



**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI
FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE DE MASTER

Option : Architecture et environnement

Atelier : architecture bioclimatique et efficacité énergétique

ECOLE D'ARCHITECTURE A TIZI-OUZOU:

Réhabilitation et extension bioclimatique de l'ex habitat



Réalisé par :

M^{lle} ADLANI Yasmina

M^{lle} ZIBANI Souhila

Encadré par :

M. DEHMOUS M'hand

Mme. LAZRI Lydia

Soutenu à Tizi Ouzou le 24/06/2018

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DE GENIE DE CONSTRUCTION
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE DE MASTER

Option : Architecture et environnement

Atelier : architecture bioclimatique et efficacité énergétique

ECOLE D'ARCHITECTURE A TIZI-OUZOU:
Réhabilitation et extension bioclimatique de l'ex habitat.

Réalisé par :

M^{lle} ADLANI Yasmina

M^{lle} ZIBANI Souhila

Encadré par :

M. DEHMOUS M'hand

Mme. LAZRI Lydia

Soutenu à Tizi-Ouzou le 24/06/2018

Remerciement

Avant tout nous remercions Allah tout puissant d'avoir donné la force et le courage pour Surmonter toutes les difficultés rencontrées durant toute l'année et durant le cursus éducatif.

Et Au terme de ce modeste travail, qui clôturera ce parcours, Nous tenons a adressé nos vifs remerciements

A toutes nos familles...:

A nos encadreur Monsieur DEHMOUS M'hand et Madame LAZRI Lydia pour leurs encadrement, leurs soutien et leurs disponibilité ainsi que pour leurs conseils et sans lesquels ce travail n'aurait pu prendre forme.

Tous nos enseignants de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, département d'architecture qui ont contribué à notre formation durant tout notre cycle d'étude.

Mais également aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail. Ainsi qu'à toute l'équipe pédagogique.

En fin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail de près ou de loin.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

**Mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé
jusqu'au bout.**

**À mes chers frères et sœurs en particulier Ryma et
Yanis**

À toute ma famille.

À ma chère copine,

**À tous mes amis qui m'ont soutenu durant toute
l'année.**

**Tous mes enseignants qui nous a tendu la main pour
arriver jusqu'à la.**

**Ainsi qu'à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin
pour accomplir ce travail.**

YASMINA

Principalement, je tiens à remercier mes très chers parents pour leur présence inconditionnelle et leur soutien. Je ne leur témoignerai jamais assez de toute ma gratitude.

Je remercie chaleureusement ma sœur djoudja ; mon frère Salim et toute ma famille pour toute leur assistance et leur présence dans ma vie.

Toute ma reconnaissance va à mon binôme et ma copine qui n'a cessé d'être pour moi un exemple de persévérance et de générosité. Son regard critique et avisé m'a été très précieux pour structurer le travail.

Je remercie mes amis, qui m'ont toujours motivé dans les moments difficiles. Je n'ai gardé d'oublier leurs présences et leurs complicités. Leurs impulsions et leurs suggestions m'ont été très précieux.

Souhila

Résumé

A Tizi Ouzou, le domaine de l'architecture a toujours été enseigné au site de l'ex « Habitat » devenu aujourd'hui département d'architecture de l'université de Tizi Ouzou. L'état actuel de cette structure est loin de répondre aux exigences des usagers, d'ailleurs, celle-ci soit a été récemment transférée au nouveau pôle de Tamda. La réhabilitation et l'extension l'ex « habitat » est un véritable débat aujourd'hui. Un plan de « résilience » doit vite être mis au point pour permettre à ce lieu de se régénérer tout en répondant à la problématique de dégradation et d'inconfort qu'il présente.

Cette structure délaissée, dégradée au fil du temps et qui perd sa vocation et son identité, est donc appelée à devenir une véritable école qui portera l'identité d'un lieu, et remplira à son tour un rôle prépondérant grâce à une réhabilitation architecturale et une extension bioclimatique.

Située à l'entrée Est de la ville de Tizi-Ouzou, inscrite dans un site caractérisé par une dense végétation et profitant d'un microclimat riche, la nouvelle école d'architecture inscrite dans une démarche du développement durable et avec sa particularité et son principe basé sur l'architecture bioclimatique et l'efficacité énergétique, doit être un élément expressif portant la conciliation entre architecture, homme et environnement.

Mots clés : Ecole d'architecture, réhabilitation, extension bioclimatique, architecture bioclimatique, efficacité énergétique, Tizi Ouzou, Ex Habitat.

Tables des matières

Chapitre introductif

Introduction générale.....	1
Problématique générale	2
Objectifs	2
Hypothèses.....	3
Démarche méthodologique	3

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

Introduction.....	5
I.1 Présentation de la ville de Tizi-Ouzou	5
I.1.1 Situation géographique	6
I.1.2 Limites administratives	6
I.1.3 Accessibilité	7
I.1.4 Relief.....	7
I.1.5 Les ressources de la ville de Tizi-Ouzou	8
I.1.5.1. Les ressources naturelles	8
I.1.5.2. Les ressources artistiques, culturelles et du patrimoine historique	8
I.2 Etat de fait : rétrospective sur la ville de Tizi-Ouzou	9
I.2.1. Les 03 premières étapes de l'évolution du tissu urbain de Tizi-Ouzou	9
I.2.2. 1er éclatement de la ville : 1958	9
I.2.3 Le 2ème éclatement de la ville : 1968 et 1974/77	10
I.3 Etude urbaine	10
I.3.1. Les différentes entités qui composent la ville de Tizi-Ouzou.....	10
I.3.1.1.L'entité traditionnelle (le tracé du village amraoua)	11
I.3.1.2. L'entité coloniale.....	13
I.3.1.3. L'entité de la ZHUN	15
I.3.2. Système viaire.....	17
I.3.3. Equipements.....	18
I.3.3.1. La vocation de la ville de Tizi-Ouzou	18
I.3.3.2.L'enseignement supérieur à Tizi-Ouzou	19
I.4 Lecture climatique	19
I.4.1.Données climatiques	19
I.4.1.1.Températures.....	19
I.4.1.2.Humidité.....	20

I.4.1.3.Pluviométrie	21
I.4.1.4.L'enseillement.....	22
I.4.1.5.Vents	22
I.4.2. Présentation du diagramme bioclimatique de Givoni	23
I.4.2.1. Application de la méthode de GIVONI pour la région d'intervention	24
I.4.2.2. Lecture et Interprétation	25
I.4.3. Diagramme solaire	27
I.4.3.1.les cordonnés angulaire du soleil	27
I.4.3.2. Hauteur et la trajectoire du soleil.....	28
I.5. Site d'intervention réduit.....	29
I.5.1. Identification.....	29
I.5.2. Présentation de la parcelle	29
I.5.2.1. Situation	29
I.5.2.2 .Accessibilité	30
I.5.2.3. Morphologie	30
I.5.3. L'environnement physique	31
I.5.3.1Environnement naturel	31
I.5.3.1.1 cours d'eau.....	31
I.5.3.1.2 Le végétal	31
I.5.3.2 Environnement bâti	32
I.5.4. Les données microclimatiques	33
I.5.4.1 les vents	33
I.5.4.2 Humidité	33
I.5.4.3 Hauteur et trajectoire du soleil.....	34
I.5.5. Analyse de la structure existante	36
I.5.5.1 Analyse fonctionnelle	37
I.5.5.2 Analyse structurelle	39
I.5.5.3 Analyse des façades	39
I.5.5.4 Analyse du confort.....	39
Conclusion.....	42

Chapitre II. Thème et architecture du projet: un projet deux thématiques

II.1.1. Les équipements éducatifs	43
II.1.1.1. Les études supérieures.....	43
II.1.1.2. Ecole d'architecture.....	45
II.1.1.3. Système d'enseignement d'architecture en Algérie	45
II.1.2. Réhabilitation thermique	46
II.1.2.1. La réhabilitation thermique en architecture	46

II.1.2.2. Les quatre degrés d'une réhabilitation	46
II.1.2.3. Démarches d'une réhabilitation	47
II.1.2.4. L'isolation thermique par l'extérieur et l'isolation thermique par l'intérieur comme solution pour un confort thermique optimal	48
II.1.2.5 L'Eco réhabilitation/réhabilitation durable	49
II.1.3. L'extension en architecture	50
II.1.3.1. Extension bioclimatique.....	50
II.1.3.2. Attitudes d'une extension	50
II.1.3.3. Objectif d'une extension	51
II.1.4. Analyse d'exemples référentiels.....	51
II.1.4.1. ENSA de Strasbourg	51
II.1.4.1.1. Localisation	52
II.1.4.1.2. Historique du bâtiment	52
II.1.4.1.3. Le choix du site.....	52
II.1.4.1.4. Description du projet	53
II.1.4.1.5. Fonctionnement	54
II.1.4.1.6. L'aspect bioclimatique	56
Synthèse	57
II.1.4.2 Réhabilitation et extension pour la nouvelle école d'architecture Loci Tournai	Erreur ! Signet non défini.
II.1.4.2.1. Le choix du site	58
II.1.4.2.2. Les contraintes du site.....	58
II.1.4.2.3. Comment transformé un site contraint et fragmenté en une école d'architecture extraordinaire.....	59
II.1.4.2.4. Organisation fonctionnelle	61
II.1.4.2.5. Repartition du programme	62
II.1.4.2.6. Le programme surfacique	64
II.1.4.2.7. Aspects bioclimatiques du projet.....	64
Synthèse :	65
II.2. Synthétisation des données.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.1. récapitulatif sur le contexte	66
II.2.2. Récapitulatif sur les données bioclimatiques et microclimatiques du site	66
II.2.3 Récapitulatif sur le thème	67
II.2.4.2. Programme provisionnel de l'école.....	68
II.3. un projet, une idée fédératrice.....	69
II.3.1. les concepts opératoires	69
II.3.1.1. Concept lié au contexte	69
II.3.1.2. Concept lié au thème.....	70
II.3.1.3. Concept lié à la bioclimatique	70
II.3.2. Processus de création du projet.....	70

II.3.3. Progression d'échelle et validation des choix	72
II.3.4. Description architecturale	73
II.3.4.1. Accessibilité	73
II.3.4.2. Organisation des séquences de l'école d'art et d'architecture	74
II.3.4.3.lecture des façades	77
II.3.4.4.choix du système constructif	77
conclusion	78

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

Introduction

III.1 Introduction à l'architecture bioclimatique.	79
III.1.1. Le développement durable.....	79
III.1.1.1. Naissance du concept.	80
III.1.1.2. Les trois dimensions du développement durable.	80
III.1.2. Architecture bioclimatique.	80
III.1.2.1. Histoire du bio climatisme.....	81
III.1.2.2. Principe de base de l'architecture bioclimatique.	82
III.1.2.3. Démarche bioclimatique	83
III.1.2.3.1. Le confort d'hiver (Stratégie du chaud)	83
III.1.2.3.2. Le confort d'été (Stratégie du froid).....	84
III.1.2.4.les solutions bioclimatiques.....	85
III.1.3. Efficacité énergétique dans le bâtiment.....	85
III.1.3.1.Définition.	85
III.1.3.2. Les leviers de l'efficacité énergétique.....	86
III.1.3.3. Les solutions.	86
III.1.3.4.Les objectifs.....	87
III.1.3.5.Efficacité énergétique en Algérie.	87
III.1.4. Le confort thermique.	88
III.1.4.1.Notions de confort thermique.	88
III.1.4.2.Les aspects de confort thermique.	89
III.1.4.3.Les paramètres influençant le confort thermique.	90
III.1.4.4.Stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique.....	92
III.1.4.5.Le confort et les caractéristiques thermiques des matériaux.	92
III.1.5. la démarche « Haute Qualité Environnementale.	94
III.1.5.1.Objectifs.....	94
III.1.5.2. Les quatorze " cibles " de la Haute Qualité Environnemental.....	95

Synthèse :	96
III.2. L'étude d'impact sur l'environnement.	97
III.2.1. Description de l'état initial du site et de son environnement.	97
III.2.2. Description des différentes phases du projet.	98
III.2.3. caractéristique et analyse des impacts sur l'environnement.....	98
III.2.3.1. Phase de construction.	98
III.2.3.2. Phase d'exploitation.	99
III.2.4. Mesures d'atténuation ou de compensation des impacts.....	100
III.3. L'aspect bioclimatique et la performance énergétique du projet.	102
III.3.1. Rafraichissement passif par Ventilation naturelle ; Effets aérodynamiques avec la géométrie du plan de masse.....	102
III.3.2. L'orientation par rapport au gisement solaire.	102
III.3.3. Réhabilitation, aspect bioclimatique et la performance énergétique de l'existant.	104
III.3.3.1. Solution bioclimatique passive 1 : Ventilation naturelle traversante.	106
III.3.3.2. Solution bioclimatique passive 2: La serre bioclimatique et brise soleil.....	108
III.3.3.3. Solution bioclimatique passive 3 : Mur trombe.	109
III.3.3.4. Solution bioclimatique active : déstratificateurs.	111
III.3.3.5. Les toitures végétalisées et murs végétaux	112
III.3.3.6. Solution bioclimatique haute technologie : les matériaux à changement de phase.	112
III.3.4. Aspect bioclimatique et la performance énergétique de la nouvelle extension.....	113
III.3.4.1. Solution bioclimatique passive 1 : de rafraichissement bioclimatique: la ventilation traversante.....	117
III.3.4.2. Solution bioclimatique passive 2 : de rafraichissement bioclimatique: la ventilation par tirage thermique.....	119
III.3.4.3. Solution bioclimatique passive3 : - Lucarnes bioclimatique.	120
III.3.4.4. Solution bioclimatique passive4: La façade à double peau.	121
III.3.4.5. Solution bioclimatique passive 5 : Puits provençal.	122
III.3.4.6. Solution bioclimatique active 1 : Panneaux photovoltaïques hybrides et Plancher Chauffant.	123
III.3.4.7. Solution bioclimatique passive 6 : toit parasol.	124
III.3.4.8. Solution bioclimatique active 2 : VMC double flux.	125
Conclusion.	126
Conclusion générale.	127

Introduction générale

Tizi-Ouzou est une ville algérienne de taille moyenne dont l'évolution accélérée lui a permis de passer du stade de bourg à celui de ville rayonnant sur toute sa région en seulement un siècle et demi. En plus de sa situation stratégique, de ses richesses naturelles et culturelles, la ville de Tizi Ouzou possède de multiples vocations ; administrative, commerciale, sanitaire et universitaire...etc. L'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, avec ses différentes facultés et départements, garantie une formation qualitative aux étudiants de la région et participe grandement à l'animation de la ville. Elle est considérée comme l'un des plus grands pourvoyeurs d'emploi de la wilaya.

De l'indépendance à nos jours, le secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique à Tizi Ouzou a connu une évolution quantitative et un saut qualitatif appréciables. Avec plus de 50 000 étudiants, l'université de Tizi Ouzou était dans l'incapacité de recevoir un surplus d'étudiants ce qui a poussé à l'extension du réseau universitaire en neuf pôles repartis sur des sites différents. En dépit de toutes ces avancées, plein de défaillances sont à relever. Le cas le plus critique étant celui l'ex habitat, un établissement de prédilection pour les métiers du bâtiment d'où en sont sorties des générations des techniciens, d'ingénieurs et d'architectes. Le nouveau département d'architecture situé au pôle universitaire de Tamda se noie au milieu des autres départements. Il comporte des espaces similaires et identiques à ceux des autres départements et ne présente aucune spécificité en termes d'espaces, d'organisation et de fonctionnement. Tout ceci n'offre pas les conditions confortables pour la formation de l'architecture et pour un meilleur enseignement de cette spécialité, comme le représentait l'ex-habitat autrefois.

Par ailleurs, la répartition des différents paliers de formation entre les deux établissements pour les avantages offerts par l'un et l'autre comme la proximité à la ville, l'aération et les grands espaces, a causé une rupture fonctionnelle et organisationnelle pour la gestion des études et aussi pour les étudiants en terme de confort et conditions de travail. Notre défi dans ce cas précis est d'imaginer une grande école d'architecture sur le site de l'ex habitat pour retrouver l'esprit d'avant et pour répondre à long terme aux exigences fonctionnelles des temps actuels. Afin d'exécuter ce défi, une réhabilitation thermique ainsi que la réalisation d'une extension bioclimatique durable qui va s'inscrire harmonieusement dans son environnement sont primordiales.

Problématique générale

L'état de délabrement avancé dans lequel se trouve la structure de l'ex département d'architecture a poussé les autorités compétentes à le délocaliser dans la nouvelle structure du pôle de Tamda. A priori, cela semble être une mauvaise initiative dans le sens où la filière de l'architecture nécessite des conditions spécifiques. De plus, l'ensemble des étudiants et du personnel peinent à s'adapter aux conditions offertes par ce nouveau département.

A cet égard, une amélioration de l'image et des conditions de l'établissement de l'ex habitat semble a priori indispensable pour offrir aux étudiants un milieu de travail sain, spécifique et particulièrement confortable pour le bon déroulement de leurs études. C'est dans cette optique précise que vient s'inscrire notre réflexion d'éco-réhabilitation pour faire revivre un cadre bâti ancien mais aussi l'extension de ce dernier en introduisant les concepts de l'architecture bioclimatique à haute efficacité énergétique respectueuse de l'environnement afin d'obtenir un projet harmonieux enraciné dans son contexte.

Il importe donc de se poser les questions suivantes :

1. Comment faire renaître la mémoire d'un lieu délaissé et lui redonner son identité ?
2. Comment réussir une meilleure insertion formelle et fonctionnelle tout en intégrant le projet dans son contexte, en préservant sa vocation universitaire et en le modernisant afin d'optimiser les conditions et la qualité de la formation ?
3. Quels sont les dispositifs et techniques bioclimatiques à adopter pour effectuer une réhabilitation thermique et réussir à insérer une nouvelle extension complémentaire afin d'obtenir un projet à haute efficacité énergétique et minimiser l'impact sur l'environnement ?

Hypothèses

1. L'hypothèse de départ est de redonner vie à l'établissement par la réunion de l'ensemble des étudiants d'architecture dans un même endroit avec une Eco réhabilitation pour l'existant ainsi qu'une extension pour améliorer l'image et les conditions du travail de cet établissement ;
2. Concevoir une école d'architecture qui répond aux exigences formelles fonctionnelles.
3. L'intégration des notions bioclimatiques et la réduction de la consommation énergétique permettrait d'obtenir un projet écologique et durable et d'inciter et de

sensibiliser les futurs étudiants d'architecture à avoir à l'esprit de maintenir l'équilibre entre architecture et environnement.

Objectifs

1. Concevoir un projet bioclimatique et durable qui répond à des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle en tirant profit du contexte et en favorisant les économies d'énergies et en réduisant les dépenses énergétiques et les impacts sur l'environnement ;
2. Redonner une vie à l'établissement de l'ex-habitat par une réhabilitation de l'existant et une extension bioclimatique dans le cadre d'une démarche global de développement durable ;
3. Améliorer les conditions de travail et de confort des usagers et pousser les étudiants à intégrer dans leurs imaginations des projets le respect de l'environnement par l'architecture bioclimatique, notamment.

Démarche méthodologique

Afin d'entreprendre et élaborer un travail cohérent, pour apporter des éléments de réponses aux problématiques posées et parvenir aux objectifs assignés, nous aborderons notre travail suivant trois chapitres distincts ;

Le premier concerne le corpus théorique, il s'agit d'établir un diagnostic du contexte, principalement, du site d'intervention. Le second qui introduit le thème du projet en effectuant des recherches ciblées sur les établissements d'enseignement supérieurs en général et les écoles d'architecture en particulier, sur la notion d'enseignement ainsi que ces exigences en termes de fonctionnement et surface des espaces. Et le dernier est consacré aux généralités, l'étude d'impact et les solutions bioclimatiques du projet. Elle est illustrée par trois chapitre ;

- Chapitre introductive : contenant l'introduction générale qui introduira le thème, la problématique générale, les hypothèses, les objectifs ainsi que la démarche méthodologique ;
- Chapitre 1 : contextuel : consacré à l'étude de l'environnement (naturel et artificiel) immédiat de notre projet ainsi l'existant. Il est conclu par un swot afin de servir de guide pour nous aider à prendre la bonne décision en phases d'élaboration du projet.
- Chapitre 2 : thématique : orienté vers l'appréhension et l'interprétation de la thématique du projet à travers l'analyse référentielle d'exemples qui permettra la

définition des grands axes de la conception de notre projet. il est achevé par la présentation du projet de fin d'étude « réhabilitation et extension bioclimatique de l'Ex-habitat », des dossiers graphiques et un programme qualitatif, quantitatif de notre projet architectural.

- Chapitre 3 : aspect bioclimatique et performances énergétique, voué à la présentation et la maîtrise d'énergie et l'application des procédés bioclimatiques dans le projet dans l'objectif est l'amélioration de l'efficacité énergétique et minimiser l'impact de la nouvelle école d'architecture sur l'environnement.

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

Introduction

L'analyse des contextes physiques d'intervention tant à l'échelle urbaine qu'à celle du site réduit ainsi que le diagnostic d'un éventuel existant bâti est une étape indispensable avant tout travail d'architecture. Cette étape qui revêt un intérêt majeur doit être conçue comme un instrument systématique et essentiel à toute intervention sur les composants d'une ville. D'abord elle consiste avant tout à mettre une méthodologie de lecture afin définir un diagnostic pour comprendre toute planification et formation d'une ville mais aussi de faire un constat de ce qui existe dans la ville, le quartier et le site pour dégager toutes les potentialités et les carences afin de comprendre son historique et son identité qui vont être support pour les prochaines interventions.

Ce présent chapitre est justement consacré à l'étude des sites large et direct d'insertion de notre projet. Nous l'avons abordé dans un tout premier temps par une présentation de la ville de Tizi Ouzou en terme de situation géographique, ressources culturelles et naturelles, d'aménagement urbain pour une compréhension du fonctionnement du territoire. Puis, une lecture des données climatique et bioclimatiques afin de tirer les solutions et stratégies architecturales en fonction du climat. Enfin une analyse à l'échelle du site réduit avec une étude microclimatique.

I.1 Présentation de la ville de Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou fait partie des 10 wilayas formant la région Nord du centre du pays. Située à l'Est d'Alger, c'est le second pôle démographique de la région. Elle relie entre deux portes importantes Bejaia coté Est et Alger côté Ouest, ce qui fait d'elle un espace d'échange entre les deux villes. Elle est constituée de 67 communes dont 21 daïras.

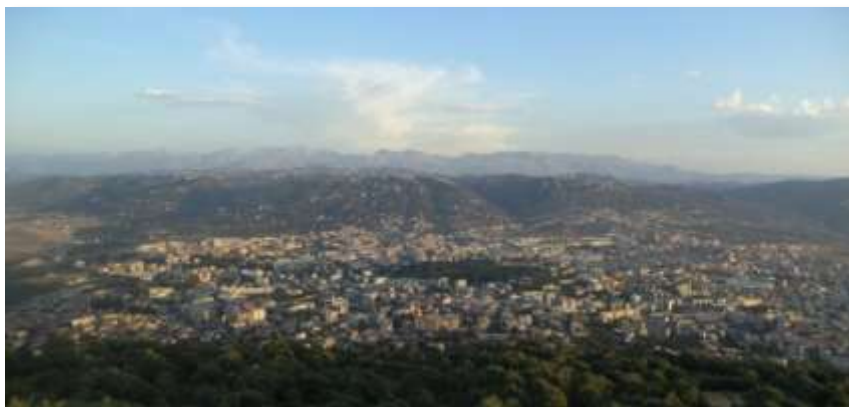


Figure 1: vue sur la ville de Tizi Ouzou
Source. Auteurs

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.1.1 Situation géographique

Tizi-Ouzou est une wilaya algérienne située à 88 km à l'est de la capitale Alger, à 93 km à l'ouest de Bejaïa, à 52 km à l'est de Boumerdès et à 39,5 km au nord-est de Bouira.

La ville de Tizi-Ouzou est le chef-lieu située au centre-ouest de la wilaya de Tizi Ouzou elle est à 100 km à l'est de la capitale Alger, à 125 km à l'ouest de Bejaïa et à 30 km au sud des côtes méditerranéennes.



Figure 2: situation de la wilaya de Tizi-Ouzou à l'échelle nationale

Source : site internet officiel de l'APC de T-O
([Http\\APC Tizi-Ouzou.org](http://APC Tizi-Ouzou.org))

I.1.2 Limites administratives

La commune de Tizi-Ouzou d'une superficie de 10 236 ha est délimitée par :

Au nord : les communes de Sidi Nàamane et Ait Aissa Mimoun.

A l'Est : par les communes de Ouaguenoun et Tizi-Rached.

Au Sud : par les communes de Irdjen, Beni Aissi, Beni Zmenzer et Souk el Tenine.

A l'Ouest : par les communes de Draa Ben Khedda et Tirmatine¹.



Figure 3: situation et communes limitrophes de la ville de Tizi-Ouzou

Source : site internet (. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tizi-Ouzou>)

¹ PDAU (plan directeur d'aménagement et d'urbanisme) de la wilaya de Tizi-Ouzou 2008.

I.1.3 Accessibilité

La ville de Tizi-Ouzou est le lieu d'aboutissement de quatre routes nationales la RN 30 et RN 15 et deux autres considérées comme axes importants (La RN12 qui assure la liaison Alger et Tizi-Ouzou, la RN72 qui relie Tizi-Ouzou à Tigzirt). Un réseau ferroviaire (reliant Tizi-Ouzou à Alger) fonctionnel depuis le 15 Avril 2017². Ceci contribue donc à la rendre accessible, fréquentée et non isolée.



Figure 4: accessibilité à la ville de Tizi-Ouzou

Source : Google maps / Auteurs (<https://www.googlemaps.fr>)

I.1.4 Relief

De par sa configuration topographique elle marque l'accès à l'espace montagnard et occupe ainsi une position toute particulière de « Porte ». Elle s'élève à 250m d'altitude, au pied du massif du Belloua, au Nord. Au sud on trouve le vieux massif des Hasnaoua. A l'Est se situe la vallée du Sébaou. A l'Ouest, le bourg Boukhalfa, la ville s'ouvre sur les petites vallées de Drâa-Ben-Khedda et de Sidi-Nâamane.

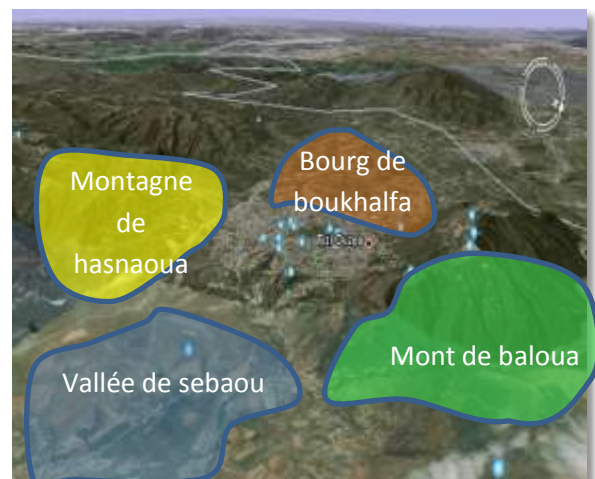


Figure 5: vue aérienne sur la ville de Tizi-Ouzou

Source : source Google earth/ auteurs

² Site du journal électronique Tout Sur L'Algérie (Tsa) (<https://www.tsa-algerie.com>, consulté en avril 2017).

I.1.5 Les ressources de la ville de Tizi-Ouzou

Les touristes cherchent dans leurs destinations les beaux paysages, les endroits historiques et culturels. Cette offre ne peut pas être réalisée sans des ressources humaines qualifiées et un capital riche et des infrastructures touristiques développées.

I.1.5.1. Les ressources naturelles

La ville de Tizi-Ouzou a des potentialités de subsistance par la présence d'un réseau hydrographique important.

- La fertilité des terres de la vallée favorise l'activité agricole.
- La position centrale du col des genets permet le contrôle total de toute la ville.



Figure 6: le mont de Hasnaoua
Source : auteurs



Figure 7: le mont de Belloua
source : auteurs

I.1.5.2. Les ressources artistiques, culturelles et du patrimoine historique

Les ressources du patrimoine historique, héritées des générations qui nous ont précédées, et que nous devons transmettre intact aux générations futures. Parmi ces ressources on peut citer le bordj turc, le village traditionnel de la haute ville, la ville coloniale, les différents types d'équipements, la langue et les rites.



Figure 8: Le village traditionnel
source : auteur



Figure 8 : le bordj turc
source : auteurs

I.2 Etat de fait : rétrospective sur la ville de Tizi-Ouzou

I.2.1. Les 03 premières étapes de l'évolution du tissu urbain de Tizi-Ouzou

a. La création du village traditionnel des « Amraoua »

Conséquemment à la division des terres agricoles des alentours et au transfert, par les Turcs, du Souk Sebt vers Tizi-Ouzou.

b. L'époque ottomane

Est, essentiellement représentée par le Bordj de Tizi-Ouzou érigé en 1720.

c. L'époque coloniale

Où l'occupation a commencé par les infrastructures de défense laissées par les turcs. Le village colonial a commencé à être érigé en 1855 à la limite Sud du village des Amraoua.³

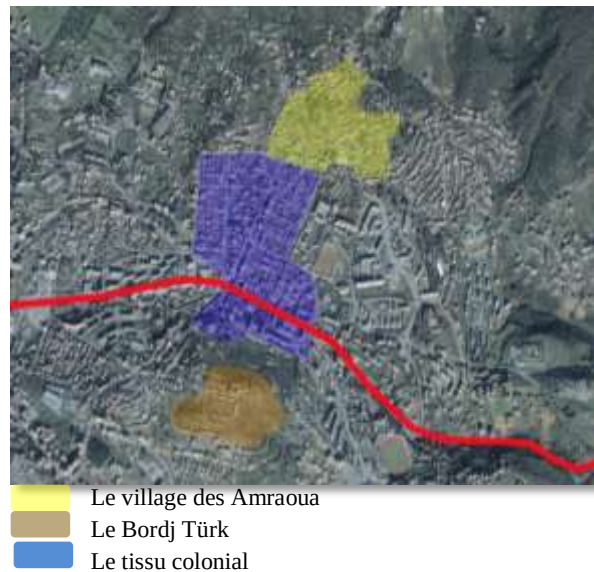


Figure 10 : Processus de formation et de développement de la ville de Tizi-Ouzou.
Source : Schéma élaborés d'après les données du PDAU de Tizi-Ouzou, 2008.

I.2.2. 1^{er} éclatement de la ville : 1958

En 1958, le plan de Constantine a doté Tizi-Ouzou d'opérations de développement.

Et ceci engendre un grand déséquilibre et désarticulation de son tissu dû à l'éclatement de la ville dans les directions Est et Ouest, perdant ainsi ses limites marque une rupture au niveau de la morphologie de la ville. Et parmi ses réalisations : HLM, les Genêts, les fonctionnaires et le Cadi.

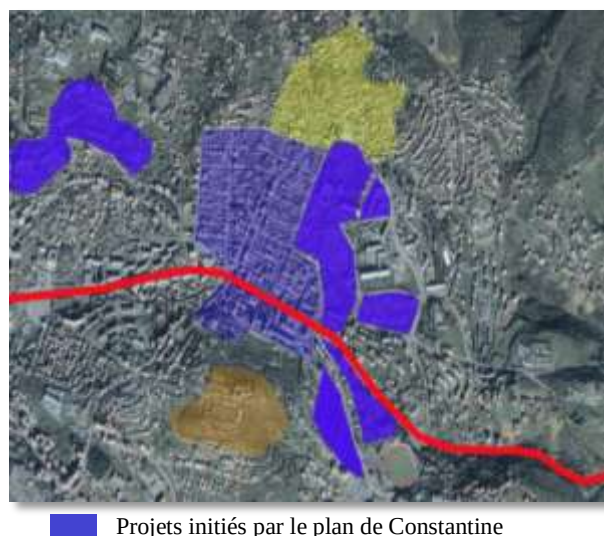


Figure 11. Processus de formation et de développement de la ville de Tizi-Ouzou.
Source : Schémas élaborés d'après les données du PDAU de Tizi-Ouzou, 2008.

³ PDAU de la wilaya de Tizi-Ouzou, 2008.

I.2.3. Le 2ème éclatement de la ville : 1968 et 1974/77

L'époque poste coloniale

L'urbanisation a été accélérée, à partir de 1968, par le programme spécial.

C'est le deuxième plan quadriennal (1974-1977) qui donnera à la ville de Tizi-Ouzou l'envergure d'une capitale régionale. Ce nouveau statut urbain a engendré la réalisation d'une université, d'un Centre Hospitalo-Universitaire, de plusieurs Centres de formation professionnelle et instituts de technologie ainsi que des sièges d'entreprises nationales.



■ Les projets ponctuels du plan spécial
■ la ZHUN Sud

Figure 12. Processus de formation et de développement de la ville de Tizi-Ouzou.
Source : Schémas élaborés d'après les données du PDAU de Tizi-Ouzou, 2008.

I.3 Etude urbaine

I.3.1. Les différents entités qui composent la ville de Tizi-Ouzou

La formation de la ville, par greffes successives, traduit une histoire tumultueuse. À chaque phase de développement correspond une dynamique économique, une extension spatiale et des éclatements successifs de l'espace urbain.



Figure13. Entités qui composent la ville de Tizi-Ouzou
Source : Service du CADASTRE de Tizi-Ouzou.

I.3.1.1. L'entité traditionnelle (le tracé du village amraoua)

Occupe le Nord de la ville, caractérisée par une architecture vernaculaire, limité au nord par la montagne de Belloua, à l'est par Oued Hellouf, à l'Ouest par Chaàbet Esebt, au Sud par l'Oued de Tizi-Ouzou. Présente une organisation villageoise avec un tissu de mailles organique mais fortement structuré, avec un système viaire hiérarchisé, formant un tout homogène.

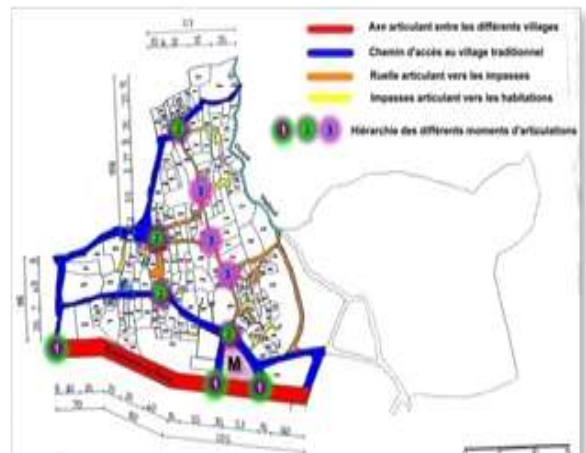


Figure 14. Organisation du village traditionnel

a) Système viaire

L'étude du village nous détermine un maillage contenant des voies hiérarchisées ayant différentes dimensions. Le principal chemin d'accès au village se fait par le boulevard du nord.



- | | |
|---|---|
| ■ Boulevard du nord | ■ Impasses du village |
| ■ Ruelles | ■ Oued hallouf |
| ■ Chemin d'accès au village | |

Figure 15. Carte du système viaire du tissu traditionnel.
Source : Plan du PDAU de Tizi-Ouzou



Figure 16. Le chemin d'accès au village.
Source : auteur



Figure 17. La ruelle
source : auteur



Figure 18. L'impasse
source : auteur

b) Les espaces publics

Le tissu traditionnel lui-même est constitué de places publiques considérées comme espace de rencontre qui jouent un rôle important dans la structure de l'espace.



- Place de la mosquée lala Saïda
- Place de la fontaine Ain sultan
- Place zoudj Aiyoun

Figure19. Les espaces publics dans le tissu traditionnel

Source : Google earth/auteurs

c) L'îlot

Le tissu traditionnel est constitué d'îlots de formes irrégulières dictées par la topographie du site ce qui donne par la suite des dimensions variables.

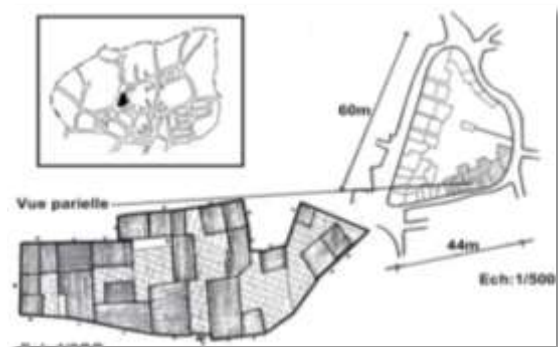


Figure20. Le système d'îlot

source : auteur

d) Le bâti

Le bâti de la haute ville à l'exception des nouvelles bâtisses présente un caractère traditionnel qui découle de l'architecture traditionnelle kabyle, les maisons se développent en RDC surélevées d'une toiture en tuile dont la typologie est la maison à cour, caractérisées par des façades introverties.



Figure 21. Vue sur les bâtisses récentes
source : auteurs



Figure 22. Les maisons kabyles
source : auteurs

1.3.1.2. L'entité coloniale

C'est l'entité qui a permis la naissance de la ville, c'est le résultat du découpage foncier du génie militaire. Elle présente un tissu urbain caractérisé par une structure tramée, des ilots pour donner une trame viaire en damier, structurée par deux axes importants : l'axe Alger- Bejaia et l'axe Belloua.

a) Le système viaire

Le tracé de l'urbanisme colonial est organisé et structuré selon une logique géométrique, dessinée par un réseau viaire en damier ; les voies parallèles ou perpendiculaires sont le résultat d'un tracé structuré organisé selon le modèle d'urbanisme métropolitain

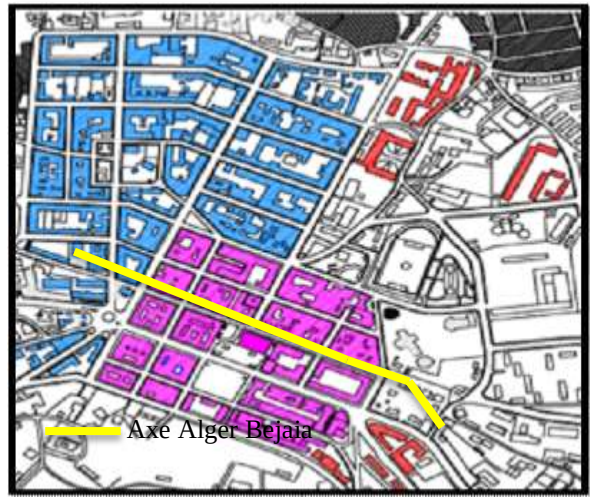


Figure 23. Morphologie du tissu colonial.
Source : Service du CADASTRE de Tizi-Ouzou.



Figure24. Le système viaire
source : photo traité par l'auteur

Le tissu colonial est essentiellement composé de deux noyaux ; le premier noyau est doté d'une organisation hiérarchisée de l'espace, c'est-à-dire une unité urbaine régie par une trame. Le deuxième noyau constitue une extension de l'ancien dans une logique de continuité et de croissance.

▪ Le premier noyau:

- Caractérisé par un maillage avec un module de base de forme carré de 75 m de côté.
- Un module de 85 m a été donné à la place centrale qui est celle de l'église afin de la valoriser et accentuer sa centralité.

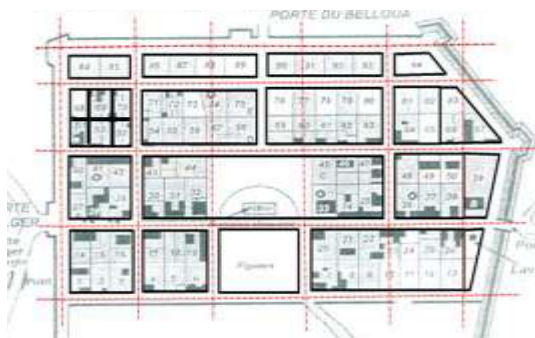


Figure 25Tracé du premier noyau colonial.
Source: Service du CADASTRE de Tizi-Ouzou.

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

- Les îlots présentent différentes formes carrés et rectangulaires de dimension différentes également.

- **Le deuxième noyau**

-Les îlots sont d'une forme rectangulaire, déformés, épousant ainsi la morphologie et la direction du terrain.

- Le maillage est d'une dimension de (112.5x75 m).

-Chaque îlot urbain dans l'ancien noyau est découpé en 6 parcelles, avec un module de base de dimension égale (20x30cm).

-Toutes les parcelles sont perpendiculaires aux axes structurants.

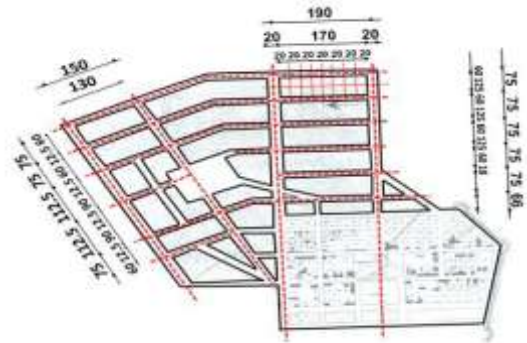


Figure26. Tracé du deuxième noyau colonial.
Source: Service du CADASTRE de Tizi-Ouzou.

b) Les espaces publics

Les places publiques jouent un rôle important dans l'organisation de l'espace urbain c'est un lieu, une fonction, un vide et une forme. Elle est un moment statique de choix directionnels, elle a un rôle monumental dû à la dimension symbolique qui lui reconnue.

Square du 1^{er} novembre

Square du 1^{er} novembre
La place de la mairie
Square de la mosquée
Place babouche Saïd



Figure 27. Les différentes places durant la période coloniale
source : Google earth/auteurs

c) Les équipements

La localisation des équipements se fait suivant le développement de la ville les équipements sont implantés au niveau des portes et tout le reste autour de la place centrale

- Equipements éducatifs
- équipements de service
- bâtiments religieux
- commerce
- sureté

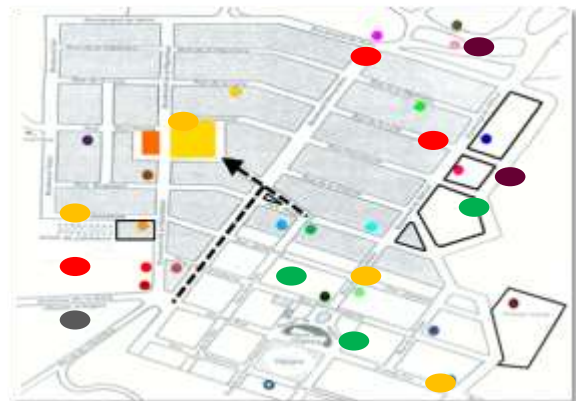


Figure28. Les différents équipements durant la période coloniale
source : Google maps/auteurs

d) La typologie du bâti

▪ L'ilot

Le caractère résidentiel a fait que l'occupation est périmètre ou le jardin occupe l'arrière-plan de la parcelle. Dans la première entité de l'occupation coloniale

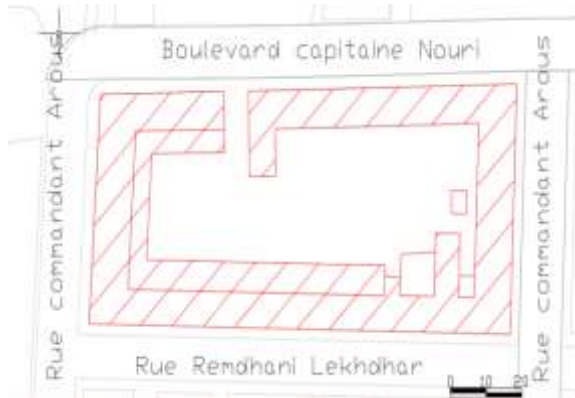


Figure29. Occupation périmètre des îlots au deuxième noyau
Source: Carte du PDAU

▪ La barre

Cette typologie se situe dans la deuxième forme urbaine coloniale (zoning) les immeubles constituent des ensembles monofonctionnels (habitation ou équipement).leur implantation se fait indépendamment de la voirie.



Figure30. Bâtiments d'habitation sous forme de barre

▪ L'Alignement

Le bâti est à la fois aligné avec des hauteurs proportionnelles par rapport à la voie, ce qui assure une continuité urbaine. Cette organisation a donné une lecture intelligible aux parcellaire du tissu.

I.3.1.3. L'entité de la ZHUN

Le projet de la création des Z.H.U.N (Zone d'habitat urbain nouvelle) constitue l'extension du tissu ancien vers le Sud suivant un nouvel axe de croissance, créé par le dédoublement de l'axe RN12., née suivant une nécessité de loger, présente un tissu dépourvu de logique structurelle et de façades urbaines continues.

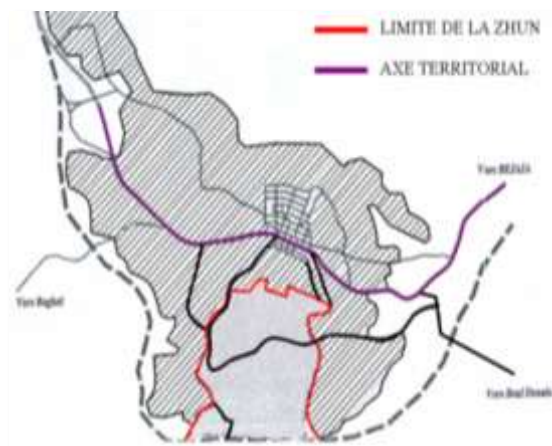


Figure.31 Carte de Tizi-Ouzou.
Source: PDAU de Tizi-Ouzou.

a) Système viaire

L'entité de la ZHUN forme un ensemble de voies, des tracés et des ilots, irréguliers et de dimensions variables, n'obéissant à aucune logique urbaine. La hiérarchie des voies est déterminée en fonction de son rôle de distribution, de disserte et de liaison au sein de la structure urbaine.

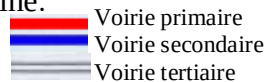


Figure.32 Carte de la ZHUN
Source: PDAU de Tizi-Ouzou.

b) L'îlot

Les îlots sont d'une forme irrégulière dessinés souvent par le tracé des voies et par la morphologie du terrain et sont faiblement occupé de bâti.

c) Le bâti

On distingue deux types de bâti:

-Linéaire: ce type se trouve dans les nouvelles constructions alignées par rapport aux voies pour des raisons commerciales et services et pour une meilleure occupation de l'espace.

-Ponctuel: ce type occupe un grand pourcentage des parcelles, il n'obéit à aucune logique de continuité ou d'alignement, les bâtiments sont dispersés ponctuellement dans le terrain.



Figure33. Carte des types de bâti
Source: PDAU de Tizi-Ouzou.

d) Les espaces verts

L'entité de la ZHUN est caractérisée par la prédominance du bâti ce qui engendre la pauvreté et insuffisance des espaces verts.

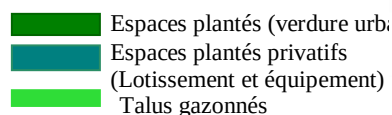


Figure34. Carte des espaces verts
Source: PDAU de Tizi-Ouzou.

e) Les équipements

Les équipements sont répartis dans la ZHUN sans rapport entre eux, ni avec l'habitat. Ils constituent des entités spatiales isolées dictées par le zoning pour répondre à la logique de séparation des fonctions.

- Centre universitaire
- équipements éducatifs
- équipements religieux
- services

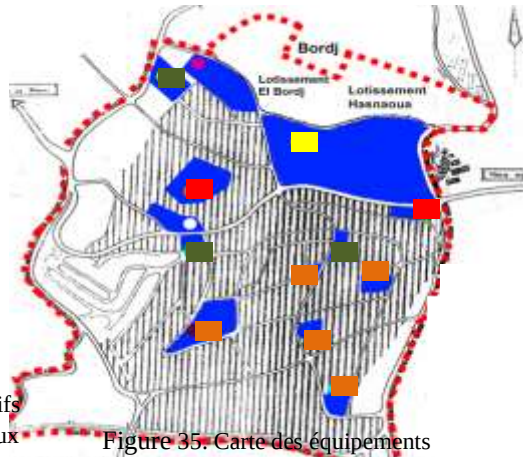


Figure 35. Carte des équipements
Source: PDAU de Tizi-Ouzou.

I.3.2. Système viaire

La ville de Tizi-Ouzou présente un réseau viaire riche et hiérarchisé mais cela ne l'empêche pas de manifester quotidiennement à des problèmes de circulations.

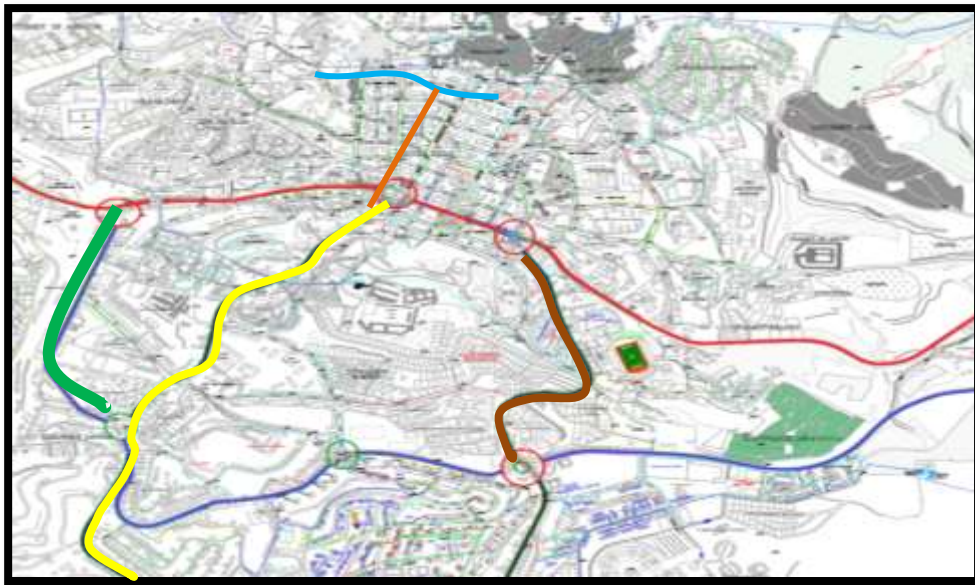


Figure 36. Le système viaire de la ville de Tizi-Ouzou

source : PDAU/auteurs

- La RN12 : Ancien axe ordonnateur, de permanence historique et de croissance urbaine, structurée par trois nœuds.
- Boulevard du Nord: Il sépare l'entité coloniale de la traditionnelle.
- Boulevard Md Saïd Ouzeffoun: Relie le centre-ville à la Haute ville.
- Rue des frères Beggaz: Crée parallèlement avec la ZHUN.
- Boulevard Stiti: A constitué avec la RN12 un axe de croissance de la ville vers la Sud, il relie la RN12 à la nouvelle ville.
- Rue des frères Belhadj: Axe délimitant la ZHUN. Il désengorge la RN12.
- Rue Khoja Khaled: Relie le centre à la nouvelle ville.

I.3.3. Equipements

Tizi-Ouzou est une ville à multiples vocations (administrative, éducative, sanitaires, culturelle, sportive, commerciale, militaire). Le centre-ville est l'entité la mieux équipée ce qui justifie la présence d'animation et de dynamique urbaine.

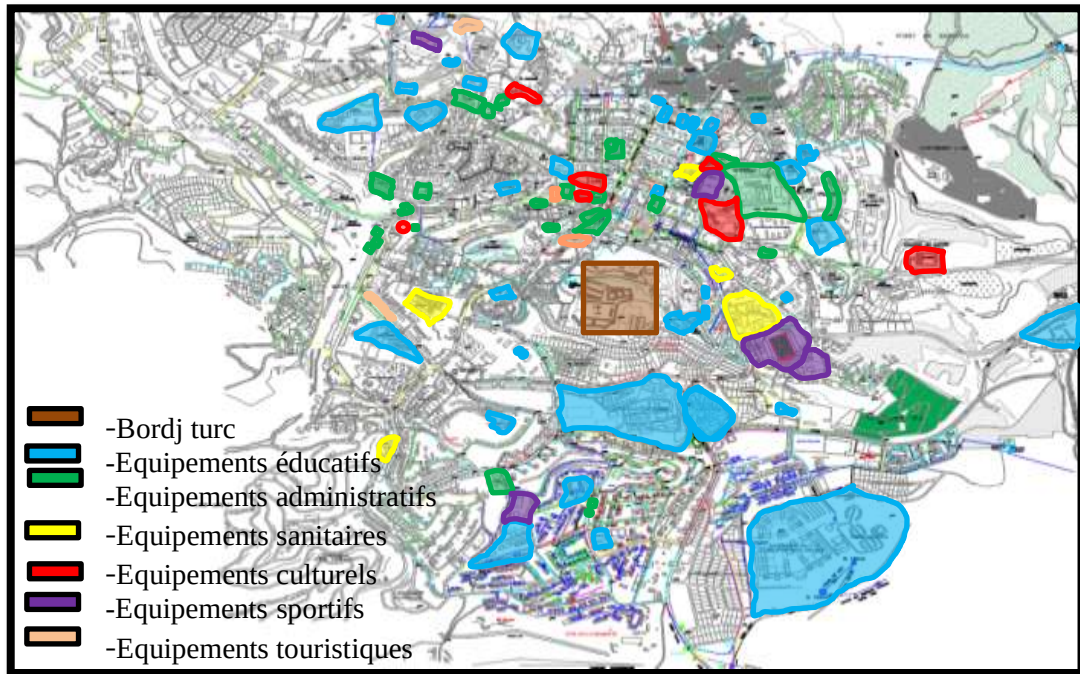


Figure 38. Les équipements au niveau de la ville de Tizi-Ouzou
Source : carte PDAU /auteurs



Figure 39. Le siège de la wilaya
source : auteurs



Figure 40. Le théâtre régional
source : auteurs



Figure 41. Le siège de l'APC
source : auteurs

I.3.3.1. La vocation de la ville de Tizi-Ouzou

La commune de Tizi-Ouzou est, avant tout, une ville de commandement administratif et secondairement, d'activité distributrices de biens et services. Elle est accessoirement, une commune industrielle et agricole. Une des caractéristiques principales de la

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

commune de Tizi-Ouzou est, également l'importance du secteur universitaire et de la population estudiantine.⁴

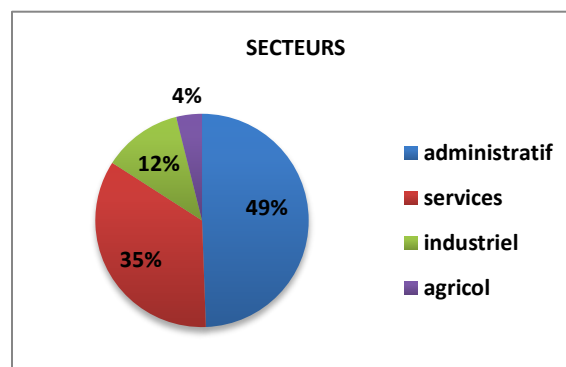


Figure37. Secteurs de la commune de Tizi-Ouzou
source : PDAU/auteurs.

I.3.3.2. L'enseignement supérieur à Tizi-Ouzou

Une des caractéristiques principales de la commune de Tizi-Ouzou est, l'importance du secteur universitaire et de la population estudiantine.

L'université Mouloud Mammeri compte, en effet, 42 739 étudiants répartis en 08 facultés structurées en 30 départements pédagogiques et de recherche et organisés en 7 campus.

Les structures de L'UMMTO sont implantées sur 09 sites.⁵

I.4 Lecture climatique

La région de Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen. Elle présente un climat caractérisé par un hiver frais et pluvieux et un été chaud et humide. A Tizi-Ouzou, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. La ville affiche une température annuelle moyenne de 17.9 °C. En raison des massifs montagneux qui entourent la ville, il peut parfois, neiger en hiver. En été, la chaleur peut être suffocante car l'air marin se heurte au relief montagneux qui l'empêche d'atteindre la ville.

I.4.1. Données climatiques

I.4.1.1. Températures

Tableau 1: température mensuelle a Tizi Ouzou
Source : L'ONM de Boukhalfa/ Tizi Ouzou

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T°moy(°C)	11,09	10,98	13,06	16,20	19,34	23,89	27,79	28,07	24,27	20,55	14,93	12,01
T°min (°C)	7,21	6,93	8,57	11,24	13,84	16,93	21,21	21,66	18,93	15,62	12,66	7,65
T°max (°C)	16 ,16	15,97	18,89	22,35	25,92	31,16	35,87	35,15	28,38	27,38	19,71	16,87

⁴ PDAU de la wilaya de Tizi-Ouzou ,2008.

⁵ PDAU de la wilaya de Tizi-Ouzou ,2008.

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

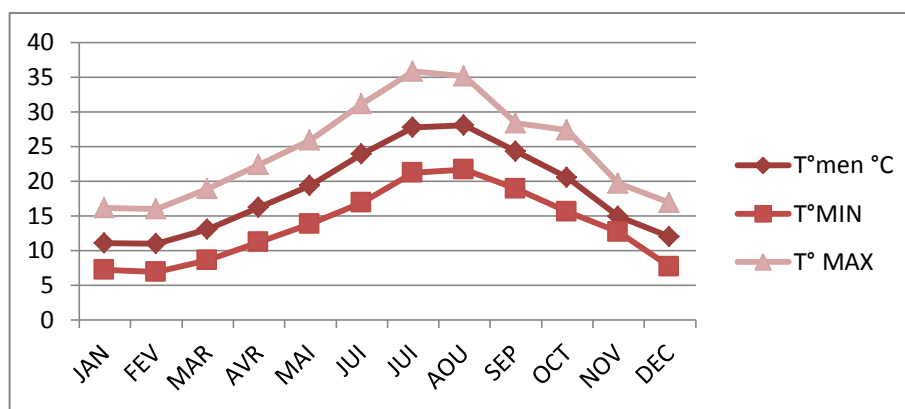


Figure 42. Diagramme des valeurs des températures pour la période de 2006/2016 source : Onm / auteurs

Selon les données météorologiques, la ville Tizi-Ouzou est caractérisée par un hiver doux et un été long, sec et chaud. Les températures sont réparties en deux grandes périodes :

- Une période chaude dont le mois d'août est le mois le plus chaud de l'année, avec des températures maximales qui dépassent, parfois, les 38°C notamment entre 12 et 14 heures de la journée dans certains endroits.

- Une période caractérisée par des températures basses marquées durant le mois janvier et février. Avec des températures moyennes marquées en demi saison.

I.4.1.2. Humidité

Tableau 2: humidité relative moyenne à Tizi Ouzou

Source : L'ONM de Boukhalfa, Tizi Ouzou

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Hr moye (%)	81	79	79	76	72	65	59	60	67	72	78	82

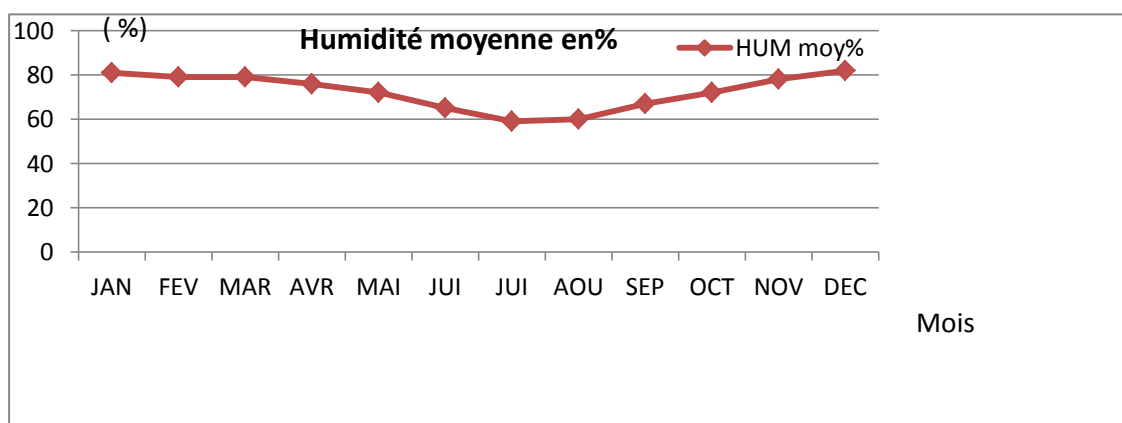


Figure 43. Histogramme des valeurs d'humidité pour la période de 2006/2016
Source: données climatiques relevées par la station ONM de Boukhalfa

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par un degré hygrométrique assez élevé tout au long de l'année (moyenne annuelle de 67,8 %), avec six mois entre 70,5 % et 79,5 % et six mois entre 52,1 % et 69 %. Cette humidité relative élevée peut avoir comme source la présence du barrage Takssabt (Oued Aissi) au Sud-Est de chef-lieu de la wilaya et, l'ouverture de cette dernière sur différentes cotes littorales (Azefoun, Tizirt et Boumerdès).

La moyenne maximale est marquée en mois de décembre tandis que la moyenne minimale est marquée en mois de juillet avec un taux de 59%.

I.4.1.3. Pluviométrie

Tableau 3: précipitations moyennes mensuelle à Tizi Ouzou
source : L'ONM de Boukhalfa, Tizi Ouzou

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Préci moy (mm)	107,3	92,7	127,1	93,9	68,2	16,8	6,5	13,2	40	72,5	133,2	119,7

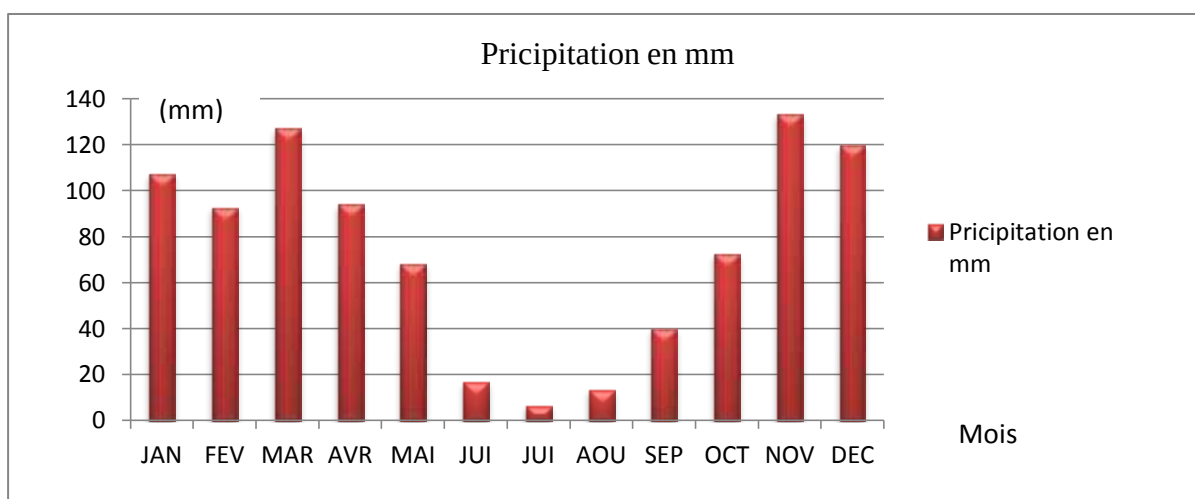


Figure44. Histogramme des précipitations pour la période 2006/2016
Source: données climatiques relevées par la station ONM de Boukhalfa

La ville de Tizi Ouzou bénéficie d'un climat tempéré chaud. Les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été elles deviennent rares et presque inexistantes durant les mois chauds tels que juillet et août. La moyenne des précipitations annuelles atteint 896 mm. Les fortes précipitations se concentrent du mois d'octobre au mois de mai, et la saison estivale apparaît la moins arrosée avec une période creuse qui s'étale du mois de juin jusqu'au mois de septembre. Le mois de Juillet est biologiquement le mois le plus sec de l'année, tandis que le mois le plus humide est décembre.

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.4.1.4. L'ensoleillement

Tableau 4: Insolation moyenne mensuelle a Tizi Ouzou
source : L'ONM de Boukhalfa, Tizi Ouzou

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Inso(h)	156	151	202	221	237	278	317	301	225	217	160	143

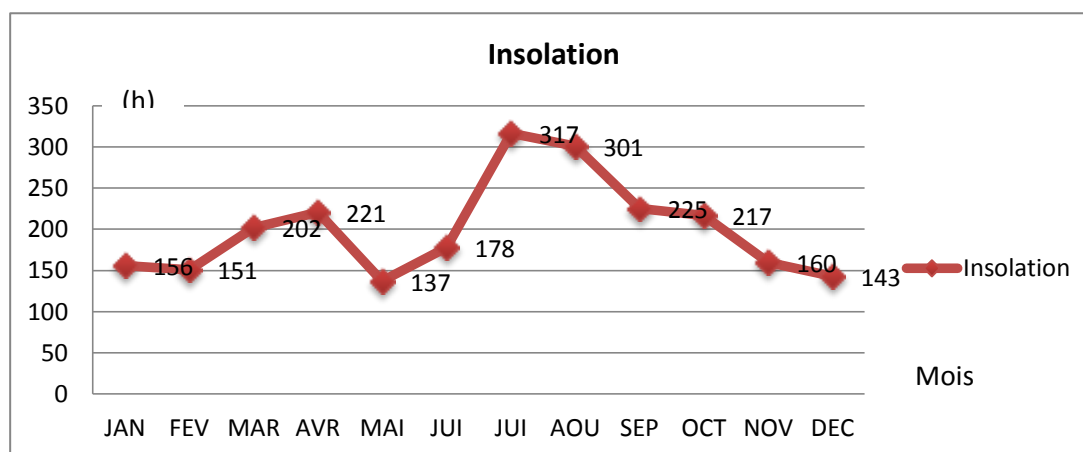


Figure 45. Histogramme de la durée d'insolation pour la période 2006/2016
Source: données climatiques relevées par la station ONM de Boukhalfa

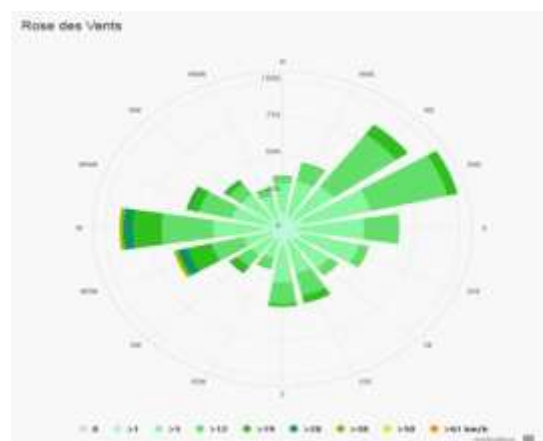
D'après les données la durée d'ensoleillement est très considérable durant les mois d'été ou elle atteint le max en moi de juillet qui est le plus ensoleillé avec 317 heures suivi par le mois d'aout. Le mois de décembre est le moins ensoleillé avec 143 heures. -la durée moyenne d'insolation est de 2608 heures.

I.4.1.5. Vents

Rose des Vents

La Rose des Vents pour Tizi-Ouzou : Le vent souffle du sud-ouest (SO) au nord-est. La vitesse du vent de 1.3m/s à 1.8m/s.

La vitesse des vents varie d'une direction à une autre ou elle atteint la vitesse maximale dans la direction ouest et sud-ouest avec une vitesse qui dépasse les 61 km/h



Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

Tableau 5: Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou. Source :
L'ONM de Boukhalifa/ Tizi Ouzou

mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Vitesse des vents m/s	1,04	1,30	1,41	1,18	0,98	1,07	1,27	1,11	1,31	0,90	0,86	0,64

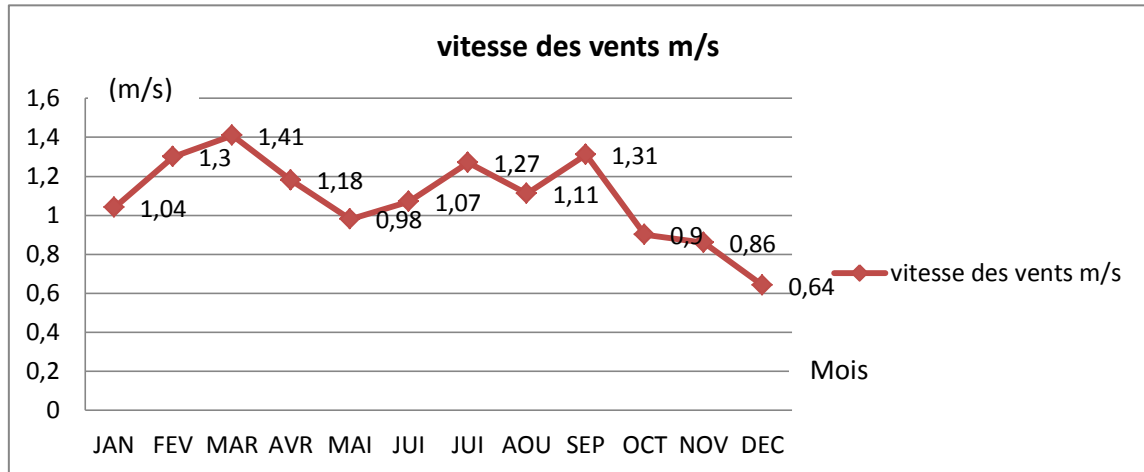


Figure46. Histogramme de la vitesse des vents pour la période 2006/2016
Source: données climatiques relevées par la station ONM de Boukhalifa

La ville de Tizi-Ouzou est caractérisée par des vents durant la période chaude dont leurs vitesse est plus importante durant les mois chauds. Les vents dominants de la région sont de direction ouest en hiver et ouest ; nord-ouest en été. Les vitesses moyennes maximales sont enregistrées au mois de mars et septembre tandis que les vitesses moyennes minimales sont enregistrées du mois de mai et décembre.

I.4.2. Présentation du diagramme bioclimatique de Givoni

Le diagramme psychométrique de GIVONI Elaboré par GIVONI et MILNE sur la base des travaux de GIVONI présentés dans son ouvrage «l'homme, l'architecture et le climat ». Le diagramme bioclimatique, désigné également diagramme de l'air humide est construit sur un schéma psychométrique.

Il reste un outil qui permet de positionner des plages saisonnières (température/humidité) du site pour révéler et indiquer les modes d'interventions à adopter, dès la phase d'esquisse architecturale (inertie thermique, ventilation, chauffage...) en vue de gagner le confort thermique, sans préciser pour autant, les aspects quantitatifs des solutions techniques (épaisseur et type du mur, dimensions des ouvertures...

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.4.2.1. Application de la méthode de GIVONI pour la région d'intervention

Le diagramme est tracé sur la base des températures et humidités relatives de la région d'étude.

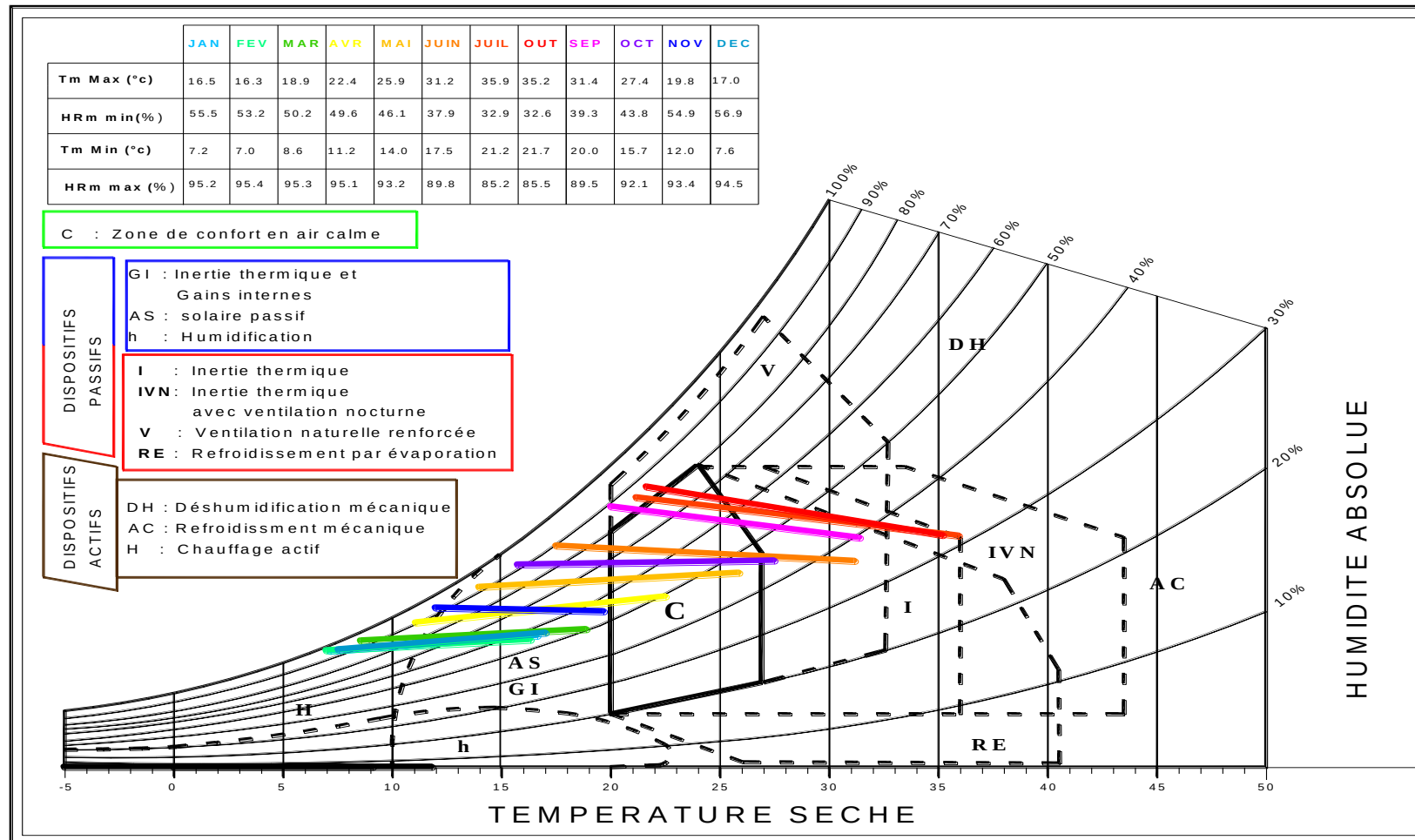


Figure 48: diagramme de Givoni source : auteur

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.4.2.2. Lecture et Interprétation

Tableau 6 : les recommandations fondamentales décryptées à partir du diagramme de Givoni
source : auteur

	Interprétation										Solution	
	C	GI	AS	h	INV	V	RE	DH	AC	H	Le confort est assuré par la combinaison des deux dispositifs, passif et actif. Le bien être en Air calme est assuré, renforcé également par des dispositifs passifs.	-AS : serre bioclimatique ; murs trombes -GI, I : des matériaux à forte inertie thermique et isolant -INV, V : patio, atrium, les orifices et gaines de ventilation toitures ventilées
Janvier		*	*							*		
Février		*	*							*		
Mars		*	*							*		
Avril	*	*	*									
Mai	*											
Juin					*	*						
Juillet					*	*						
Aout					*	*						
septembre												
Octobre	*											
Novembre		*	*									
Décembre		*	*							*		

C : zone de confort
AS : solaire passif
I : inertie thermique
H : chauffage actif

GI : inertie thermique et gains internes
h : humidification
INV : inertie et ventilation nocturne
RE : refroidissement par évaporation

V : ventilation naturelle renforcée
DH : déshumidification mécanique
AC : refroidissement mécanique

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

Janvier - Février – Mars – Novembre - Décembre : Ces mois se trouvent dans une zone où les conditions hygrothermiques sont adaptées par une conception solaire passive du bâtiment, ajoutant à cela l'inertie thermique et les gains internes. Par défaut, l'obtention du confort nécessite le recours à un système de chauffage actif, notamment durant la nuit.

Avril - Mai - Septembre - Octobre : le bien être thermique durant ces mois est obtenu naturellement (zone de confort en air calme pour le mois de Mai), ce qui reste accentué par des interventions particulières à savoir l'inertie thermique et les apports solaires diurnes mais également internes du bâtiment pour les autres mois ainsi un chauffage actif durant la nuit pour le mois d'avril.

Juin - Juillet – Aout : durant ces périodes d'été, au-delà du confort obtenu naturellement, le bien être implique autant une forte inertie thermique pour réduire les oscillations à l'intérieur du bâtiment qu'une ventilation des espaces intérieurs et l'emploi d'un système passif de ventilation nocturne pendant la journée.

Synthèse

Le climat est suffisamment contrasté pour que dans le bâtiment, on souffre aussi bien du froid d'hiver (avec le mois de janvier le plus froid) que de la chaleur l'été (avec le mois d'août le plus chaud).

D'après le diagramme de Givoni, les stratégies bioclimatiques à assimiler pour tirer parti du lieu et du climat se présentent comme suit :

- Optimiser l'inertie thermique.
- Utilisation des éléments de protection contre le soleil
- Ventiler naturellement en récupérant la fraîcheur en été et la chaleur en hiver, tout en installant un système de captage.
- Tirer parti de l'énergie solaire passive en hiver.
- l'insertion de plans d'eau pour améliorer le système passif de refroidissement par évaporation.

I.4.3. Diagramme solaire

Le soleil à travers son rayonnement direct, est responsable de la plupart des situations critiques observées sur le plan du confort visuel (éblouissement, éclairage excessif, effet de protection, etc.). Prendre en considération et se poser la question de l'ensoleillement consiste à étudier la dynamique de la lumière solaire à l'intérieur des locaux.

Le diagramme solaire est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil, perçue depuis un point de la surface terrestre.⁶

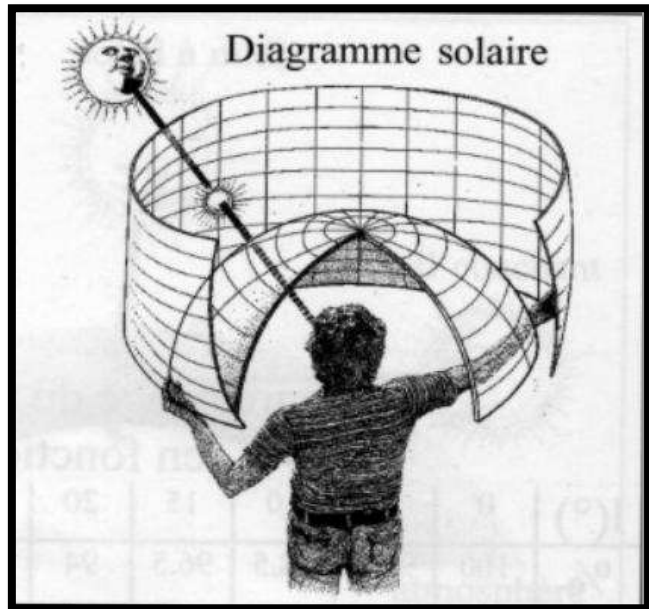


Figure 49. Diagramme solaire

Source : l'architecture et les paramètres du climat/ cours master2.

I.4.3.1. Les coordonnées angulaire du soleil

La position précise du soleil dans le ciel à un moment donné se détermine à l'aide de deux coordonnées :

La hauteur : est l'angle formé par le rayon solaire et le plan horizontal (entre 0^0 et 90^0). L'azimut : est l'angle formé par la trace du soleil sur le plan horizontal et la direction nord (dans le sens des aiguilles d'une montre).⁷

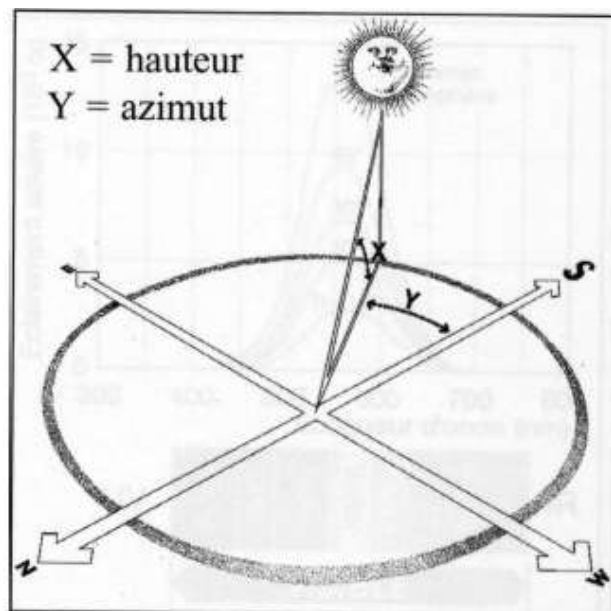


Figure 50.les coordonnées angulaire du soleil

Source : l'architecture et les paramètres du climat /cours master 2.

⁶ Chabi mohammed, l'architecture et les paramètres du climat, cours master 2 UMMTO, 2017.

⁷ Idem.

I.4.3.2. Hauteur et la trajectoire du soleil

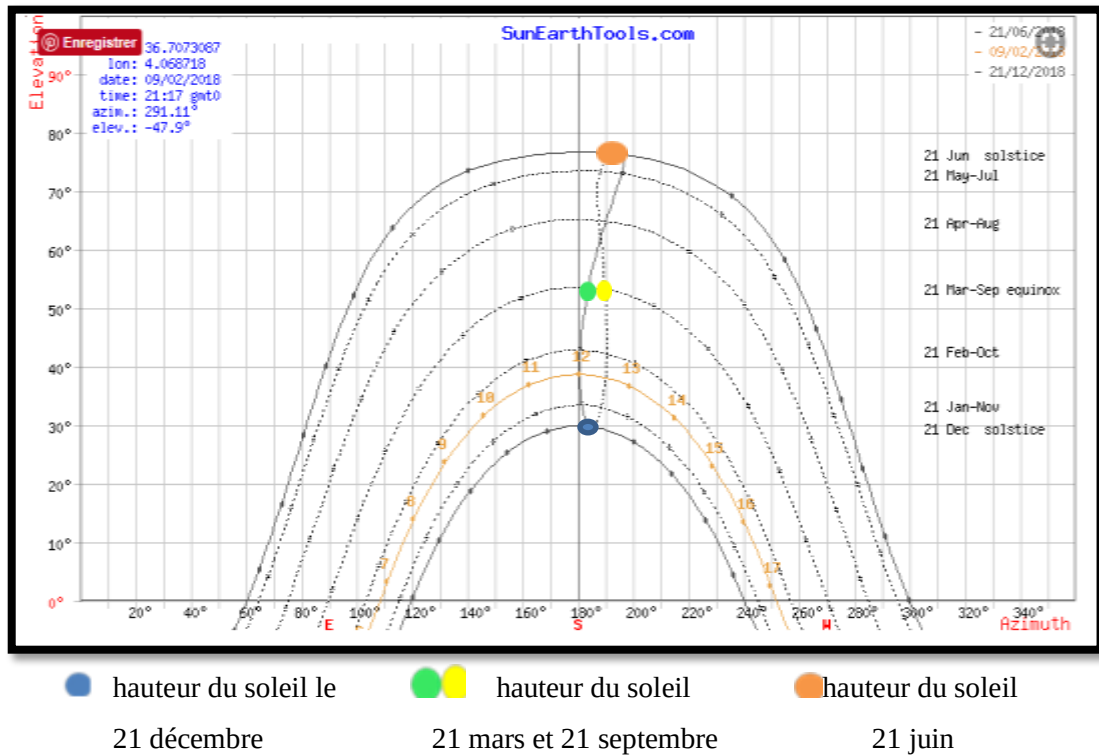


Figure 51: diagramme solaire
source : site internet (Sun Earth Tools.com)

Le solstice d'hiver (21 décembre), le soleil est plus bas dans le ciel. Il atteint une hauteur maximale de $29,7^\circ$ met moins de temps pour parcourir le ciel, depuis son lever (7h) à son coucher (17h).

L'équinoxe de printemps et d'automne, le soleil est a mis hauteur dans le ciel, son levé est à 5h30 et son coucher à 18h il atteint une hauteur maximale de $50,98^\circ$ à 12h ; ses rayons chauffent et éclairent moins qu'en été et plus qu'en hiver. La durée du jour et de la nuit sont presque identiques.

Le solstice d'été (21 juin), le soleil est plus haut dans le ciel. Il se lève à 4h30 et se couche à 19h il atteint une hauteur maximale de $76,39^\circ$. Ses rayons tombent plus verticalement, chauffent et éclairent d'avantage.il met plus de temps pour parcourir le ciel, depuis lever a son coucher et les jours sont longs.

I.5. Site d'intervention réduit

I.5.1. Identification

L'établissement est conçu en 1978, l'actuelle annexe du département d'architecture « L'habitat », était à l'origine un centre de formation s'appelé CFPTHU « centre de formation professionnelle de technicien de l'habitat et d'urbanisme ».

Cette formation a duré jusqu'au 1989, par la suite le centre a été transféré au ministère des études supérieures, et depuis il est devenu un institut d'architecture appelé L'HABITAT par rapport à la mémoire de lieu.

L'école a été conçue par un architecte étranger d'origine bulgare, qui a travaillé en collaboration avec un paysagiste afin de mieux intégrer le projet dans son environnement.

I.5.2. Présentation de la parcelle

I.5.2.1 Situation

Notre périmètre d'étude se situe dans la partie Est de la ville de Tizi Ouzou. Il représente la porte ou le seuil de la ville. C'est une zone semi urbain relativement calme.

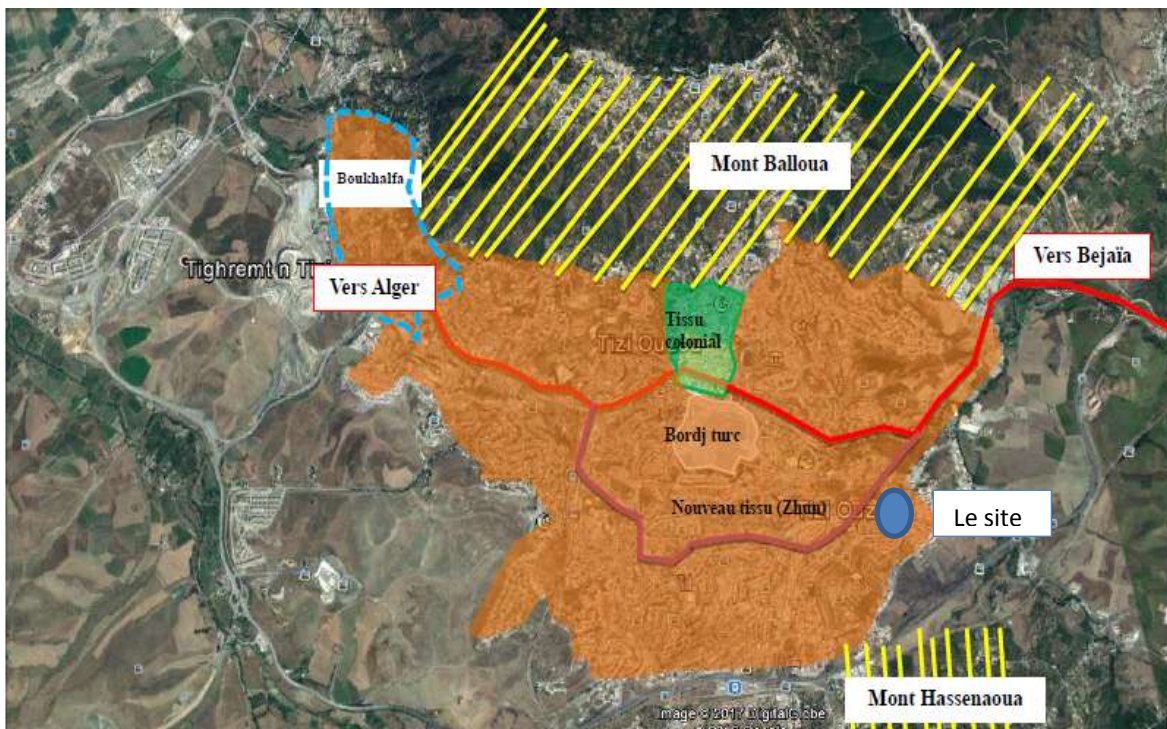


Figure52. Situation du site par rapport à la ville

Source : Google earth /auteurs.

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

1.5.2.2 Accessibilité

Le site est accessible depuis la route nationale RN12 nommée l'avenue(Chabane Ahcene) du côté Nord-Ouest , la route reliant les deux nœuds (Karim Belkacem) et (Chabane Ahcene) du côté Sud-Ouest et enfin depuis un passage situé au côté sud du site.

- Le site
- le passage côté sud
- la RN 12
- les nœuds
- La route reliant les deux nœuds

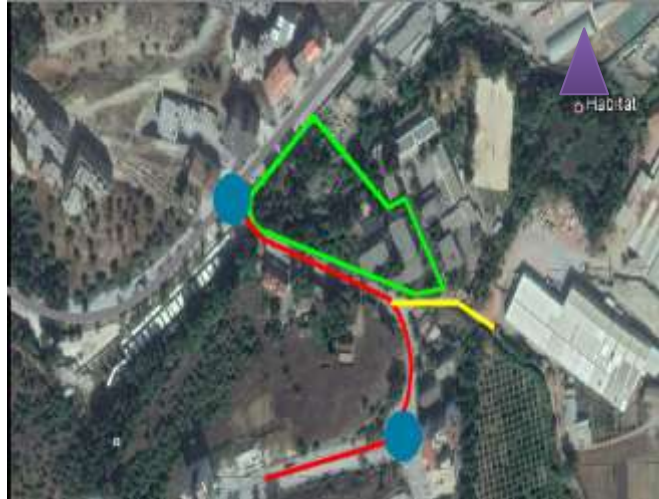


Figure 53. Accessibilité au site
Source : Google earth / l'auteurs

1.5.2.3 Morphologie

Le terrain est doté d'une forme irrégulière, qui se compose de deux blocs qui abritent les ateliers et la bibliothèque et un vaste terrain vierge d'une superficie de 15 000 m². Ce dernier est divisé selon deux plateformes principales avec une différence de niveau de 2.5m et il est orienté vers le nord, s'ouvrant vers un Site boisé.

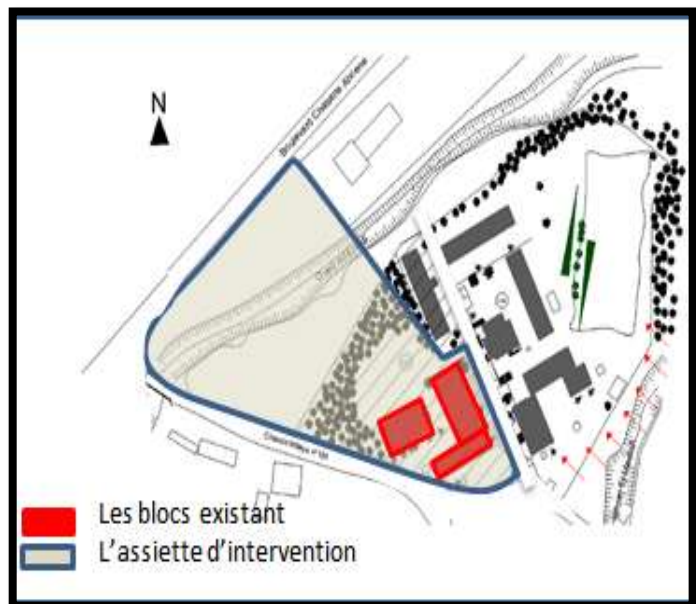


Figure54 : plan de masse
source : auteurs

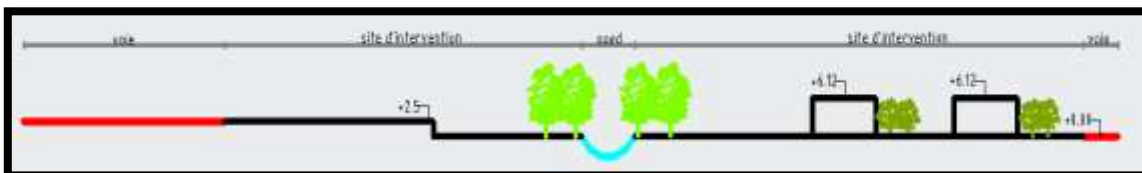


Figure 55: coupe du site d'intervention
Source : auteurs

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.5.3. L'environnement physique

I.5.3.1 Environnement naturel

I.5.3.1.1 Cours d'eau

La présence d'un oued permanent qui traverse l'aire d'étude du côté nord et nord-est. Ce dernier reçoit les eaux usées donc il n'est pas irrigué ni entretenu.



Figure 56 : Vue sur l'Oued Kef EN-Nadi
source : auteurs

Figure 57: plan de masse du site
source : Service du CADASTRE
de Tizi-Ouzou.

I.5.3.1.2 Le végétal

Le site abrite une végétation dense et variée : arbres à feuillage caduque, arbres fruitiers, pins sapins... le tout crée une dynamique et un certain confort visuel. Cet ensemble apporte l'ombrage, délimite certains espaces ; anime la façade ; protège contre les vents et crée un microclimat propre à la parcelle.



Figure 58: la végétation existante au niveau du site
Source : auteurs.

I.5.3.2 Environnement bâti

Les édifices qui se trouvent à proximité du site sont de deux typologies de bâti : les équipements et l'habitat.

En termes de fonctions, c'est une zone industrielle (avec la briqueterie) et commerciale (marché de proximité et commerces en gros) en plus de quelques propriétés privées à usage d'habitation (collectif et individuel).

Sa localisation dans une zone périurbaine fait que la densité du bâti environnant est relativement faible et parsemé.

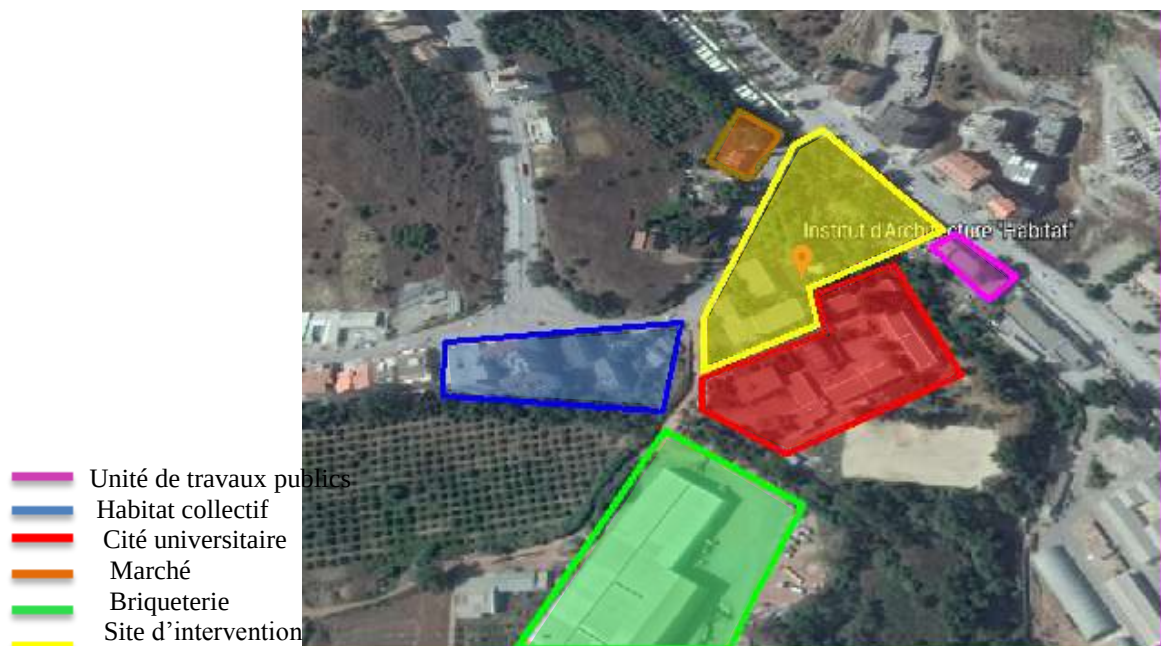


Figure 59 : environnement immédiat
source : Google earth /auteurs.

I.5.4. Les données microclimatiques

I.5.4.1 les vents

En saison froide, des perturbations pluvieuses et des vents d'hiver originaires qui circule du côté Nord-ouest avec une vitesse allant de 1.4m/s a 2.3m/s qui sont freinés par la barrière végétale.

En revanche, les vents du coté sud-ouest circulent en période estivale sont relativement faibles avec une vitesse allant de 1.3m/s a 1.8m/s.

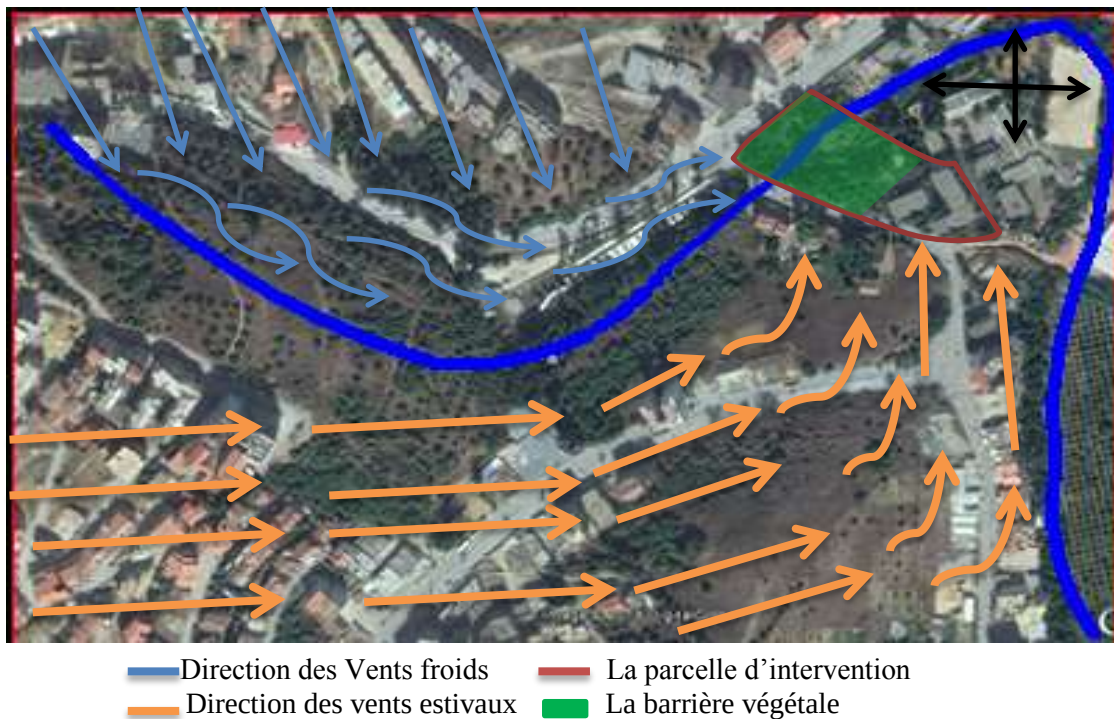


Figure 60: la direction des vents
Source : Google earth / auteurs

I.5.4.2 Humidité

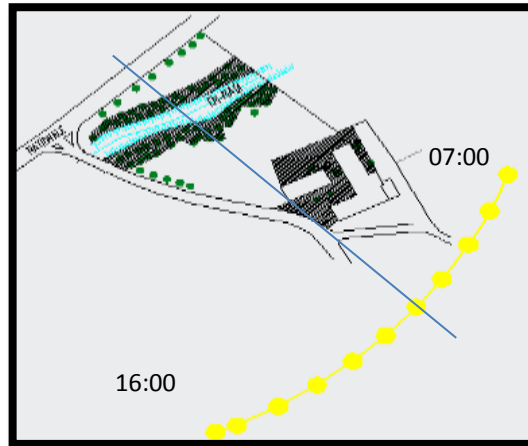
Le site d'étude se situe dans une zone à proximité d'un oued, la vallée de Sebaou et le barrage de takesbet (Oued Aissi), ce qui engendre une haute humidité au niveau de l'aire d'étude presque au cours de toute l'année.



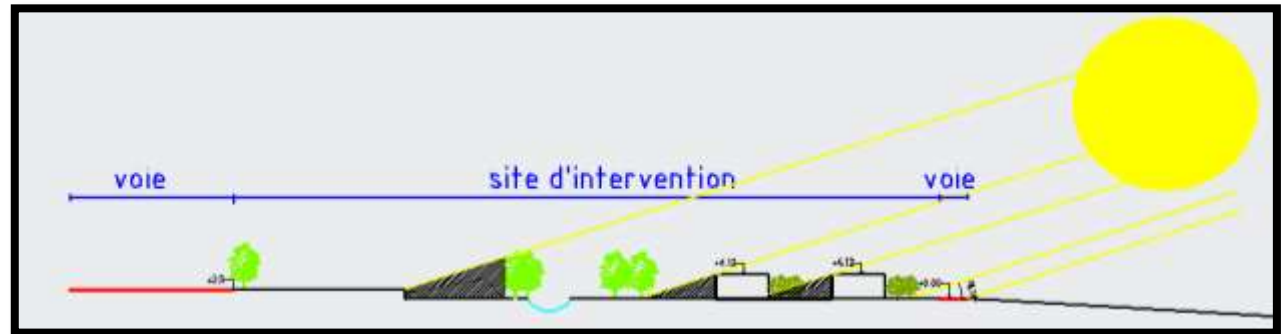
Figure 61: humidité au niveau du site
source : auteurs

I.5.4.3 Hauteur et trajectoire du soleil

En hiver

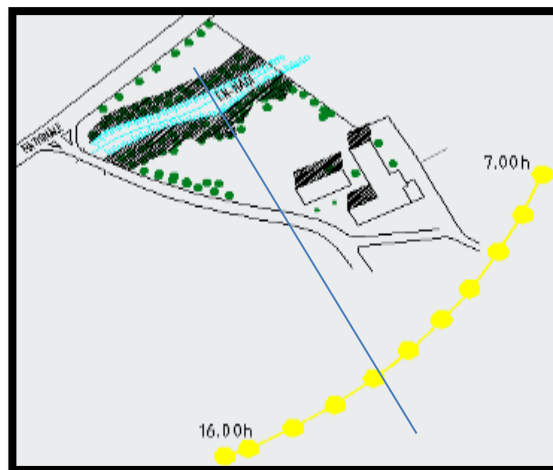


Plan de masse
Source : auteurs

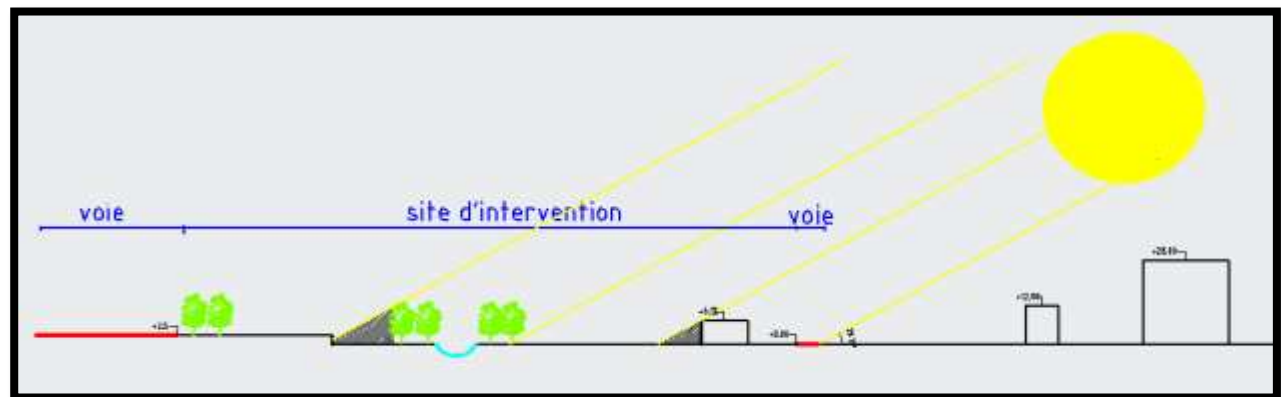


Coupe du site le 21 décembre à 10h
source: auteurs

Le 21 décembre à 10h $\alpha=18,79^\circ$



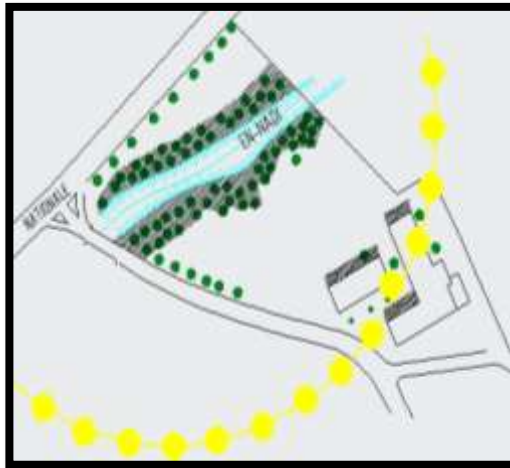
Plan de masse
Source : auteurs



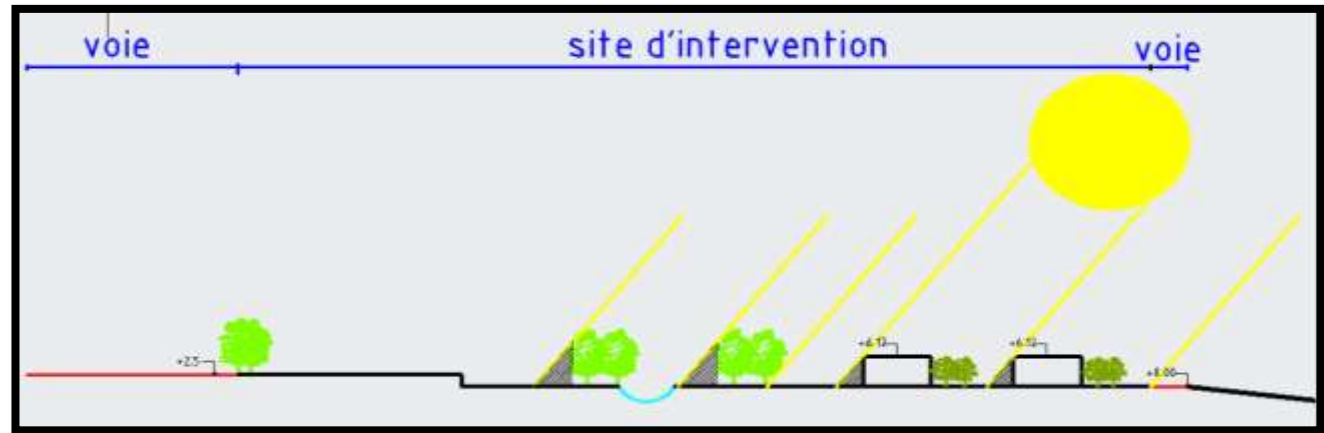
Coupe du site le 21 décembre à 12h
source : auteurs

Le 21 décembre à 12h $\alpha=29,7^\circ$

En été

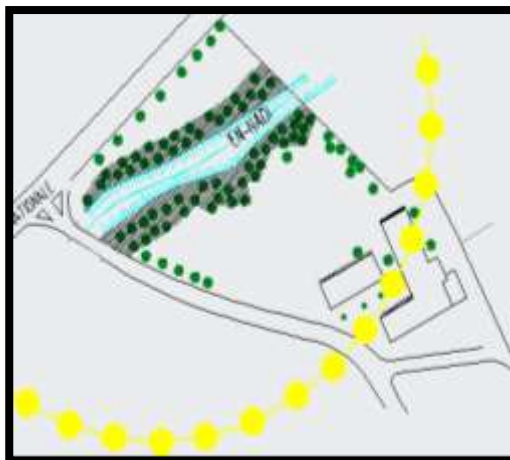


Plan de masse
Source : auteurs

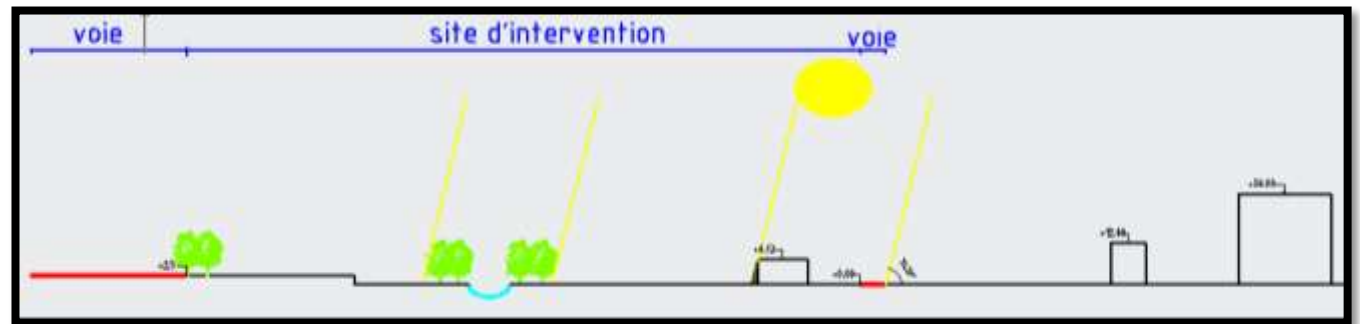


Coupe du site le 21 juin à 10h
source: auteurs

Le 21 juin à 10h $\alpha=52,16^\circ$



Plan de masse
Source : auteurs



Coupe du site le 21 juin à 12h
source: auteurs

Le 21 juin à 12h $\alpha=76,37^\circ$



Coupe du site le 21 juin à 15h
source: auteurs

Le 21 juin à 15h $\alpha=46,39^\circ$

Synthèse :

Sachant que la course du soleil change par rapport aux saisons, dans ce cas la parcelle d'intervention reçoit des rayons de soleil de façon variée en hiver et en été. En hiver, les bâtiments et la végétation existants empêchent le soleil d'y pénétrer à l'intérieur du site.

Par contre en été puisque le soleil est plus haut et tombe verticalement la majorité du site est ensoleillée, la barrière végétale ne constitue pas une protection contre le rayonnement solaire de l'après-midi.

Il est donc nécessaire de réfléchir à des solutions architecturales bioclimatiques adéquates.

Parler des vents et autres sources d'énergies...

I.5.5. Analyse de la structure existante

Ancré dans un site magnifiquement boisé, l'EX-HABITAT profitait d'une végétation abondante. Un cadre et une atmosphère agréables régnaient. On y installa des aménagements tout au long des circulations et des halls. Ces espaces favorisaient les rencontres. Le patio de block A, très pratiqué par les étudiants et enseignants, est l'exemple le plus démonstratif. Ces représentations exprimaient une identité du site et une culture du lieu. En effet, le bâtiment était porteur de pratiques propres à l'architecte. Les espaces de convivialité dictaient une manière d'être spécifique. Le département d'architecture de Tamda, par contre, ne reflète pas cette identité du lieu car il se fond dans un ensemble et donc, se dilue.¹

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.5.5.1 Analyse fonctionnelle

Le bâtiment appartient à l'architecture du XIX^{ème} siècle. Sa forme géométrique simple et pure lui offre un avantage à sa fonction.

Il se compose de deux blocs

Bloc A :

Le bâtiment est symbolisé par une forme en L. Qui représente le cœur de l'établissement avec son patio qui est un lieu de rencontre et d'échanges entre les étudiants. Il permet l'accès vers toutes les entités.

Le bloc contient une salle de lecture ; une bibliothèque et 13 ateliers.



Figure 62 : vue extérieure du bloc A
source : auteurs



Figure 63: le patio du bloc A
Source : auteurs

Bloc B

Il est détaché du bloc A et contient 10 ateliers.



Figure 64: le couloir du bloc A
Source : auteurs



Figure65. Vue extérieure du bloc B
Source : auteurs

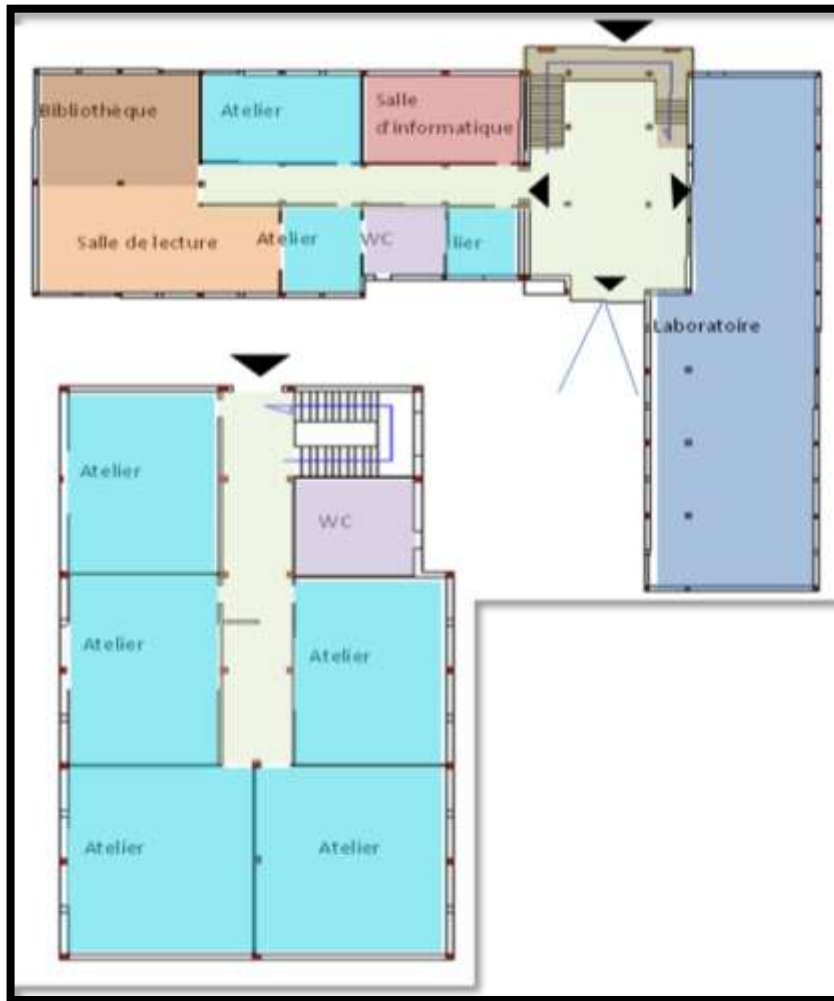


Figure66.plan du RDC bloc A B
Source: photo traité par auteurs.



Figure67.plan de l'étage du bloc A
Source: photo traité par auteurs.

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

I.5.5.2 Analyse structurelle

La structure des bâtiments ne présente pas des problèmes d'instabilité, elle est en bon état.

Elle est construite suivant un système poteau poutre de 30*30 cm suivant une trame régulière ainsi l'utilisation des joints de dilatation et des murs porteur pour soutenir les escaliers au niveau du bloc A.

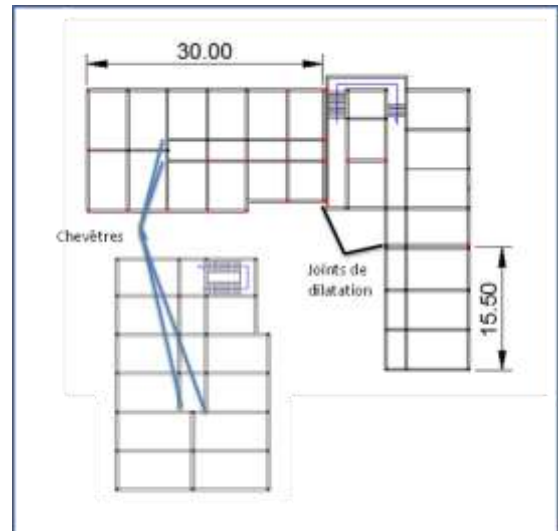


Figure 68. Plan de structure des blocs A et B
Source: photo /auteurs.

I.5.5.3 Analyse des façades

Les façades de l'établissement sont identiques dans leur composition et traitement et cela exprime une horizontalité avec les couronnements et les fenêtres successives de (2*2) m pour tous les bâtiments qui forment l'école ce qui leur rend monotone. Les arbres structurent la façade principale du bloc A.

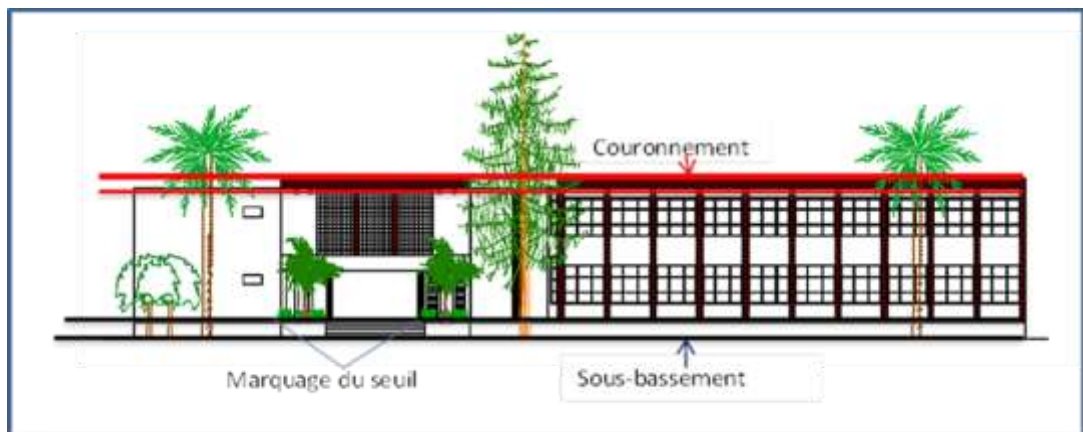


Figure 69..façade principale du bloc A
Source : auteurs

I.5.5.4 Analyse du confort

- Confort thermique

Le système constructif du bâtiment offre un inconfort thermique aux usagers et cela dû au non prise en considération des facteurs bioclimatiques ainsi le microclimat du site pour cela on peut citer :

▪ L'orientation

Les façades orientées cotés sud sont surchauffées durant l'été puisqu'elle dispose environ 60% de surface exposée au soleil sans aucune solution pour limiter la pénétration de la chaleur. A noté que l'une des recommandations de l'étude bioclimatique faite sur la ville de Tizi-Ouzou délimite le pourcentage de la surface des ouvertures sur la façade exposée, entre 25 et 40 /° de la surface totale. Contrairement aux façades orientés côté nord sont froides et présentent de mauvaises conditions d'éclairage



Figure70. Façade orienté sud
source : auteur



Figure 71. Les couloirs du bloc B
source : auteur

▪ L'isolation thermique

L'enveloppe extérieure du bâtiment ne présente aucune isolation thermique. Elle est construite avec des murs à double cloison en brique de 30cm, des fenêtres avec cadrage en bois, vitrages simples et des joints dégradés et des terrasses inaccessible avec un plancher à corps creux. Cela engendre des déperditions thermiques considérables en hiver et en été ainsi la perméabilité de l'air et l'eau à cause de leur dégradation.



Figure 72. Les fenêtres et les joints dégradées
source : auteurs



Figure 73. Dégradation des plancher
source : auteurs

Chapitre I : Tizi-Ouzou en tant que contexte du projet

- **Le confort acoustique**

L'absence de l'isolation phonique permet à des nuisances sonores très importantes qui sont causées par la présence du parking ; les bus universitaires et la circulation au niveau de la voie extérieure de provoquer des embouteillages et les laisser pénétrer à l'intérieur des espaces, ce qui affecte le confort des étudiants.



Figure 74: le parking extérieur
source : auteurs



Figure 75: voie extérieure
source : auteurs

- **Le confort visuel**

Les ateliers du bloc B bénéficie d'une vue relativement dégagée vers la forêt et l'espace vert qui est mal entretenu or celles du bloc A orientées vers le sud sont soumises à un gêne visuel causé par les habitations collectives. Les espaces ouverts vers l'extérieur bénéficient d'un éclairage naturel, mais les couloirs sont plus sombres. La percée du hall est interrompue par le bloc administratif et la végétation qui est mal soignée.

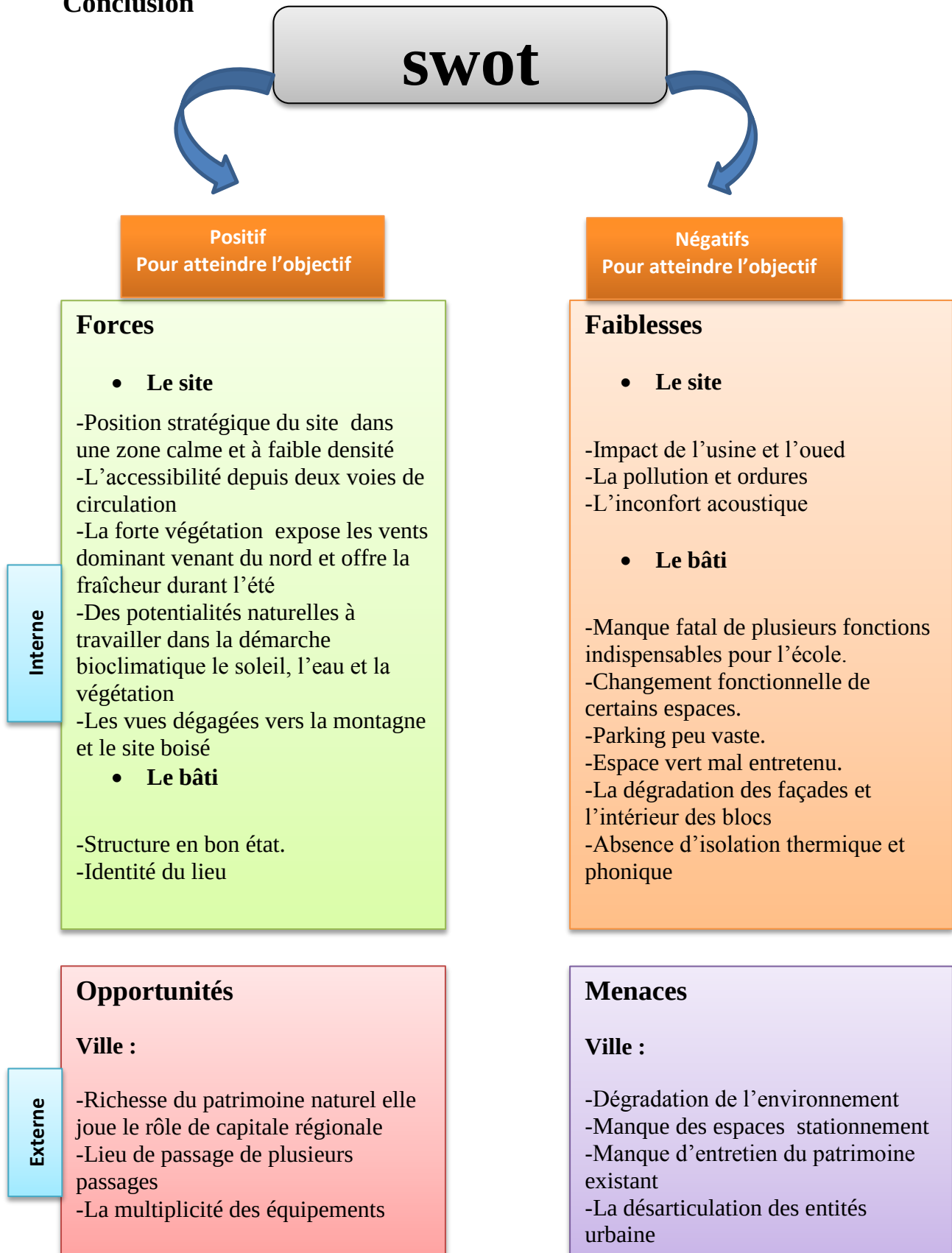


Figure 76: le gêne visuel des habitations
source : auteurs



Figure 77: percée visuelle du patio
source : auteur

Conclusion



Chapitre II : thèmes et architecture du projet

Un projet deux thématiques

Introduction

Le choix du thème est une démarche nécessaire en architecture. Il est donc impératif d'avoir une connaissance fine et un maximum d'informations sur le sujet avant de commencer toute conception architecturale, puisque la création n'émerge jamais du néant, mais plutôt d'une construction d'idées en continue. Thématiser un objet architectural c'est éviter à toute création formelle de tomber dans la faute de rechercher des besoins fonctionnels ou esthétiques. Concrètement, il s'agit d'élaborer un socle de données, déterminant le principe, l'évolution, les besoins du thème, ainsi que les activités qui s'y déroulent et les types d'espace qui s'y adaptent.

Ce second chapitre débutera par une compréhension globale des trois thèmes propres au projet l'enseignement supérieur, équipements éducatifs, la réhabilitation thermique ainsi l'extension bioclimatique. En second lieu, nous avons abordé l'analyse des exemples qui servira comme outil d'aide à la conception de notre projet ainsi pour une meilleure compréhension et organisation de ce genre d'équipement qui nous aidera à la détermination du programme prévisionnel du projet. Et cela va nous permettre de tracer les premières lignes directrices, genèse de l'école accompagné d'un dossier graphique et une description détaillée du projet.

II.1.1. Les équipements éducatifs

Les équipements éducatifs sont des organismes chargés de donner un enseignement collectif général aux enfants d'âge scolaire et préscolaires, écoles primaires, collèges lycées et universités ou écoles supérieures.

Un équipement éducatif c'est un espace d'apprentissage et d'expérimentations, de partage et de rencontres.

Ceux-ci sont dotés d'espaces qui devraient être aménagés avec des meubles confortables et agréables permettant une variété d'usages.

Toute la technologie du bâtiment l'éclairage, la climatisation et la gestion des déchets doit constituer un exemple positif d'un environnement fondé sur le développement durable.

II.1.1.1. Les études supérieures

Le terme d'études supérieures (parfois appelées études tertiaires) désigne généralement l'instruction dispensée par les universités qui visent à acquérir un niveau "supérieur" de compétences, généralement via une inscription ou concours d'entrée, un cursus ponctué par des examens.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

a. L'évolution historique de l'enseignement supérieur

Du XIV^e au XV^e siècle : expansion vers le nord et l'est de l'Europe



Du XX^e siècle à nos jours : l'université contemporaine



L'antiquité : les centres d'enseignement réservé aux élites



XI^e siècle et XII^e siècle : naissance des premiers groupements d'écoles européens, précurseurs des universités



b. Types d'établissement d'enseignement supérieur

L'enseignement supérieur regroupe l'enseignement dispensé dans

- **L'université**

Une université est un établissement d'enseignement supérieur complexe, formellement autorisé à proposer et à délivrer des diplômes de haut niveau dans au moins trois disciplines ou domaines d'études.¹



Figure 78. Photo d'une université
source : Google image

- **L'école**

Ecole normale supérieure désigne un établissement d'enseignement supérieur public qui forme les futurs chercheurs et enseignants. Cette expression est née au cours du XIX^e siècle avec la création des premières écoles normales supérieures. Il regroupe l'enseignement dispensé dans les classes préparatoires aux grandes écoles les écoles d'ingénieurs, les écoles de commerce, d'architecture...²



Figure 79. Photo d'une école
source : Google image

¹ <https://www.cairn.info/revue-politiques-et-gestion-de-l-enseignement-superieur-2005-2-page-9.htm>

² <http://www.linternaute.com/expression/langue-francaise/16421/ecole-normale-superieure/>

II.1.1.2. Ecole d'architecture

L'École nationale supérieure d'architecture a pour objectif pédagogique de favoriser une pratique intense du projet architectural tout en développant les questions de l'architecture dans les domaines de l'édifice, de la ville et du territoire. Elle est à la fois un lieu de réflexion, de production et de création, offrant une pluralité d'approches disciplinaires ainsi qu'une diversité des échelles de manipulation et de modélisation.



Figure 80: école nationale supérieure d'architecture
source : site internet(<https://www.archiliste.fr>)

La formation en architecture se caractérise par l'enseignement de la théorie et de la pratique du projet architectural et urbain auquel sont associés quatre champs disciplinaires : l'histoire, les sciences humaines et sociales, les sciences et techniques pour l'architecture, la culture artistique.

II.1.1.3. Système d'enseignement d'architecture en Algérie

En Algérie, une école d'architecture est un établissement public à caractère administratif, sous la tutelle du ministère de l'enseignement supérieur. La seule et unique école présente en Algérie est l'EPAU (école polytechnique d'architecture et urbanisme), elle délivre un diplôme d'état d'architecture après 5 ans d'études dans le système classique, ou un diplôme de Master dans le système LMD.

En France, une école d'architecture reste un établissement public à caractère administratif mais sous la tutelle du ministère de la culture et de la communication, l'enseignement se fait sur 5 ans aussi et au bout, elle délivre un diplôme d'architecte diplômé d'état conférant grade de master.

II.1.2. Réhabilitation thermique

II.1.2.1. La réhabilitation thermique en architecture

D'après Pascale Joffroy, la réhabilitation est définie comme étant l'action d'améliorer un édifice en conservant sa fonction principale et en prolongeant sa durée de vie. En fait, elle ne concerne pas que le patrimoine historique connu mais aussi le patrimoine immobilier ordinaire méconnu, c'est à dire des bâtiments sans qualités auquel ils frauderont en donner.

De cette définition, la réhabilitation thermique du bâtiment correspond donc à l'amélioration de l'édifice notamment son enveloppe car elle constitue un échangeur thermique entre l'intérieur et l'extérieur.³



Figure 81: réhabilitation d'un logement
source : site internet (<https://www.ouest-france.fr/normandie/cherbourg-en-cotentin-50100/cherbourg-la-rehabilitation-de-chantereyne-sur-les-rails-5640673>)

II.1.2.2. Les quatre degrés d'une réhabilitation

La réhabilitation légère: C'est une intervention sur les bâtiments assez bien conservés en vue d'en améliorer ou de doter cette dernière de nouveaux équipements.²

La réhabilitation moyenne: C'est une opération s'appliquant sur des bâtiments dont la structure porteuse ne présente pas de défaillance particulière. Elle vise à la doter de nouveaux équipements et/ou installations s'accompagnant de travaux, comme la réfection des peintures et des systèmes électriques, l'installation des systèmes de climatisation et de chauffage.⁴

La réhabilitation lourde: C'est une opération qui comporte en plus des travaux cités précédemment, des travaux touchant à la structure des constructions, consolidation des murs, colmatage de fissures, la toiture, des ouvertures et tous travaux induits touchant au second œuvre.⁵

³ Joffroy, Pascale, la réhabilitation des bâtiments : conserver, améliorer, restructurer les logements et les équipements, Paris, éd le moniteur, 1999.

² Soukane.S. Préservation du patrimoine colonial (habitat) du 19 et 20 siècles d'un guide technique de réhabilitation .Mémoire de Magister, sous la direction de Mr Dahli M. UMMTO.2010

⁴ Idem.

⁵ Idem.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

- **la réhabilitation exceptionnelle:** intervention très lourde et très délicate. C'est la remise en état un bâti présentant un degré d'altération très important, comprenant le renforcement des structures ou leurs remplacements si le besoin est par endroit.⁶

II.1.2.3. Démarches d'une réhabilitation

Dans toute opération de réhabilitation thermique, la première mesure à prendre est le diagnostic de la construction. Cet état des lieux de l'existant a pour but d'étudier la fonctionnalité, l'architecture, la thermique et les éventuelles pathologies du bâtiment. Il permet d'évaluer le confort thermique et les économies d'énergie réalisables selon les interventions sur le bâti et les systèmes. Elle s'effectue en deux étapes :

- a- Les préliminaires.
- b- L'étude pluridisciplinaire.

Il faut d'abord s'assurer que l'édifice ne présente pas de menace pour les intervenants.⁷ -

La deuxième est centrée sur le diagnostic, et se basera essentiellement sur les résultats des études pluridisciplinaires.

- Celle des travaux pourra commencer ; c'est à ce moment du processus que la réhabilitation pourra prendre forme. Elle se réalisera avec un respect des valeurs historiques et architecturales du bâtiment et s'adaptera aux nouvelles exigences des propriétaires ou occupants soucieux d'intégrer dans leurs demeures le confort nécessaire.

- L'entretien, dernière phase du processus, assurera quant à lui au bâti un meilleur état par une main d'œuvre compétente et évitera pour l'avenir une intervention sévère et coûteuse.⁸

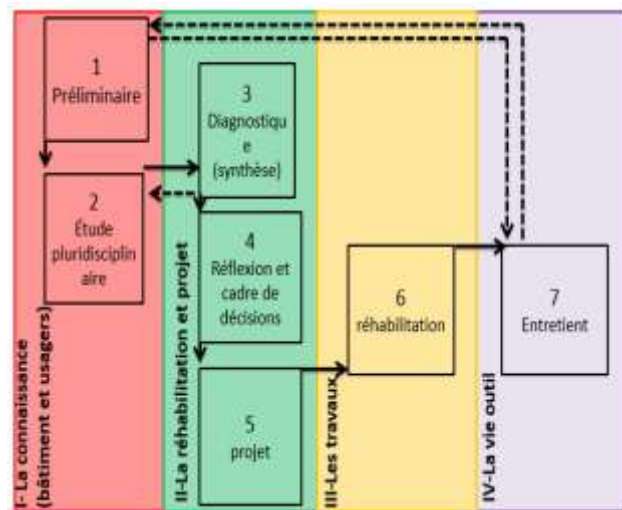


Figure82, les différentes étapes d'une réhabilitation
source : mémoire Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, II. Réhabilitation. Bâtiments

⁶ Idem.

⁷ Méthode Rehabi Med, Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, II. Réhabilitation. Bâtiments. juin 2007.

⁸ ALILI Sonia, Guide technique pour une réhabilitation du patrimoine architectural villageois de Kabylie, mémoire de magister, 2013.

II.1.2.4. L'isolation thermique par l'extérieur et l'isolation thermique par l'intérieur comme solution pour un confort thermique optimal

Il existe deux grandes techniques Pour isoler les murs périphériques d'un logement : l'isolation thermique par l'intérieur et l'isolation thermique par l'extérieur. Ces deux solutions permettent d'atteindre d'excellentes performances. On choisit l'une ou l'autre selon la configuration spécifique et les contraintes du chantier.

a. Système d'isolation thermique par l'intérieur

L'isolation thermique par l'intérieur permet de traiter aisément les jonctions avec les menuiseries, portes, balcons, ... etc., ainsi que celles avec l'isolation des combles et toitures. Pour respecter les conditions de confort d'été, la masse des murs n'étant pas en contact avec les volumes intérieurs, il sera pertinent de composer avec des parois intérieures lourdes.

Une isolation des murs par l'intérieur est également idéale :

- lorsque la maison est ancienne et détient un certain cachet patrimonial que l'on ne souhaite pas sacrifier (pierres apparentes, briques et pierres, ...).
- lorsque la façade extérieure présente des particularités architecturales limitant l'intérêt d'une isolation par l'extérieur (nombreuses parois vitrées, balcons, bow-windows qui représentent autant de ponts thermiques à traiter).
- lorsque la façade extérieure ne nécessite pas de ravalement.

b. Système d'isolation thermique par l'extérieur

L'isolation thermique par l'extérieur permet de supprimer les ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires et des refends. Elle permet également de tirer parti de l'inertie des murs pour récupérer les apports solaires en hiver et pour réduire l'inconfort en été. En revanche, ce type d'isolation (sous enduit, vêtue, bardage, ...) implique des précautions spécifiques de mise en œuvre pour garantir le traitement thermique de la jonction avec les planchers bas, les encadrements de fenêtres, portes, loggias, balcons, etc. et les acrotères des toitures plates ou les combles. Le groupement du mur manteau a décrit des solutions de traitement des points singuliers en isolation par l'extérieur.⁹

⁹ MAMMERI Nawel, LA REHABILITATION ENERGETIQUE DU PATRIMOINE BATI Cas de la cité Aéro-habitat d'Alger ; mémoire magister, 2016 ; p12.

II.1.2.5. L'Eco réhabilitation/réhabilitation durable

Le concept d'Eco-réhabilitation repose sur l'association des connaissances et pratiques de réhabilitation. Avec celles du développement durable. La mise en œuvre de ce concept est à l'ordre du jour de l'Agenda International.¹⁰

La réhabilitation durable est basée sur les trois piliers du développement durable que sont le social (L'amélioration des conditions de vie et de confort. Favoriser la rencontre et l'échange entre les usagers), L'économie (Améliorer l'aptitude globale de l'enveloppe à limiter les déperditions et limiter les besoins énergétiques, en été comme en hiver, et optimiser la conception architecturale. Réduction de la consommation d'énergie primaire et des pollutions associées chauffage, ECS, ventilation, éclairage...) et l'environnement tout d'abord la réduction des impacts des bâtiments, de leur Maintenance et de leur occupation. Une approche urbanistique est souvent envisagée : place du bâtiment dans le quartier et du quartier dans la ville).¹¹

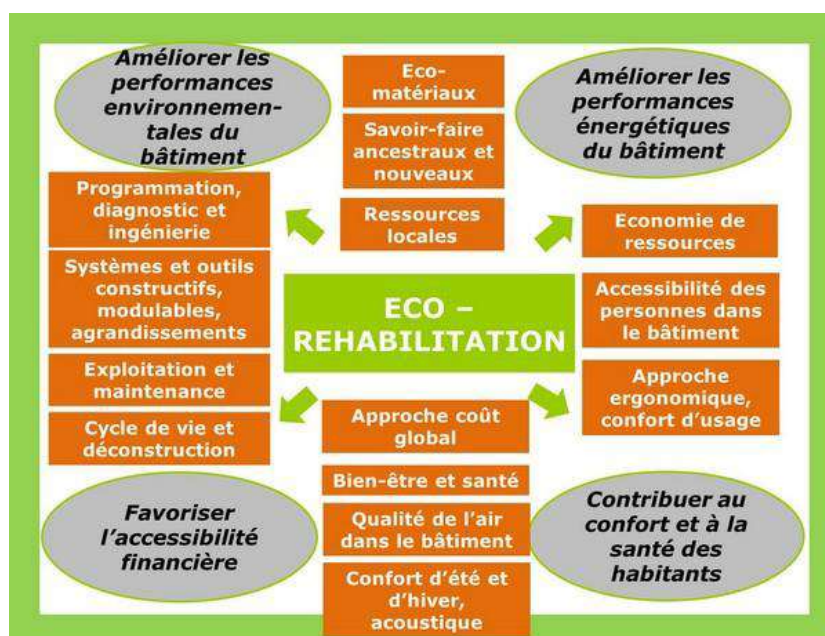


Figure 83: les différentes bases d'une Eco réhabilitation
source : la réhabilitation énergétique du patrimoine bâti cas de la cité aéro-habitat d'Alger ; mémoire magister.

¹⁰ Groupe Eco-Arq (ecological architecture), guide méthodologique pour l'éco-réhabilitation du patrimoine bâti dans le sud-ouest européen, site Internet www.eco-arq.eu.

¹¹ Manuel Goubault - Laurence Malassagne – Frédéric Saily, Rénovation durable des bâtiments collectifs HLM | Mémoire DDQE 2008-2009, p06

II.1.3.L'extension en architecture

L'extension est une construction d'une partie nouvelle d'un bâtiment existant, qu'il s'agisse d'une addition, surélévation, superposition d'une construction neuve à un bâtiment existant.



Figure 84 .extension-écologique-maison-ossature bois
source: site internet (www.pinterest.com)

II.1.3.1. Extension bioclimatique

La création d'une extension est également l'occasion d'avoir une réflexion globale concernant la maîtrise de l'énergie et l'amélioration thermique de l'ensemble des bâtiments. Faire le choix d'une extension plutôt que de construire ailleurs est déjà une économie

Cette nouvelle construction, quelle que soit sa taille, peut être conçue selon une démarche bioclimatique : prise en compte de l'apport solaire et de l'environnement naturel. Les choix se feront selon l'orientation possible du bâtiment et la prise en compte des masques solaires. Les performances énergétiques du bâtiment peuvent être améliorées en fonction des matériaux mis en œuvre pour l'isolation.

II.1.3.2. Attitudes d'une extension

- **Extension dans la continuité historique**

Le projet s'inspire du volume, des proportions et des détails de l'existant en évitant néanmoins les pastiches tels que les faux toits, colonnades ou les moulures collées.

- **Extension contemporaine**

Les matériaux de construction employés et les volumes contrastent avec ceux de l'existant, Pour distinguer clairement l'ajout contemporain et de diversifier les ambiances de la maison.

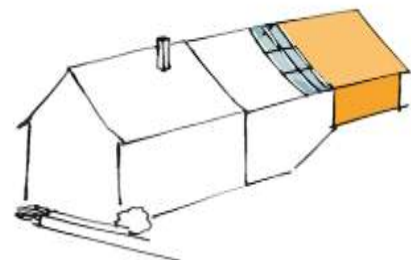


Figure85 : schéma d'une extension en continuité historique source, verso extension PDF

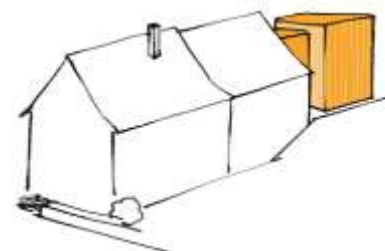


Figure 86 : schéma d'une extension contemporaine source, verso extension pdf

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

- **Extension accolée ou dissociée**

Une extension amène à s'interroger sur de nouveaux rapports avec l'environnement proche de la maison. En dissociant l'extension de la maison, on crée un nouveau rapport entre intérieur et extérieur



Figure 87 : schéma d'une extension accolée
source, verso extension pdf

II.1.3.3. Objectif d'une extension

- Améliorer le confort en imaginant une nouvelle organisation des espaces.
- Redéfinir un rapport intérieur/extérieur, ouvrir vers l'espace extérieur.
- Aménager des espaces supplémentaires.
- Créer une jonction entre les bâtiments.
- aménager une activité professionnelle.



Figure 88. Extension passive en bois pour une habitation
source: site internet (www.pinterest.com)

II.1.4. Analyse d'exemples référentiels

II.1.4.1. ENSA de Strasbourg

L'école nationale supérieure d'architecture de Strasbourg est une école qui se situe en France Remporté par l'architecte-ingénieur Marc Mimram en 2008.

Le projet représente une extension et une réhabilitation de l'ENSAS qui permet de doubler la surface utile tout en respectant les enjeux de développement durable.



Figure 89. Le projet ENSA
source : site internet

(<http://www.mimram.com/project> école-nationale-supérieure-d 'architecture)

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

II.1.4.1.1. Localisation

Elle se situe à Strasbourg, près de la gare ferroviaire, en plein centre-ville entouré d'établissement éducatif (université de Strasbourg, médiathèque, bibliothèque ...)

Il se situe sur le boulevard : président WILSON dans la ville de Strasbourg



Figure 90. Situation de l'école
source : Google earth /auteurs.

II.1.4.1.2. Historique du bâtiment

L'école quitte les locaux du palais de RHIN en 1987, ceux-ci étant devenus trop étroits.



Figure 91. Palais de RHIN

Elle s'installe dans les locaux d'un ancien concessionnaire automobile BMW.



Figure 92. Photo de l'ancien garage

En 2010, un projet d'extension pour permettre à l'école de doubler sa surface.



Figure93. Photo de la nouvelle extension

Source : site internet (<http://www.mimram.com/project-ecole-nationale-supérieure-d'architecture>)

II.1.4.1.3. Le choix du site

Le choix de conserver l'emplacement du bâtiment actuel pour y juxtaposer l'extension répond à la volonté de conserver la position centrale de l'École dans Strasbourg, proche de la gare ferroviaire, mais également d'inscrire le bâtiment au cœur de la ville, comme l'explique Marc Mimram « l'architecture ne peut être enseignée en dehors de la ville qu'elle transforme, et sur laquelle elle se fonde. Le bâtiment de la nouvelle École doit être ouvert sur la ville, en dialogue avec elle, accueillant aux regards croisés des habitants du quartier, des visiteurs, des étudiants.»¹²

¹² <http://www.oppic.fr/article70.html>.

II.1.4.1.4. Description du projet

Le projet de restructuration et d'extension de l'École nationale supérieure d'architecture (ENSA) de Strasbourg comprend plusieurs phases :

- Le bâtiment préexistant Le Garage est rénové mais peu modifié dans ses volumes. Une passerelle vitrée permet la mise en relation des deux bâtiments.
- la nouvelle extension se présente sous la forme d'un empilement de trois parallélépipèdes désaxés surmontant le rez-de-chaussée. Ces trois modules de deux étages possèdent des dimensions de plus en plus réduites au fur et à mesure que l'on monte dans les étages. Leur revêtement alterne entre surfaces translucides (tôle ondulée blanche).

13



Figure 94. L'ancien bâtiment rénové
source ; site internet (<http://www.beaudouinarchitectes.fr/2008/01/école-d'architecture-de-Strasbourg>)



Figure 95. Le nouveau bâtiment
source ; site internet (<http://www.beaudouinarchitectes.fr/2008/01/école-d'architecture-de-Strasbourg>)

Composition volumétrique finale

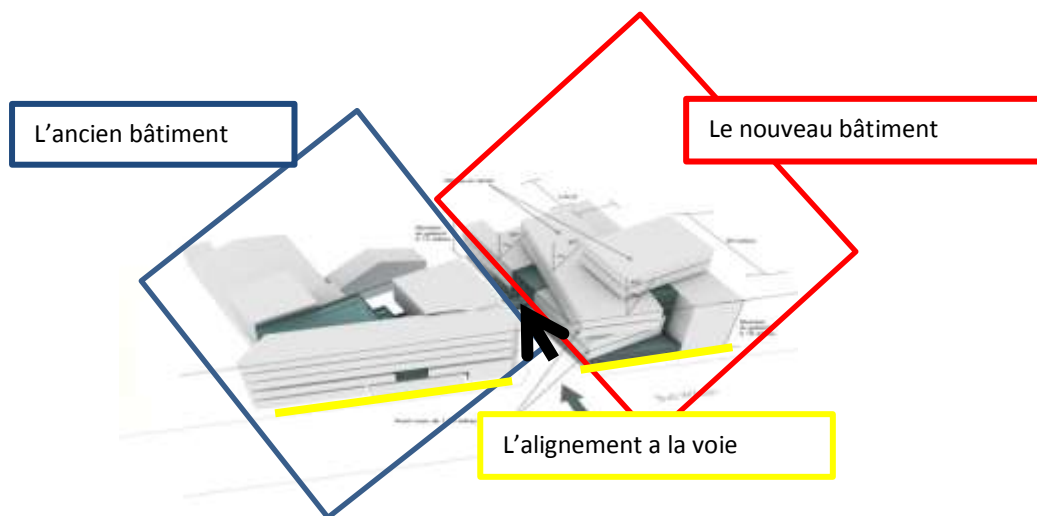


Figure 96 : volumétrie de l'école
source : site internet/auteurs.

¹³ Idem.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

La géométrie du projet se fonde sur les alignements, le maintien des gabarits de 12 m et de 18 m, l'épaisseur constructible dans la largeur des 20 m, et les attiques en retrait préconisés (règlement d'urbanisme).¹⁴

II.1.4.1.5. Fonctionnement

SOUS-SOL

La présence d'une nappe phréatique quasi-affleurant a nécessité la réalisation d'un épais cuvelage en sous-sol où sont disposés deux amphithéâtres (250 et 120 places).



Figure 97. vue sur l'amphithéâtre

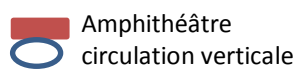


Figure 98..Plan SOUS-SOL

source ; site internet (<https://www.amc-archi.com/article/equerre-d-argent-2013-nomine-marc-mimram-ecole-d-architecture,81>)

RDC

A ce niveau le socle est entièrement vitré ce qui lui permet de créer un dialogue avec la ville. Il est composé d'une salle d'exposition ; cafeteria, accueille et une terrasse

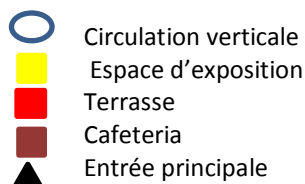


Figure 99.Plan RDC source ; site internet (<https://www.amc-archi.com/article/equerre-d-argent-2013-nomine-marc-mimram-ecole-d-architecture,81>)

¹⁴ Idem.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

Niveau 1 et 2

Ces niveaux abritent des salles d'enseignement (cours théoriques, ateliers de projet, salle informatique)

Ces espaces s'articulant autour d'un atrium central. Ce vide, fendant le bâtiment relie visuellement et physiquement du sous-sol au deuxième étage et à la passerelle métallique extérieure rejoignant le garage. Conçu comme le cœur visible de la nouvelle école, cette faille est un élément essentiel de l'enseignement vu par Marc Mimram « La pédagogie doit pouvoir sortir des salles de cours et des ateliers pour se montrer, s'exprimer dans un partage critique et vivant »¹⁵,



Figure 100. Plan R+1

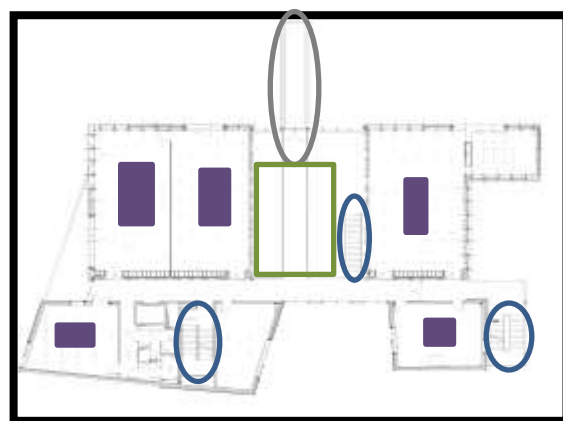
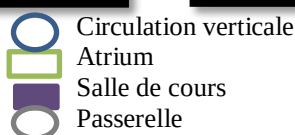


Figure 101. Plan R+2



Source ; site internet (<https://www.amc-archi.com/article/equerre-d-argent-2013-nomine-marc-mimram-ecole-d-architecture,81>)

Niveau R+3

A partir du 3ème niveau la suppression de l'atrium central ainsi l'escalier et la création de deux nouveaux escaliers. Ces niveaux abritent des salles d'enseignement et un bureau administratif

A partir du 3ème niveau la suppression de l'atrium central ainsi l'escalier et la création de deux nouveaux escaliers. Ces niveaux abritent des salles d'enseignement et un bureau administratif.



Figure 102. vue sur le nouvel escalier

¹⁵ /<https://www.batiactu.com/edito/a-strasbourg-la-nouvelle-ecole-d-architecture-s-ou-36179.php>

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

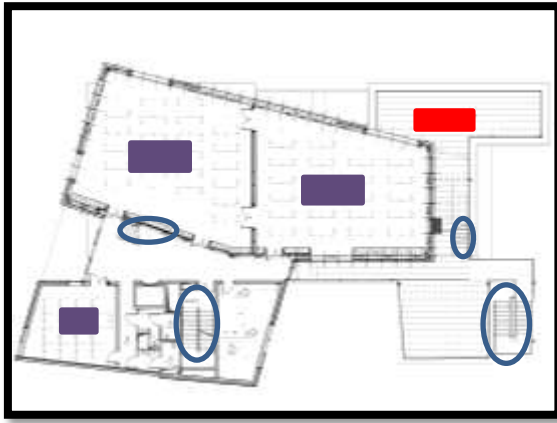


Figure 103. Plan R+5



Figure 104. Plan R+5

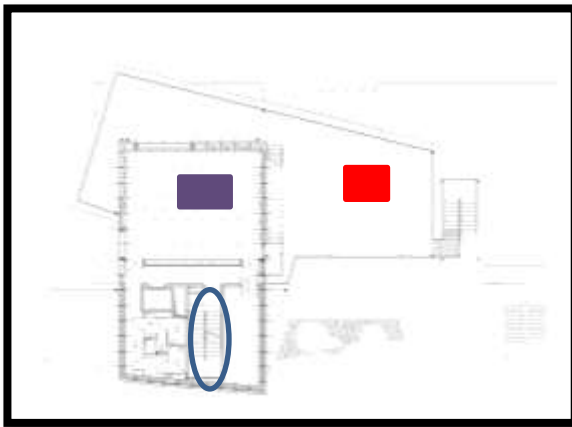


Figure 105.. Plan R+5

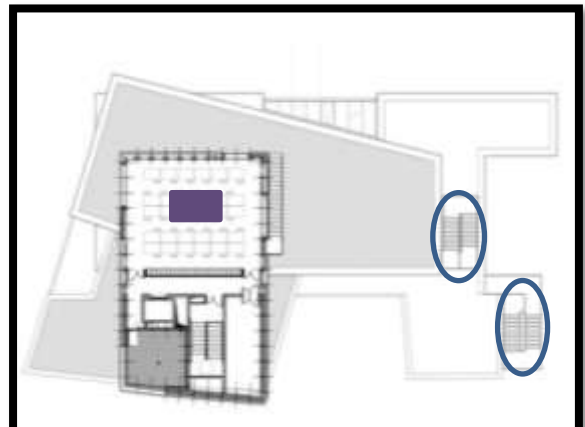


Figure 106.. Plan R+6

Source ; site internet (<https://www.amc-archi.com/article/equerre-d-argent-2013-nomine-marc-mimram-ecole-d-architecture,81>)

II.1.4.1.6. L'aspect bioclimatique

Par le choix des matériaux de construction employés, associant la géothermie et la ventilation naturelle, la nouvelle École offrira des solutions répondant à l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La compacité

Le projet représente une enveloppe compacte qui est caractérisé par moins de surfaces de contact avec l'extérieur, ce qui lui permet de diminuer des taux très importants de déperditions thermiques



Figure 107.. la compacité du projet

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

L'orientation

Le bâtiment est orienté coté est-ouest qui permet de capter les rayons solaire grâce à la serres bioclimatique et assurer l'éclairage naturel



Figure 108. la serre bioclimatique

Brise soleil

L'utilisation des panneaux coulissants sur les surfaces vitrées en faisant office a des brises soleil qui assure une bonne protection solaire

Son pourcentage de vide de 46% permet de remplir la fonction d'écran solaire tout en préservant le passage de lumière et la vue vers l'extérieur.



Figure 109. brise soleil

Synthèse

L'école d'architecture de Strasbourg est un chef d'œuvre de l'architecte Marc Mimram, conçu au cœur de la ville. L'école se veut avant tout fonctionnelle, en harmonie avec son contexte que ce soit sur le plan conceptuel ou technique. Loin de tout superflu et de toute fantaisie l'école est imprégnée d'une sobriété et d'une légèreté au niveau des formes, des espaces intérieurs ainsi que sur les façades ce qui témoigne des positions fonctionnalistes de son concepteur. Le traitement de cet exemple constitue pour nous une véritable leçon d'architecture axée sur la réhabilitation, extension bioclimatique et la primauté de la fonction.

II.1.4.2. Réhabilitation et extension pour la nouvelle école d'architecture Loci Tournai

II.1.4.2.1. Le choix du site

Le site choisi, à la rue du Glategnies à Tournai, était jadis occupé par Cofidis. On y trouve des bâtiments d'époques diverses imbriqués les uns aux autres : un ancien hôtel de maître datant du XVIII^e siècle, deux filatures du XX^e (constituées de grands plateaux) ainsi que quelques constructions hétérogènes. La volonté de l'UCL était d'homogénéiser les lieux, tout en préservant l'histoire, notamment industrielle, de l'îlot.



Figure 110. Situation de l'école d'architecture loci à Tournai
source : site internet
(<http://www.dezeen.com/2014/04/04/aires-mateus-architecture-school-tournai-belgium>)

II.1.4.2.2. Les contraintes du site

a-Un site fragmenté

Le site occupe deux terrains séparés par la rue du Glategnies. Cette division du site en deux parties rend difficile la lecture du site en tant qu'ensemble, en tant qu'unité

b-Des logiques de fonctionnement isolées

Le fonctionnement sur le site se fait aujourd'hui dans une logique par bâtiment ou par petits groupes de bâtiments. Les accès, les circulations sont pensées par entités.

c- De grandes surfaces extérieures non bâties disponibles

Elles représentent une grande partie de la surface totale disponible et constituent un potentiel d'aménagement considérable.

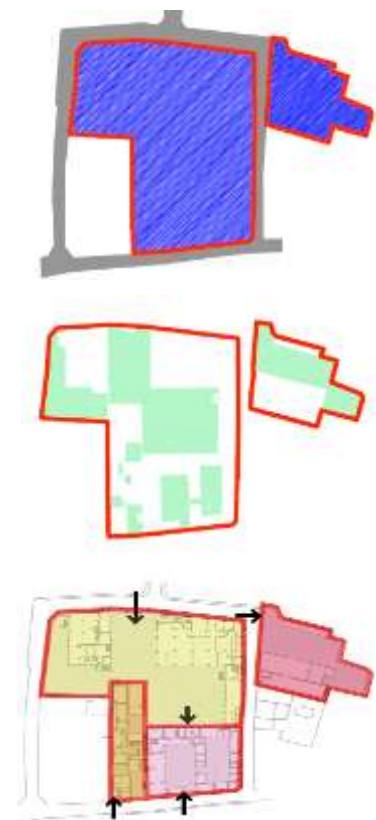


Figure 111 : les différentes parties du site
source : PDF réhabilitation et extension
pour la nouvelle école d'architecture

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

d-Des bâtiments existants hétérogènes

La nature du bâti existant vient renforcer l'image d'un site fragmenté, Le site ne constitue pas aujourd'hui un ensemble homogène à l'identité unique

e-Une diversité architecturale intéressante mais non perçue comme une unité

Les constructions successives dans le temps sur le site produisent une diversité architecturale. Chaque bâtiment a un caractère propre, témoignage de son histoire, qu'il nous semble intéressant de rendre lisible.

f- Un existant en état de fonctionnement

Le site est actuellement occupé et en état d'activité. Les bâtiments, notamment Philippart et Filature, montrent un évident potentiel en termes de volumes capables et de qualité d'éclairément. Tous les espaces occupés actuellement sont équipés et en état de fonctionnement.

II.1.4.2.3. Comment transformer un site contraint et fragmenté en une école d'architecture extraordinaire

Partant d'un site contraint et enclavé, au fonctionnement morcelé, fait de constructions indépendantes, le projet doit se donner de l'air, ouvrir, connecter, assembler, pour créer un seul lieu. Pour ce faire, les architectes concepteurs du projet ont privilégié les solutions suivantes :

1-Construction d'un nouveau bâtiment pour les auditorios à l'emplacement du bâtiment des Archives relié à Philippart par des passerelles.

2-Couverture des cours par une toiture de serres avec ventilation et ombrage.

3-Création d'une circulation verticale de grande capacité : escalier, ascenseur, coursive+passerelles pour relier les bâtiments .

4-Remplacement de la toiture existante par des serres en double vitrage avec ventilation et ombrage.

6-Espace extérieur crée sur le toit de philippart Création d'une serre expérimentale.

5-Intervention minimum sur l'existant.

Les différentes interventions constituant le projet ont comme objectif de créer un nouveau lieu qui sera l'école d'architecture. Un lieu offrant une grande liberté d'usage, une capacité d'appropriation et d'improvisation et une identité forte.

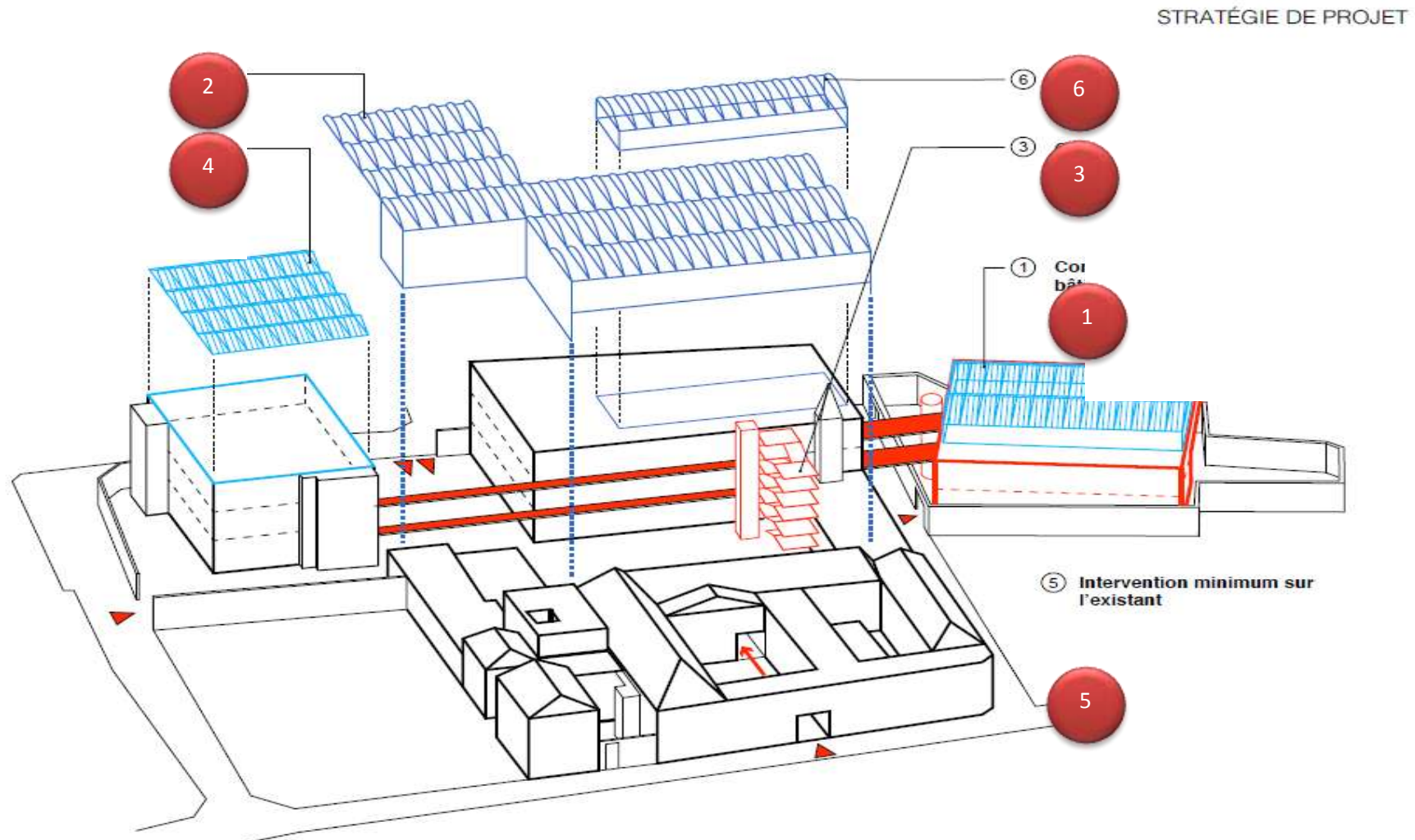


Figure112. Les différentes stratégies du projet
source : PDF réhabilitation et extension pour la nouvelle école d'architecture

II.1.4.2.4. Organisation fonctionnelle

Le fonctionnement préfiguré s'organise en 4 pôles principaux : collectivité, étudiants, enseignants- chercheurs et administration, en exploitant de façon optimale la capacité et la configuration des espaces existants et la disponibilité d'espace libre sur le site.

4 poles importants

- pôle collectivité

Le forum (1)
La bibliothèque et le
matériau thèque (2)
détente (3)
l'espace restauration (4)
le bureau des étudiants (5)

-pôle étudiant

Les ateliers (6)
L'atelier échelle 1 (7)
Les salles de classes (8)
Les auditorios (9)
Le parking (10)
Le local à vélos (16)

- pôle enseignants

chercheurs

bureaux des chercheurs et
des enseignants (11)
salles de réunion (12)

Pôle administration

locaux du personnel(13)
La direction (14)
Espaces extérieurs (15)

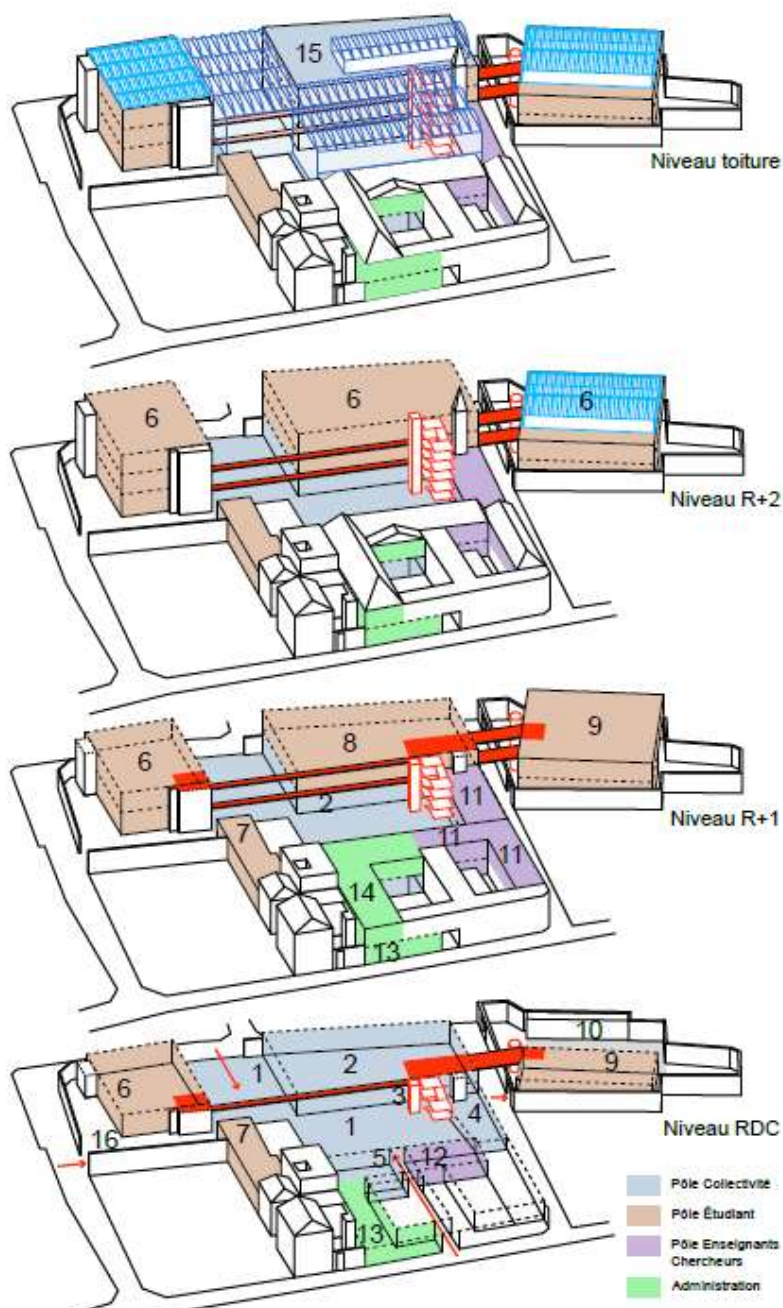


Figure 113. La répartition fonctionnelle de l'école
source : PDF réhabilitation et extension pour la nouvelle école
d'architecture

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

II.1.4.2.5. Repartition du programme

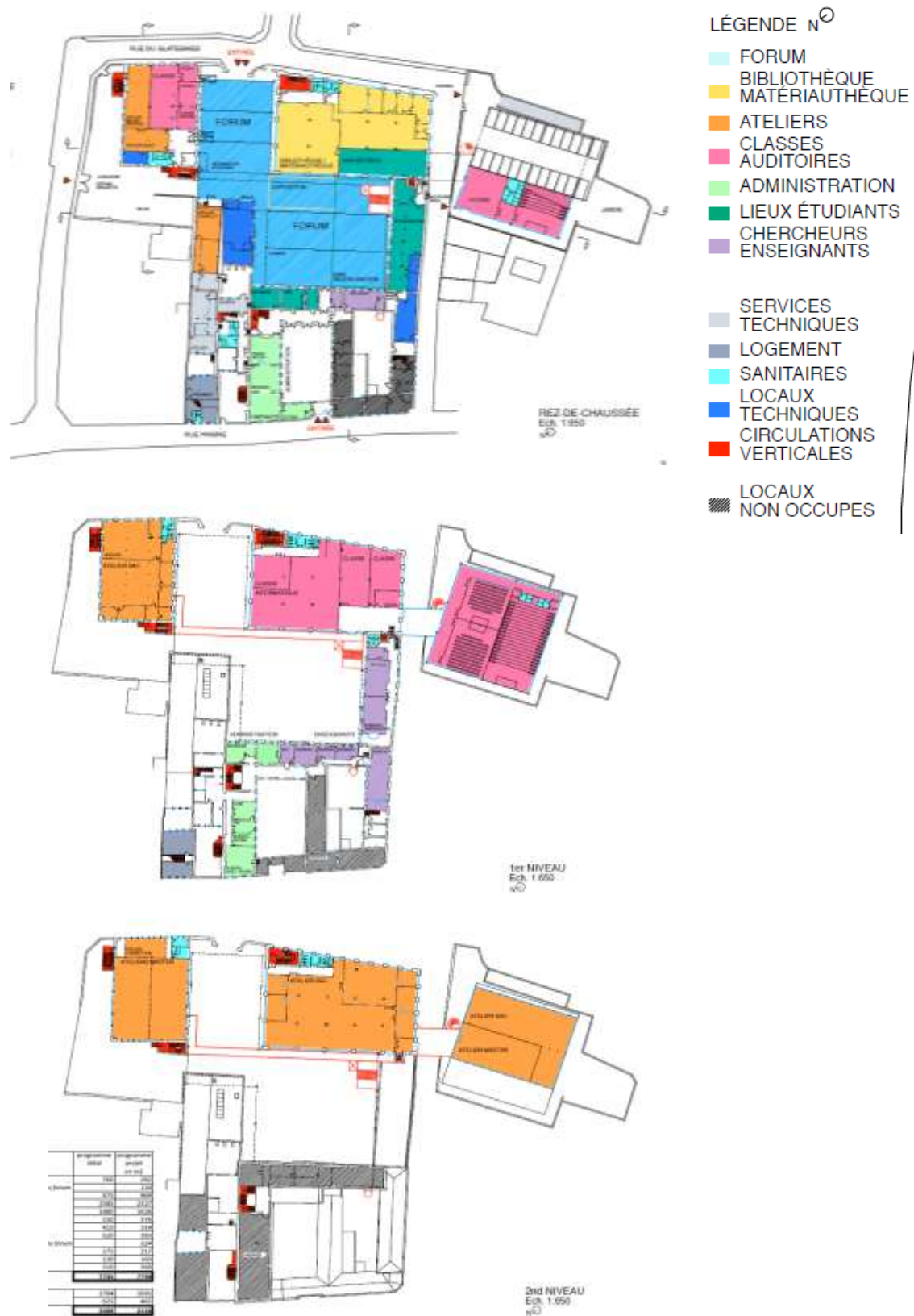


Figure 114. La répartition du programme de l'école
source : PDF réhabilitation et extension pour la nouvelle école
d'architecture

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

Repartition du programme sur les coupes

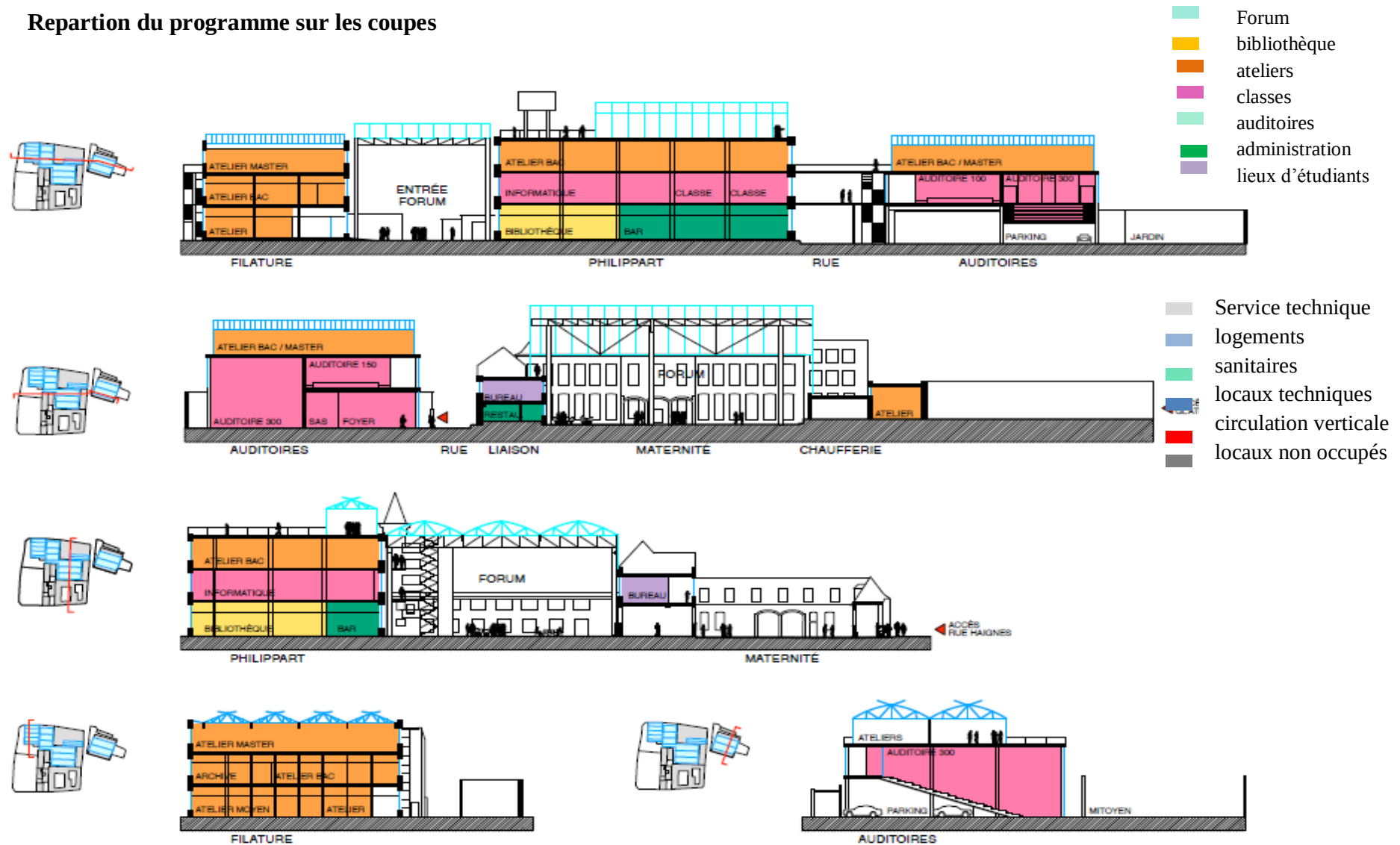


Figure 115. Les différentes coupes de l'école
source : PDF réhabilitation et extension pour la nouvelle école d'architecture

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

II.1.4.2.6. Le programme surfacique

Tableau7. Le programme du projet de l'école

source : PDF réhabilitation et extension pour la nouvelle école d'architecture/auteurs

Fonction	Programme idéal m ²	Programme projet
bibliothèque/ matériau thèque expositions dans forum	760 323	592 134
Forum	875	969
Ateliers	2345	2327
Classes auditoires	1480	1626
administration	530	376
Bureaux chercheurs – enseignants	410	314
Lieux des étudiants Zone dédié pour tables et chaises dans le forum	620	383 324
Personnel et service technique	275	217
Conciergerie, logement	130	160
Locaux annexes	310	368
	7735	7790

Espace extérieur	2764	1691
Parking	652	465
	3389	2156

II.1.4.2.7. Aspects bioclimatiques du projet

• Orientation

Orientations nord-sud et développement des façades selon l'axe bioclimatique est- ouest privilégiées, pour un meilleur contrôle des ambiances lumineuses, et offrir au plus grand nombre l'ouverture afin de profiter des apports solaire .



Figure116 : l'implantation de l'école
source : PDF réhabilitation et extension
pour la nouvelle école d'architecture

La serre bioclimatique

Recouvrant les cour pour créer le forum qui est le cœur actif, un lieu indispensable d'attraction, qui assure le chauffage pendant l'hiver et cela grâce au captage des rayons solaires et diffusion de la chaleur à l'intérieur des espaces et en périodes estivales le forum devient comme un patio afin d'assurer la ventilation naturelle (l'ouverture de la serre)



Figure117 : vue sur la serre bioclimatique
source : PDF réhabilitation et extension
pour la nouvelle école d'architecture

L'éclairage et la protection solaire

-L'utilisation de parois vitrées afin de maximiser la lumière naturelle qui a été privilégiée à l'intérieur des ateliers et prévoir des protections solaires qui sont les brises soleil pour empêcher la pénétration des rayons solaires en été et éviter les surchauffes.



Figure118 : les brises soleil de l'école
source : PDF réhabilitation et extension
pour la nouvelle école d'architecture

Synthèse :

L'exemple de l'école d'architecture de Loci Tournai nous a permis de tirer des enseignements sur les espaces et le programme d'une école d'architecture, nous avons aussi tiré des leçons sur le processus de réhabilitation d'une ancienne bâtisse chargée d'histoire, les critères qu'il faudrait prendre en considération lors de cette opération, et les étapes qu'il faudrait suivre pour jumeler la fonction et le respect de la mémoire du lieu.

II.2. Synthétisation des données

II.2.1.récapitulatif sur le contexte

D'après l'analyse de la ville de Tizi Ouzou ; nous avons constaté qu'elle manquait cruellement de caractère qui est une chose primordiale à prendre en considération lors de la conception de notre projet en lui offrant une qualité locale afin de redéfinir l'identité de la ville.

-L'assiette d'intervention constitue la principale entrée Est de la ville de Tizi Ouzou, conduisant au centre-ville cependant le projet sera défini comme étant un seuil accueillant.

-Le site est bien accessible à partir de plusieurs voies pour cela une multiplicité d'accès sera contribuer à l'établissement.

-De par sa fonction, son architecture, le site de l'ex-habitat est porteur d'une mémoire collective, qui a été perdu au fil du temps cependant il est intéressant de la renaître et le réhabiliter afin de lui redonner sa propre identité.

-L'aire d'étude est dotée de deux richesses naturelles dont la végétation dense et variées ainsi le cours d'eau irrigué qu'il faut préserver en les mettant en valeur afin de mener un projet plus avantageux.

II.2.2. Récapitulatif sur les données bioclimatiques et microclimatiques du site

-La région est caractérisée par un climat méditerranéen tempéré avec une saison hivernale relativement humide et une saison estivale chaude. Les mois de chaleur nécessitent des dispositifs passifs tels que : la ventilation naturelle, protection contre le soleil, matériaux à forte inertie thermique.

Pendant les mois d'hiver, le chauffage passif est recommandé par le captage des rayons de soleil et une bonne isolation et inertie des matériaux pour limiter les déperditions thermiques.

-Le site est caractérisé par un microclimat particulièrement humide cela est dû à la présence d'un Oued et une végétation dense et variée mais à partir des quels on va tirer profit pour améliorer le système passif de refroidissement par évaporation.

-L'assiette est exposé aux vents chauds de côté sud-ouest cependant une protection contre ce dernier est fondamentale par une implantation d'arbre à feuillage caduc. Par contre, les vents froid d'hiver circulent du côté nord-ouest qui sont freinés par la barrière végétale duquel on doit tirer profit durant la saison estivale pour cela la prise de disposition de capteur d'air est nécessaire ainsi une réimplantation d'arbres à feuillages persistants.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

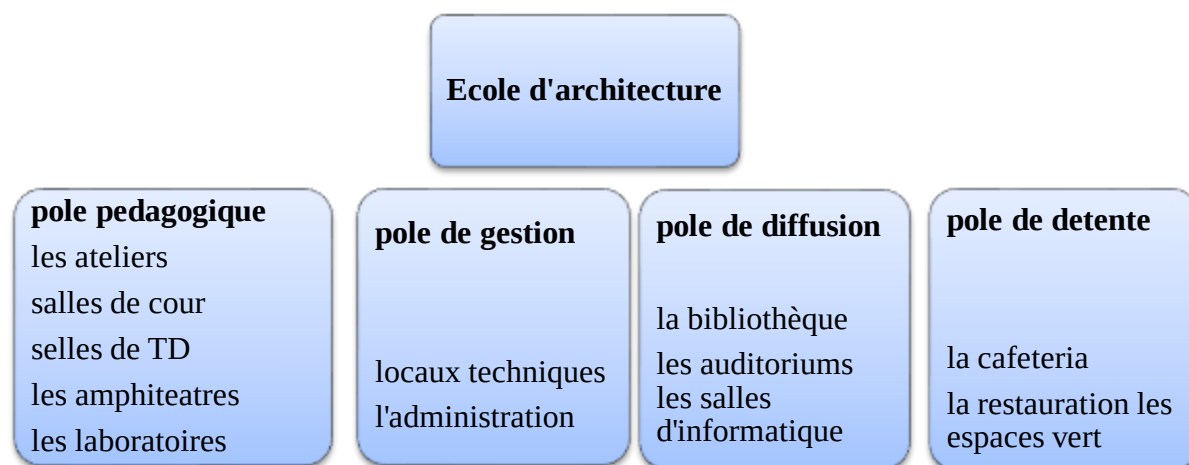
Le site est majoritairement bien ensoleillé donc une implantation des blocs et une orientation des espaces sollicitent à être réfléchi pour soit tirer profit ou se protéger de ces rayons de soleil.

II.2.3. Récapitulatif sur le thème

Une école d'architecture doit être un lieu ouvert, un lieu de débat, sur la ville, l'environnement, le climat, l'écologie, l'économie, l'usage.

A travers l'analyse des exemples on a pu tirer, à la fois des informations sur le programme et les exigences fonctionnelles que doit comporter une école d'architecture, à savoir le soin accordé aux espaces de travail, en particulier les ateliers, ainsi que l'importance des ambiances architecturales (lumière, confort).

Pour cela l'école d'architecture va suivre une hiérarchisation des fonctions allant du collectif au privé et du plus animé au moins calme, ainsi une organisation des pôles et un programme qui se résume comme suit :



II.2.4. Programme provisionnel de l'école

II.2.4.1 Programme surfacique de l'état des lieux

L'espace	La surface	Critiques
20 ateliers	59m ² et 72m ²	Les ateliers son sur charger La surface n'offre pas un espace de travail confortable aux étudiants.
Bibliothèque + salle de lecture.	140m ²	La Surface insuffisante L'espace de lecture est utilisé pour le déroulement d'autres disciplines hors la lecture tel les travaux d'ateliers
Salle d'internet	57 m ²	Surface insuffisante.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

Laboratoire	300 m ²	n'est pas accessible aux étudiants d'architecture
--------------------	--------------------	---

Tableau 8 : programme surfacique de la structure existante
source : auteur

Constat :

Le bâti existant dans sa totalité est investi. Notre réflexion doit répondre à notre problématique de départ en termes de programme quantitatif et identité du lieu, pour cela les deux blocs vont garder leurs mêmes fonctions principales. Cependant ils vont abriter les ateliers avec une réhabilitation, ainsi additionner à ce bâti existant d'autres structures à travers un projet d'extension et de redoublement.

II.2.4.2. Programme provisionnel de la nouvelle extension

Pôle Pédagogique et artistique	
Espaces	Exigences
Ateliers Ateliers maquette Salles TD Laboratoire Salle polyvalente Ateliers d'art Amphithéâtre	-Forme adaptées à leur fonction et à l'enseignement. -Bon éclairage -Confort acoustique et thermique.
Pôle diffusion	
Espaces	Exigences
Bibliothèque Salle d'internet et de recherche informatique Salles d'informatique. L'auditorium	Confort acoustique. Eclairage faible
Pôle gestion	
Espaces	Exigences
La cuisine. Le stockage. Les chambres froides. Bureau de magasinier. Infirmerie Locaux techniques et stockages	Bonne aération -Bonne isolation -Dispositifs d'absorption et de la vapeur de la cuisson. Situation au RDC
Accueil et orientation Salle de réunion Bureaux des professeurs Bureau du directeur Scolarité Secrétariat Imprimerie et photocopie	doivent être bien isolé. Située au RDC Locaux et annexes Flexibilité et fluidité

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

Pôle détente	
Le réfectoire Cafétéria Jardin Circulation Espaces de détente Terrasses accessibles	Bien accessible Bon éclairage Confort thermique Confort visuel

Tableau 9 : programme provisionnel de la nouvelle extension
source : auteurs

II.3. un projet, une idée fédératrice

Le développement de la forme de notre projet suit une logique et un raisonnement nés à travers une idée fédératrice qui est **la régénération par bouturage**. Cette philosophie se définit comme le retour à l'éternel des mêmes événements de la même fonction ainsi que l'accès à une qualité de vie supérieure et se justifie par rapport aux différentes lectures ci-précédemment faites à savoir ; contextuelle, bioclimatique et thématique.



Figure 119. La technique du bouturage
source : Google image

Dans notre cas la renaissance débutera à partir d'élément architectural ancien et abandonné qui garde toujours une mémoire d'un lieu, va se développer selon la technique de bouturage, en intégrant les notions de **durabilité** et **d'écologie** au centre du tissu d'enseignement afin de tisser la toile qui portera notre réflexion.

II.3.1.les concepts opératoires

II.3.1.1.Concept lié au contexte

Le caractère

Naissance d'un projet architectural contemporain à partir d'un ancien édifice existant qui va permettre de tracer les contours d'une identité ambitieuse porteur de son propre caractère inscrit dans un fragment périphérique de la ville. Pour cela, la nouvelle école d'architecture recommande d'être un composant d'un tronçon qui représente un seuil de la ville du côté Est.

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

II.3.1.2. Concept lié au thème

Le challenge

Le projet doit se donner de l'air, ouvrir, connecter, assembler, pour créer un seul lieu saint, confortable pour cela on doit répondre au désir de construire un ensemble homogène innovant dans sa forme en respectant les trois grands défis qui sont : **la réhabilitation** par la sauvegarde de l'existant en lui redonnant vie, **garder la mémoire et l'identité du lieu**, ainsi **une extension bioclimatique** pour répondre aux exigences d'une école d'architecture.

II.3.1.3. Concept lié à la bioclimatique

La bio-extension

Implantation d'un projet qui épouse l'impact des vents et les rayonnements solaires. Un équipement qui va se noyer dans son contexte naturel.

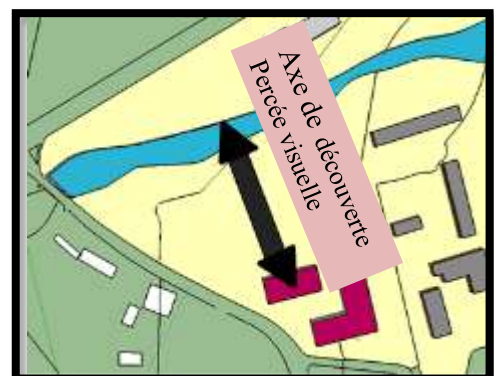
La transparence : un bâtiment en plein lumière

Les activités qui s'y déroulent nécessitent une grande qualité de lumière naturelle, éclairer sans éblouir nécessite une approche fine et spécifique selon chaque orientation.

II.3.2. Processus de création du projet

Etape1 : axe de découverte

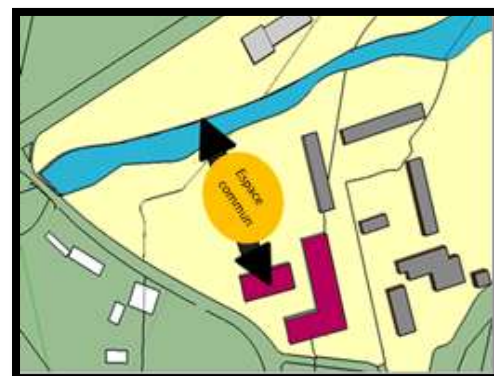
Tracer un axe de découverte qui sera matérialiser par une percée visuelle qui permet de découvrir l'ancien existant à partir du nouveau bâtiment et vis vers sa



Etape 2: la mise en place d'un espace commun

La mise en place d'un espace commun qui prétend à entrainer des relations sur toutes ses faces. De ce fait, c'est le lieu d'échange et de partage, c'est l'espace public que l'on traverse et l'espace où l'on va.

L'espace commun qui va être une remarquable aire de confrontation de la création au public ainsi pour favoriser la percée visuelle.



Chapitre II : thèmes et architecture du projet

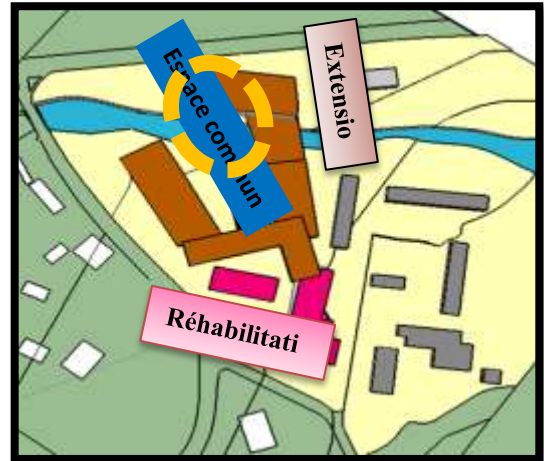
Etape 3 : Le challenge par :

Construction avec l'existant

Le premier travail a été fait sur le bâti existant qui consiste **la réhabilitation** afin de garder **la mémoire du lieu**.

Extension par insertion de la masse bâtie

La création de l'extension par l'insertion du bâtiment qui débutera à partir de l'ancien émergeant du bloc A suivant l'axe bioclimatique orienter Est Ouest afin d'avoir un ensemble homogène bien inscrit dans son site et son contexte suivant une divergence de la technique de bouturage.

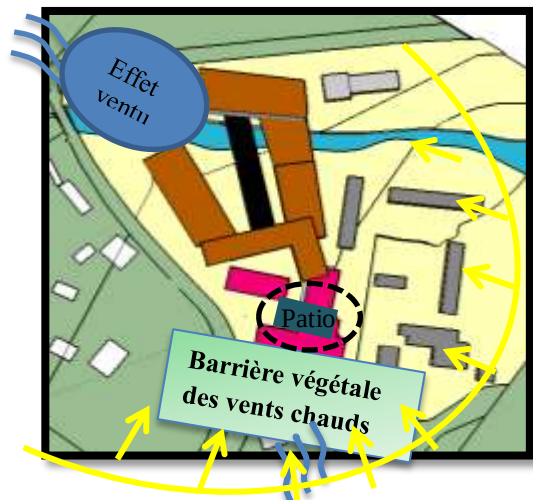


Etape 4 : Allégement de la masse bâtie : la bio extension

La démarche fut d'observer une fragmentation de masses bâties. De ce fait, Nous suggérons un projet qui s'aère, se délite, s'écarte et s'ouvre pour décerner à la volumétrie une perméabilité écologique à l'air, à la lumière et aux rayons du soleil.

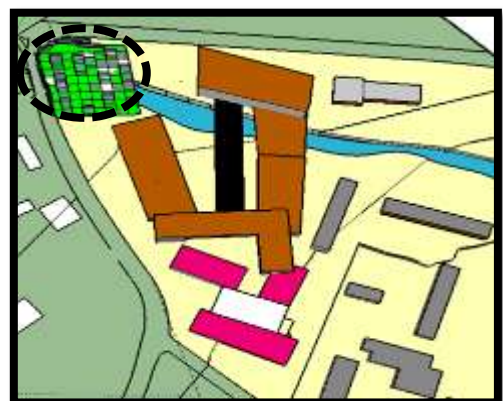
Cette fragmentation est aussi faite pour l'identification des différentes fonctions d'une école d'architecture.

De ce fait, l'école réunit les différentes entités ; diffusion, pédagogie et lieux d'accueil et de gestion.



Etape 5 : Un lieu de créativité et d'épanouissement, un bâtiment en pleine lumière

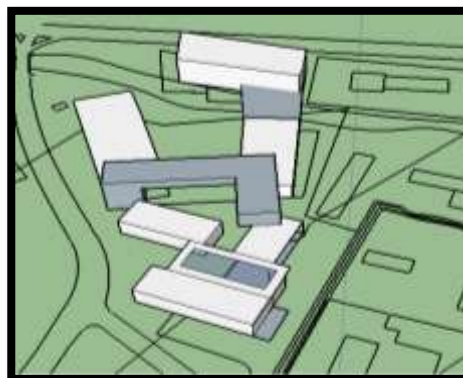
Le projet doit générer un lieu non figé, créer des espaces ouverts, un lieu évolutif du point de vue spatial. Pour cela ; on a l'intention de noyer des entités dans son contexte pour qu'elle soit en relation avec la nature.



II.3.3. Progression d'échelle et validation des choix

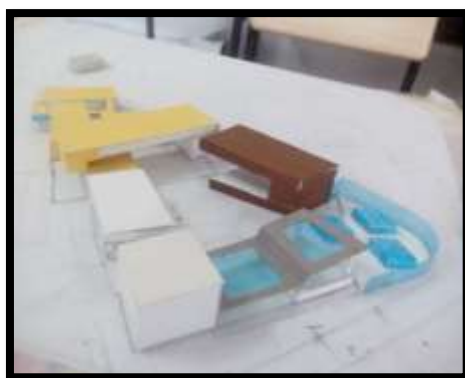
Première tentative

La première idée matérialisée illustrée par l'esquisse volumétrique ci-contre représente un volume compact à retravailler allant de l'ancien vers le nord en gardant la zone ouest de la parcelle vierge.



Deuxième tentative

L'absence d'éléments délimitant le site du côté ouest ainsi que l'insuffisance des surfaces disponibles, nous ont mené à opter pour l'implantation d'un nouveau bâtiment ainsi qu'à la fragmentation pour avoir de différentes entités cohérentes adéquates au programme d'une école d'architecture qui s'organisent autour d'un forum suivant une percée visuelle vers l'ancien bâtiment.



Dernière tentative

A ce stade un travail été effectué sur le traitement de certains volumes et aussi la façade ouest créant une façade urbaine matérialisée par deux autres axes à développer aussi.



II.3.4. Description architecturale

L'institut d'architecture ex habitat implanté à l'entrée est de la ville de Tizi Ouzou desservi par la RN12 ne répond plus aux besoins fonctionnelles de cette dernière. Il a été envisagé de le réhabiliter et de construire une nouvelle extension qui réponds aux besoins des usagers, tout en redonnant un nouveau souffle à l'école afin de l'éveiller, l'animer et améliorer la qualité d'enseignement et la recherche scientifique. Le nouveau projet a pour objectif de proposer une architecture contemporaine inscrite dans son environnement et s'inspirant des références de l'architecture des écoles. Il s'inscrit dans une optique d'ouverture et de dialogue avec la ville et la vie étudiante.

II.3.4.1. Accessibilité

L'assiette d'intervention est accessible à partir de la RN12 et la route qui relie les deux nœuds (Karim Belkacem et Chabane Ahcene) ce qui offre une multiplicité d'accès à deux échelles différentes qui influent à la perception du projet depuis l'extérieur.

- Une entrée principale piétonne à partir de la RN 12, dédiée aux grands publics qui aboutit au forum, accompagnée d'un accès mécanique.
- Deux entrées secondaires du côté ouest, destinées au personnel et aux étudiants permet aussi l'accessibilité au parking.

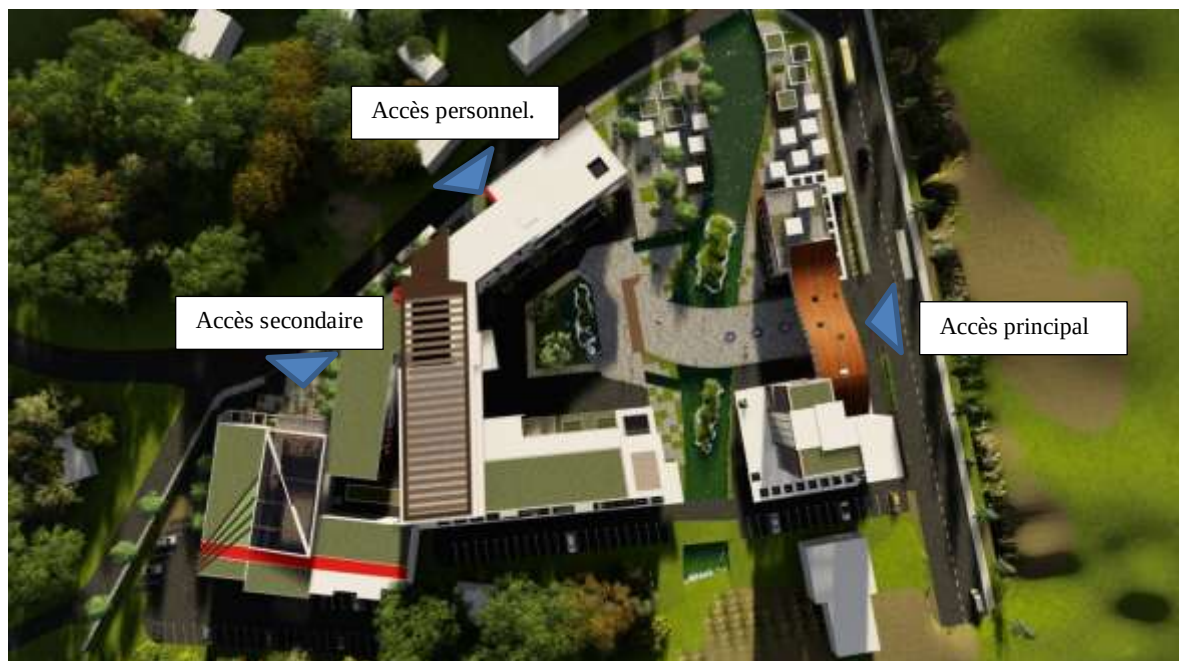


Figure 120: vue aérienne du projet
source : auteurs

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

II.3.4.2. Organisation des séquences de l'école d'art et d'architecture

La répartition des différentes entêtées s'est faite en prenant en considération les particularités climatiques et paysagères du site. Afin de créer une osmose entre les espaces bâtis et l'environnement forme est sculptée et ajustée en réponse en relation visuelle fonctionnelle qu'elle compte établir avec ses futurs usagers et ses espaces extérieurs, façonnant un décroisement du nouvel ensemble vers l'espace central.

- **Entité pédagogie** : elle est constituée de deux blocs

L'existant : l'intervention sur le bâtiment d'origine se veut simple et efficace. Le bloc tient compte de la structure et fonction existantes: il abrite les différents ateliers (ateliers de conception, de dessin, d'affichage, maquette, de travaux de groupe ...) orienté selon l'axe



bioclimatique pour tirer profit de la lumière naturelle.

Figure 121: vue sur le bloc réhabilité
source : auteurs

La nouvelle extension : le volume se développe sur trois niveaux, il abrite les amphithéâtres, salles de cours, TD et une salle de projection. il est accessible à partir du forum.



Figure 122: vue sur le bloc pédagogie la nouvelle extension source : auteur

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

- **Entité administrative** : implanté du côté ouest de la parcelle accessible depuis la voie secondaire et l'espace commun, elle se développe sur trois niveaux qui couvre principalement des bureaux administratives ; une salle de soutenance et une salle de réunion.
- **Entité recherche** : le bloc de recherche accolé au volume de l'administration, permettent de créer un alignement urbain du côté ouest. il regroupe un ensemble d'espaces dédié a la recherche tel que la salle de manipulation, hall technologique, des bureaux...



Figure 123:vue sur le bloc administratif et recherche source : auteur

- **Entité diffusion (bibliothèque)** : de par sa forme surélevé de part et d'autre sur les deux blocs administratif et pédagogique en porte à faux elle représente l'élément majeur du projet. la bibliothèque tire parti de l'orientation solaire offrant ainsi un fort potentiel de chauffage solaire et d'accès a la lumière naturelle.



Figure 124:vue su l'entité diffusion source : auteur

Chapitre II : thèmes et architecture du projet

• **Entité hébergement** : ce bâtiment est destiné à héberger les étudiants en formation d'architecture il s'intègre à l'environnement existant. il est placé du côté la RN12 de manière à être ouvert. il abrite deux fonctions principales hébergement et consommation.



Figure 125: vue sur le bloc hébergement

• **Entité artistique** : dans l'objectif de préserver autant que possible les arbres existants et l'espace vert situé au nord-ouest, c'est en intégrant des bâtiments en pleine lumière qui va être un espace évolutif, d'épanouissement et de créativité.



Figure 126: vue sur la galerie d'art
source : auteurs.

II.3.4.3.lecture des façades

Le projet s'inspire des formes simples et pures l'ensemble du projet se voit intentionnellement dispersé selon deux grandes échelles, une échelle urbaine du côté nord ; échelle humaine côté ouest et une façade intérieure qui crée un environnement et un climat interne spécifique au projet.

Les façades sont traitées d'une manière à être en continuité et en homogénéité avec l'existant afin de créer un ensemble propice à une meilleure perception et lecture des directions tout en s'inspirant des principes de l'architecture contemporaine bioclimatique.

II.3.4.4.Le choix du système constructif

Pour répondre aux exigences fonctionnelles et spatiales d'une école d'architecture, nous avons pris le parti de maintenir l'ensemble du projet sur une

- **structure poteau poutre en béton armé,**

garder la structure de la partie réhabilité qui est définit par une structure en béton armé ainsi effectuer la même structure pour la nouvelle extension avec des fondation qui dépend de la résistance et la nature du sol ainsi que des résultats des calculs des descentes de charges.

- **Les voiles**

On a opté aussi à l'utilisation des voiles pour la réalisation du sous-sol pour l'entité pédagogique et hébergement afin de résister à la poussée des terres, les voiles effectués au niveau pédagogique surmonte jusqu'au dernier niveau car il représente le noyau de base pour la bibliothèque qui est lié à des planchers collaborant pour assurer la résistance du porte à faux.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu éclaircir en premier lieu le thème, de bien comprendre ce genre d'équipement, et de bien apprendre les outils des connaissances nécessaires à la réussite de notre projet. En tenant compte des différents exemples analysés afin de tirer des références fonctionnelles et formelles qui nous ont aidés à tracer au second lieu les lignes directrices et la genèse qui régissent le projet d'école d'architecture,

Enfin un dossier graphique déterminant les différents plans et coupes ainsi une description détaillée du projet a été établie pour une meilleure compréhension de l'école en termes de principes qualitatifs et quantitatifs.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

Introduction

Notre choix d'option est focalisé sur l'architecture bioclimatique et environnement parce qu'elle est une réponse à la problématique : architecture / environnement, elle vient pour mieux adapter les constructions au milieu naturel et pour exploiter rationnellement les énergies renouvelables en s'inscrivant dans une démarche de durabilité. B.GIVONI a écrit « la relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures, cet aspect a été particulièrement négligé ces dernières années, mais il est devenu en raison de crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture »¹

Dans le but de concevoir un projet performant en termes d'énergie et de durabilité, nous avons abordé en premier lieu, une présentation des principes de l'architecture bioclimatique et l'efficacité énergétique basée sur des solutions passives et actives afin d'atteindre le confort thermique. En deuxième lieu, ces derniers vont être appliqués dans le projet.

III.1. Introduction à l'architecture bioclimatique

III.1.1. Le développement durable

Est un développement social, économique, et politique qui répond aux besoins présents, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leur propre besoin. Chaque acteur de chaque secteur de la vie économique se trouve donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et l'environnement. Pour le bâtiment, le concepteur devra continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, mais devra de plus, faire en sorte que



Figure 127 : schéma du développement durable

Source : site internet (<http://www.mairiecabasse.fr/environnement>)

¹ Givoni ; l'homme l'architecture et le climat » édition le moniteur Paris, 1978.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé.²

III.1.1.1. Naissance du concept

En **1980** L'Union internationale pour la conservation de la nature (**UICN**) propose le concept du « **développement durable** ». Mais sa définition n'est véritablement formulée qu'en **1987** par rapport de la Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le développement.³

III.1.1.2. Les trois dimensions du développement durable

L'objectif du développement durable est de définir des schémas qui concilient les trois aspects *économique, social, et environnement* des activités humaines, les « trois piliers » du développement durable à prendre en compte, par les collectivités comme par les entreprises sont :

- **L'efficacité économique** : la collectivité recherche le plus grand bénéfice en comptabilisant les coûts sociaux et environnementaux ;
- **La prudence environnementale**, c'est-à-dire la préservation des ressources naturelles non renouvelables et la limitation des impacts des activités anthropiques ainsi que l'application du système de précaution ;
- **L'équité sociale** : le développement doit se forger sur la solidarité envers les plus défavorisés et sur la contribution à la réduction des inégalités.⁴



Figure128. Les trois dimensions du développement durable

Source : site internet (<http://www.mairiecabasse.fr/environnement>)

² Lukas diblasio brochard, le développement durable: enjeux de définition et de mesurabilité, mémoire, 2011, université du Québec à Montréal, p 4.

³ Lukas diblasio brochard , op.cit; p8.

⁴ Benhalilou Karima, impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire de magister, 2008, P25.

III.1.2. Architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique est cette architecture qui tient en compte du climat et les conditions de l'environnement pour aider à obtenir un confort thermique des espaces pour la vie et le développement de l'homme. Cela le fait au moyen de l'adéquation du dessin, de la géométrie, de l'orientation et la construction de l'édifice adapté aux conditions climatiques de son environnement. Elle joue exclusivement avec la conception et les éléments architectoniques, sans utiliser de systèmes mécaniques lesquels plutôt elles se

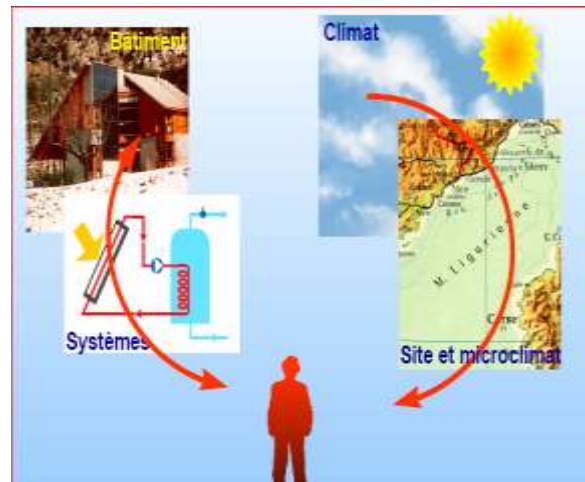


Figure129. L'architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ses préoccupations.
Source : livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

considèrent comme systèmes d'appui. Elle permet de réduire les besoins énergétique et de créer un climat de bien être dans les locaux, avec des températures agréables, une humidité contrôlés, et un éclairage naturel abondant, grâce à des techniques de conception adoptés aux différentes saisons et grâce à des matériaux de construction précis.⁵

III.1.2.1. Histoire du bio climatisme

L'histoire du bio climatisme a commencé le jour où un homme s'est demandé comment construire un toit pour se protéger des éléments climatiques. Les habitats sont devenus permanents à la fin du Dryas récent, lorsqu'un réchauffement cataclysmique a contraint les humains à se fixer près des points d'eau. Jamais, dans les 400 000 ans de relevés glaciaires arctiques, on n'a noté de réchauffement aussi violent et aussi brutal : en quarante ans, vers 10 000 avant notre ère, les températures moyennes se sont élevées de 15 °C ! Pour faire face à cette situation, les humains de l'époque ont inventé, dans l'urgence, un habitat rudimentaire mais thermiquement efficace.⁶

⁵ Nadji Mohammed amine, réalisation d'un éco quartier, mémoire de magister, avril 2015, p46.

⁶ Idem, p46.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel.

III.1.2.2. Principe de base de l'architecture bioclimatique

1-Des zones tampons : Les espaces peu ou non chauffés (garage, cellier) du côté Nord se comportent comme une isolation thermique.

2-Des formes compactes : Minimiser les surfaces en contact avec l'extérieur.

3-Une forte inertie thermique : Isolation par l'extérieur. Les matériaux de forte inertie.

4- Un avant toit ou des protections solaires fixes ou mobiles bien dimensionnées évite la surchauffe estivale mais laisse pénétrer le soleil hivernal.

5- Des matériaux adéquats : L'utilisation de matériaux qui respirent (non étanches), assurent la régulation de l'humidité du logement et contribuent au confort.

6- Des capteurs thermiques et énergétiques: souvent sur le toit pour un maximum de captage à fin de couvrir une partie des besoins de la construction.

7- Un chauffage performant : Un chauffage à basse à une régulation performante, contribue à limiter la consommation d'énergie.

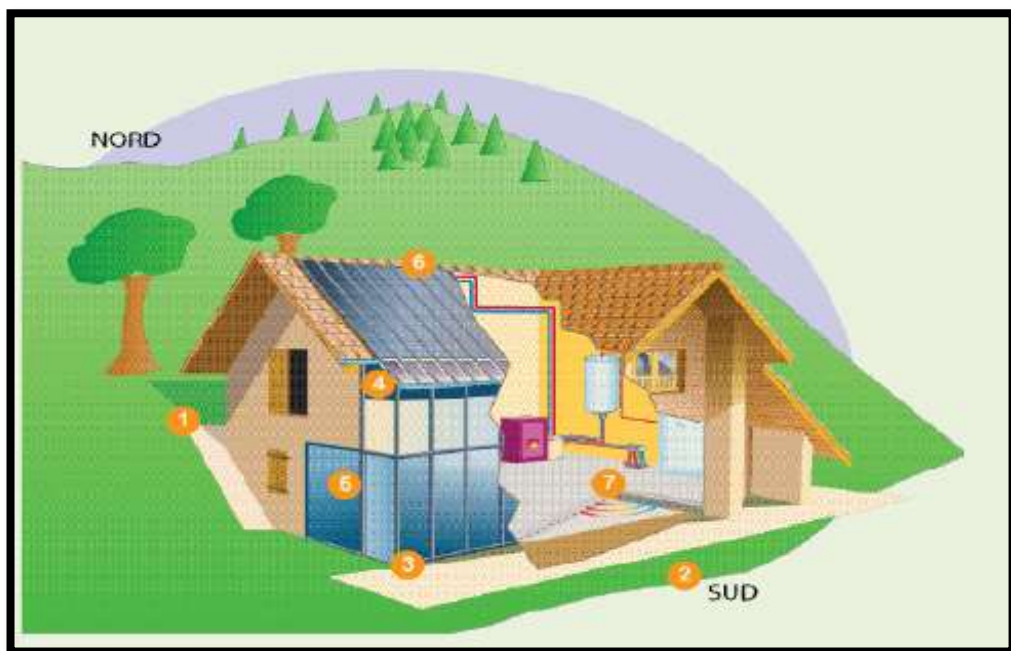


Figure 130. Schéma représentatif des principes de l'architecture bioclimatique

Source : PDF les grands principes de l'architecture bioclimatiques

III.1.2.3. Démarche bioclimatique

III.1.2.3.1. Le confort d'hiver (Stratégie du chaud)

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud qui consiste à capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment.

- **Capter** la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et la transformer en chaleur. La quantité de chaleur due au rayonnement solaire direct reçue par un bâtiment dépend à la fois du climat, de l'orientation du bâtiment, de la nature des matériaux, de la topographie des lieux...etc.
- La **stocker** puis la libérer au moment où le besoin de réchauffer se fait sentir grâce à l'inertie thermique du bâtiment. En effet, le rayonnement solaire produit souvent de la chaleur au moment où elle n'est pas nécessaire ;
- La **conserver**, en limitant les déperditions thermiques par une isolation efficace en climat froid ou frais, qu'elle découle de l'ensoleillement, d'apports internes ou de système de chauffage;
- La **distribuer** et la répartir dans le bâtiment ; ce qui consiste à la conduire dans les différents lieux de vie où elle est souhaitable.

Dans cette stratégie, les rôles de l'orientation, des surfaces vitrées, de l'inertie et de l'isolation sont prépondérants.⁷

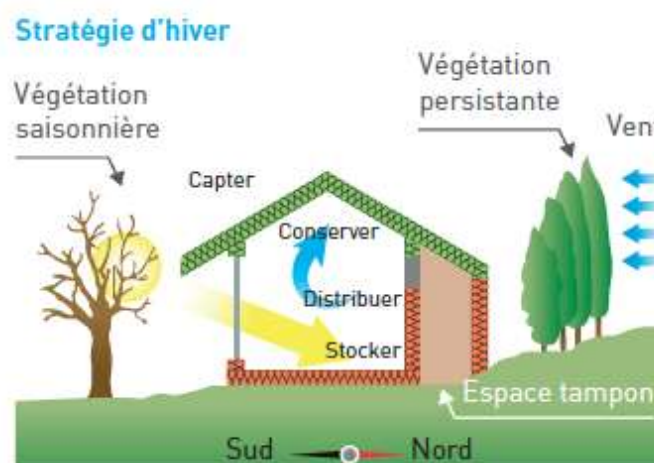


Figure 131. Stratégie du confort d'hiver

Source : site internet

<https://www.ert2012.fr/explications/conception/explication>

⁷ Dehmous m'hand, Confort thermique dans les constructions en béton préfabriqué : cas de la faculté des sciences médicales de l'université de Tizi-Ouzou, mémoire de magister, UMMTO, 2016, P72.

III.1.2.3.2. Le confort d'été (Stratégie du froid)

Au confort d'été répond la stratégie du froid qui consiste à se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement

- **Protéger** en prévoyant des écrans contre le rayonnement solaire, particulièrement au niveau des ouvertures. Ces écrans peuvent être permanents, amovibles ou saisonniers (végétation) ;
- **Minimiser** l'apport de chaleur en limitant les apports internes afin d'éviter les surchauffes dues aux occupants et à l'équipement. Certains apports peuvent facilement être minimisés en favorisant, par exemple, l'éclairage naturel ;
- **Dissiper** les surchauffes par la ventilation naturelle notamment en exploitant les gradients de température par le biais d'exutoires produisant un effet de cheminée ;
- **Refroidir** les locaux par des moyens naturels comme la ventilation nocturne ou en augmentant la vitesse de l'air ou encore en prévoyant des plans d'eau, des fontaines, de la végétation...etc.⁸



Figure 132. Stratégie du confort d'hiver

Source : site internet

<https://www.ert2012.fr/explications/conception/explication>

⁸ Idem ; P73.

III.1.2.4.les solutions bioclimatiques

- **Le passif**

Se dit d'un principe de captage, stockage et distribution capable de fonctionner seuls, sans apports d'énergie extérieure et qui implique des techniques simples sans appareillages.

- **L'actif**

Se dit d'un principe de captage, stockage et distribution nécessitant, pour son fonctionnement, l'apport d'une énergie extérieure et qui implique des technologies assez lourdes.

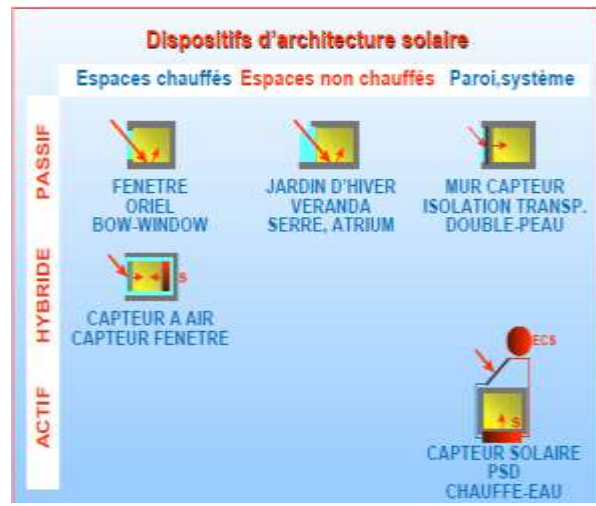


Figure133. Dispositifs de l'architecture solaire.
Source : livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

III.1.3. Efficacité énergétique dans le bâtiment

III.1.3.1.Définition

L'efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée.

L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste donc, par rapport à une situation de référence soit à :

- Augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie constante ;
- Economiser l'énergie à service rendu égal ;
- Réaliser les deux simultanément.

Ainsi, les solutions d'efficacité énergétique visent à améliorer la performance délivrée avec une moindre consommation d'énergie.⁹

⁹ Yves ROBILLARD, Président groupe efficacité énergétique FIEEC Pionnière de l'éco-conception dès les années 90, septembre 2011, p4.

III.1.3.2. Les leviers de l'efficacité énergétique

En matière d'efficacité énergétique, il faut jouer sur trois leviers :
-La diminution des besoins qui sont relatifs au bâti.
-L'amélioration des équipements techniques du bâtiment et leur gestion
-Le comportement de l'utilisateur.¹⁰

III.1.3.3. Les solutions

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions dites « passives » qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites « actives » visant à optimiser les flux et les ressources.



- **Les solutions « passives »**

Elles consistent à accroître les qualités intrinsèques d'un bâtiment afin d'optimiser l'utilisation des énergies qui lui sont fournies. De nombreux paramètres peuvent être pris en compte lors de la construction d'un bâtiment, par exemple :

- L'orientation et sa capacité à profiter de l'énergie lumineuse, à capter et à se protéger de l'énergie solaire (architecture bioclimatique)
 - Une isolation thermique renforcée,
 - Une meilleure étanchéité générale du bâti
 - Des systèmes de ventilation plus performants
- Des systèmes de chauffage plus performants sont développés
- Les chaudières à condensation (récupération d'énergie en condensant la vapeur d'eau des combustibles et taux plus faible de rejets polluants);

¹⁰ Idem, p 5.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

- Des systèmes de chauffage à base d'énergies renouvelables
- Les chaudières à cogénération permettant de produire de l'énergie électrique en même temps que de l'énergie thermique.

- **Les solutions « actives »**

Elles visent à utiliser l'énergie « juste nécessaire » par une gestion active des équipements. Les systèmes dits intelligents permettent de mesurer, de contrôler et de réguler la consommation électrique des bâtiments et d'éviter ainsi les consommations inutiles.

- Des systèmes de chauffage électrique intelligents intègrent par exemple un système de régulation électronique détectant l'ouverture de fenêtres. Ces solutions intelligentes pourraient réduire de 10 à 20% la consommation d'énergie globale d'un immeuble.¹¹

III.1.3.4.Les objectifs

- Diminuer de 40 % les gaz à effet de serre.
- Augmenter la proportion des énergies renouvelables à un tiers de la production d'énergie
- Diviser par deux la consommation d'énergie en 2050
- Construire des bâtiments neufs aux performances énergétiques et environnementales élevées
- Massifier la rénovation énergétique.
- Mieux maîtriser les consommations liées aux comportements et à l'utilisation d'électricité spécifiques.
- Limiter le réchauffement de la planète entre 1,5 et 2 degrés.

III.1.3.5.Efficacité énergétique en Algérie

Compte tenu de notre mode de développement qui produisait massivement des gaz à effet de serre (GES) dus à la concentration massive des activités en ville, et les équipements domestiques. Le concept du développement durable est venu comme un antidote à tous nos maux urbains permettant la maintenance de l'équilibre des écosystèmes de la planète, préservant les énergies fossiles épuisables et favorisant les

¹¹ Idem ; P07.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

énergies renouvelables. D'autre part, l'acte d'aménager et de construire est un acte ayant un fort impact sur l'environnement, gourmand en énergie fossile et grand émetteur du CO₂. Le secteur résidentiel et tertiaire en Algérie se trouve parmi les plus énergivores avec une consommation de 41 % de l'énergie finale¹².

L'Algérie ces dernières années prévoit un million de logements ainsi d'autres équipements, le développement de ces derniers est accompagné d'un croisement important des besoins énergétiques en matière de chauffage, de climatisation et d'électricité ; car la généralisation d'un nouveau confort moderne repose sur une grande consommation d'électricité. Cela est dû principalement à l'ignorance de la dimension climatique lors de la conception des bâtiments et l'absence de la réglementation thermique qui nécessite une vulgarisation auprès des hommes de l'art. Et par conséquent, nos logements sont hyper consommateurs : très froids en hivers et très chauds en été.

Dans cette perspective, et pour améliorer le confort thermique et diminuer la consommation d'énergie, la réhabilitation thermique de l'enveloppe du bâti existant ainsi la construction avec la démarche environnementale est considérée dans comme une opportunité afin de répondre mieux aux exigences du confort actuel.

III.1.4. Le confort thermique

III.1.4.1. Notions de confort thermique

Le confort thermique a été défini comme l'état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique établi par échange thermique entre le corps et son environnement. Le confort thermique dépend de contexte et des caractéristiques individuelles. Il est conçu comme un processus adaptatif dynamique qui intègre

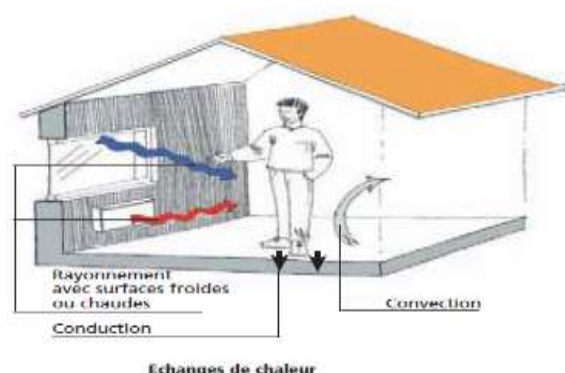


Figure134 : le confort thermique
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain

¹² Ministère de l'Energie et des Mines, « Consommation Energétique Finale de l'Algérie chiffre clé année 2005 », in *APRUE données et indicateurs*, [en ligne], 2007, téléchargé sur le site : <http://www.aprue.org.dz/documents/consommation-energetique.pdf> le 17/05/2009

les différents mécanismes physiques, physiologiques et psychologiques¹³

III.1.4.2. Les aspects de confort thermique

▪ Aspects physiologiques

L'homme dispose d'un système dynamique de thermorégulation qui permet de contrôler et de réguler les échanges de chaleur interne et externe du corps humain, afin de maintenir les températures du corps à leurs valeurs de consigne.¹⁴



Figure 135: la sensation du confort

▪ Aspects physiques

L'homme produit et échange de la chaleur avec son environnement. Sa production de chaleur interne se répartit dans sa masse corporelle tandis que ses échanges thermiques externes se font à la surface cutanée ou forme de :

- **la conduction** : la chaleur se propage à l'intérieur de la matière (un même corps solide ou même fluide liquide ou gazeux) de particule à particule.
- **la convection** : transfert entre l'air et la matière solide résultant du déplacement des particules (de l'air) au niveau de l'interface.
- **la radiation ou rayonnement** : transfert d'un corps à un autre par ondes électromagnétique, donc sans contact direct.
- **l'humidité** : Il s'agit d'échange par déperdition calorifique évaporatoire au niveau cutané et aux surfaces mouillées (lèvres, yeux, voies respiratoires). L'humidité n'a pas beaucoup d'impact sur les échanges thermiques.
- **Le bilan thermique** : La chaleur métabolique produite dans le corps peut être stockée dans celui-ci induisant une élévation de la température interne, ou dissipée

¹³ ZOUCOU Abdelkrim et MOKHTARI Kamila, Solutions hybrides pour maintenir le Confort Thermique et Visuel, Mémoire master académique ,2015.p06.

¹⁴ZOUCOU Abdelkrim et MOKHTARI Kamila,op.cit.p07.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

dans l'environnement à travers la surface cutanée et par voie respiratoire. Le bilan thermique du corps s'écrit de la façon suivante.¹⁵

- **Aspect psychologique**

L'aspect psychologique concerne la sensation et le comportement de l'individu dans un environnement thermique.¹⁶

III.1.4.3. Les paramètres influençant le confort thermique



Figure 136. les pertes thermiques du corps humain dépendent de 6 paramètres physiques
source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain

Les critères de confort les plus couramment utilisés dans le design architectural sont basés sur les travaux de **Fanger**. Ce dernier a développé une théorie selon laquelle le confort thermique dépend de 6 paramètres :

1- Le métabolisme : il s'agit de la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7 °C. Lorsqu'une personne est en mouvement, un métabolisme de travail correspondant à son activité particulière s'ajoute

¹⁵ Idem. P07.

¹⁶ Idem. P08.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

au métabolisme de base du corps au repos. Une unité appelée "met" a été créée pour caractériser le métabolisme.

2- L'habillement : il représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement, tout comme l'isolation d'une maison crée une résistance thermique conservant la chaleur à l'intérieur

3-La température ambiante de l'air : (souvent appelée T_a) C'est un mode majeur de rafraîchissement du corps. Mais, de même que la conduction de chaleur est proportionnelle à l'écart de température, l'eau s'évapore d'autant plus facilement que l'ambiance est sèche. Ainsi, une humidité ambiante élevée, diminuera l'évaporation sur le corps, et provoquera une sensation de chaleur.

4-La température des parois (TP): De façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie (appelée aussi température résultante sèche ou température opérative) qui tient compte de la température des parois : $Trs = (T_a + T_p)/2$.

5- L'humidité relative de l'air (HR): c'est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température T_a et la quantité maximale d'eau pouvant être contenue à la même température lorsque l'air est saturé.

6-La vitesse de l'air : Ce paramètre influence les échanges de chaleur par convection. En pratique, dans un bâtiment, les vitesses de l'air ne devraient pas dépasser les 0,2 m/s.¹⁷

En effet, l'individu commence à ressentir le mouvement de l'air à cette vitesse, et les concepteurs de systèmes de ventilation mécanique essayent donc de ne pas la dépasser. En ventilation hygiénique naturelle des logements, il est plus difficile de s'assurer des vitesses d'air, vu l'influence du vent et des températures sur les déplacements d'air. Dans le cas de ventilation naturelle, un dimensionnement correct des aérateurs et des cheminées est censé éviter les courants d'air trop importants. Certains aérateurs de châssis sont de plus autorégulants en fonction de la force du vent, ce qui est une sécurité complémentaire.

¹⁷ Alain Liébard et André De Herde. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Le Moniteur. Paris : observ'ER, 2005, p. 27.

III.1.4.4.Stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique

Fondée sur des choix judicieux ; de la forme du bâtiment, de son orientation en fonction des particularités du site (climat, ensoleillement, vents dominants, topographie...etc.), de son implantation, de la disposition des espaces, des matériaux utilisés, l'architecture bioclimatique est une conception qui vise l'utilisation des éléments favorables du milieu pour la satisfaction du confort et du bien-être de l'homme⁷⁶. En été comme en hiver, l'architecture bioclimatique a développé des stratégies passives, profitant des aspects favorables de l'environnement, pour créer une ambiance intérieure confortable.¹⁸

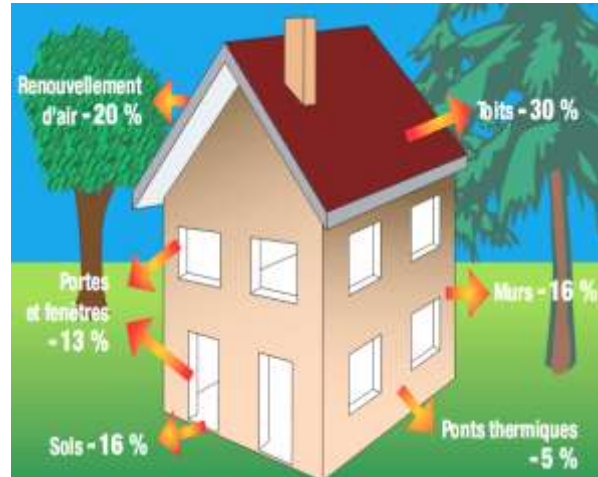


Figure137 : Déperditions thermiques par éléments.
Source : mémoire La réhabilitation thermique de l'habitat contemporain en Algérie

III.1.4.5.Le confort et les caractéristiques thermiques des matériaux

- **Isolation thermique**

L'isolation thermique est la propriété que possède un matériau de construction pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle a pour but de protéger les bâtiments et leurs occupants contre les effets de variations de température et des conditions atmosphériques ainsi que de l'humidité.¹⁹

L'isolation thermique permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage et/ou de climatisation (limite les déperditions en hiver et les apports de chaleur en été), et d'accroître le confort (maintien des températures et l'hygrométrie aux niveaux de confort d'été comme d'hiver et règle le problème de parois froides en hiver ou chaudes

¹⁸ MERZEG Abdelkader, La réhabilitation thermique de l'habitat contemporain en Algérie, mémoire magister, 2010, P 53.

¹⁹ MERZEG Abdelkader ;op.cit. p54.

en été). L'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre⁷⁸. Ainsi, l'isolation thermique est triplement intéressante, en termes de protection de l'environnement, de confort et d'économies financières.²⁰

- **Classification des matériaux isolants**

Les matériaux sont disponibles sous les différentes formes présentées ci-après :

-Les isolants en vrac : disponibles sous forme de billes, granulats, paillettes, flocons, laines en vrac. Ils sont fournis en sac et sont destinés à être mis en œuvre par déversement ou remplissage des caissons, par insufflation dans des caissons ou cavités fermées, par projection, par flocage ou par incorporation dans la fabrication de bétons allégés. Ils sont moins coûteux mais leur mise en œuvre est délicate et doit être réalisée par des professionnels à l'aide de machines.

-Les isolants en rouleaux ou en panneaux semi-rigides : ils sont texturés et façonnés pour être posés manuellement entre les éléments de structure. Leur mise en œuvre est relativement aisée et demande un outillage réduit.

-Les isolants en panneaux rigides et les isolants composites : ils sont conçus pour résister à la compression et participent aux efforts structurels. Ils peuvent recevoir directement les enduits de finition.



Figure 138. Cellulose en vrac textiles recyclées



figure139. Panneau à base de cellulose et de lin
Source : www.turrian-jeanjacques.ch, et www.isorex.com



figure 140. Isolant en fibres

²⁰ Idem, P54.

III.1.5. la démarche « Haute Qualité Environnementale »

La Haute Qualité Environnementale ou HQE a d'abord été un socle théorique consensuel avant de devenir une marque déposée vise l'intégration dans le bâti des principes du Développement durable tels que définis au Sommet de la Terre en juin 1992. En France, cette démarche s'est progressivement établie, du début des années 90 à 1997 entre divers acteurs du bâtiment, de l'environnement et des maîtres d'ouvrages

HQE est une démarche qualité récente et encore perfectible (notamment en y intégrant la biodiversité), qui intègre toutes les activités liées à la conception, la construction, le fonctionnement et la déconstruction d'un bâtiment (logement, bâtiment public, tertiaire ou industriel).

La Haute Qualité Environnementale s'intéresse spécifiquement à l'Environnement, mais en reconnaissant que celui-ci ne peut être durablement conservé dans une société qui va mal, aussi la démarche qualité intègre-t-elle également des aspects sociaux. Ceux-ci peuvent faire l'objet d'un travail plus large et complet par exemple au travers des agendas 21 locaux ou des PLU (Plans locaux d'urbanisme), PADD, éco quartiers, etc.²¹

III.1.5.1.Objectifs

La démarche HQE est une dynamique entraînant tous les acteurs du cadre de vie bâti à la recherche à la fois d'une meilleure qualité de vie et de la préservation de la planète. Elle répond aux deux grands défis de ce début du XXIème siècle : une aspiration croissante de chacun à plus de confort et de sécurité d'une part, et la maîtrise de nos prélèvements de ressources naturelles et d'énergie d'autre part. Garantir le confort et la sécurité des occupants est également au cœur de la démarche HQE. Cette dernière vise, en effet, à maîtriser au mieux les impacts (visuel, acoustique, olfactif, sanitaire) des bâtiments sur la qualité de vie des habitants. Il s'agit par exemple de ne pas sacrifier l'esthétique des habitations à leur dimension fonctionnelle et écologique, de construire des logements tirant au mieux parti de la lumière naturelle, de réduire les nuisances acoustiques et olfactives grâce aux matériaux isolants. En effet, l'objectif premier de la

²¹ Nadji Mohammed amine, réalisation d'un éco quartier, mémoire de magister, avril 2015, p42..

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

démarche HQE est de lutter contre le gaspillage des ressources naturelles. Selon l'association HQE, cette démarche peut permettre :

- 30 à 50 % d'économie d'énergie : grâce aux équipements de chauffage et d'isolation choisis par exemple,

- 20 à 50 % d'économie d'eau : grâce à des économiseurs d'eau sur les robinets, la récupération des eaux de pluie.²²

III.1.5.2. Les quatorze " cibles " de la Haute Qualité Environnementale

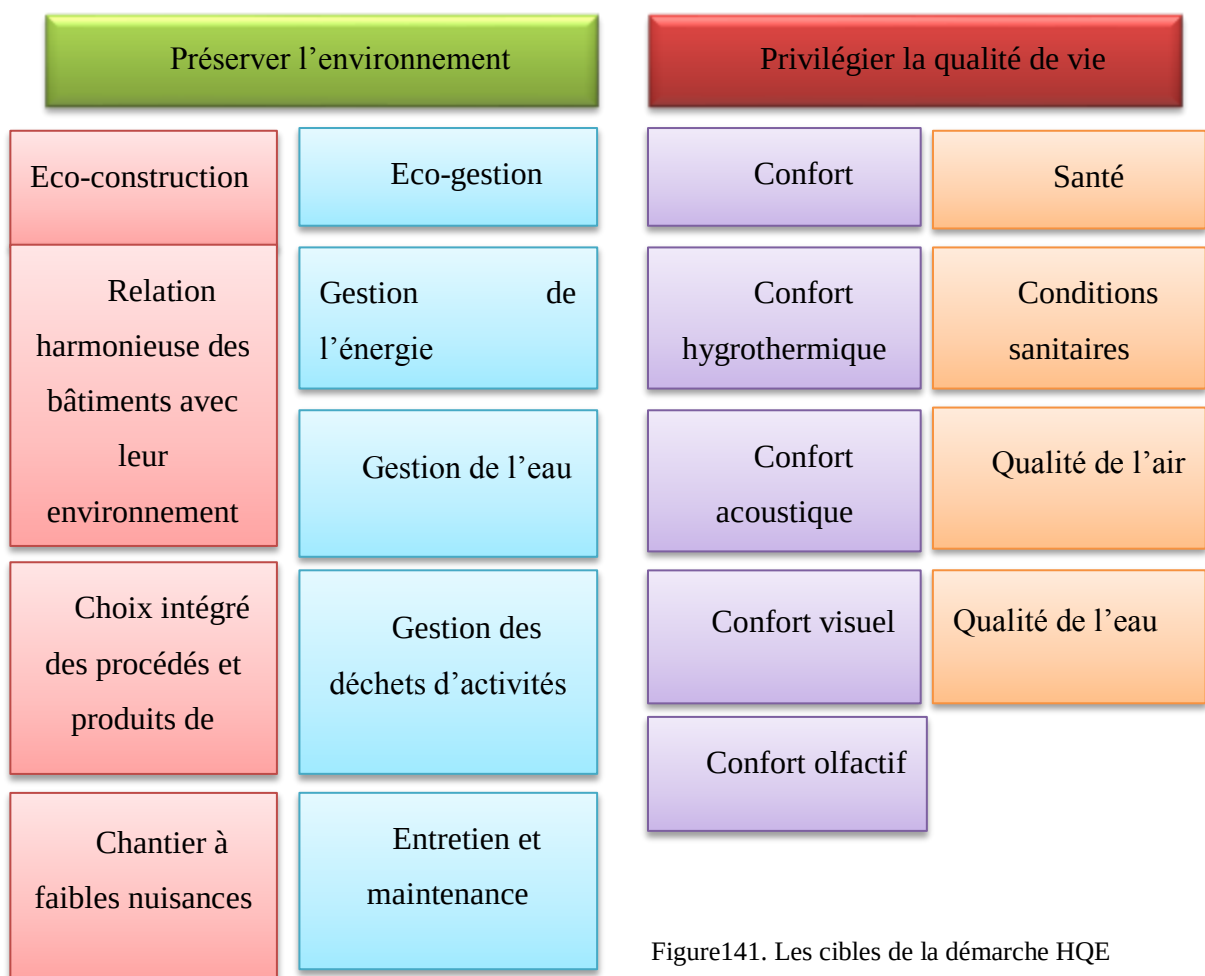


Figure141. Les cibles de la démarche HQE

Source : PDF conduite d'une démarche haute qualité environnementale

²² Benhalilou Karima, impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire de magister.

Synthèse :

Architecture écologique, architecture bioclimatique, architecture durable, haute qualité environnementale : toutes ces appellations répondent à la même préoccupation : concevoir une architecture plus respectueuse de l'environnement. Mais chacune relève d'une période, parfois d'un pays donné et répond souvent à des logiques différentes.

Toutefois, ces différents vocabulaires convergent tous dans le même but avec la même vision: réaliser et assurer un confort maximum en toutes saisons et minimiser la consommation d'énergie. Sachant que l'énergie utilisée pour climatiser les bâtiments représente la majorité de l'énergie consommée par ce secteur, un secteur qui à lui seul, utilise 45 % de la consommation d'énergie finale en Algérie, et responsable du quart des émissions de CO₂, principal gaz à effet de serre.

A travers ces réflexions, il est possible d'employer différentes énergies naturelles plus étendues en exploitant les effets bénéfiques du climat pour éviter le recours abusif à des systèmes de conditionnement d'air « énergivores ». La définition du confort hygrothermique et les paramètres influant sur ce dernier dans les bâtiments est donc importante non seulement pour la qualité des ambiances intérieures, mais aussi pour la quantité d'énergie à fournir.

III.2. L'étude d'impact sur l'environnement

III.2.1. Description de l'état initial du site et de son environnement

- **Délimitation de la zone d'étude**

L'école d'architecture Ex-habitat située à l'entrée Est de la ville de Tizi-Ouzou délimitée par la RN12 côté nord, la résidence universitaire du côté Est, briqueterie côté Sud, habitat individuel et marché de proximité côté Ouest.

- **Données physiques**

-Nature des sols: le site est situé dans les plaines alluviales du haut Sebaou qui est une cuvette délimitée par le mont de Belloua au nord et mont Hasnaoua côté sud.

- **Météorologie et les données climatiques**

Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen. En raison des massifs montagneux entourent la ville, il neige chaque année en hiver. En été, la chaleur peut être suffocante car l'air marin se heurte au relief montagneux qui l'empêche d'atteindre la ville. (chapitre1)

- **Données socioéconomiques et culturelles**

Le site de l'école est situé dans une zone semi-urbaine relativement calme dont le taux de population est faible.

- **Ressources naturelles et biologiques autour du site**

La flore : l'école est Implantée sur un site boisé traversé par un cours d'eau, L'environnement du projet présente une couverture végétale constituée d'un tissu dense qui regroupe plusieurs types d'arbres : arbres fruitiers, pins, sapins...

La faune : dans le site de l'école aucune espèce faunistique protégée. Parmi les espèces animales qui se trouvent à proximité et à l'intérieur de l'unité nous pouvons citer, entre autres, les escargots, les insectes (papillons), reptiles (lézard), les grillons, les sauterelles, les pigeons, les moineaux...

- **Les activités économiques**

Le projet est entouré de certaines unités qui sont implantées à proximité parmi ces dernières : la briqueterie, le marché couvert, unité de travaux publics et l'habitat collectif.

III.2.2.Description des différentes phases du projet

- **Phase construction et d'aménagement**

Le bâtiment a subi des changements pour répondre aux besoins du confort thermique ainsi la capacité d'accueil, pour cela une réhabilitation thermique et une extension bioclimatique a été effectuée sur le terrain qui atteint une surface de 15000m² pour accueillir une surface constructive de 5500m².cette phase de construction consiste la préparation du site et de la construction de la nouvelle école d'architecture qui représente les travaux ainsi d'évacuation des déblais et installation du chantier pour entamé la construction.

III.2.3.Caractéristique et analyse des impacts sur l'environnement

III.2.3.1.Phase de construction

Tableau 10.désignation des impacts et mesures d'atténuation durant la phase de construction-auteurs

Désignation de l'impact	Identification des sources et manifestation	Mesures d'atténuation
Impacts négatifs		
Pollution de l'air	Impacts liés aux dégagements des poussières lors de la réhabilitation et la préparation du chantier.	Arrosage des sols et les accès du chantier et le bâti existant Arrosage du sol et les accès afin d'éviter la formation des nuages des poussières.
	Impacts liés aux émissions sonores engendrées par les engins.	Utilisation des moyens moins bruyants.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

Pollution de l'eau	Impacts liés aux déchets sanitaires des travailleurs du chantier.	Réalisation des bases de vie provisoires.
Pollution du sol	Impacts liés aux déchets solides ménagers des travailleurs du chantier.	Disposition des déchets dans des bacs spécifiques à l'entrée du site.
	Impacts liés aux déchets dangereux huile de vidange ;	Réservation des lieux sécurisés pour les déchets dangereux.
La flore	Dégradation de la flore par le déboisement lors de la préparation de chantier.	Préservation de la flore sur le site et la réimplantation des arbres lors de l'aménagement.

III.2.3.2.Phase d'exploitation

Tableau 11: désignation des impacts durant la phase d'exploitation - auteurs

Composante du milieu		Impacts	Sources des impacts	Nature	Intensité	Durée
Milieu biophysique	Air	Rejets atmosphériques	briqueterie	-	M	LT
			Chaudière	-	H	MT
			G électrogène	-	B	MT
		Ambiance sonore	véhicules	-	M	LT

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

	Sol	Pollution des sols par les déchets	Production (papier)	-	M	CT
			consommation	-	M	LT
Milieu naturel flore		Dégradation	construction	-	H	MT
Milieu socio-économique	humain	Création d'emplois	production	+	M	LT
	Surconsommation énergétique	Le projet	Electricité	-	H	LT
			Chauffage	-	H	LT
			Climatisation	-	H	LT

III.2.4.Mesures d'atténuation ou de compensation des impacts

Tableau 12: mesures d'atténuations des impacts-auteurs

Impacts négatifs		
Désignation de l'impact	Les causes de l'impact	Mesures prises
Pollution de l'air	-Par le dégagement des poussières émanant de la zone de production (briqueterie) et la circulation des véhicules. -Les émissions sonores.	-Filtration des rejets atmosphériques. -Isolation phonique pour le projet par l'utilisation de matériaux isolants.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

Pollution du sol	-L'impact des sols est causé par les déchets solide mis en décharge au sein de l'unité	-Le tri sélectif des déchets. - Local de déchets.
flore	-l'impact de la dégradation de la flore est causé par le rasage et la construction.	-Réimplantation d'arbres.
Surconsommation d'énergie	Chauffage pour atteindre le confort hivernal et estival	-L'installation des dispositifs passifs et actifs ; tels que la serre bioclimatique, les panneaux photovoltaïques pour chauffer le plancher réversible ainsi le mur capteur -l'introduction des matériaux à changement de phases afin de limiter les déperditions thermiques.
	Climatisation pour éviter les surchauffes durant la période estivale	-Capter les vents frais d'été -Bonne orientation -barrière végétale pour se protéger des vents chauds d'été
	Production de l'électricité afin de répondre aux besoins en consommation électrique	-l'installation des panneaux photovoltaïques

III.3. L'aspect bioclimatique et la performance énergétique du projet

III.3.1. Rafraichissement passif par Ventilation naturelle ; Effets aérodynamiques avec la géométrie du plan de masse

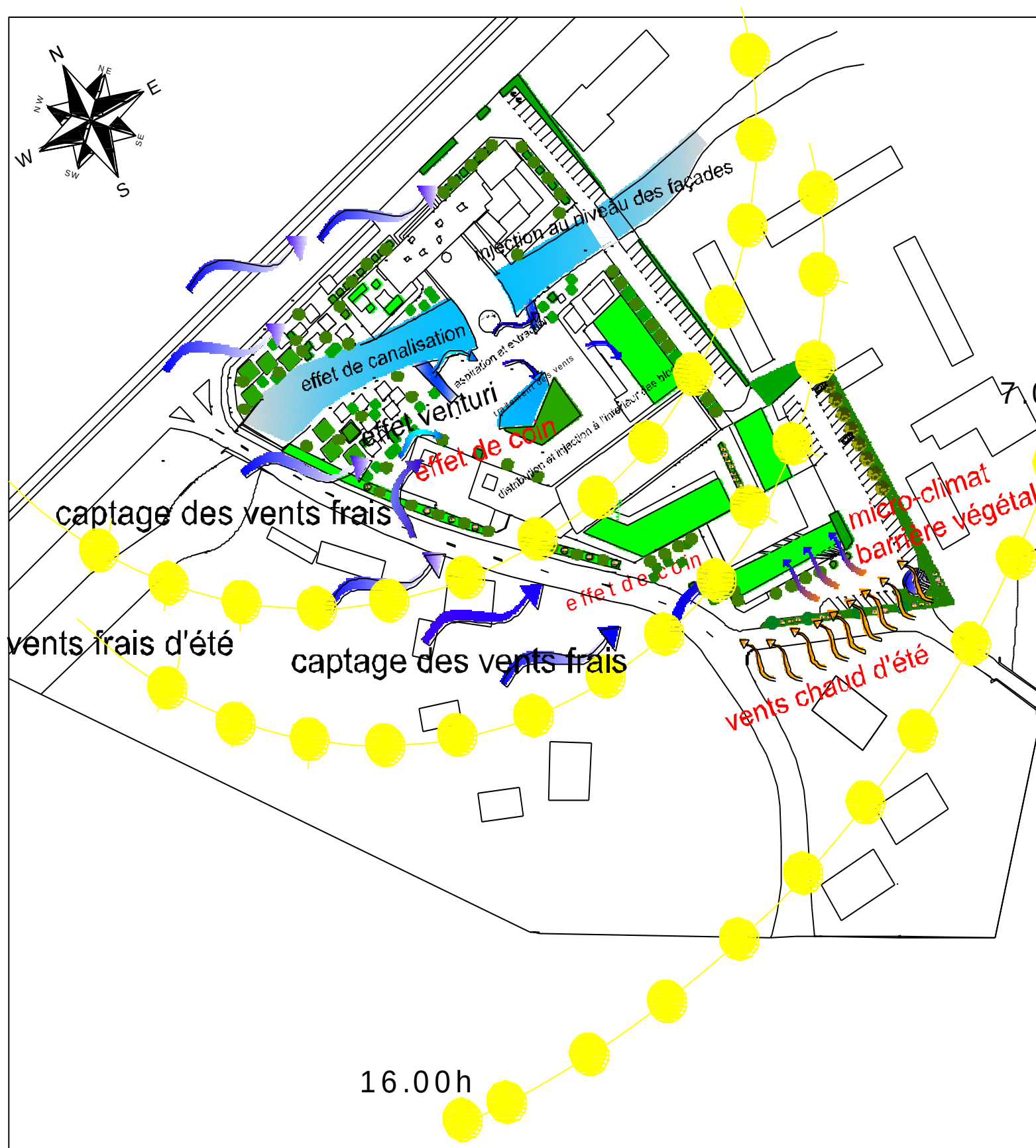
Entreprenons par la géométrie du plan de masse qui tire parti de l'écoulement des vents en particulier les vents du côté nord-ouest qui sont capté grâce à la régression de masses bâties de sorte à créer un effet de canalisation suivant le cours d'eau et l'acheminer vers le forum grâce à la différence de température entre l'eau et le forum qui aspire cette air. La qualité et l'efficacité de ces vents sont améliorées avant leur injection dans les bâtiments par la création de microclimat.

Concernant les vents du côté ouest produisent d'autres phénomènes aérodynamiques, notamment, l'effet coin qui permet de diffuser de l'air à l'intérieur des autres entités. D'autre part les vents chaud d'été sont freinés par la création d'un microclimat une barrière végétation dense.

Ce procédé de ventilation s'effectue selon cinq principes de base à savoir : l'accumulation, le traitement par la végétation et les plans d'eau, la distribution, l'injection à l'intérieur de chaque entité et l'évacuation.

III.3.2. L'orientation par rapport au gisement solaire

Le projet est orienté Nord/sud et se développe suivant l'axe bioclimatique Est/Ouest en maximisant les façades sud et réduire celles orientées Est et Ouest, qui permet une bonne organisation des espaces intérieurs ; une organisation selon l'ambiance thermique et aussi satisfaire les apports thermiques estivaux et hivernaux ; maitriser les apports solaires directs sur les façades ainsi favoriser un éclairage naturel des espaces durant le jour et un chauffage opérant par rayonnement des parois pendant la nuit.



III.3.3. Réhabilitation, aspect bioclimatique et la performance énergétique de l'existant

Mise en œuvre des différents dispositifs au sein du projet

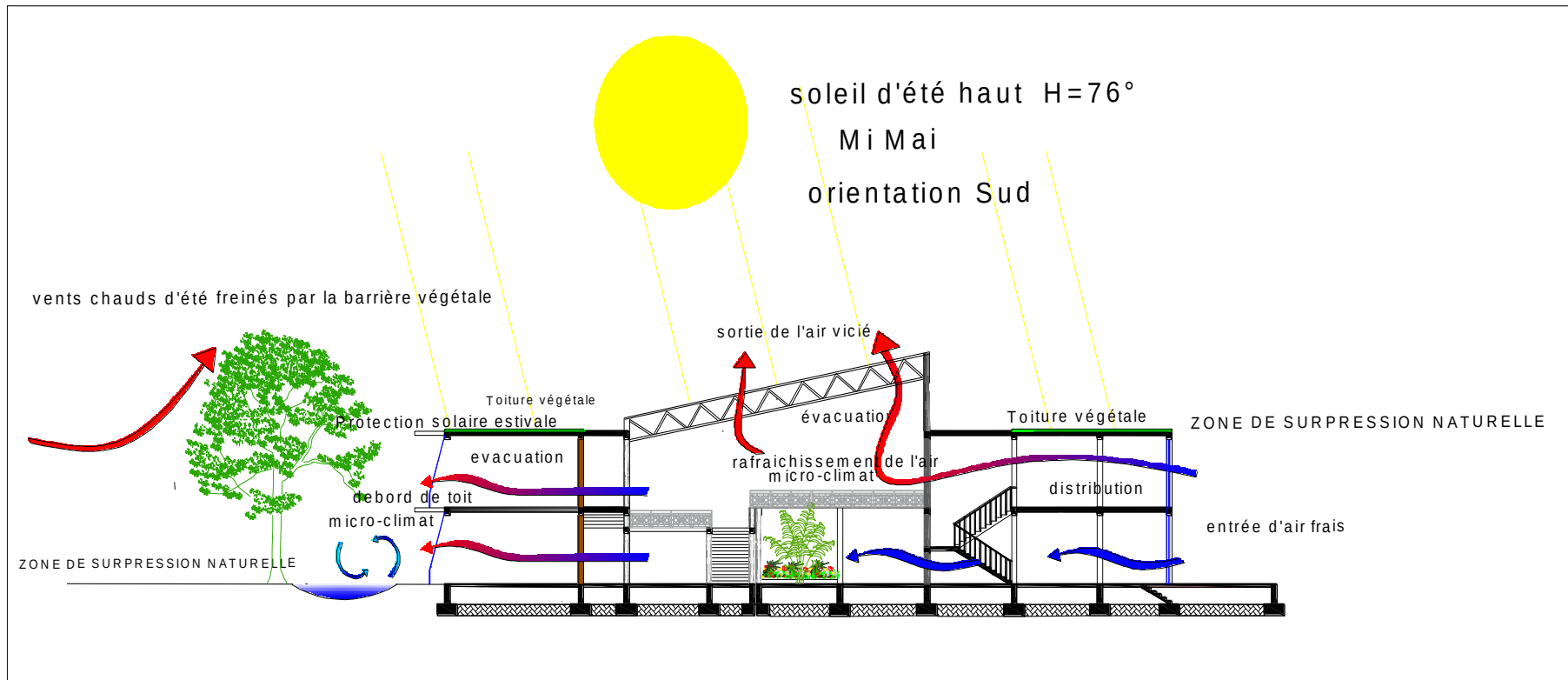


Figure 143: Mise en œuvre des différents dispositifs au sein des blocs réhabilité (stratégie du chaud) / Auteurs

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

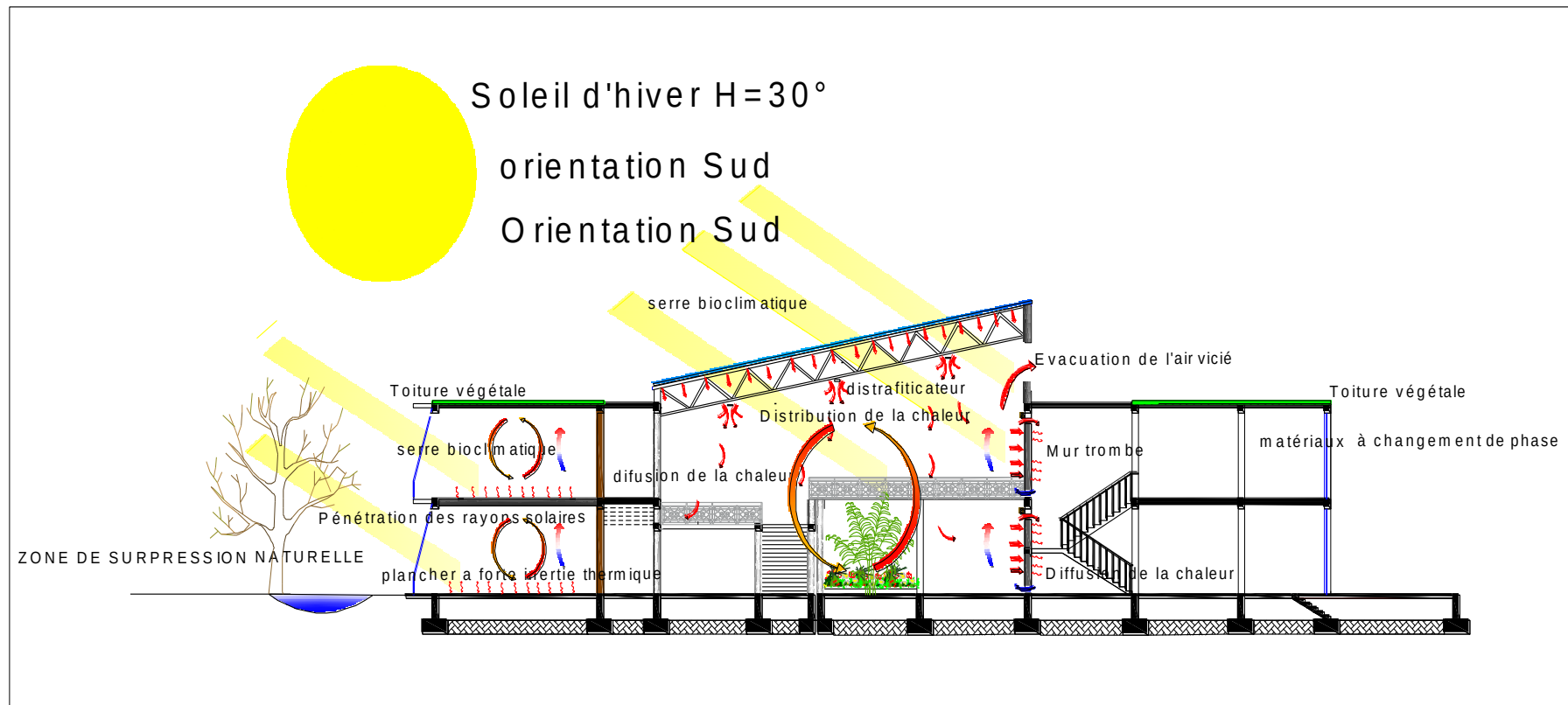


Figure144: Mise en œuvre des différents dispositifs au sein des blocs réhabilité (stratégie du froid) / Auteurs

III.3.3.1. Solution bioclimatique passive 1 : Ventilation naturelle traversante

- **Description et mode de fonctionnement**

La ventilation transversale correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente. La ventilation naturelle est alors essentiellement due à la force du vent. La ventilation naturelle traversante mettant l'air en mouvement sans force mécanique. Ce principe utilise la circulation de l'air entre des points d'entrée et de sortie au niveau des menuiseries. L'air chaud monte et s'échappe par les sorties d'air du haut tandis que l'air froid est aspiré par les entrées d'air du bas. Le système fonctionne dans un parfait silence et sans la moindre consommation d'énergie mais il y a d'importantes pertes de calories. Plus précisément, l'air chaud en entrant dans l'espace, se dilate, devient moins dense et sa masse volumique est plus faible. Il devient léger et va donc s'échapper par le haut. En contrepartie, l'air frais se contracte, devient plus dense et sa masse volumique est plus grande. Il restera donc vers le bas pour renouveler l'air et rafraîchir l'espace.²³

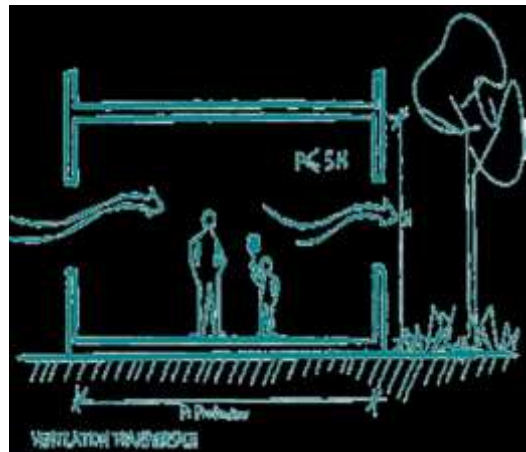


Figure145: schéma explicative du fonctionnement de la ventilation traversante

Source : le vent et la ventilation naturelle/cours

L'atrium permet de remplir de nombreuses fonctions, en amenant de la lumière naturelle notamment. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante. De plus, l'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport à la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu.²⁴



Figure 146: schéma explicative de la ventilation par atrium

Source : le vent et la ventilation naturelle/cours

²³ CHABI Mohammed, cours Architecture et environnement le vent et la ventilation naturelle Master II, université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, département d'architecture, 2017-2018.

- **Pertinence du choix**

L'élargissement de l'atrium été un choix évident car en plus de son apport indéniable sur le plan thermique, il permet d'inonder les espaces intérieures de lumières naturelle. Il admet aussi par sa disposition centrale d'avoir une gestion des flux verticaux et horizontaux cohérents et adaptes aux fonctions projetées.

- **Application et mise en œuvre dans le projet**

Dans les blocs existants on a opté pour l'utilisation d'un atrium recouvert d'une serre orienté côté sud, ce dernier assure la ventilation naturelle nocturne et l'évacuation de l'air vicié pendant la journée ainsi garantis le captage des rayons solaires en hiver, ce qui apporte à la fois chaleur et lumière. L'organisation des différents espaces autour de l'atrium fait que la chaleur sera facile à distribuer.

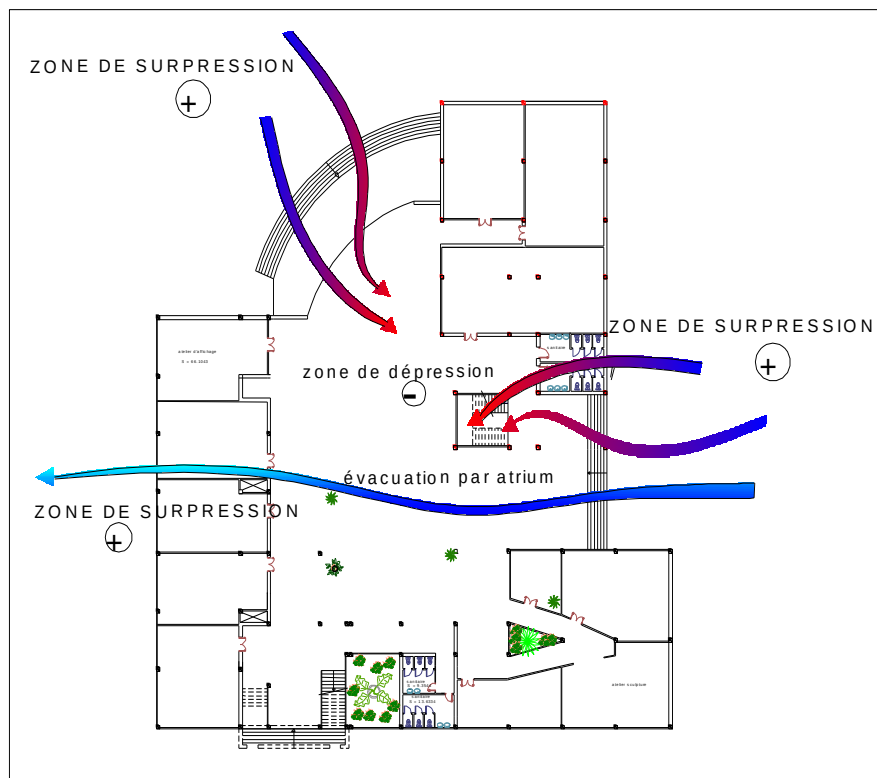


Figure 147: principe de la ventilation traversante dans le bloc existant
Source : auteurs

²⁴CHABI Mohammed, OP CIT.

III.3.3.2. Solution bioclimatique passive 2: La serre bioclimatique et brise soleil

- **Description et mode de fonctionnement**

« La serre bioclimatique ou serre solaire est un volume vitré capteur. Séparée du logement proprement dit par une paroi, elle peut au choix communiquer avec lui par des fenêtres, portes fenêtres, vitrages coulissants... La serre bioclimatique est un espace tampon occultable. C'est un espace chauffant et non chauffable »²⁵

- **Pertinence du choix**

Vu l'orientation sud du bloc on a opté à l'installation des serre afin de bénéficier l'énergie solaire en hiver ainsi favoriser l'éclairage naturel durant la journée.

- **Application et mise en œuvre dans le projet**

Ce dispositif est mis en place sur la façade Sud ainsi comme couverture pour le patio. En hiver, ce système consiste à capter les rayons solaires les laisser pénétrer à l'intérieur des espaces intermédiaire ou il y aura une augmentation de température, cette chaleur sera rattrapée et stockée par les planchers et les murs a forte inertie thermique(un matériau caractérisé par un déphasage rapide de la chaleur) qui sera diffuser ensuite dans les pièces intérieures par effet thermo-circulation.

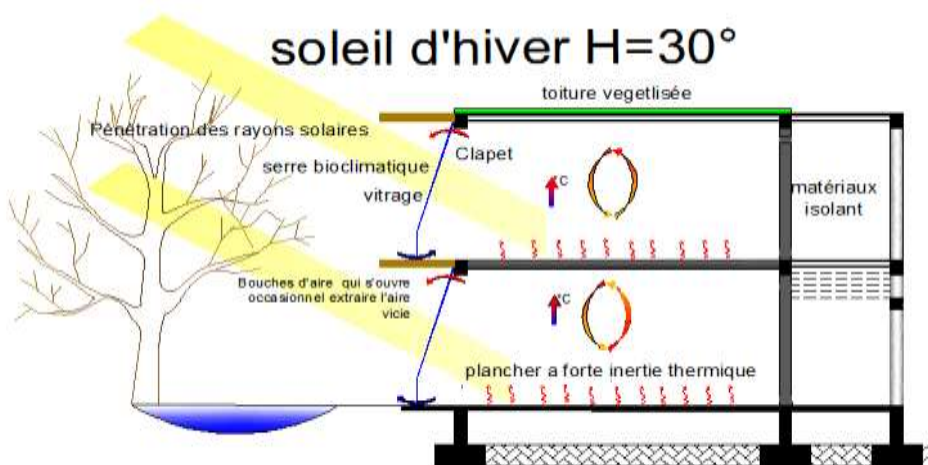


Figure 148:fonctionnement de la serre bioclimatique en hiver

Source : auteurs

²⁵ **CHABI Mohammed**, cours Architecture et environnement Thermique du bâtiment Master II, université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, département d'architecture, 2017-2018.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

En été, pour éviter les surchauffes, des débords de toit sont conçus et calculés selon la hauteur du soleil en mi-mai, pour limiter le rayonnement solaire qui atteint ces serres, soit 1,4m pour une hauteur de 4m par étage. Et installation des stores réfléchissantes au niveau de la serre du patio qui seront déroulé pendant la journée afin d'éviter un effet de serre concernant la serre.

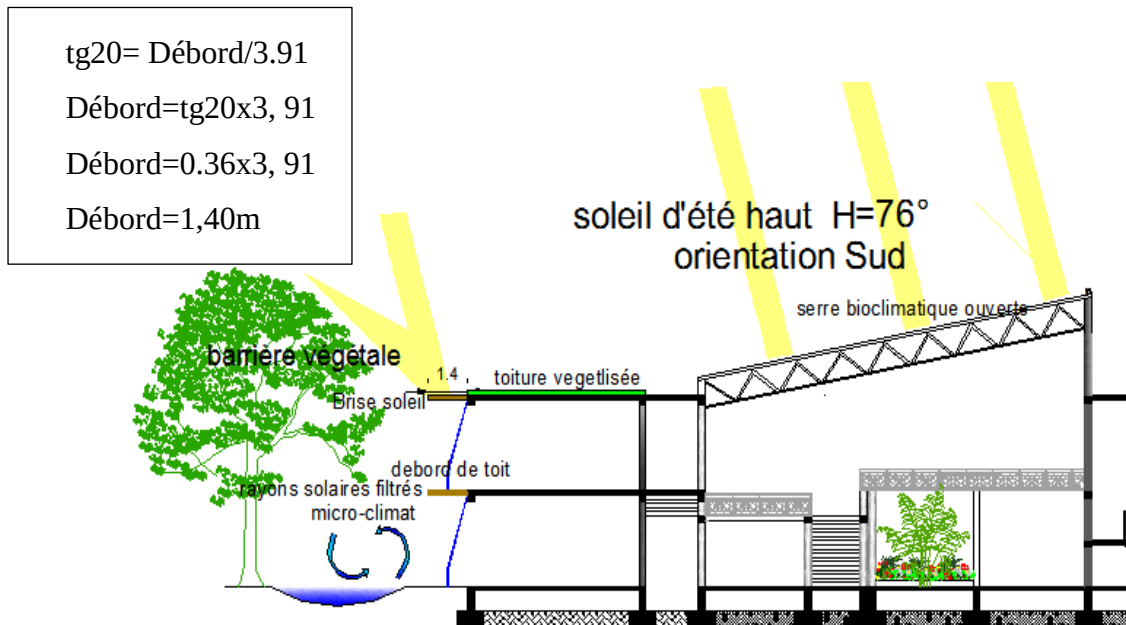


Figure 149: fonctionnement de la serre bioclimatique et les brises soleil en été

Source : auteurs

III.3.3.3. Solution bioclimatique passive 3 : Mur trombe

- **Description et mode de fonctionnement**

Le mur capteur accumulateur est un système placé sur la façade sud pour obtenir une valorisation maximale de l'énergie solaire captée. Il est composé d'une paroi massive au-devant de laquelle est placé un vitrage distant de 4 à 10 cm. Ce dernier laisse traverser le rayonnement solaire, pour être capté et stocké par le mur lourd sous forme de chaleur se déplaçant par conduction à l'intérieur de celui-ci, pour ensuite être émise progressivement par rayonnement vers l'intérieur de la construction, avec un déphasage de restitution d'énergie.²⁶

²⁶ DEHMOUS M'hand, Confort thermique dans les constructions en béton préfabriqué : cas de la faculté des sciences médicales de l'université de Tizi-Ouzou, mémoire de magister UMMTO, 2016, P74.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

- **Pertinence du choix**

Le choix s'est porté sur le mur trombe puisque c'est un matériau à double rôle été et hiver et qui permet un transfert thermique à l'intérieur des espaces.

- **Application et mise en œuvre dans le projet**

En hiver ; les rayons solaires traversent le double vitrage et chauffent le mur massif par effet de serre. Donc l'air chaud sera diffuser vers les autres pièces grâce aux ouvertures basses et hautes du mur ;

Et pendant la nuit ; Grâce au déphasage du mur, et pour éviter une thermo-circulation inversée les clapets sont fermés pendant la nuit.

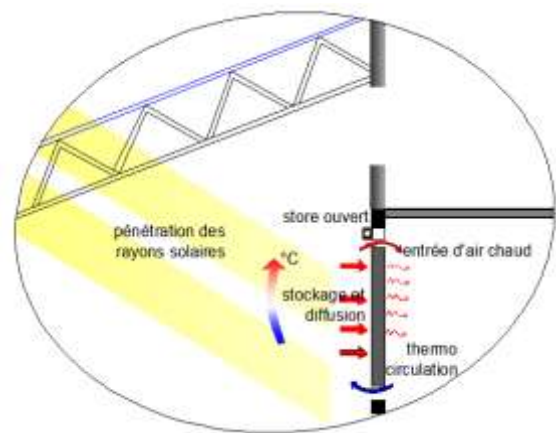


Figure 150: mise en œuvre du mur trombe dans le projet stratégie froid.

Source : auteurs

Pendant l'été le mur trombe jouera un rôle d'isolant grâce à l'inertie thermique du mur. Durant la journée un store réfléchissant sera déroulé pour couvrir le double vitrage, ainsi les débords de toit empêchant les rayons solaires d'y pénétrer et évite le phénomène de l'effet de serre, les murs et les planchers dégageront la fraîcheur gagnée pendant la nuit.

Au cours de la nuit les stores sont roulés et les ouvrants du mur ouverts, et laisse pénétrer la fraîcheur et dégage la chaleur accumulée vers l'extérieur et se refroidit.

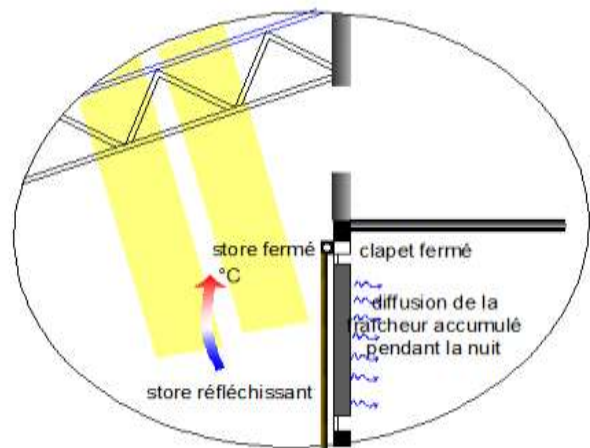


Figure 151: mise en œuvre du mur trombe dans le projet stratégie chaud.

Source : auteurs

III.3.3.4. Solution bioclimatique active : déstratificateurs

- **Description et mode de fonctionnement**

Les déstratificateurs renvoient vers le sol, l'ensemble de la chaleur produite par toutes les sources de chaleur du local : le chauffage, les appareils d'éclairage, les équipements et les machines, le rayonnement solaire.

Ils fonctionnent indépendamment du chauffage. Tant que le chauffage est en service, même à régime réduit, les déstratificateurs resteront efficaces. Ils pourront être arrêtés en été.²⁷

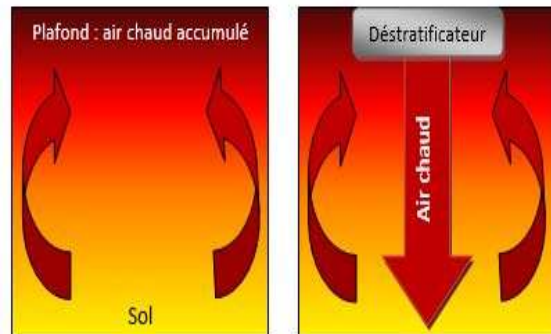


Figure 2: fonctionnement de déstratificateurs
Source : site internet

- **Application et mis en œuvre dans le projet**

On a opté pour le déstratificateur afin d'éviter et remédier le phénomène stratification de l'air au niveau du plafond de la serre et l'atrium.

La déstratification permet d'homogénéiser la température de l'air dans ces bâtiments en renvoyant l'air surchauffé accumulé dans les hauteurs, vers le bas. Cela permet de limiter les gaspillages du chauffage.

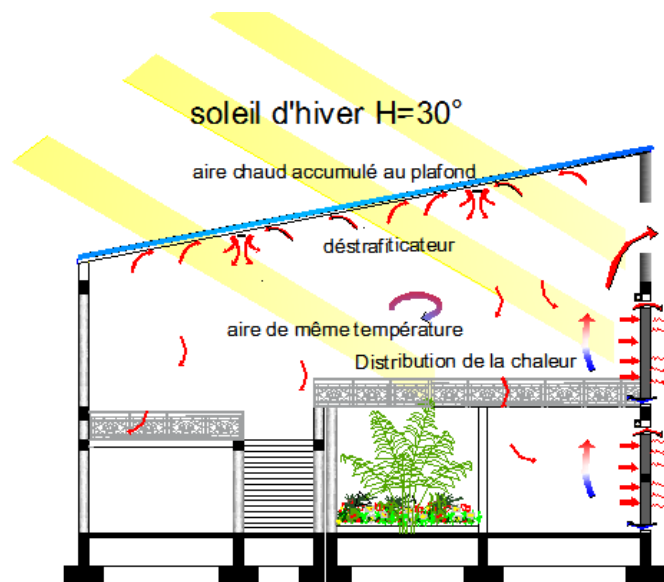


Figure 3: mise en œuvre du déstratificateurs dans le projet
Source : auteurs

²⁷ <https://www.airius.fr/wp-content/uploads/airius-fonctionnement-des-destratificateurs.pdf>

III.3.3.5. Les toitures végétalisées et murs végétaux

- **Description et mode de fonctionnement**

Le complexe isolant-substrat végétation agit comme un isolant extérieur : limite les déperditions thermiques en hiver et apporte un confort d'été grâce à son inertie thermique et son humidité.

Ce système est le plus adapté pour une réhabilitation thermique, pour cela il est appliqué sur la toiture de l'existant puisqu'il possède de diverses propriétés d'isolation, d'étanchéité, de résistance au

feu et au vent, le tout avec des matériaux facilement disponibles pour réussir une réhabilitation thermique et ainsi à ses avantages esthétiques et environnementaux.

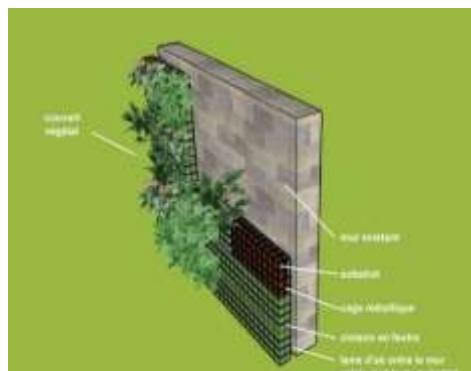


Figure 4: détail de la toiture végétalisée

III.3.3.6. Solution bioclimatique haute technologie : les matériaux à changement de phase

- **Description et mode de fonctionnement**

Les matériaux à changement de phase (MCP) ont la capacité de stocker de la chaleur avant de la restituer. En période de surchauffe, le MCP fond et la chaleur est emmagasinée. Lorsque le bâtiment se refroidit, le MCP se solidifie et l'énergie stockée est restituée. Ce nouveau matériau donne donc la possibilité d'accroître l'inertie thermique et de réduire les besoins en climatisation. Une solution écologique et économique.²⁸

Les matériaux à changement de phase (MCP), permettront :

- Maintenir un niveau acceptable de confort durable.
- Réduire le recours aux systèmes de climatisation et de chauffage permet de réaliser des économies d'argent.
- Réduire la consommation d'énergie entraîne une diminution des émissions de CO2 en réduisant la quantité d'énergie.
- Aussi facile à installer que des plaques de plâtre classiques.

²⁸ <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/pour-une-climatisation-passive-des-batiments-les-materiaux-a-changement-de-phase-6881/>

III.3.4. Aspect bioclimatique et la performance énergétique de la nouvelle extension

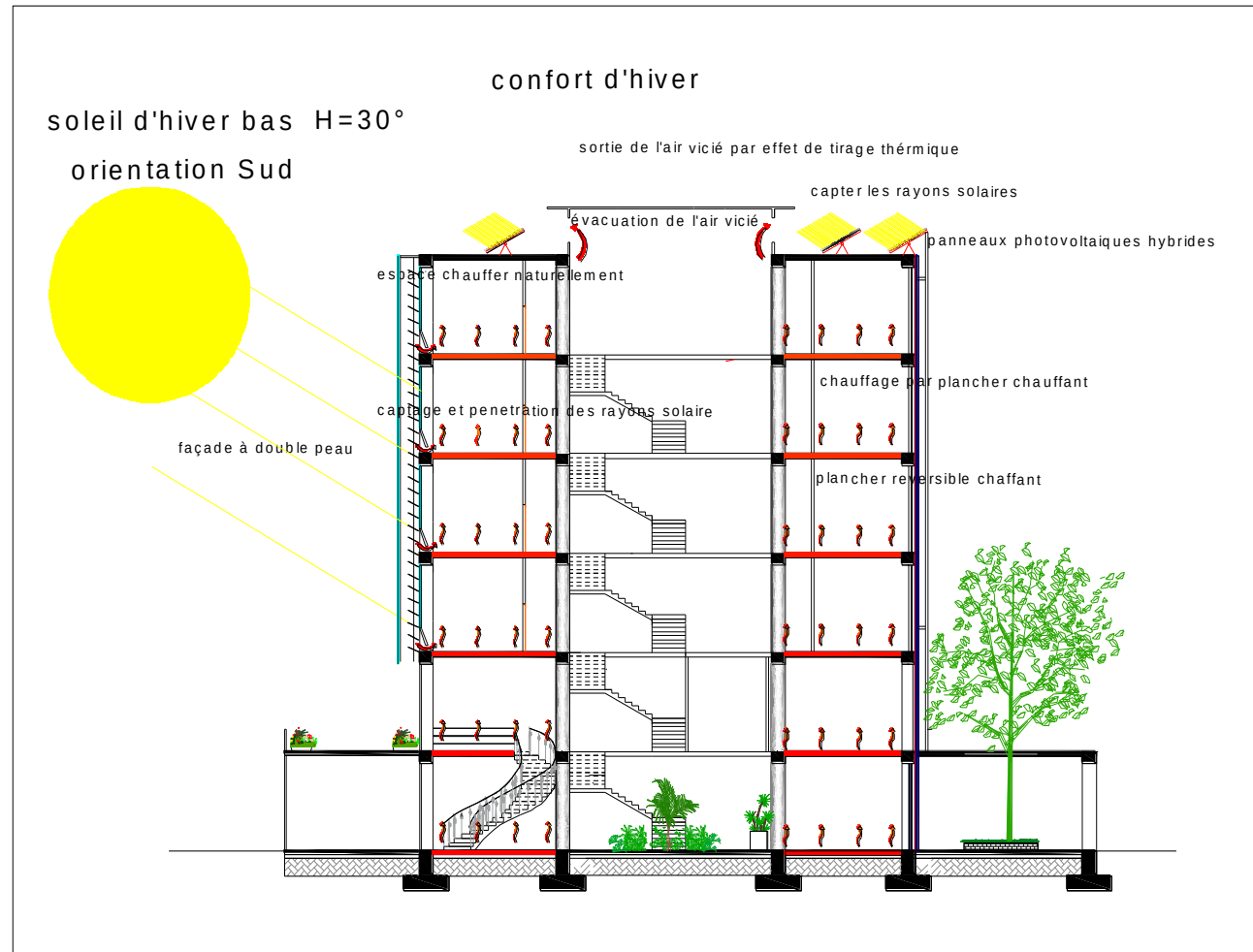


Figure 5: mise en œuvre des procédés bioclimatique dans le bloc hébergement stratégie froid/auteurs.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

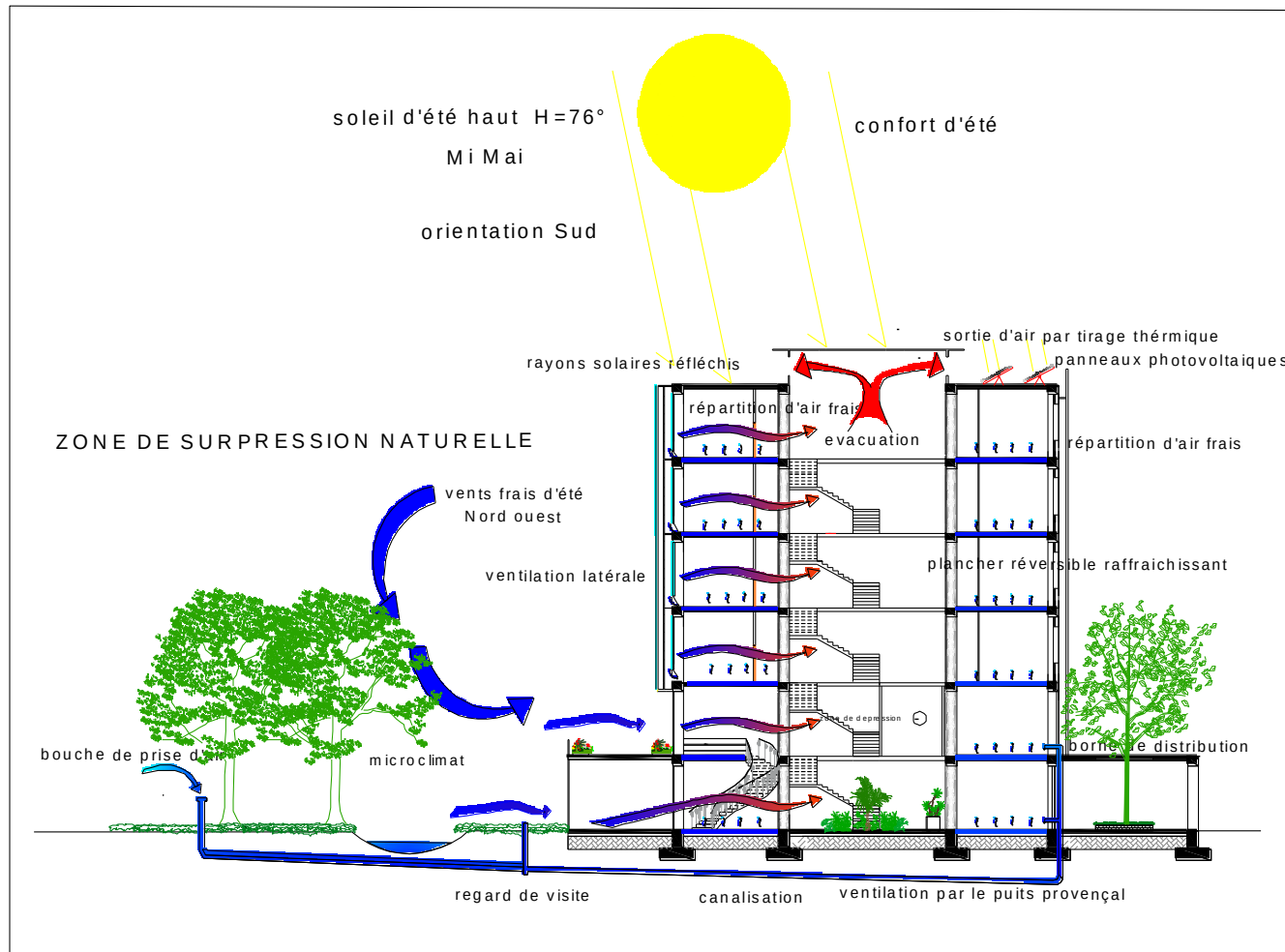


Figure 66.: mise en œuvre des procédés bioclimatique dans le bloc hébergement stratégie chaud/auteurs

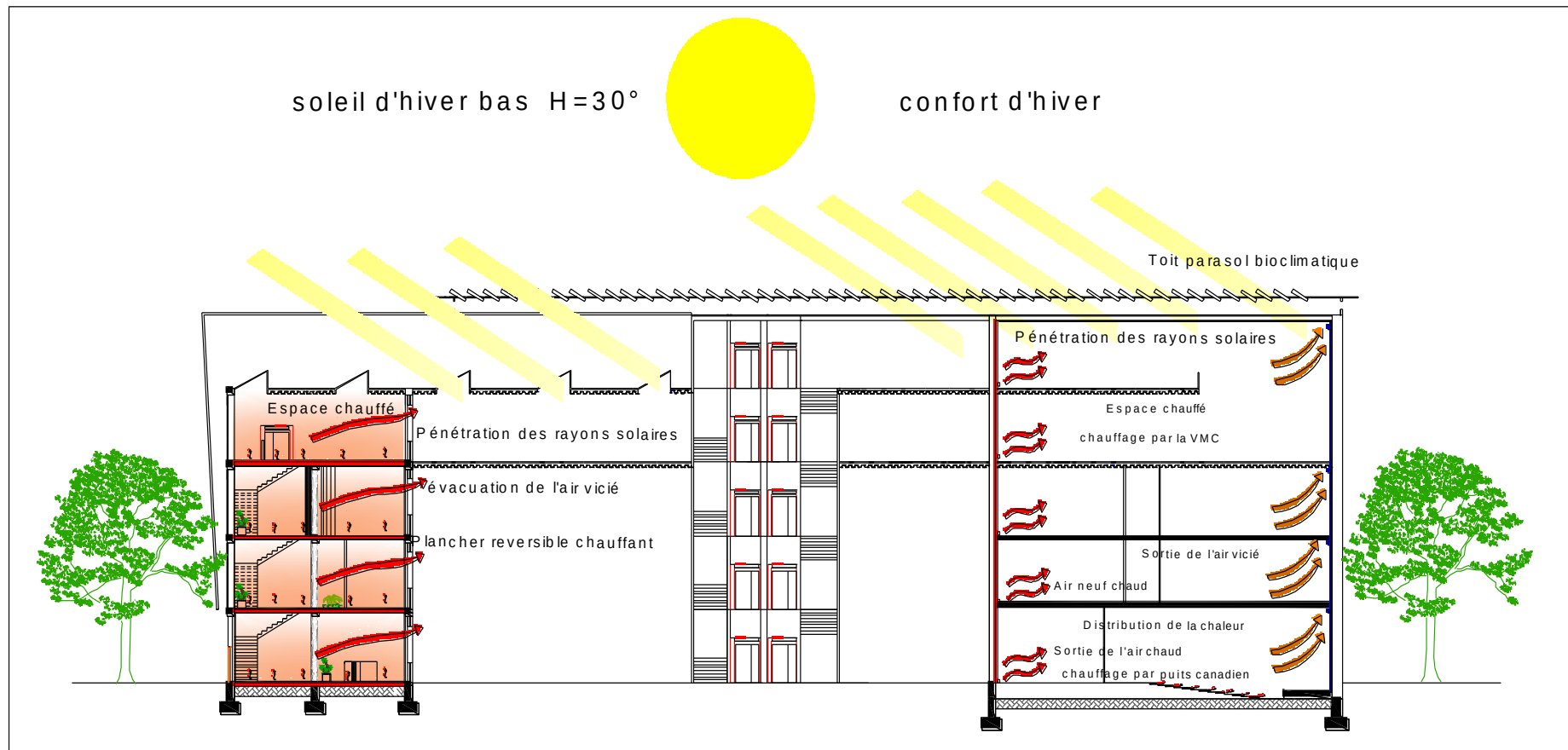


Figure 157: mise en œuvre des procédés bioclimatique pour la nouvelle extension stratégie froid/auteurs.

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

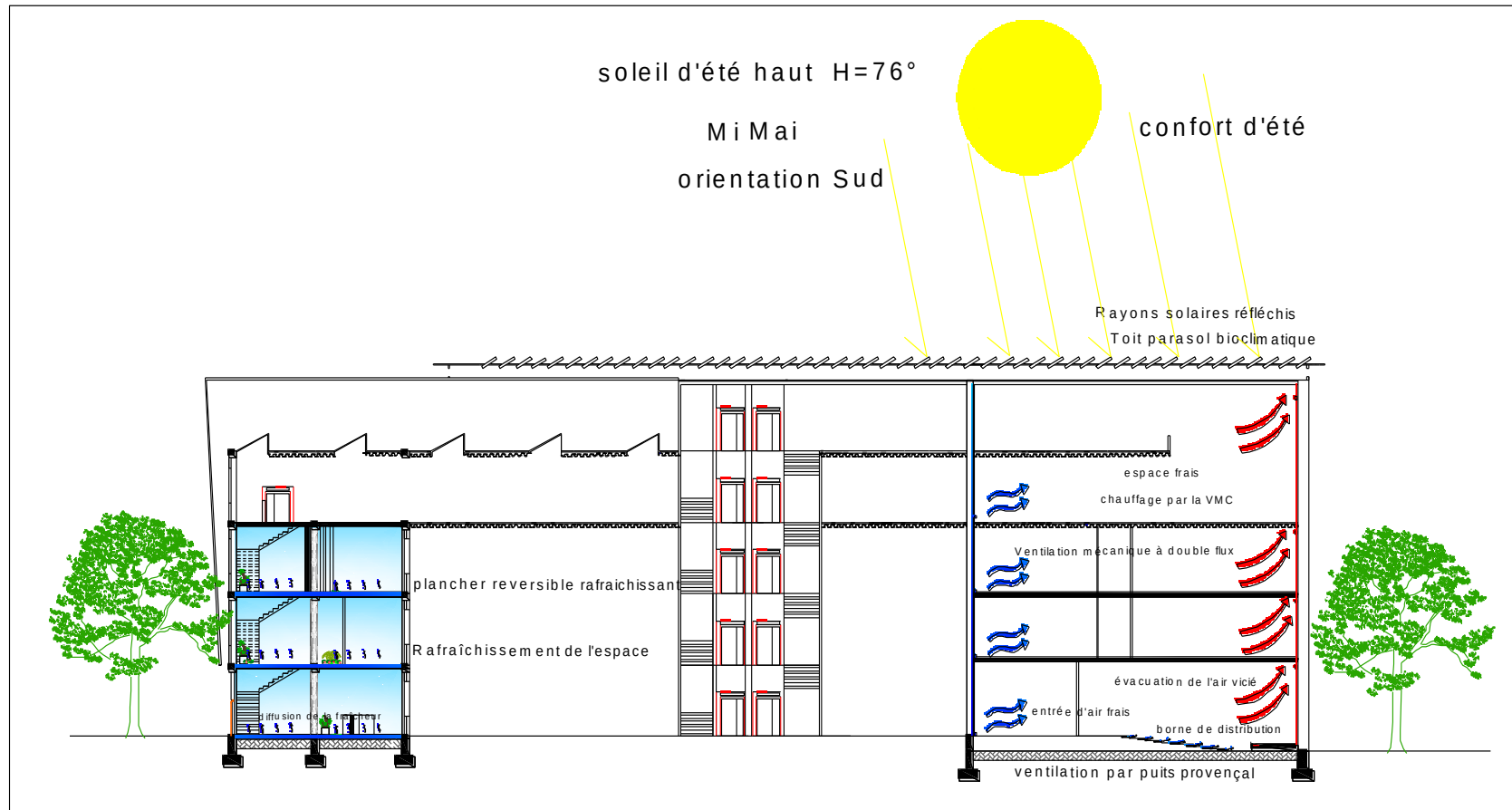


Figure 7: mise en œuvre des procédés bioclimatique pour la nouvelle extension stratégie chaud/auteurs.

III.3.4.1. Solution bioclimatique passive 1 : de rafraîchissement bioclimatique: la ventilation traversante

- **Pertinence du choix**

Il est préférable d'appliquer le système de ventilation traversante au niveau du bloc administratif; vu que ses dimensions atteignent 11 m et la présence des vents réguliers frais d'été qui viennent du côté ouest.

En revanche, le bloc hébergement va être ventilé du côté ouest et sud grâce à la ventilation transversale avec une évacuation par atrium.

- **Application et mise en œuvre dans le projet**

Ce système de rafraîchissement est appliqué dans le bloc administratif vu son exposition aux vents frais d'été.

Afin de réussir ce phénomène il faut assurer la circulation de l'air entre les deux différentes zones ; la zone de surpression côté face aux vents (ouest) et la zone de dépression côté du forum et cela par l'ouverture du bloc dans les deux façades opposées.

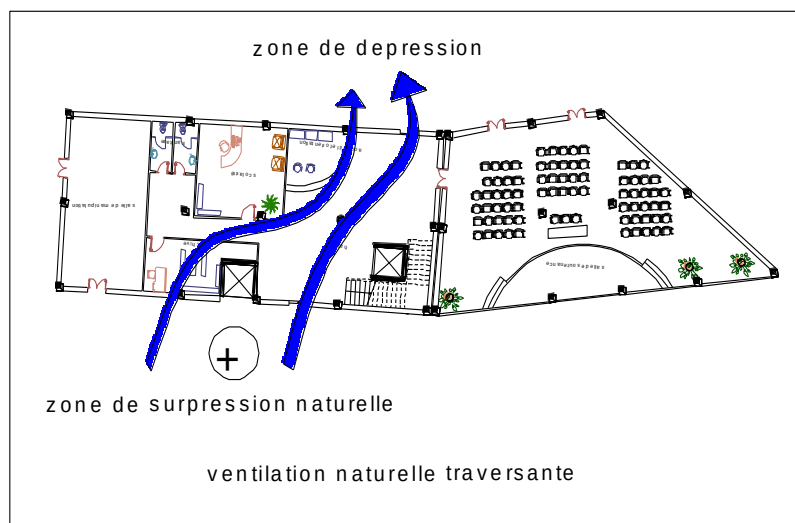


Figure 159: ventilation traversante dans le bloc administratif
source : auteurs

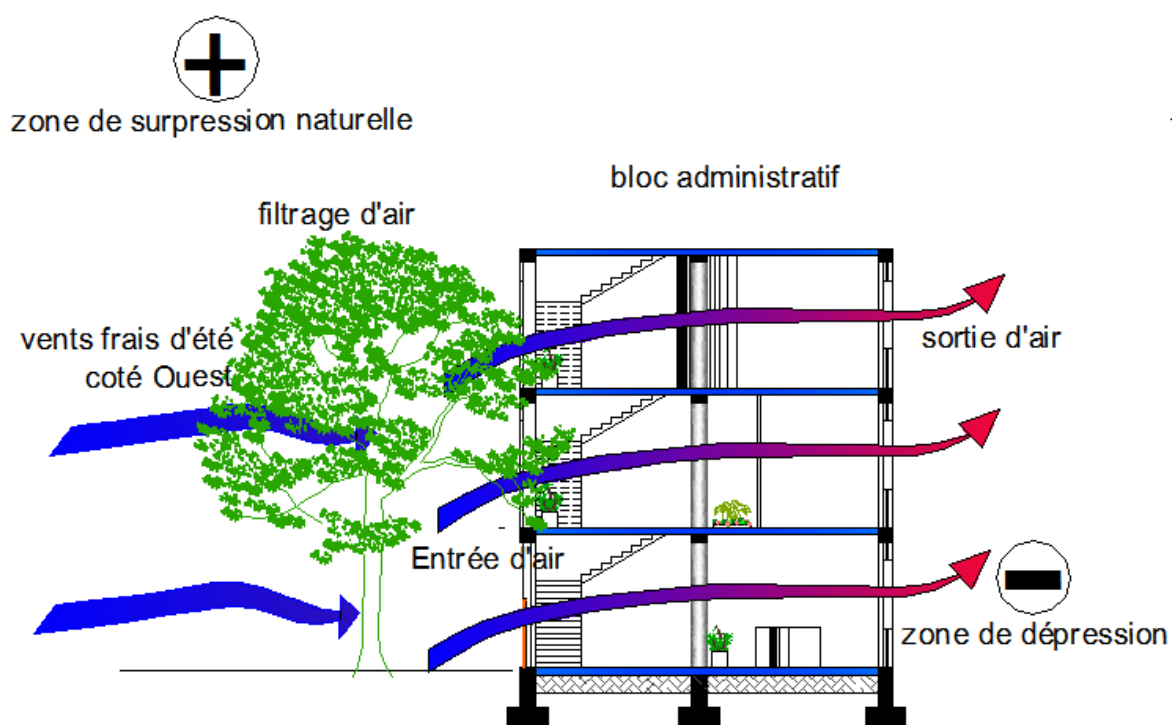


Figure 160: coupe pour ventilation traversante dans le bloc administratif
source : auteurs

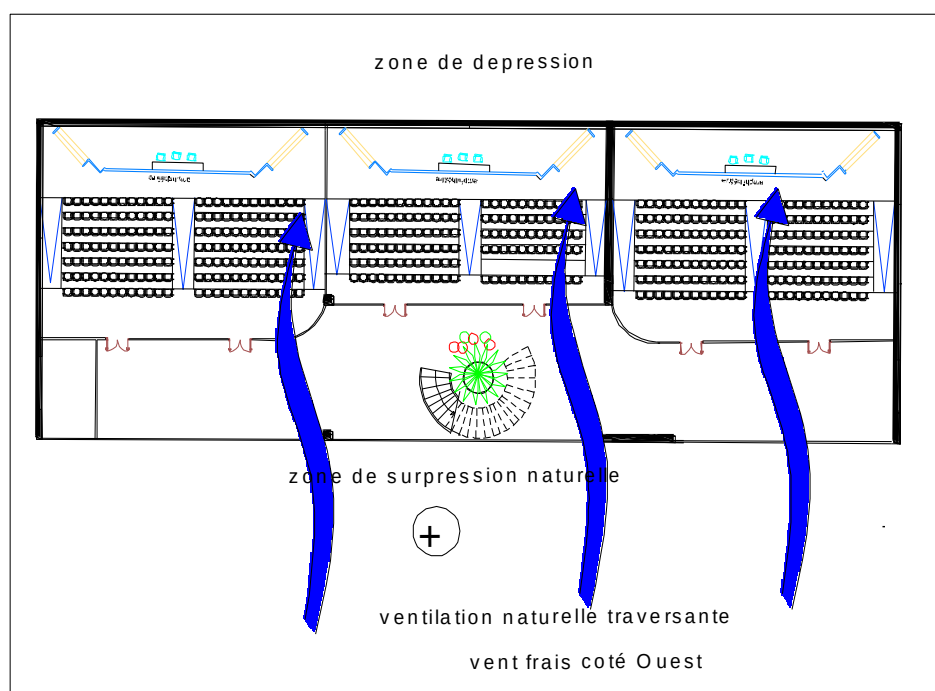


Figure 161: ventilation traversante pour l'entité pédagogie / auteurs

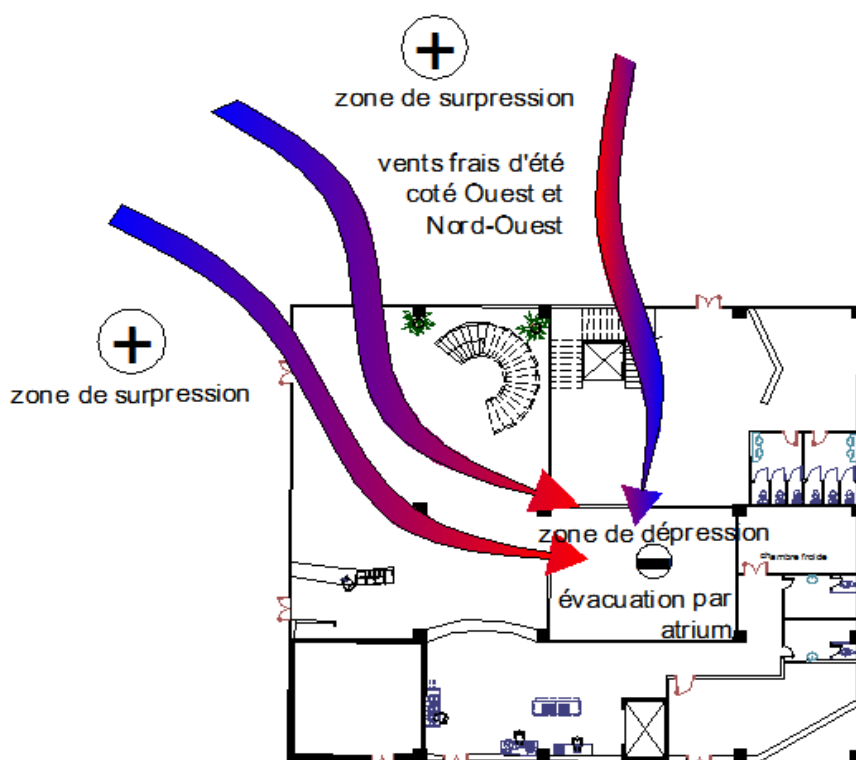


Figure 162: principe de ventilation traversante dans le bloc hebergement
source : auteurs

III.3.4.2. Solution bioclimatique passive 2 : de rafraichissement bioclimatique: la ventilation par tirage thermique

- **Description et mode de fonctionnement**

C'est une ventilation qui repose sur l'effet de tirage thermique, et qui peut être assistée par le vent si la sortie est conçue pour être toujours dans des zones de pression négative. La ventilation se fait dans l'espace ciblé, puis est extraite le long de conduits verticaux.

Le bon fonctionnement de la ventilation par cheminée implique que la température de l'air dans la cheminée soit la plus chaude possible, et cela sur la plus grande hauteur possible. Dans le

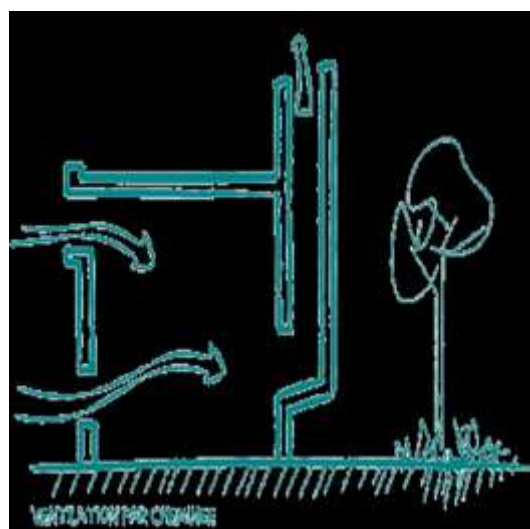


Figure 163: ventilation par tirage thermique
Source : le vent et la ventilation

naturelle/cours

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

but de maximiser cette température, on peut utiliser des éléments vitrés pour augmenter les apports. Idéalement, il faut qu'une grande hauteur reçoive des apports solaires, pour augmenter au maximum l'effet de tirage thermique.

- **Pertinence du choix**

Le choix de l'effet de la ventilation par tirage thermique dans ce projet est conditionné par la présence de l'escalier central, qui est un système de ventilation naturelle. L'escalier est une conduite verticale qui va permettre d'extraire l'air en haut par effet naturel.

- **Application et mise en œuvre dans le projet**

La ventilation de la bibliothèque est assurée par une ventilation naturelle des vents frais venant du côté Ouest et Nord-Ouest qui sont tout d'abord traité par le microclimat puis injecter dans le bâtiment suivant la conduite verticale qui est l'escalier central par effet de tirage thermique.

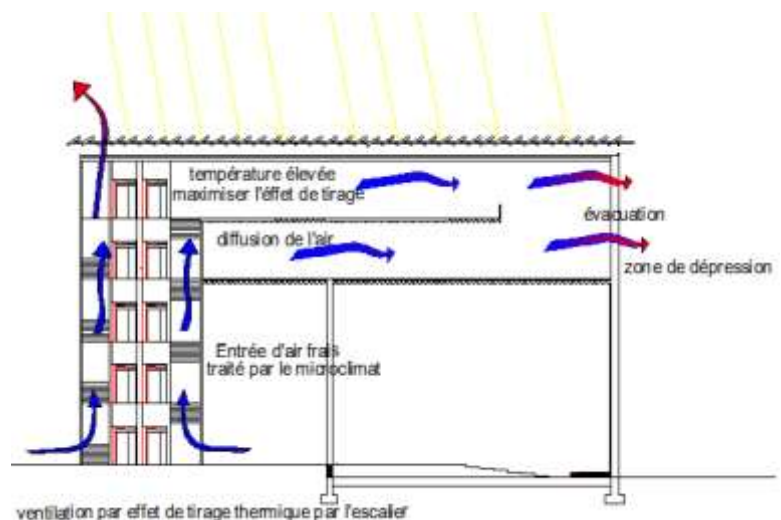


Figure 8: Le tirage thermique par escalier pour la bibliothèque ;
source : Auteurs.

III.3.4.3. Solution bioclimatique passive 3 : - Lucarnes bioclimatique

Les lucarnes bioclimatiques" s'ouvrent généreusement au soleil. Elles complètent le dispositif de l'éclairage naturel.

- **Application est mis en œuvre du projet**

L'adaptation du système de lucarnes bioclimatique au niveau de la toiture de la bibliothèque, afin d'évacuer l'air vicié de la bibliothèque et capter d'avantages de rayonnements solaire

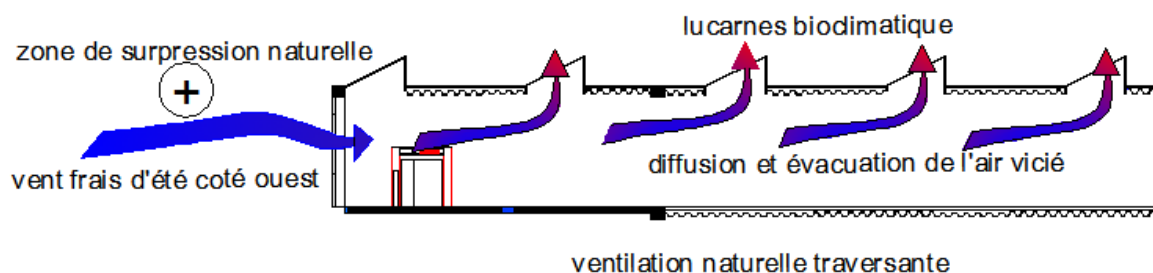


Figure 9; principe de fonctionnement des lucarnes dans l'entité bibliothèque
Source : auteurs

III.3.4.4. Solution bioclimatique passive⁴ : La façade à double peau

- **Description et mode de fonctionnement**

Les façades double enveloppe, appelées aussi, double façade ventilées, sont composées de deux façades parallèles généralement vitrées et séparées par une cavité de quelques centimètres à plusieurs mètres dans certains cas.²⁹

- **Pertinence du choix**

La façade «Double Peau» présente un ensemble de qualités telles que l'isolation thermique et le confort thermique, acoustique.

l'utilisation des gains solaires, le refroidissement nocturne efficace, la réduction de la demande d'énergie de chauffage, l'utilisation adaptée des protections solaires et ainsi une réduction des besoins d'énergie de rafraîchissement (réduction des apports solaires directes), l'amélioration de l'isolation aux bruits extérieurs, l'augmentation de la durée de vie des éléments protégés de la façade, la prise en charge de fonctions techniques supplémentaires, l'amélioration des confort d'ambiance grâce à la ventilation naturelle et une meilleure qualité des conditions thermiques et visuelles.

- **Application et mise en œuvre du projet**

Ce dispositif est appliqué dans l'entité hébergement pour assurer une ventilation naturelle et un meilleur apport en qualité de lumière naturelle et pour l'économie énergétique.

²⁹ Façades Multiple - double peau ventilée naturellement sur l'extérieur-.pdf téléchargé Mai 2017 .p 19

En hiver la double peau intelligente fonctionnera tel un mur capteur accumulateur. Ces deux parois vitrées disposent de deux ouvertures une en bas et une autre en haut ; qui permet la pénétration de l'air froid qui sera réchauffé grâce à l'effet de serre qui se produit dans la lame d'air située entre les deux vitrages qui sera ensuite diffuser à l'intérieur des espaces.

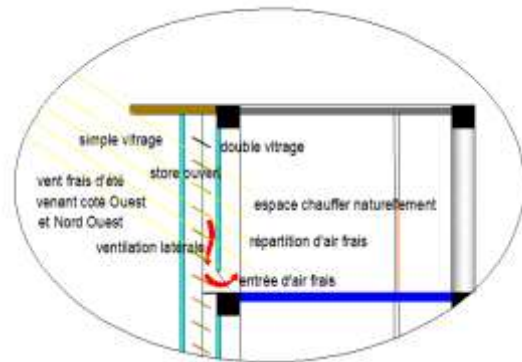


Figure 166: principe de la double peau en hiver / auteurs

En été, ce dispositif fonctionnera comme une double peau ventilée. Les rayons solaires seront réfléchis grâce au store qui recouvre la deuxième peau considéré comme des brises soleil pour protéger les façades sud et laisse pénétrer l'air frais à l'intérieur de la lame afin d'extraire les gains solaires et d'éviter qu'ils réchauffent l'intérieur et cela à travers des ouvrants automatisés.

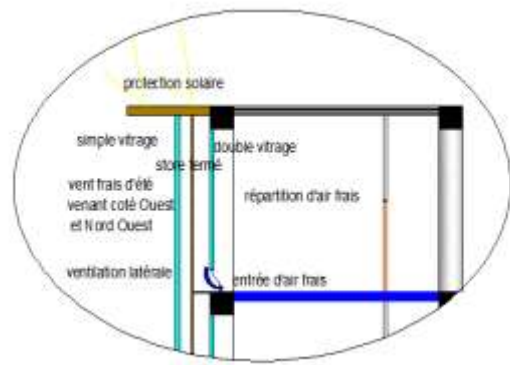


Figure 167: principe de la double peau en été/ auteurs

III.3.4.5. Solution bioclimatique passive 5 : Puits provençal

- **Description et mode de fonctionnement**

Le puits provençal est une installation qui fonctionne comme un échangeur thermique composé de canalisations enterrées dans lesquelles l'air transite avant de pénétrer dans la l'immeuble. Au cours de ce passage sous terre, caractérisée par une température constante, l'air se réchauffe ou se rafraichit, selon la saison.³⁰

³⁰ DEHMOUS M'hand, Confort thermique dans les constructions en béton préfabriqué : cas de la faculté des sciences médicales de l'université de Tizi-Ouzou, mémoire de magister UMMTO, 2016, P73.

- **Pertinence du choix**

Afin optimiser la ventilation naturelle efficace dans le bloc hébergement et les amphithéâtres on a opté au puits provençal, le recours à un puits provençal est pour renforcer l'extraction de l'air qui provient aux bâtiments en profitant de l'inertie thermique du sol.

- **Application et mise en œuvre dans le projet**

Durant l'été l'air extérieur côté ouest est frais ; se rafraichis encore plus lors de son passage dans la terre et traversant le cours d'eau. Inversement, en hiver, les besoins de ventilation par rafraichissement est assurée sans pertes énergétiques trop importantes. Il est ensuite soufflé et réparti dans les pièces principales qu'il réchauffe l'hiver et qu'il rafraîchit l'été. Il apporte aussi de l'air neuf dans un local : il ventile. Ainsi l'air de l'ensemble des pièces est renouvelé tous les deux heures par de l'air extérieur dans le but de conserver un air sain.

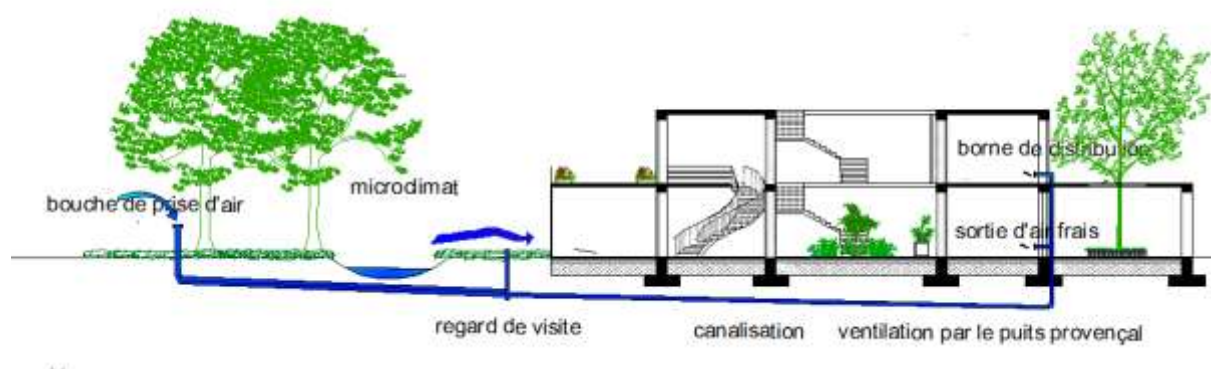


Figure 168: mise en œuvre du puits provençal dans l'entité hébergement/auteurs

III.3.4.6. Solution bioclimatique active 1 : Panneaux photovoltaïques hybrides et Plancher chauffant

- **Description et mode de fonctionnement**

Les panneaux solaires hybrides ou capteur solaire mixte permet de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Ils sont placés dans l'entité hébergement et l'entité administrative orientés perpendiculairement au



Figure 10: panneaux photovoltaïques hybrides

Chapitre III : Procédés et solutions bioclimatiques

sud, et disposés au niveau des toitures, Afin de capter le maximum de rayonnement solaire.

Dans les panneaux solaires thermiques, le rayonnement du soleil chauffe l'eau ou un liquide caloporteur ("porteur de chaleur"), qui circule dans des tubes placés dans une boîte vitrée isolante dans les plancher qui diffuse la chaleur par rayonnement afin d'obtenir un effet de serre. Le liquide chauffé sert ensuite au chauffage du bloc ou au réchauffement de l'eau chaude sanitaire. Ce système permet blocs de bénéficier de l'électricité et du chauffage gratuit tout en économisant de la surface par la combinaison entre thermique et l'électrique.

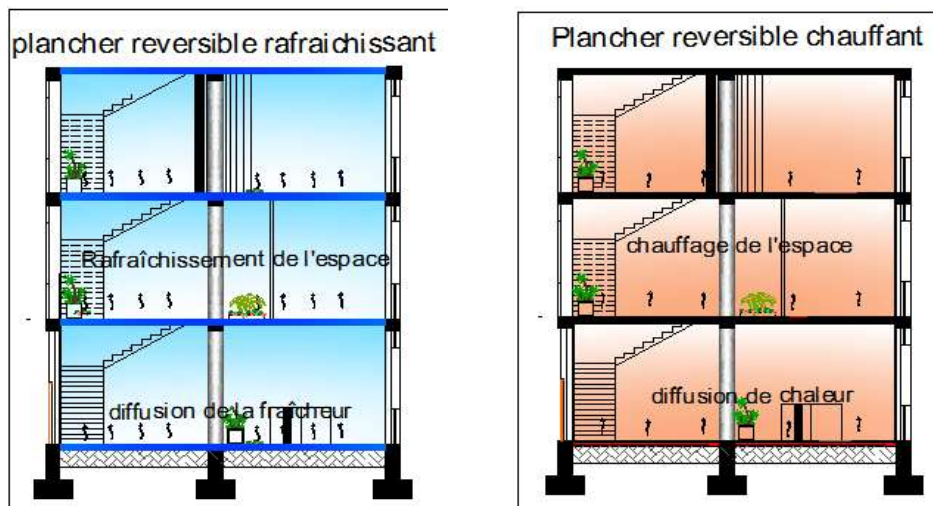


Figure 170: principe du plancher réversible dans le projet/auteurs.

III.3.4.7. Solution bioclimatique passive 6 : toit parasol

Le toit parasol qui surmonte la bibliothèque laisse la place à des versions plus aérées et empêche le rayonnement solaire d'atteindre les parois horizontales. Il est constitué de lames orientables afin de réguler le flux lumineux solaire.

En hiver, les lames amovibles sont orientées parallèlement aux rayons solaires. En été, les lames orientables permettent de réguler le rayonnement solaire.

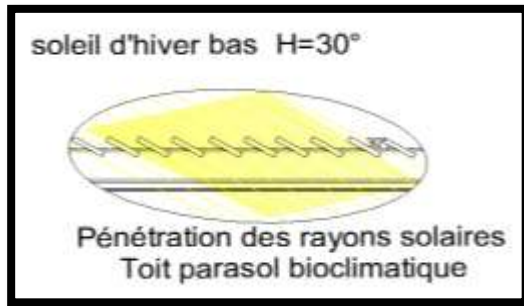


Figure 11: fonctionnement du toit parasol en hiver/ateurs

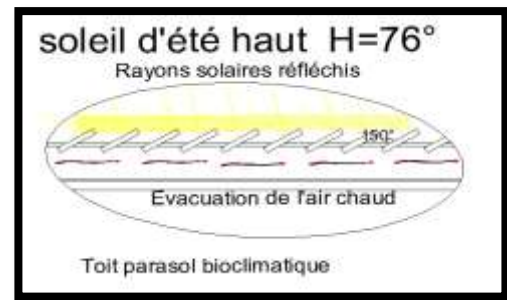


Figure 172: fonctionnement du toit parasol en été/ateurs

III.3.4.8. Solution bioclimatique active 2 : VMC double flux

- **Description et mode de fonctionnement**

Une VMC double flux fonctionne sur le même principe qu'une VMC simple flux, la principale différence est la présence d'un récupérateur de chaleur. En hiver, celui-ci permet d'utiliser la chaleur de l'air vicié extrait du bâtiment pour préchauffer l'air neuf venant de l'extérieur. L'intérêt majeur d'une VMC double flux est donc de limiter les pertes de chaleurs dues à la ventilation. Ce système permet ainsi de réduire la consommation de chauffage. En été, tout comme le système simple flux par insufflation, il peut être couplé à un dispositif de rafraîchissement passif. Il assure également une meilleure qualité d'air intérieur en filtrant l'air entrant et permet un meilleur confort thermique et acoustique en réduisant la sensation de courant d'air froid pouvant être ressenti avec une VMC simple flux, cela grâce à l'absence d'entrée d'air dans les pièces principales.

- **Application et mis en œuvre dans le projet**

Ce dispositif est installé dans le bloc pédagogique pour assurer l'aération des amphis et aussi éviter les déperditions thermique en hiver tout en assurant un renouvellement d'air à l'intérieur des espaces.

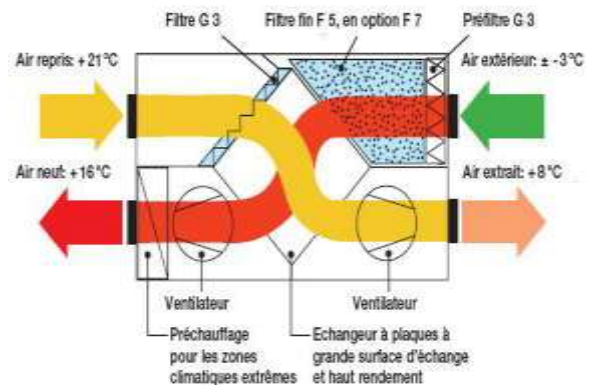


Figure 173. Principe de fonctionnement de la VMC double Flux

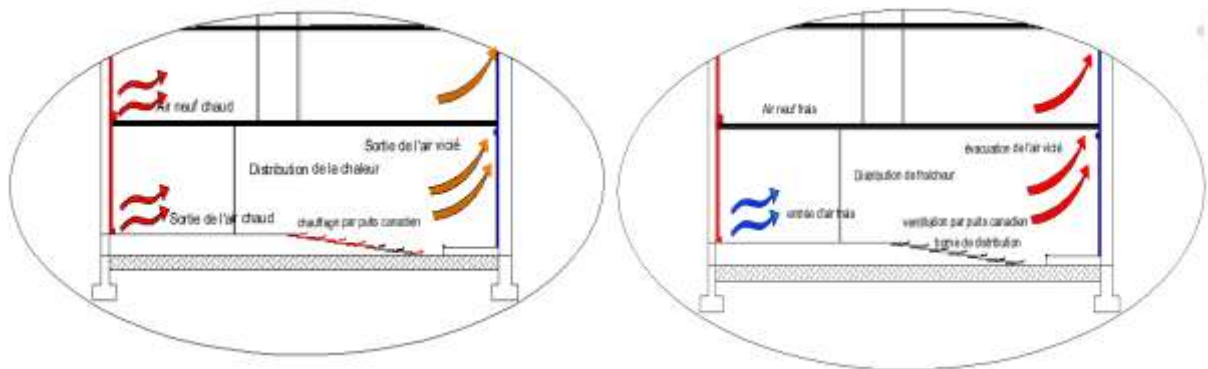


Figure 12: mise en œuvre de la VMC et puits canadien dans l'entité pédagogiques/auteurs

Conclusion :

À travers ce chapitre nous avons abordé tout d'abord le principe de l'architecture bioclimatique et ses solutions actives et passives qui va nous guider à concevoir une école d'architecture riche en aspects techniques de conception. Ainsi on a étudié l'impact de projet sur son environnement fin de minimiser les impacts négatifs et préciser les mesures à prendre en charge et enfin l'application et la mise en œuvre e l'ensemble des mesures et les dispositifs passives et actives dans le projet pour qu'il soit projet pour l'intégrer d'une façon harmonieuse de son environnement immédiat, une relation entre le confort de l'occupant et le respect e l'environnement et améliorer le comportement énergétique du projet.

Conclusion générale

Ce travail accompli avait pour but l'imagination d'un projet de école d'architecture à la place de l'« Ex-habitat » situé à l'entrée est de la ville de Tizi-Ouzou. Aussi, il était question de faire renaître la mémoire du lieu tout en entretenant de son identité. Nous avons pu puiser une quantité importante des connaissances après avoir effectué une étude globale à l'échelle de la ville et à celle du site réduit. Nous avons aussi pu faire ressortir les points importants qui constituent notre thématique en nous penchant sur les différentes déclinaisons du projet. Cette partie préparatoire nous a permis de tracer les segments directeurs pour aborder le projet architectural.

A travers notre démarche méthodologique, nous avons répondu à la problématique de départ de la réhabilitation thermique qui permettra par la suite d'offrir un lieu sain et confortable adéquat au bon fonctionnement. Nous avons aussi dégagé des mesures pour prendre en charge d'autres exigences par une extension dite bioclimatique. Ce travail qui avait pour but la création d'un projet spécifique pour exercer le métier de l'architecture dans les meilleures conditions tout en suivant une démarche environnementale.

La réponse à la question du développement durable, l'un des aspects essentiels que doit présenter notre projet afin de le réussir dans tous les sens, a été grandement apportée sur ce site en accueillant un projet écologique, durable suivant une démarche respectueuse de l'environnement et basée sur des principes et procédés bioclimatiques et assurent l'efficacité énergétique.

En définitive, nous estimons que les objectifs tracés pour ce projet ont été grandement atteints. Aussi, des réponses qualitatives et précises ont été apportées aux différents questionnements de départ. Le projet imaginé est confortable, planté dans son site d'intervention d'une manière réussie, et cela en introduisant les principes de l'architecture bioclimatique.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: vue sur la ville de Tizi Ouzou	5
Figure 2: situation de la wilaya de Tizi-Ouzou à l'échelle nationale.....	6
Figure 3: situation et communes limitrophes de la ville de Tizi-Ouzou	6
Figure 4: accessibilité à la ville de Tizi-Ouzou	7
Figure 5: vue aérienne sur la ville de Tizi-Ouzou.....	8
Figure 6: le mont de Hasnaoua	8
Figure 7: le mont de Belloua	8
Figure 8: Le village traditionnel	8
Figure 9 : le bordj turc	8
Figure 10 : Processus de formation et de développement de la ville de Tizi-Ouzou	9
Figure 11. Processus de formation et de développement de la ville de Tizi-Ouzou village	9
Figure 12. Processus de formation et de développement de la ville de Tizi-Ouzou.	10
Figure 13. Entités qui composent la ville de Tizi-Ouzou	10
Figure 14. Organisation du village traditionnel	11
Figure 15. Carte du système viaire du tissu traditionnel.	11
Figure 16 .Le chemin d'accès au village.	11
Figure 17 .La ruelle	11
Figure 18.L'impasse.....	11
Figure 19. Les espaces publics dans le tissu traditionnel.....	12
Figure 20. Le système d'ilot.....	12
Figure 21. Vue sur les bâtisses récentes	12
Figure 22. Les maisons kabyles.....	12
Figure 23. Morphologie du tissu colonial	13
Figure 24. Le système viaire	13
Figure 25 Tracé du premier noyau colonial.....	13
Figure 26. Tracé du deuxième noyau colonial	14
Figure 27. Les différentes places durant la période coloniale.....	14
Figure 28. Les différents équipements durant la période coloniale	14
Figure 29. Occupation périmètre des ilots au deuxième noyau	15
Figure 30. Bâtiments d'habitation sous forme de barre.....	15
Figure 31 Carte de Tizi-Ouzou	15
Figure 32 Carte de la ZHUN	16
Figure 33. Carte des types de bâtie	16
Figure 34. Carte des espaces verts	16
Figure 35. Carte des équipements	17
Figure 36. Le système viaire de la ville de Tizi-Ouzou.....	17
Figure 37. Secteurs de la commune de Tizi-Ouzou	18
Figure 38. Les équipements au niveau de la ville de Tizi-Ouzou.....	18
Figure 39. Le siège de la wilaya	18
Figure 40. Le théâtre régional	18
Figure 41. Le siège de l'APC.....	18
Figure 42. Diagramme des valeurs des températures pour la période de 2006/2016	20
Figure 43. Histogramme des valeurs d'humidité pour la période de 2006/2016	20
Figure 44. Histogramme des précipitations pour la période 2006/2016.....	21

Figure 45. Histogramme de la durée d'insolation pour la période 2006/2016.....	22
Figure46. Histogramme de la vitesse des vents pour la période 2006/2016.....	23
Figure47. Rose des vents pour la ville de Tizi-Ouzou.....	22
Figure 48: diagramme de Givoni	24
Figure 49. Diagramme solaire	27
Figure 50.les coordonnées angulaire du soleil	27
Figure 51: diagramme solaire de Tizi Ouzou	28
Figure52. Situation du site par rapport à la ville	29
Figure 53. Accessibilité au site.....	30
Figure54 : plan de masse	30
Figure 55: coupe du site d'intervention	30
Figure 56 : Vue sur l'Oued Kef EN-Nadi	31
Figure 57: plan de masse du site	31
Figure 58: la végétation existante au niveau du site	32
Figure 59 : environnement immédiat.....	32
Figure 60: la direction des vents	33
Figure 61:humidité au niveau du site	33
Figure 62 : vue extérieure du bloc A	37
Figure 63:vue sur le patio du bloc A	37
Figure 64: vue sur le couloir du bloc A	37
Figure65. Vue extérieure du bloc B	37
Figure66.plan du RDC bloc A B	38
Figure67.plan de l'étage du bloc A	38
Figure 68. Plan de structure des blocs A et B	39
Figure 69..facade principale du bloc A	39
Figure70. Façade orienté sud	40
Figure 71. Les couloirs du bloc B	40
Figure 72. Les fenêtres et les joints dégradées	40
Figure 73. Dégradation des plancher	40
Figure 74: le parking extérieur	41
Figure75: voie extérieure	41
Figure76: le gène visuel des habitations	41
Figure77: percé visuelle du patio	41
Figure 78. Photo d'une université	44
Figure79. Photo d'une école	44
Figure 80:école nationale supérieure d'architecture	45
Figure 81: réhabilitation d'un logement	46
Figure82, les différentes étapes d'une réhabilitation.....	46
Figure 83: les différentes bases d'une Eco réhabilitation	49
Figure 84 .extension-écologique-maison-ossature bois	50
Figure85 : schéma d'une extension en continuité historique	50
Figure 86 : schéma d'une extension contemporaine	50
Figure 87 : schéma d'une extension accolée	51
Figure 88. Extension passive en bois pour une habitation	51
Figure 89. Le projet ENSA	51

Figure 90. Situation de l'école	52
Figure 91. Palais de RHIN	52
Figure 92. Photo de l'ancien garage	52
Figure93. Photo de la nouvelle extension	52
Figure 94. L'ancien bâtîit rénové	53
Figure 95. Le nouveau bâtiment.....	53
Figure 96 : volumétrie de l'école	53
Figure 97. vue sur l'amphithéâtre	54
Figure 98.Plan Sous-Sol	54
Figure 99.Plan RDC	54
Figure 100.Plan R+1.....	55
Figure101.Plan R+2	55
Figure 102vue sur le nouvel escalier	55
Figure 103.Plan R+5	56
Figure 104.Plan R+5	56
Figure 105..Plan R+5	56
Figure 106..Plan R+6	56
Figure 107..la compacité du projet	56
Figure 108..la serre bioclimatique	57
Figure 109..brise soleil	57
Figure 110. Situation de l'école d'architecture loci à tournai	58
Figure 111. Les différentes parties du site	58
Figure112. Les différentes stratégies du projet.....	60
Figure 113. La répartition fonctionnelle de l'école.....	61
Figure 114. La répartition du programme de l'école	62
Figure 115. Les différentes coupes de l'école.....	63
Figure116 : l'implantation de l'école	64
Figure117 : vue sur la serre bioclimatique	65
Figure118 : les brises soleil de l'école	65
Figure 119. La technique du bouturage	69
Figure 120: vue aérienne du projet	73
Figure 121: vue sur le bloc réhabilité	74
Figure 122: vue sur le bloc pédagogie la nouvelle extension	74
Figure 123:vue sur le bloc administratif et recherche	75
Figure 124:vue su l'entité diffusion	75
Figure 125: vue sur le bloc hébergement.....	76
Figure 126: vue sur la galerie d'art	76
Figure 127 : schéma du développement durable	79
Figure128. Les trois dimensions du développement durable.....	80
Figure129. L'architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ses préoccupations	81
Figure 130. Schéma représentatif des principes de l'architecture bioclimatique.....	82
Figure 131. Stratégie du confort d'hiver	83
Figure 132. Stratégie du confort d'hiver	84
Figure133. Dispositifs de l'architecture solaire.	85

Figure134. le confort thermique	88
Figure 135.la sensation du confort.....	89
Figure 136..les pertes thermiques du corps humain dépendent de 6 paramètres physiques	90
Figure 137.les déperditions thermiques par élément	92
Figure 138.Cellulose en vrac textiles recyclées	93
Figure139. Panneau à base de cellulose et de lin	93
Figure 140. Isolant en fibres	93
Figure141. Les cibles de la démarche HQE	95
Figure 142. Mise en œuvre des différents dispositifs au sein des blocs réhabilité (stratégie du chaud)	104
Figure143.Mise en œuvre des différents dispositifs au sein des blocs réhabilité (stratégie du froid) /	105
Figure144. schéma explicative du fonctionnement de la ventilation traversante.....	106
Figure 145. schéma explicative de la ventilation par atrium	106
Figure 146.principe de la ventilation traversante dans le bloc existant	107
Figure 147.fonctionnement de la serre bioclimatique en hiver	108
Figure 148.fonctionnement de la serre bioclimatique et les brises soleil en été.....	109
Figure 149.mise en œuvre du mur trombe dans le projet stratégie froid. Erreur ! Signet non défini.	110
Figure 150. mise en œuvre du mur trombe dans le projet stratégie chaud.	110
Figure 151. fonctionnement de déstratificateurs.....	111
Figure 152. mise en œuvre du déstratificateurs dans le projet.....	111
Figure 153. détail de la toiture végétalisée	112
Figure154.mise en œuvre des procédés bioclimatique dans le bloc hébergement stratégie froid/auteurs.....	113
Figure 155.mise en œuvre des procédés bioclimatique dans le bloc hébergement stratégie chaud/auteurs	114
Figure 156.mise en œuvre des procedes bioclimatique pour la nouvelle extension strategie froid/auteurs.....	115
Figure 157. mise en œuvre des procédés bioclimatique pour la nouvelle extension stratégie chaud/auteurs.....	116
Figure 158.ventilation traversante dans le bloc administratif..... Erreur ! Signet non défini.	
Figure 159. coupe pour ventilation traversante dans le bloc administratif.	118
Figure 160. ventilation traversante dans l'entité pédagogique	118
Figure 161. principe ventilation traversante dans le bloc hebergement	119
Figure 162.ventilation par tirage thermique	119
Figure 163. Le tirage thermique par escalier pour la bibliothèque	120

Figure 164. principe de fonctionnement des lucarnes dans l'entité bibliothèque	121
Figure 165. principe de la double peau en hiver	122
Figure 166. principe de la double peau en été	122
Figure 167. mise en œuvre du puit provençal dans l'entité hébergement.....	123
Figure 168.panneaux photovoltaïques hybrides	123
Figure 169. principe du plancher réversible dans le projet/auteurs.....	124
Figure 170. fonctionnement du toit parasol en hiver/auteurs	124
Figure 172. fonctionnement du toit parasol en été/auteurs.....	124
Figure 173.principe de fonctionnement de la VMC double flux	125
Figure 174. mise en œuvre de la VMC et puits canadien dans l'entité pédagogies/auteurs... ..	125

Tableau 1: température mensuelle a Tizi Ouzou.....	19
Tableau 2: humidité relative moyenne à Tizi Ouzou.	20
Tableau 3: précipitations moyennes mensuelle à Tizi Ouzou.....	21
Tableau 4: Insolation moyenne mensuelle a Tizi Ouzou.	22
Tableau 5: Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou.....	23
Tableau 6 : les recommandations fondamentales décryptées à partir du diagramme de Givoni.	25
Tableau7. Le programme du projet de l'école.	61
Tableau 8 : programme surfacique de la structure existante.	65
Tableau 9 : programme provisionnel de la nouvelle extension.....	66
Tableau 10.désignation des impacts et mesures d'atténuation durant la phase de construction.	95
Tableau 11: désignation des impacts durant la phase d'exploitation.....	96
Tableau 12: meures d'atténuations des impacts.....	97

Références bibliographiques

Ouvrages

APRUE, la situation énergétique régionale, Algérie, ED 2015.

Alain Garnier, « Le bâtiment à énergie positive : Comment maîtriser l'énergie dans le bâtiment ? »

Alain Liébard et André De Herde. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Le moniteur. Paris : observé, 2005,

bGhjuvan Antone Faggianelli, Rafrachissement par ventilation naturelle traversant des bâtiments en climat méditerranéen, 2015, p14.

Candas V « Confort thermique », Technique de l'ingénieur, traité du génie énergétique BE 9085, France. 1998

CETIA, Guide d'information, Les puits canadiens/provençaux.

COSTIC, planché chauffant rafraichissant résidentiel petit tertiaire, 2012.

Givoni ; l'homme l'architecture et le climat » édition le moniteur Paris, 1978.

Henry Duthu & al « la technique du bâtiment tous corps d'état », Le Moniteur 2ème édition, France.

Izard Jean-Louis, Olivier Kaçala, le diagramme du bâtiment, Laboratoire ABC, ENSA Marseille.

Jouffroy, Pascale, la réhabilitation des bâtiments : conserver, améliorer, restructurer les logements et les équipements, Paris, éd le moniteur, 1999.

Manfred Hegger & al, « Construction et énergie architecture et développement durable », Presses polytechnique et universitaires romandes, Lausanne, Suisse.

Oliva J-P., Courgey S « La conception bioclimatique des maisons confortables et économes en neuf et en réhabilitation », Ed Terre Vivante, France, 2006.

Patrick LEROUX, « Guide de l'éco construction », l'Agence Régionale de l'Environnement en Lorraine, 2006.

Yves ROBILLARD, Président groupe efficacité énergétique FIEEC Pionnière de l'éco-conception dès les années 90, septembre 2011.

Mémoires

ALILI Sonia, Guide technique pour une réhabilitation du patrimoine architectural villageois de Kabylie, mémoire de magister, 2013.

Bellara Samira, « Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation Collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine », mémoire magistère. Université Mentouri. Constantine, 2005.

Chabi M, « étude bioclimatique du logement social-participatif de la vallée du M'zab : cas du Ksar de Tafilalt » mémoire de magister, université de Tizi-Ouzou, Algérie. 2009.

Dehmous M'hand, «Confort thermique dans les constructions en béton préfabriqué : cas de la faculté des sciences médicales de l'université de Tizi-Ouzou », mémoire magistère, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2016.

Lukas diblasio brochard, le développement durable: enjeux de définition et de mesurabilité, mémoire, 2011, université du Québec à Montréal.

Manuel Goubault - Laurence Malassagne – Frédéric Saily, Rénovation durable des bâtiments collectifs HLM | Mémoire DDQE 2008-2009.

MAZARI Mohammed, « Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public. Cas du département d'architecture de TAMDA TIZI OUZOU », mémoire magistère, UMMTO, 2012.

MERZEG Abdelkader, La réhabilitation thermique de l'habitat contemporain en Algérie, mémoire magister, 2010.

MAMMERI Nawel, LA REHABILITATION ENERGETIQUE DU PATRIMOINE BATI Cas de la cité Aéro-habitat d'Alger ; mémoire magister, 2016.

Nadji Mohammed amine, réalisation d'un éco quartier, mémoire de magister, avril 2015.

RAHMOUN Naima, la planification urbaine à travers les PDAU-POS et la problématique de la croissance et de l'interaction villes/villages.

Soukane.S. Préservation du patrimoine colonial (habitat) du 19 et 20 siècles d'un guide technique de réhabilitation .Mémoire de Magister, sous la direction de Mr Dahli M. UMMTO.2010.

ZOUZOU Abdelkrim et MOKHTARI Kamilia, Solutions hybrides pour maintenir le Confort Thermique et Visuel, Mémoire master académique ,2015.

Autres document

Cartes cadastrales

PDAU de Tizi-Ouzou éd 2008.

Sites internet

Economie d'énergie dans l'industrie du bois, Economisons l'énergie, Cahier technique n°10, Service public de Wallonie.

Guide de conception énergétique des halls de sport, Service public de Wallonie.

<https://www.airius.fr/wp-content/uploads/airius-fonctionnement-des-destratificateurs>.

<http://www.aprue.org.dz/documents/consommation-energetique.pdf> le 17/05/2009.

<http://www.seminarcantemir.uaic.ro/index.php/cantemir/article/viewFile/1003/937>.

http://www.ecosources.info/dossiers/Panneau_solaire_hybride_mixte.

<https://www.resiway.org/resilib.fr>.

<https://www.archi-guide.com/PH/FRA/Ren/RennUnivMedMauOr.jpg>.

<https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/pour-une-climatisation-passive-des-batiments-les-materiaux-a-changement-de-phase-6881/>.

<http://mapio.net>.

<http://sciencejunior.fr/wp-content/uploads/champ-eoliennes.jpg>.

http://www.energiesrenouvelables.org/media/photos/observer/geothermie/geothermie2_france_geothermie.jpg.

http://www.cobse.fr/images/serre_JPO.jpg.

<https://www.cairn.info/revue-politiques-et-gestion-de-l-enseignement-superieur-2005-2-page-9.htm>.

<http://www.linternaute.com/expression/langue-francaise/16421/ecole-normale-superieure/>
www.eco-arq.eu.

<http://www.mimram.com/project>.

<http://www.oppic.fr/article70.html>.

<https://www.batiactu.com/edito/a-strasbourg-la-nouvelle-ecole-d-architecture-s-ou-36179.php>.

www.google.fr.

www.wikiArquitectura.com.

www.wikipedia.com.

www.thermico.be

Annexes

Programme surfacique

Entité	Espace	Surface m ²
Entité pédagogique Blocs existants	Atelier de conception	67 68.3 73.7 42 91 86.4 63 73.7
	Atelier d'affichage	66
	Atelier de travaux de groupe	112.5 89.5 83.8 89.7
	Ateliers pédagogiques	64.5 63.3 97.3
	Atelier maquette	136.4 74
	Atelier sculpture Atelier dessin	65.6 72
	salle de reprographie Sanitaires hommes Sanitaires femmes	22 .5
Entité pédagogie Nouvelle extension	Amphithéâtre	270.5 270 225
	Vidéotheque	228.5
	Salle informatique	103.3 70.5 72.5
	Laboratoire	101.5
	Salle de cour	150 129 104
	Salle TD	87.5 87 79 78.8 92 96 96 77
	Sanitaires hommes Sanitaires femmes	
Administration	Accueil et orientation	13
	Bureau de scolarité	32.4
	Archives	19
	Open space	185
	Bureaux enseignants	17 21 23 16.3 12.6 12 12 14.7

	Secrétariat	14
	Salle de réunion	69
	Bureau directeur	30.6
	Sanitaires hommes Sanitaires femmes	
Laboratoires de recherche	Salle de manipulation	55
	Hall technologique	219.7
	Salle de soutenance	70.7
	Bureau technicien	11.4
	Salle d'archives magasin	37.3
	Bureau reprographie	28.3
	Salle de cours	61.6 58.6
	Bureaux doctorant	62.6 93
	Cafétéria	65
	Terrasse accessible	127.5
	Bureaux enseignants chercheurs	127.5
	Bureaux professeurs invités	97
	Salle de réunion	98
	Secrétariat	20
	Bureau directeur	43.5
	Restaurant	197.6 224.6
	Cuisine	56 17.5
	Dépôt	31

Hébergement	Chambre froide	19
	Terrasse accessible	135.8
	Bureaux gestion	18.3
	Secrétariat	16
	Bureau directeur	32
	Salle polyvalente	59
	Chambres 2 lits	14.6 18.6 15.4 15.4 15.4
	Chambres 3lits	13
Bibliothèque	Dépôt	29.7 33.6
	Dépôt	103.4
	Rayonnage	133 50
	Banquet de prêt et gestion	49
	Salle de lecture	300
	Salle de lecture individuelle	285
	Salle de lecture des enseignants	102
	Hall	260
	Sanitaires hommes Sanitaires femmes	
	Terrasse accessible	637