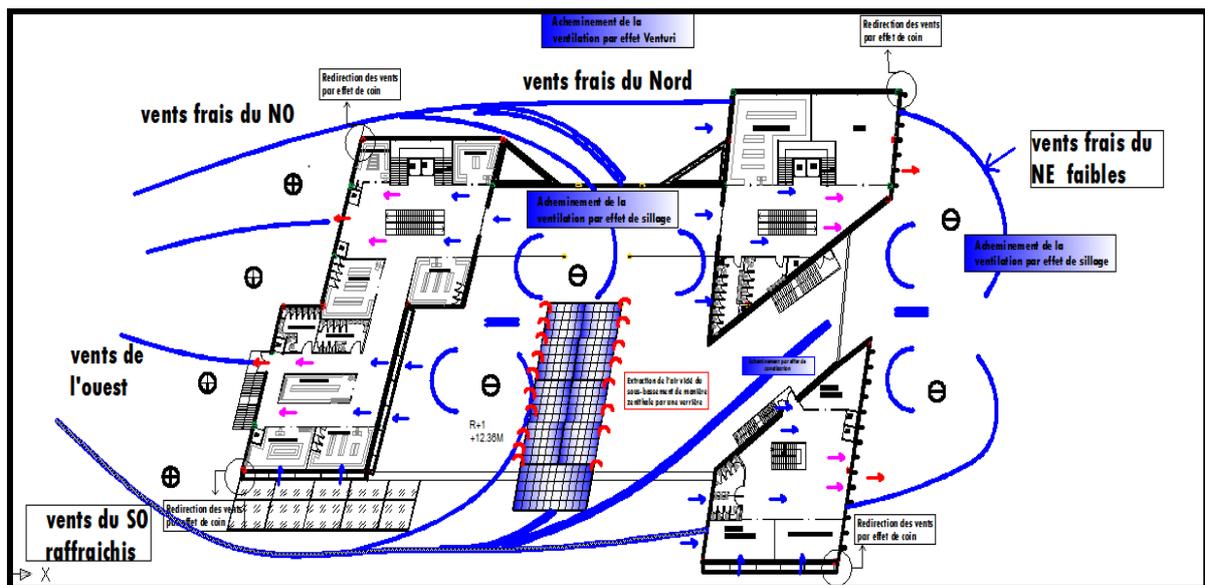


Figure 143 : Ventilation du corps fragmenté du projet / Source : Elaborée par l'auteur

### La circulation et l'acheminement de l'air autour et dans le corps du projet :

Pour ce qui est de la circulation de l'air neuf autour du corps du projet il se fait toujours selon les différences de pressions du vent il est cependant à noter l'augmentation des zones de dépressions et ce due à la fragmentation des formes et à leur changement de directions impliquant la création d'effets de sillage supplémentaires ; d'effets de coin ; d'un autre effet de canalisation crée par la faille du nord-est. L'acheminement de l'air vers l'intérieur se fait toujours selon le duo zone de pression extérieur/zone de dépression intérieur grâce à des ouvertures en contact avec l'extérieur qui permettent de provoquer un effet de tirage et de ventiler l'intérieur de manière traversante en plaçant d'autres ouvertures plus hautes en face des premières afin d'évacuer l'air vicié du volume par effet thermosiphon.

## Synthèse

Toutes ces solutions bioclimatiques passives créent certes un certain niveau de confort mais face à des conditions climatiques de plus en plus rudes montrent leurs limites. Il est donc nécessaire de trouver des systèmes actifs qui pourront venir compléter le manque à gagner de l'architecture bioclimatique passive du projet.

### IV.2.2. Des procédés actif pour un centre commercial plus performant !

Afin d'améliorer le rendement énergétique de notre centre commercial été comme hiver en plus des procédés architecturaux bioclimatiques, nous nous sommes tournés vers trois procédés actifs qui sont : Le puits provençal à pompe à chaleur réversible ; la ventilation mécanique à double flux ; ainsi que les panneaux hybrides mixtes a plancher chauffant c'est trois systèmes vont simultanément avoir pour rôle en hiver de chauffer le centre commercial ou bien de le rafraichir en été. Nous allons donc développer le fonctionnement de ces procédés par différents schémas qui se voudront explicatifs.

#### IV.2.2.1. Le passif au service de l'actif : le puits provençal à pompe à chaleur réversible !

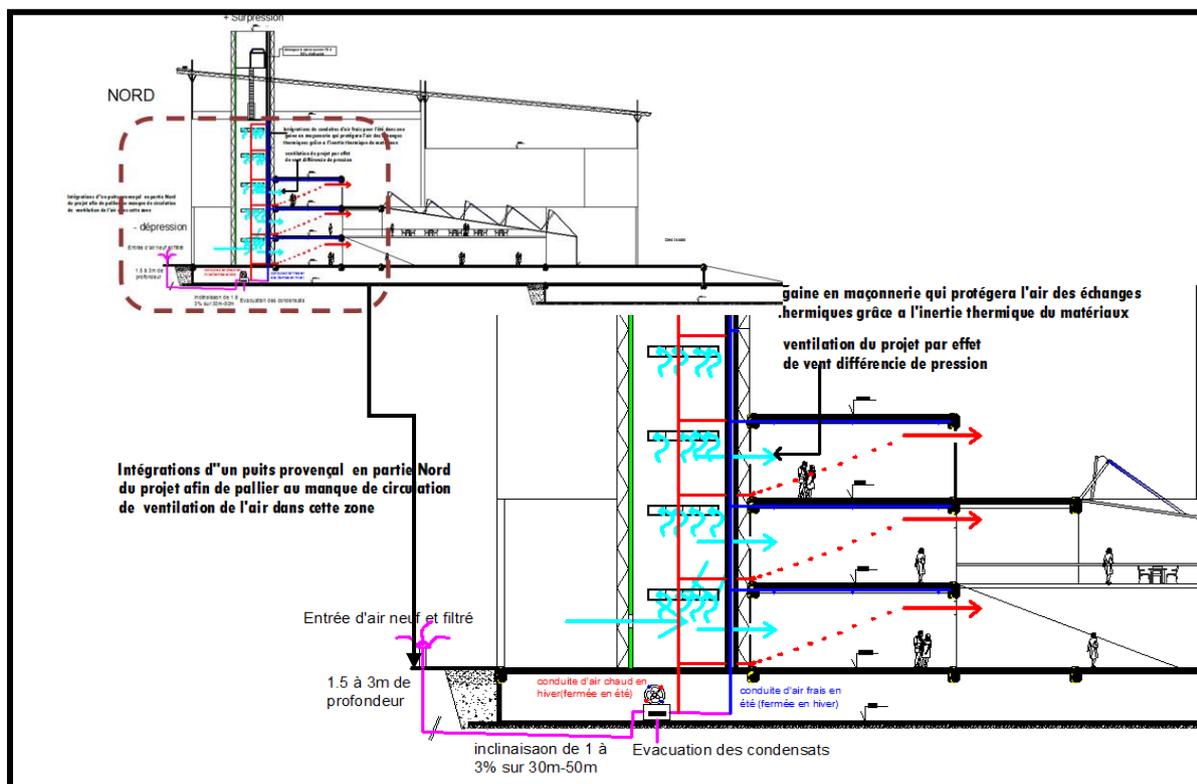


Figure 144 : rôle et composant du puits provençal à PAC réversible /Source : Elaborée par l'auteur

Un puits canadien est une conduite enterrée qui aspire l'air de l'extérieur et l'achemine jusqu'au logement sur une distance d'environ 25 m sous le sol. Le sous-sol conserve une température supérieure à 5 °C en hiver et inférieure à 15 °C en été. Le passage de l'air ambiant en sous-sol permet donc de le réchauffer en hiver, et de le refroidir en été. Dans les faits, le puits canadien est un tuyau en PVC de 15 à 20 cm, en polyéthylène, en fonte ou en béton ; chacun de ces matériaux présente des performances thermiques différentes. Plus le matériau est isolant, moins la température de l'air qui y circule varie. Son fonctionnement s'adapte à celui de la pompe à chaleur, qui prélève des calories dans l'air ou l'eau ou comme pour nous le sol, et les restitue dans le projet pour le réchauffer et dans notre cas le rafraîchir car il s'agit d'un modèle réversible. Pour coupler les deux installations, il suffit de disposer la sortie d'air du puits sur le module extérieur de la PAC dans une seule et même conduite.

L'installation d'un puits canadien relié à une pompe à chaleur représente un certain investissement. Cependant, elle permet aussi de faire des économies d'énergie et donc de réduire la facture énergétique car l'air qui transite à travers le tuyau nécessite d'être moins chauffé en été (et moins refroidi en hiver) que s'il était prélevé directement depuis l'extérieur. L'installation d'un puits canadien représente des travaux conséquents, en grande partie pour forer le sol et y enterrer les conduits qui acheminent l'air il est donc préconisé de faire les premières installations du capteur d'air et des canalisations lors des fouilles sur fondation et de leur coulage. L'air est par la suite acheminé à l'intérieur du projet par une conduite à deux sorties d'air l'une pour l'air chaud en hiver l'autre haute pour l'air frais en été.

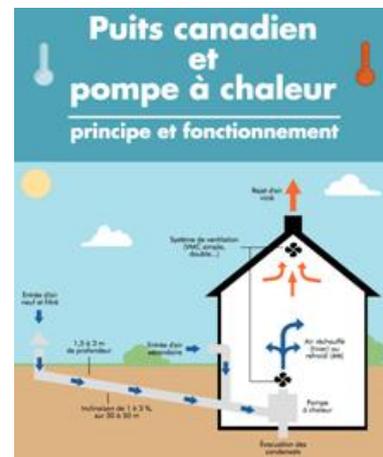


Figure 145 : Principe général du fonctionnement d'un puits provençal et d'une PAC réversible.

Source : [www.lenergiesoutcompris.fr](http://www.lenergiesoutcompris.fr)

Que voulons-nous dire par pompe à chaleur réversible ?

A l'extérieur du projet la chaleur contenue dans le sol pénètre comme cité précédemment dans des tuyaux ou circule un gaz à -15°C. En capturant cette chaleur le gaz se réchauffe et retourne vers la pompe. Le compresseur sert à la fois à faire circuler les fluides et à comprimer le gaz. Cette compression est un nouvel apport d'énergie d'origine électrique (batterie) et c'est ainsi que le gaz va se réchauffer une 2<sup>nd</sup> fois. Cependant l'augmentation de pression subie par le gaz va avoir pour effet d'augmenter la température du gaz (air) une dernière fois. Le fluide atteindra une température suffisante pour chauffer le liquéfier dans le

condenseur, cette liquéfaction va augmenter projet. Le trajet du fluide se poursuit aspiré par la pompe a chaleur il traversera un orifice étroit perdra de la pression et finira par se vaporiser cette vaporisation va le refroidir de nouveau à une température de  $-15^{\circ}\text{C}$  c'est alors que le cycle recommence. Ces pompes a chaleur sont réversibles car elles peuvent fonctionner à l'envers (sens de mouvement du piston) devenant alors des climatiseurs mais il est à noter que pour le chauffage ou la climatisation la pompe a chaleur on retrouvera les deux rôles du compresseur à savoir aspiration et évaporation du coté froid et compression du coté chaud.

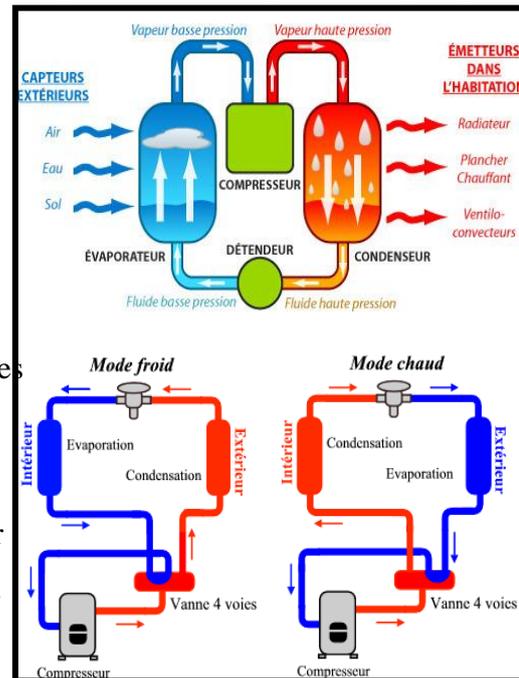


Figure 146: cycle de l'air dans une PAC réversible.  
Source : [www.abcclim.net](http://www.abcclim.net)

#### IV.2.2.2.. Le solaire actif aux deux visages ou les panneaux solaires hybrides dits

Dans notre projet nous avons intégré une surface de panneaux hybrides orientés plein sud et ce dans le but d'ajouter aux systèmes de chauffages passifs cités plus haut dans notre stratégie de chaud en hiver. Le panneau solaire hybride ou capteur solaire mixte permet de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur c'est un système de cogénération qui offre deux avantages majeurs :

- Il sert à augmenter le rendement des cellules photovoltaïques en abaissant leur température ainsi qu'à économiser de l'espace en combinant la production électrique et thermique sur une même surface.
- Il est composé d'un capteur solaire thermique (chauffe-eau solaire) à haut rendement sur lequel sont disposées des cellules solaires photovoltaïques. L'inconvénient d'une cellule photovoltaïque classique est que son rendement baisse à mesure que la température augmente.

- Une partie du rayonnement solaire n'est pas convertie en électricité et se dissipe sous forme de chaleur, augmentant la température de la cellule par rapport à la température ambiante.

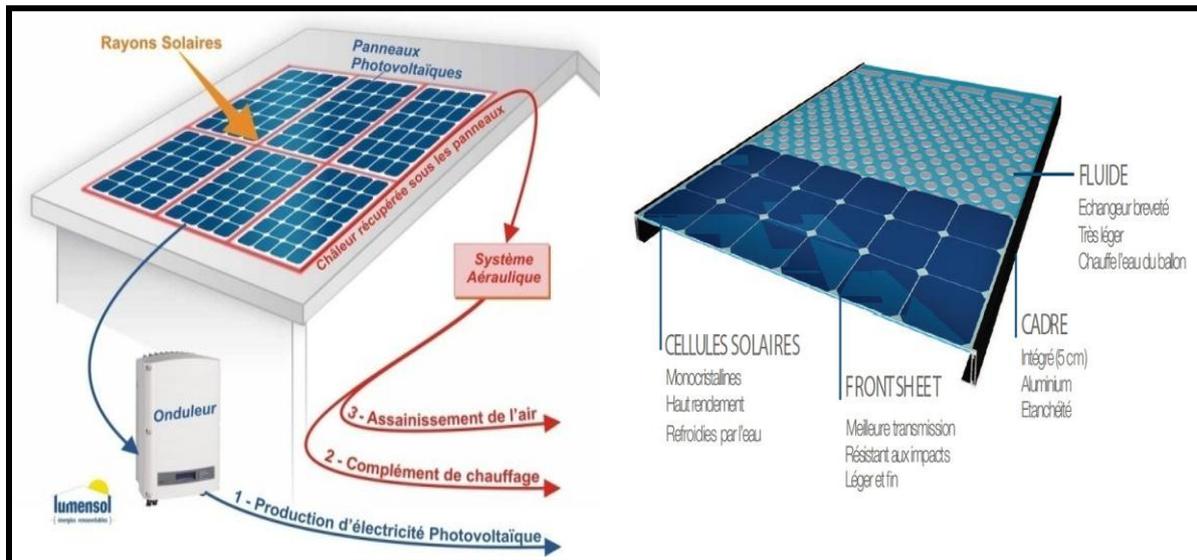


Figure 147 : composants et fonctionnement généraux d'un panneau hybride

Source : [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

Dans un capteur solaire hybride, le fluide qui circule dans la partie thermique (caisson contenant des tubes sous vide ou circule un fluide caloporteur) pour être réchauffé permet également de refroidir les cellules photovoltaïques et donc d'augmenter leurs rendements c'est ce qu'on appelle système de cogénération. La température du système solaire hybride est ainsi stabilisée à environ 45°C, cela permet de produire plus d'électricité photovoltaïque qu'un capteur PV conventionnel de même puissance crête tout en produisant de la chaleur. Cette chaleur nous l'utiliserons dans notre projet pour la production d'eau chaude sanitaire pour les cuisines et autres espaces de consommation du projet qui sont au nombre de 3 ainsi que pour le chauffage et ce par la connexion des conduites de fluide chaud des panneaux et celles d'un plancher chauffant.

Comment se fait donc ce chauffage ?

- Il absorbe l'énergie fournie par le soleil et la transforme en chaleur réchauffant le fluide caloporteur qui passe dans les tubes de l'absorbeur.
- Les tubes sous-vides qui contiennent le fluide caloporteur transfère sa chaleur au ballon d'eau chaude grâce à l'échangeur thermique (serpentin) qu'il renferme. Ce transfert se fait grâce au circulateur qui comporte une pompe de circulation ou un thermo siphon. Il cède

donc les calories du fluide caloporteur à l'eau froide du ballon obtenant par là de l'eau chaude.

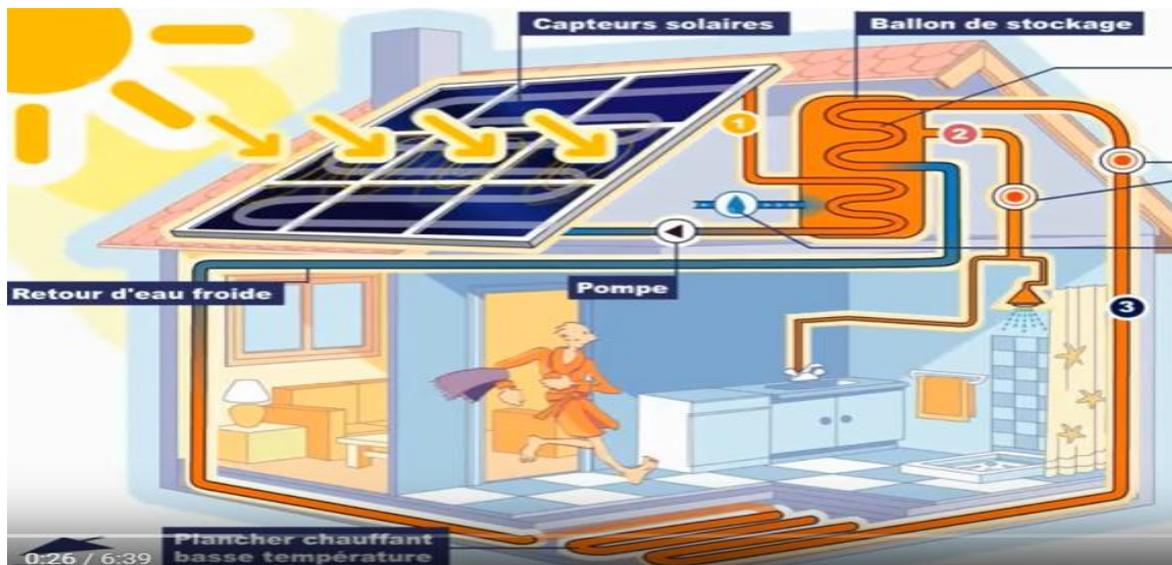


Figure 38: Fonctionnement des capteurs thermiques et du plancher chauffant  
Source : [www.abcclim.net](http://www.abcclim.net)

- Cette eau chaude sera stockée dans un ballon qui est une sorte de cuve métallique bien isolée. Il constitue la réserve d'eau chaude sanitaire. L'eau chaude soutirée est remplacée par la même quantité d'eau froide réchauffée à son tour via le circuit primaire. Cette eau chaude est transmise à deux réseaux dans le projet le premier est celui d'eau chaude sanitaire utilisé dans les restaurants et autres cuisines du projet le deuxième est le réseau de chauffage du plancher chauffant qui se constitue d'une descente principale d'eau chaude qui circulera dans des tubes en serpentins sur toute la face du plancher sans jamais se croiser une fois froide l'eau reviendra au niveau du ballon d'eau chaude pour se chauffer à nouveau en cas d'absence de soleil il est nécessaire d'équiper le système de deux sources d'énergie d'appoint (résistance électrique) pour chauffer l'eau.

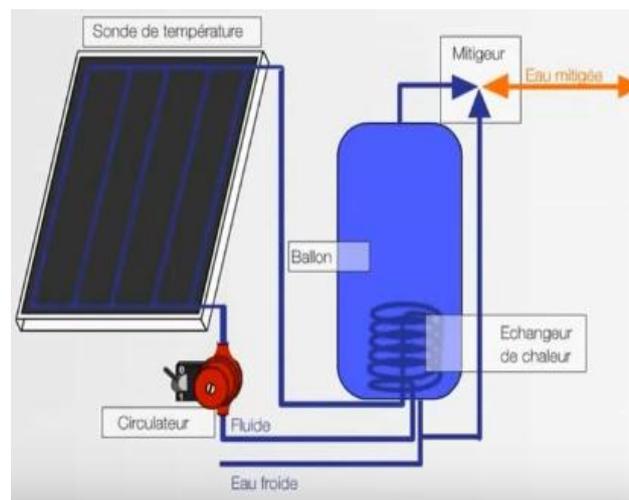


Figure 149 : Détails du panneau hybride  
source: [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

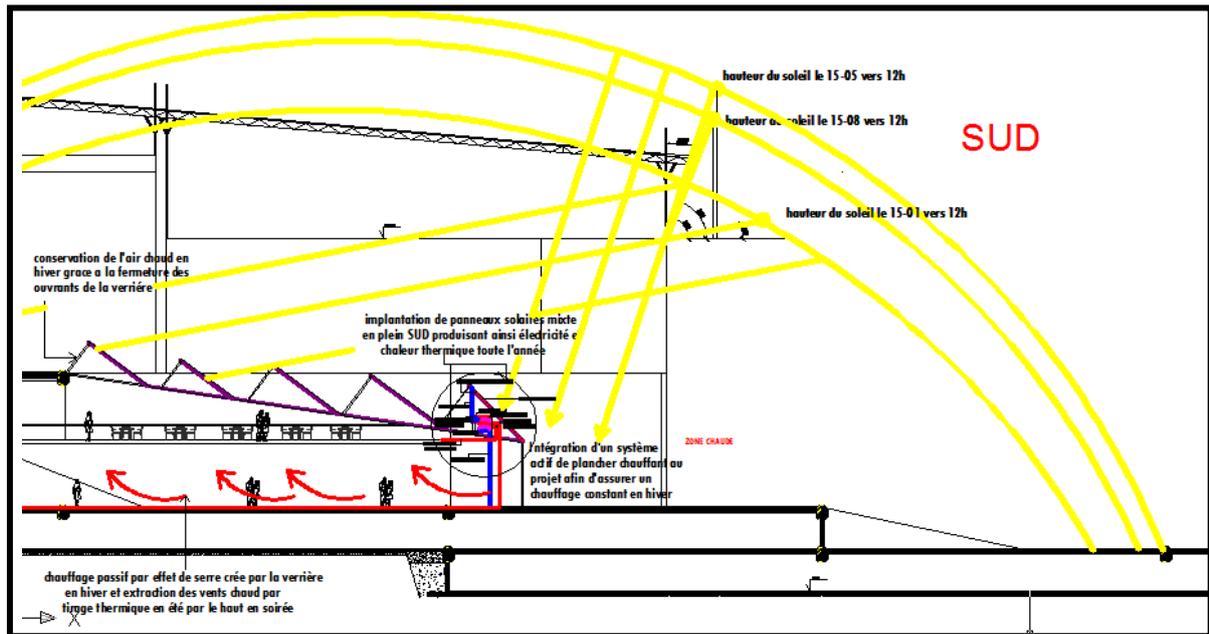


Figure 150: Le panneau hybride et son plancher chauffant dans le projet / Elaborée par l'auteur

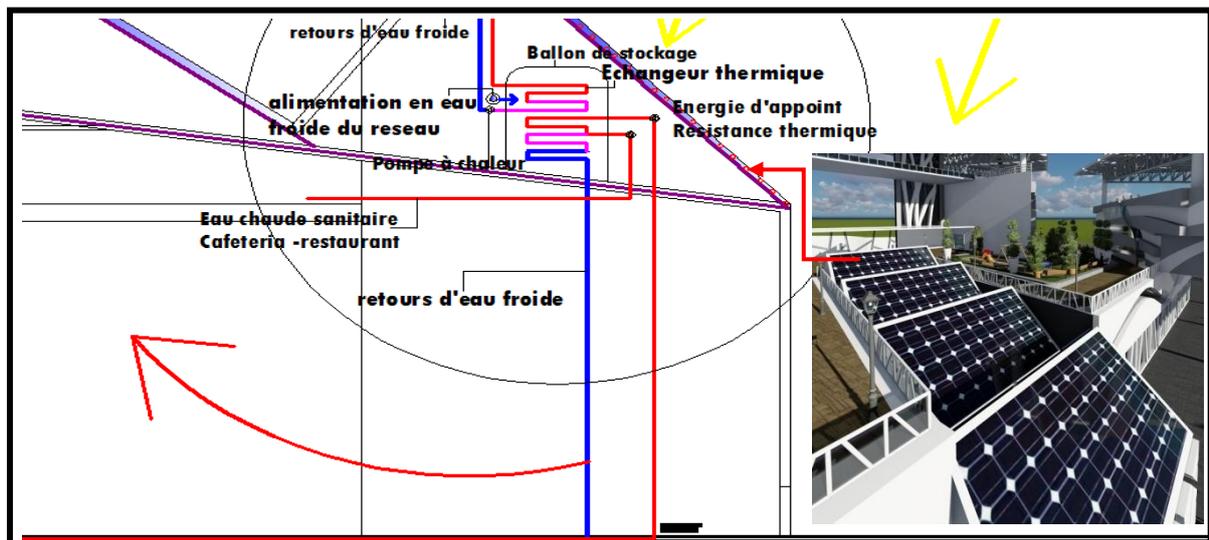


Figure 151: Zoom sur le système de chauffage actif des panneaux hybrides / Source : Elaborée par l'auteur

#### IV.2.2.3. La ventilation mécanique à double flux comme renfort à la ventilation naturelle du projet en été

Une VMC<sup>20</sup> double flux est une ventilation mécanique qui repose sur le principe de mouvement d'air à double sens l'un ramène l'air neuf frais de l'extérieur vers l'intérieur et l'autre extirpe l'air vicié chaud de l'intérieur vers l'extérieur du projet. Ce système est composé de :

<sup>20</sup> Ventilation mécanique contrôlée

- Deux réseaux de gaines distincts, chacun doté de son propre ventilateur, le premier insufflant l'air neuf dans les pièces de vie (le salon et les chambres) dans notre cas les boutiques et autre espace de consommation, le second expulsant l'air vicié à partir des pièces de services (la cuisine, la salle de bain et la buanderie) pour nous les cuisines et autres sanitaires et espaces de service.
- Un échangeur thermique qui récupère la chaleur de l'air extrait pour la transférer vers l'air entrant, associé à un système de récupération des condensats (devant être raccordé aux eaux usées), car l'échangeur produit naturellement de la vapeur d'eau notre choix c'est porté sur un échangeur à contre courant car son efficacité peut atteindre jusqu'au 90%.
- Une prise d'entrée d'air ou un puits canadien (puits climatique) pour l'air neuf et une sortie d'air pour l'air vicié.

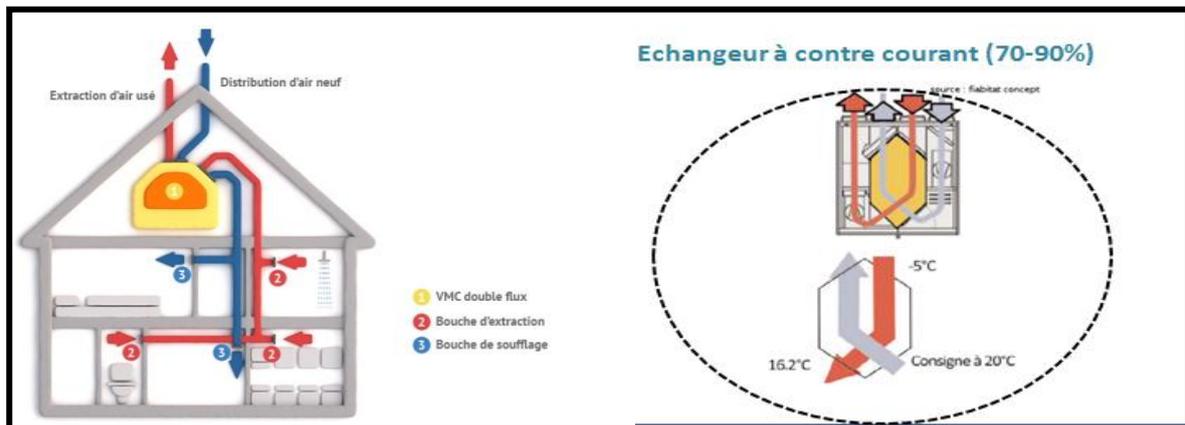


Figure 152 : Principe généraux de la VMC à double flux et types d'échangeur / Source : www.passivact.com

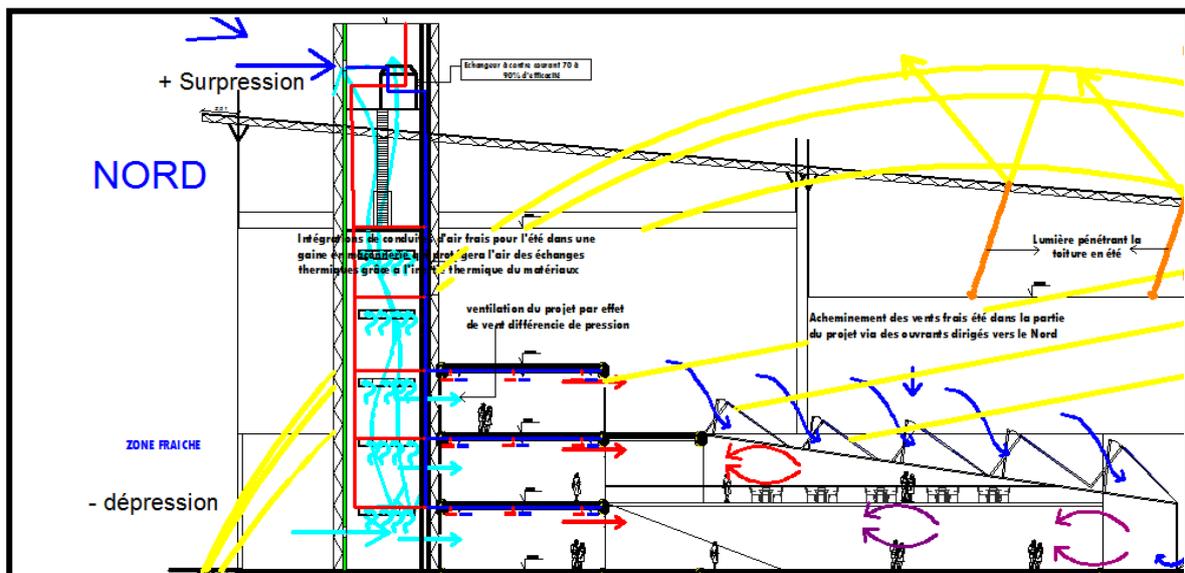


Figure 153: la VMC double flux au sein du projet / Source : Elaborée par l'auteur

L'échangeur de la VMC à double flux du projet est capable de récupérer une grande partie de la chaleur contenue dans l'air vicié extrait du projet, pour la transmettre à l'air neuf. Cette définition sous-entend que l'air vicié est chaud ou tout au moins, plus chaud que l'air neuf. C'est effectivement le cas en hiver puisque l'air intérieur est à une température proche de 20°C, alors que la température extérieure peut être négative. Sans cet équipement, la chaleur de l'air vicié aurait été perdue c'est donc à ce niveau que se fait la récupération des calories de l'air vicié chaud et par transfert thermique se fait le chauffage de l'air neuf entrant à l'intérieur du projet en été cette ventilation n'est utilisée que la nuit afin de favoriser une sur ventilation et un rafraichissement optimale du projet de sorte que l'air vicié chaud extrait de l'intérieur perd ses calories au contact de l'air frais estivale de la nuit qui sera insuffler par la suite au projet pour le rafraichir en plus de la ventilation naturelle citée précédemment .

### IV.3. Les matériaux comme complément aux systèmes passifs et actifs du confort

#### IV.3.1. Le verre cette enveloppe du projet qui se veut isolante

L'architecture des centres commerciaux se veut certes dense mais ouverte c'est pourquoi on retrouve un fort taux de surfaces vitrées sur les façades, ce qui peut vite causer une sensation d'inconfort de surchauffe en été et de froid en hiver. Afin d'éviter cela il est aujourd'hui nécessaire de penser à substituer aux vitrages simples les

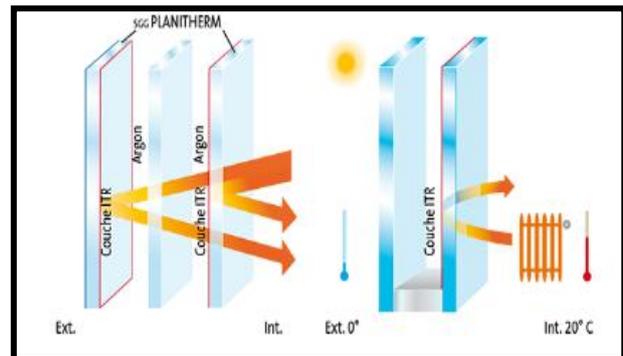


Figure 154 : principes et composants du double et triple vitrage / source : [www.vitrage-fenetre.com](http://www.vitrage-fenetre.com)

doubles ou triples. Ces doubles vitrages sont en un ensemble de deux vitres séparées dont l'une est une vitre spéciale composée d'un verre sur lequel a été déposée une mince couche transparente d'atomes d'origine métallique qui constitue un bouclier thermique invisible, et d'une lame d'air ou de gaz (l'argon ou le krypton plus isolant que l'air mais cependant plus chers) qui permettent de ralentir la transmission de chaleur et donc de limiter les déperditions thermiques. Leurs performances sont évaluées grâce au coefficient de transmission thermique qui doit être le plus petit possible pour une efficacité maximale.

En hiver, le vitrage thermique conserve ainsi la chaleur à l'intérieur du projet ; isole du froid extérieur mais laisse passer la lumière et la chaleur du soleil. En été il conserve la fraîcheur du projet à l'intérieur ; isole de la chaleur extérieure et laisse passer la lumière du

soleil. L'isolation thermique des fenêtres se mesure avec le coefficient d'isolation thermique «  $U_w$  ». Plus il est bas, plus la fenêtre est isolante. Pour les vitrages, on parle de  $U_g$ . La valeur  $U_g$  courante d'un double vitrage est 1,1 ou même 1,0. Pour un triple vitrage, cette valeur est de 0,5 à 0,7.  $U_w$  et  $U_g$  s'exprime en  $W/(m^2.K)$ .

### IV.3.2. Les supers isolants : Des boosters des capacités thermiques du projet

L'isolation du projet est l'un des facteurs les plus importants dans les stratégies thermiques du froid et du chaud établi dans la conception bioclimatique projet. Avec une isolation ultra performante extérieure nous permettons à la chaleur d'être conservée à l'intérieur en hiver, empêcher le froid de pénétrer. Pour ce qui est de l'été l'isolation permet que la chaleur ne pénètre pas de l'extérieur en été tout en gardant la fraîcheur de l'espace interne aujourd'hui les supers isolants apparaissent comme des matériaux ultra performants dont l'épaisseur est microscopiques en comparaison au isolant traditionnels (laine de roches, laine de verre etc..) parmi eux : l'aérogel de silice.



Figure 155 : Origines et aspects de l'aérogel de silice / source : [www.vitrage-fenetre.com](http://www.vitrage-fenetre.com)

L'aérogel de silice semble être l'innovation qui révolutionne l'isolation des bâtiments à l'heure actuelle.<sup>21</sup> L'aérogel est un matériau nanostructure. C'est d'ailleurs la particularité de sa structure qui lui confère ses performances isolantes. En effet, sa qualité d'isolant mésoporeux confine l'air dans sa porosité et lui donne une conductivité thermique jusqu'à deux à trois fois plus faible que l'air libre.

<sup>21</sup> Enersens absolute insulation

L'isolant en aérogel de silice présente de nombreux avantages. Comparé aux autres isolants, les performances de l'aérogel de silice, utilisé en isolant extérieur, sont impressionnantes. Son coefficient de conductivité thermique est de 0,027 W/m.K contre 0,034 pour la laine de roche et 0,036 pour le polystyrène par exemple.

De plus, la silice est un minéral et fait de l'isolant un produit non toxique pour l'homme.

Autre particularité de l'isolant aérogel de silice : il est translucide. C'est la qualité recherchée dans notre projet dont les surfaces vitrées sont importantes comme cité précédemment venant doper les performances thermiques du double vitrage des façades. Les procédés d'application de l'aérogel de silice sont les mêmes que les isolants extérieurs utilisés jusqu'à présent : en projetant le produit au mur grâce à une machine thermique.

### IV.3.3. Les performances énergétiques du béton

Le moyen de réduire la consommation d'énergie de notre projet tout en améliorant son confort thermique est de choisir lors de la construction un matériau à forte inertie thermique parmi ces matériaux nous avons choisi d'utiliser le béton du fait de sa disponibilité et de ses capacités thermiques avantageuses.

Ce sont donc les premiers centimètres de béton en contact avec la température extérieure du bâtiment qui sont les plus importants en matière d'inertie. C'est avec eux que des échanges thermiques efficaces vont se créer. On comprend donc l'importance d'avoir, dans un bâtiment, des dalles de plancher et plafond en béton, ainsi que des murs de refends en béton maçonné ou coulé en place ou encore de pré murs à isolation intégrée. Les revêtements de ces différentes parois horizontales et verticales ne doivent pas perturber ces échanges thermiques en étant trop isolants (moquette, parquet...).

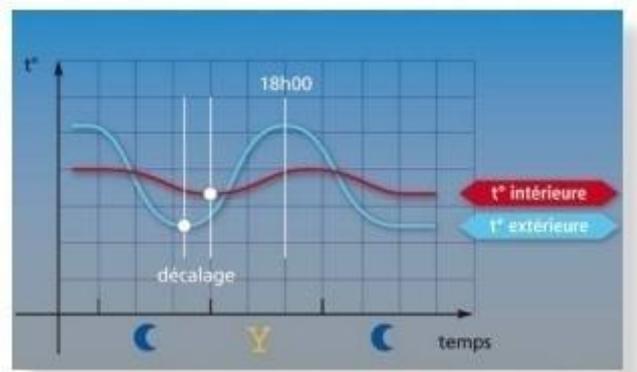


Figure 156: Principe d'évolution de température interne/externe des parois à forte inertie  
Source:www.unibeton.fr

Matériau	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ (W/mK)	e (m)	Amortissement $\mu$	Déphasage F (h)
Maçonnerie de béton cellulaire	400	0,120	0,24	9,09	11,4
Dalles de bardages et de toiture en béton cellulaire	600	0,16	0,24	7,14	9,7
	500	0,14	0,20	8,06	8,7
Matériau isolant pur	20	0,04	0,10	1,43	2,1
	20	0,04	0,15	1,49	3,1
Béton	2400	2,1	0,20	1,61	4,0
	2400	2,1	0,25	2,27	6,0
Bois	600	0,13	0,10	2,50	6,0

Figure 157: Caractéristiques thermique du béton / Source : Febecel\_FR\_021009.pdf

C'est un matériau lourd avec une masse volumique de 2400kg/m<sup>3</sup> a forte inertie thermique avec un coefficient de conductibilité thermique de 2,1(W /mK) dont le déphasage thermique atteint 6h caractéristique essentiel lord de la restitution de la chaleur été comme hiver.

#### IV. 3.4. Les façades au service du confort thermique du projet

Les façades de notre centre commercial en plus d'être vitrées comportent une membrane qui se pose sur le verre .Cette membrane épouse parfaitement les formes organiques que contiennent nos traitements de façade les matériaux qui compose cette membrane est **le corian** appelé aussi Corian® de DuPont™. C'est un matériau pour intérieur ou l'extérieur de bâtiment. Ce matériau étant constitué pour 2/3 de charges minérales et pour 1/3 de résine acrylique pure, il prend ainsi des qualités d'élément massif et modulable. Il peut être façonné pour répondre à quasiment l'ensemble des exigences conceptuelles. Les surfaces en CORIAN sont douces, agréables au toucher et facile d'entretien. Il brûle à forte chaleur mais peut-être réparé de façon invisible. Il suffit de supprimer l'endroit détérioré et de rajouter de la matière .Il craint les rayures. Non poreux, réparables et non gélifs, ils se travaillent par thermoformage pour la réalisation de formes organiques ce qui est notre cas. Développé il y a plus de 40 ans, le Corian a une bonne longueur d'avance et une gamme de couleurs très



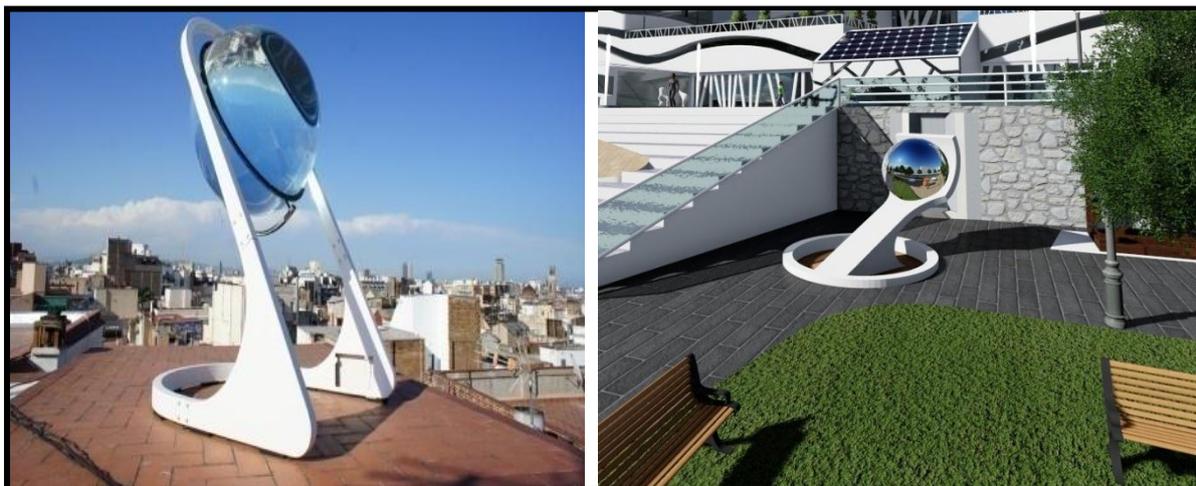
Figure 158: Exemple de façade traitée avec du corian  
Source: www.physique-et-matiere.com

étendue, même si le blanc reste le plus demandé. Coupé, taillé, détouré, poli, sculpté, gravé, marqueté ou imprimé, il se travaille en ajouré comme une broderie anglaise comme pour ce qui est de nos traitements de façades . Cette enveloppe permettra de réduire les déperditions énergétiques en hiver comme en été.

#### **IV.4. Les nouvelles technologies au service du projet**

Parmi les diverses nouvelles technologies en matière de procédés architecturaux bioclimatiques une nouvelle technique a vu le jour en Allemagne appelée Le rawlemon:

Le RAWLEMON est une technologie imaginée par un architecte allemand André Broessel, il s'agit d'une boule transparente pleine d'eau capable de convertir environ 70 % d'énergie de plus qu'un panneau solaire classique. Ce dispositif ingénieux fonctionne de jour comme de nuit et peut alimenter aussi bien de petits appareils que des bâtiments ou des véhicules électriques dans notre cas le projet et ce pour venir pallier au manque de grandes surfaces de panneaux photovoltaïques dans notre conception. Il s'agit de cellules photovoltaïques multifonctions qui sont aujourd'hui principalement employées dans le secteur aérospatial. Elles se composent de plusieurs couches qui peuvent convertir différentes parties du spectre solaire, ce qui permet d'obtenir un rendement plus élevé. Forte de leur esthétique elles sont fixes au sol ; portables ou insérées dans les murs de façades .Il nous a paru logique de les intégrer au jardin afin de participer aussi à l'esthétique de l'ensemble et de leur éviter de surchauffer.



**Figure 159: Disposition et forme de Rawlemon**  
Source : [www.techniques-ingenieur.fr](http://www.techniques-ingenieur.fr)

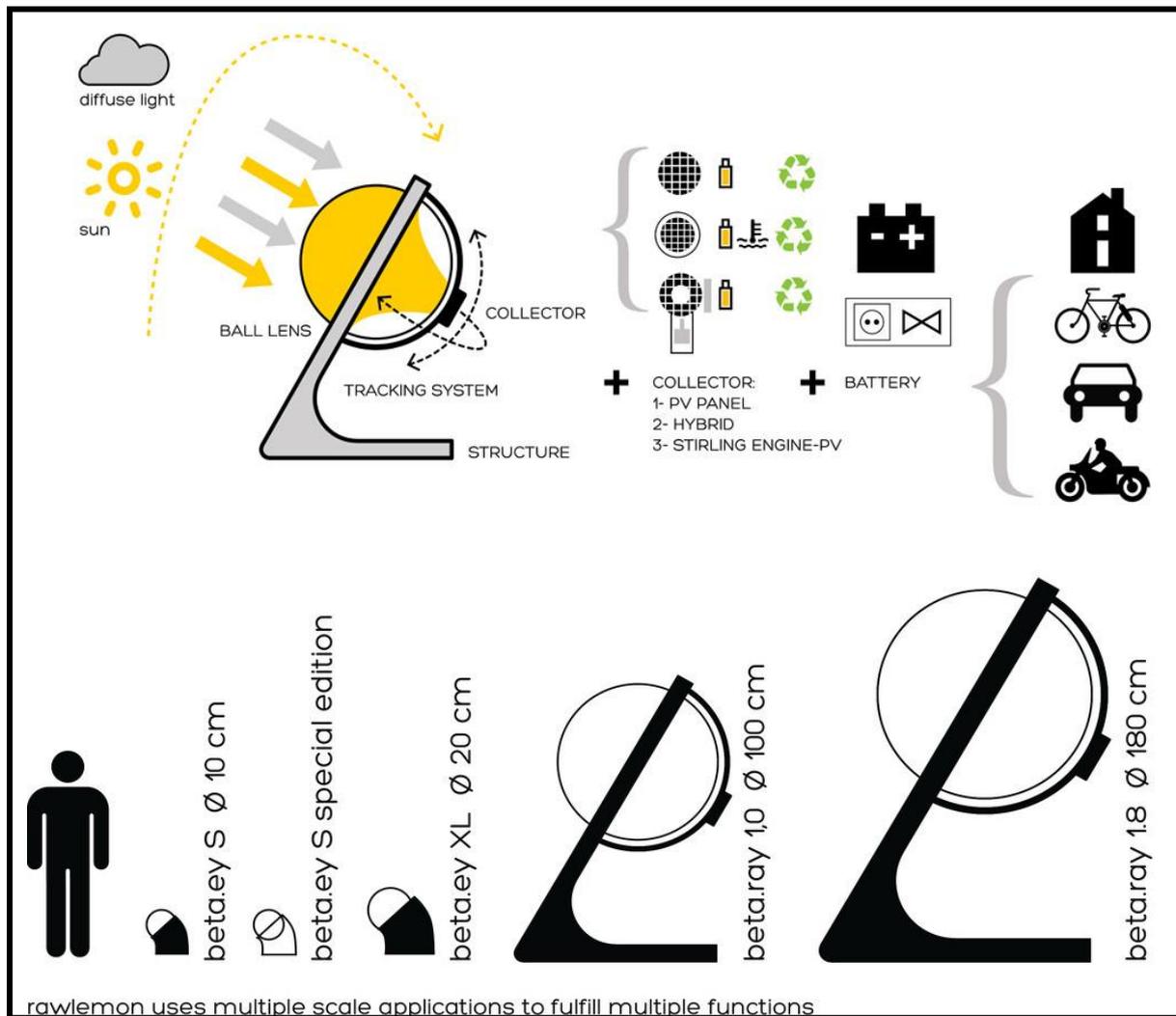


Figure 160 : Schéma explicatif du fonctionnement et des dimensions d'une Rawlemon

Source : [www.techniques-ingenieur.fr](http://www.techniques-ingenieur.fr)

## Conclusion

Cette partie du travail nous a permis de montrer l'aspect strictement bioclimatique du projet et le fonctionnement des divers procédés actifs et passifs que nous avons pris partie d'y intégrer qui ont fini par en faire un centre commercial bioclimatique que l'on voulait performant. Cet aspect vient enrichir le travail fait sur l'architecture du projet et sur l'ensemble de sa conception venant étayer les hypothèses émises au tout début de notre conception.

## Conclusion générale

Le travail réalisé durant toute cette année sur notre projet de centre commercial et de loisirs au niveau du marché du 1<sup>er</sup> Novembre à Tizi Ouzou nous a permis d'enrichir nos connaissances en premier lieu et surtout d'aborder cette question importante et très actuelle à l'échelle mondiale et nationale des centres commerciaux bioclimatiques et à consommation énergétique modérée. Nous avons pu, par ailleurs, apporter des éléments de réponses à nos problématiques énoncées au tout début du travail et confirmer dans certaines mesures les hypothèses que nous y avons émises.

L'implantation de ce centre commercial au cœur de la ville de Tizi Ouzou était une opportunité de redynamiser et de booster cette zone dite amorphe de la ville. Cette action avait pour but, entre autres, de redorer et d'embellir l'image de Tizi Ouzou en améliorant la qualité de l'espace urbain orphelin de la ZHUN.

Notre centre commercial a été conçu comme un objet architectural enraciné dans son contexte urbain et naturel. Les influences de ces derniers sont clairement lisibles et remarquables sur la forme et dans le fonctionnement du projet. La connaissance multidimensionnelle du site et de la thématique nous a permis de créer un bâtiment durable et écologique, qui fournit un confort optimal et répond aux exigences du programme et désirs de ses usagers. Ces derniers pourront donc profiter d'un centre commercial à la fois fonctionnel, à faible empreinte carbone et à influence positive sur leur environnement, et ce grâce aux différents dispositifs architecturaux passifs, actifs ou technologiques qui composent le projet, allant des principes dits traditionnels de l'architecture bioclimatique aux principes actuels et contemporains inscrit dans son temps.

C'est donc un projet précurseur, une alternative au schéma traditionnel de conception des équipements et plus précisément des centres commerciaux qu'on peut concevoir comme un air neuf soufflants sur la ville de Tizi Ouzou.

En définitive, ce projet a été imaginé comme un point de départ dans l'entrée de la ville de Tizi Ouzou dans une ère nouvelle et contemporaine afin de la hisser au même rang des grandes villes du pays, dans la continuité du renouveau et de l'embellissement urbain souhaité par les autorités algériennes.

## Références bibliographiques

1. AITF et EDF, « guide bâtiment basse consommation »
2. Allain Garnier « Le bâtiment a énergie positive, comment maîtriser l'énergie dans l'habitat ? », ed Eyrolles, 2011
3. Bruxelles environnement guide bâtiment durable février 2007
4. Cadastre de Tizi Ouzou
5. Carte AEP de la ville de Tizi Ouzou
6. GIVONI.B, « L'homme, l'architecture et le climat », ed Moniteur, 1978
7. « Construction et énergie, Architecture et développement durable », ed PRUR, 2011
8. CSTB (Centre Scientifique Et Technique Du Bâtiment), « référentiel technique de construction », 2005
9. Dictionnaire Le Larousse, ed 2015
10. Entre-deux, l'origine en partage, Paris, Seuil, coll. « Points essais », 1991.
11. Febecel\_FR\_021009.pdf
12. <http://www.abcclim.net>
13. <http://www.aktisarchitecture.com>, étude de cas la caserne de bonne
14. <http://www.archimaperial.com>, concevoir et construire en acier
15. <http://www.climamaison.com>, document lexique du vitrage isolant
16. <http://www.energivie.pro>, guide des matériaux isolants
17. <http://www.googleearth.com>
18. <http://www.physique-et-matiere.com>
19. <http://www.sunearthtools.com>
20. <http://www.transit-city.com>, document Laroche architecture commerciale
21. <http://www.techniques-ingenieur.fr>
22. <http://www.vitrage-fenetre.com>

23. Jean castax et philippe panerai « la croissance urbaine », ed Parenthèses, 2004
24. Journal LIBETRE
25. Marc Landowski et Bertrand Lemoine « concevoir et construire en acier » © Arcelor, Luxembourg, 2005
26. Office national de la météorologie, station Boukhalfa Tizi Ouzou
27. Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la ville de Tizi Ouzou (PDAU)
28. Rapport de la C.A.U.E integration architecturale des equipements liés au energies renouvelables

## Liste des figures

Figure 1 : Limites wilayales de la ville de Tizi Ouzou .....	6
Figure 2 : Limites communale de la ville de Tizi Ouzou .....	6
Figure 3 : Limites naturelles de la ville de Tizi Ouzou .....	7
Figure 4 : Topographie et hydrographie de la Ville de Tizi Ouzou .....	7
Figure 5 : Etat actuel du col des genets (Zone militaire ruines du bordj) .....	7
Figure 6 : Epoque romaine .....	8
Figure 7 : Occupation Ottomane .....	8
Figure 8 : Urbanisme militaire 1844/1880 .....	8
Figure 9 : Du village à la ville 1880/1950.....	9
Figure 10 : De l'ilot à la barre 1958/1962.....	9
Figure 11 : 1ER éclatement 1962/1980.....	10
Figure 12 : 2eme éclatement de la ville 1980/2000.....	11
Figure 13 : Etat actuel du tissu urbain de la ville de Tizi Ouzou .....	11
Figure 14 : Schéma du système viaire de la ville de Tizi Ouzou .....	11
Figure 15 : Structure des tissus de la ville de Tizi Ouzou.....	11
Figure 16 : Vue sur le tissu du centre et haute ville de Tizi Ouzou .....	11
Figure 17 : Vue sur le tissu de la ZHUN de Tizi Ouzou.....	11
Figure 18 : Hiérarchisation des nœuds de la ville de TIZI OUZOU .....	12
Figure 19 : Nœuds de la ville de Tizi Ouzou .....	12
Figure 20 : Points verts de la ville de Tizi Ouzou .....	13
Figure 21 : Places de la ville de Tizi Ouzou .....	13
Figure 22 : Points de repères du centre-ville de Tizi Ouzou.....	13
Figure 23 : Points de repères de la ZHUN de Tizi Ouzou .....	14
Figure 24 : Arrière-plan de la ville de Tizi Ouzou.....	14
Figure 25 : Températures moyennes de la ville de Tizi Ouzou 2007-2016.....	15
Figure 26 : Moyennes des heures d'insolation de la ville de TO 2007-2016.....	15
Figure 27 : Moyennes d'humidité de la ville de Tizi Ouzou 2007-2016.....	15
Figure 28 : Moyennes des précipitations de la ville de Tizi Ouzou 2007-2016.....	16
Figure 29 : Les moyennes des vitesses des vents de la ville de Tizi Ouzou 2007-2016.....	16
Figure 30 : Direction des vents dans la ville de tizi-ouzou .....	16
Figure 31 : Abaque du diagramme psychométrique de GIVONI .....	18

Figure 32 : Diagramme de Givoni de Tizi Ouzou 2007-2016 .....	19
Figure 33 : Course et hauteur du soleil durant l'année .....	20
Figure 34 : Exemple de diagramme solaire en climat méditerranéen : ville de Barcelone .....	20
Figure 35 : Diagramme solaire du solstice d'hiver .....	20
Figure 36 : Diagramme solaire du printemps .....	21
Figure 37 : Diagramme solaire du solstice d'été .....	21
Figure 38 : Figuier /Figuier de Barbarie/ Olivier .....	22
Figure 39 : Chêne zeen .....	22
Figure 40 : Chêne liège .....	22
Figure 41 : Chêne afarés .....	22
Figure 42 : Pin coulter / Cyprès de Kabylie / Pin maritime .....	22
Figure 43 : Zone urbaine classée PU1 .....	23
Figure 44 : Synthèse de la composante urbaine du site du marché 1er novembre de TO .....	23
Figure 45 : Les différents axes .....	24
Figure 46 : Servitudes et autre hauteur des bâtiments .....	24
Figure 47 : Coupe schématique sur le marché du 1er Novembre .....	24
Figure 48 : Coupe Longitudinale et transversale sur le marché du 1er Novembre .....	25
Figure 49 : Accès mécaniques et piétons du marché du 1er Novembre .....	25
Figure 50 : Accès mécaniques et piétons du marché du 1er Novembre .....	25
Figure 51 : Ensoleillement du site durant l'année .....	26
Figure 52 : Etat des lieux de l'ensoleillement du site durant une journée a ciel dégagé .....	26
Figure 53 : Analyse de l'ensoleillement au niveau du marché 1er Novembre .....	26
Figure 54 : Direction des vents du marché du 1er Novembre .....	27
Figure 55 : Supermarché MPREIS à Wennis (Autriche) 1500 m2 .....	28
Figure 56 : Hypermarché Sainsbury's à Londres 7 000 m2 .....	29
Figure 57 : Centre commercial Westside à Berne 60 boutiques .....	29
Figure 58 : Marocco mall .....	30
Figure 59 : Al qods Alger .....	30
Figure 60 : L'hypermarché EREVAN Benin .....	30
Figure 61 : Century cityCap Town .....	30
Figure 62 : ABA mega mall Afrique de l'ouest .....	30
Figure 63 : Centre commercial Ritaj Oran .....	30
Figure 64 : Centre commercial de Bab zouar .....	30
Figure 65 : Centre commercial Ardis .....	30

Figure 66 : Park mall de Setif.....	30
Figure 67 : Structure de la population totale occupée par branche d'activité .....	31
Figure 68 : Foires et marchés .....	31
Figure 69 : Bazars et grandes surfaces .....	31
Figure 70 : Halle et pavillon.....	32
Figure 71 : Gallérie marchande début du 20eme .....	32
Figure 72 : Grande surface 1950 -1980.....	32
Figure 73 : Centre commerciaux 1980 -2000.....	32
Figure 74 : Centres commerciaux Bioclimatiques2000-2010norme ISO 14001 .....	32
Figure 75 : Schéma d'un bâtiment passif .....	33
Figure 76 : Course annuelle du soleil.....	34
Figure 77 : Diagramme solaire.....	35
Figure 78 : Protections des vents.....	35
Figure 79 : Les différents types de serres/ Source : rapport de la C.A.U.E .....	36
Figure 80 : Fonctionnement de la serre solaire en hiver .....	36
Figure 81 : Fonctionnement de la serre solaire en été .....	36
Figure 82 : Brise-soleil en bois, Artech architecture.....	36
Figure 83 : Brise-soleil en bois, Artech architecture.....	37
Figure 84 : Brise soleil .....	37
Figure 85 : Toiture inclinée .....	38
Figure 86 : Capteurs plans.....	38
Figure 87 : Capteurs sous vide .....	39
Figure 88 : Panneau photovoltaïque.....	39
Figure 89 : Silicium polycristalin.....	39
Figure 90 : Ventilation mécanique contrôlée à simple flux (extracteur d'air).....	40
Figure 91 : Ventilation mécanique contrôlée à double flux (extracteur d'air).....	40
Figure 92 : Ventilation naturelle motorisée (ouvrant motorisé).....	40
Figure 93 : Le puits provençal dit Canadien .....	41
Figure 94 : Propriétés thermo-physique des matériaux .....	42
Figure 95 : Situation du centre .....	46
Figure 96 : La mise en évidence du projet de l'extérieur .....	46
Figure 97 : Programme du centre commercial .....	47
Figure 98 : Les circulations verticales.....	47
Figure 99 : Système des puits de lumière.....	47

Figure 100 : Organisation centrale autours du puits avec une desserte horizontale circulaire	47
Figure 101 : La caserne de Bonne avant l'intervention	48
Figure 102 : Situation de La halle bioclimatique de Grenoble	48
Figure 103 : Plan de masse de La caserne de Bonne après l'intervention	48
Figure 104 : L'entrée du centre commercial	49
Figure 105 : Rue marchande piétonne intérieure	49
Figure 106 : Bardage en bois en façade	49
Figure 107 : Rues piétonnes qui lient le projet à l'existant	49
Figure 108 : Toiture en dent de scie (système de SHED)	50
Figure 109 : Fonctionnement espace climatique en hiver	50
Figure 110 : Fonctionnement espace climatique en été	51
Figure 111 : Parc extérieur du centre commercial	51
Figure 112 : Aménagement du parc	51
Figure 113 : Synthèse contextuelle et bioclimatique du marché du 1er Novembre	56
Figure 114 : Implantation du projet pour et par son contexte	57
Figure 115 : L'implantation bioclimatique du projet	58
Figure 116 : Premières apparitions de l'entre deux au sein du projet	60
Figure 117 : Matérialisation de l'entre deux et forme finale du projet	62
Figure 118 : Coupe schématique du projet	62
Figure 119 : Maquette d'étude et premiers jets volumétriques de l'entre deux	63
Figure 120 : Validation de la forme d'ensemble du projet	63
Figure 121 : Edition finale de la forme du projet	64
Figure 122 : Vue générale sur l'aboutissement formel du projet	64
Figure 123 : Organigramme fonctionnel	65
Figure 124 : Organigramme relationnel entre les entités	65
Figure 125 : Organigramme du RDC	66
Figure 126 : Organigramme schématique de l'ensemble du projet	66
Figure 127 : Type de structure pour chaque entité	70
Figure 128 : Coupe sur les fondations du projet	71
Figure 129 : Détail d'un mur de soutènement	71
Figure 130 : Détail d'un poteau en béton	71
Figure 131 : Enrobage d'un poteau métallique en béton	71
Figure 132 : Poutre en I profilé	72
Figure 133 : Les poutres treillis	72

Figure 134 : Rôle de la verrière dans le projet .....	74
Figure 135 : Le mouvement d'air de la tour a vent.....	75
Figure 136 : Acheminement de l'air chaud par la tour a vent en été .....	76
Figure 137 : Fonctionnement de la façade double peau en hiver.....	76
Figure 138 : Fonctionnement de la façade double peau en été .....	77
Figure 139 : Comportement de la serre bioclimatique en hiver.....	78
Figure 140 : Comportement de la serre bioclimatique en été .....	79
Figure 141 : Circulation de l'air autour du projet .....	80
Figure 142 : Ventilation de l'intérieur du sous-bassement .....	80
Figure 143 : Ventilation du corps fragmenté du projet .....	81
Figure 144 : Rôle et composant du puits provençal à PAC réversible .....	82
Figure 145 : Principe du fonctionnement d'un puits provençal et d'une PAC réversible.....	83
Figure 146 : Cycle de l'air dans une PAC réversible.....	84
Figure 147 : Composants et fonctionnement généraux d'un panneau hybride.....	85
Figure 148 : Fonctionnement des capteurs thermiques et du plancher chauffant .....	86
Figure 149 : Détails du panneau hybride .....	86
Figure 150 : Le panneau hybride et son plancher chauffant dans le projet.....	87
Figure 151 : Zoom sur le système de chauffage actif des panneaux hybrides .....	87
Figure 152 : Principe généraux de la VMC à double flux et types d'échangeur .....	88
Figure 153 : La VMC double flux au sein du projet .....	88
Figure 154 : Principes et composants du double et triple vitrage .....	89
Figure 155 : Origines et aspects de l'aérogel de silice.....	90
Figure 156 : Principe d'évolution de température interne/externe des parois a forte inertie....	91
Figure 157 : Caractéristiques thermique du béton .....	92
Figure 158 : Exemple de façade traitée avec du corian.....	92
Figure 159 : Disposition et forme de Rawlemon .....	93
Figure 160 : Schéma explicatif du fonctionnement et des dimensions d'une Rawlemon .....	94

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des analyses contextuelle, thématique, et bioclimatique .....	55
Tableau 2 : Programme quantitatif du projet .....	69