

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université MOULOUD MEMMERI TIZI OUZOÛ

Faculté Génie de la construction

Département d'architecture

Mémoire master en architecture

Option : architecture et environnement

Atelier : efficacité énergétique

THÈME

**Nouvelle école d'art et d'architecture à Tizi Ouzou;
Extension bioclimatique de l'ex-habitat.**



Réalisé par :

Mlle. BENAZOUAOU Sihem

Mlle. HESNI Dihya

Encadreur :

M. DEHMOUS M'hand

Promotion 2016/2017

Soutenu le 21 juin 2017 à Tizi Ouzou

Remerciements

Ce travail est le fruit et l'aboutissement de nos études à la faculté d'architecture et d'urbanisme de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Il n'aurait pu voir le jour sans le soutien de plusieurs personnes que nous tenons à remercier :

*En premier lieu, on tient à remercier **DIEU** "Allah", notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.*

On adresse nos sincères remerciements à notre promoteur M. Dehmous M'hand, pour le travail qu'il a effectué avec nous ainsi que les directives qu'il nous a donné et son suivi durant toute la période de préparation de notre projet de fin d'étude.

On remercie nos chers parents, qui ont toujours été là pour nous, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous nous avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. On est redevable d'une éducation dont on est fier ». Ainsi que nos sœurs et frères qui nous ont soutenu, aidé et encouragé du mieux qu'ils pouvaient.

Enfin, on remercie tous nos amis qui nous ont prêté main forte et contribué à la réalisation de ce travail, ainsi que Pour leur sincère amitié et confiance, et à qui on doit notre reconnaissance et notre attachement, et qu'ils sachent qu'on n'oubliera jamais ce qu'ils ont fait pour nous et qu'on les remercie de tout cœur.

*À tous ces intervenants, on présente nos remerciements, notre respect et
notre gratitude.*

Dédicace

Je dédie ce mémoire fruit de mon long chemin d'étude :

A mes Chère parents pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toute les valeurs qu'ils ont su m'inculqué.

A mes 2 sœurs et mon frère pour leur soutien et leur encouragement durant toute cette période.

A tout les membres de ma famille que j'adore beaucoup particulièrement mes cousins et mes cousines

A mes amis et tous ce qui me sont cher et tout ceux qui, de près ou de loin, m'ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce Travail.

Benazouaou Sihem

Dédicace

Je dédie ce mémoire.....

A ma très chère mère, Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager pour mener à bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon père, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma petite sœur Maya présente dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité. Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.

A tous les membres de ma famille, petits et grands Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

A mes chères ami(e)s

Massylia; Mahdi, Aghiles, Katia, Sihem, Khaled.

En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dihya Hesni

Résumé

Dans la conception de tout projet, chaque architecte, de manière consciente ou inconsciente, intuitive ou rationnelle, se pose toujours la question de savoir comment aborder son projet ? Comment devait-il être ? et quelle architecture lui attribuer ?

En réponse aux problématiques de dégradation et d'inconfort que présente l'établissement de l'ex habitat, mais aussi à la problématique globale de l'environnement et de la consommation énergétique, l'idée première de notre projet était de redonner vie à l'enceinte du département d'architecture de l'université de Tizi Ouzou dit "Ex habitat". L'objectif étant aussi de perpétuer sa mémoire et de préserver son identité, par une réhabilitation architecturale et thermique de l'existant et une nouvelle extension bioclimatique.

Afin de parvenir à la concrétisation de nos objectifs, nous avons opté pour le projet d'une nouvelle école d'art et d'architecture qui ambitionne de mieux former et préparer les étudiants à avoir une attitude plus respectueuse de l'environnement, inscrite dans un site qui offre de nombreux avantages tels que la proximité, l'ensoleillement et la végétation...etc. Dans le but d'optimiser les conditions de travail et de confort des employés et des étudiants, mais aussi la transmission du savoir et savoir faire par l'intégration de méthodes d'apprentissage adéquates et spécifiques, les principes d'une architecture bioclimatique et soucieuse tant de l'environnement que de la vocation du bâtiment ont été prônés tout au long de l'imagination, de la création et de la concrétisation du projet.

Mots clé : Environnement, Efficacité énergétique, mémoire du lieu, identité, école, confort, bioclimatisme, réhabilitation, extension.

Abstract

In the design of any project, each architect, consciously or unconsciously, intuitively or rationally, ask himself always the question of how to approach his project? How should it be? And what architecture to attribute to it? In response to the problems of degradation and discomfort that presents the establishment of ex habitat, but also to the overall problem of the environment and energy consumption, the main idea of our project was to revitalize the enclosure of the department of architecture of the University of Tizi Ouzou named "Ex habitat". The objective is also to perpetuate his memory and preserve his identity, by an architectural and thermal rehabilitation of the existing and a new bioclimatic extension. In order to achieve our objectives, we have opted for the project of a new school of art and architecture which aims to better train and prepare students to have a more respectful attitude towards the environment, Registered in a site that offers many advantages such as proximity, sunshine and vegetation ... etc. In order to optimize the working and comfort conditions of employees and students but also the transmission of knowledge and know-how through the integration of appropriate and specific learning methods, The principles of a bioclimatic architecture and concerned with both the environment and the vocation of the building were advocated throughout the imagination, creation and realization of the project.

Key words:

Environment, Energy efficiency, memory of place, identity, school, comforts, bioclimatism, rehabilitation, extension.

Table des matières

Chapitre introductif

-Introduction générale.....	02
-Problématique générale.....	03
-Hypothèses.....	04
-Objectifs.....	04
-Choix du thème et du site.....	05
-Méthodologie.....	05

Chapitre I : lecture du contexte

-Introduction.....	8
I.1. Présentation et situation de la ville	8
I.1.1. Les limites administratives	8
I.1.2. Les limites naturelles	9
I.2. Lecture diachronique	9
I.3. Lecture climatique et environnementale.....	11
I.3.1. Climat de la ville Tizi Ouzou	11
I.3.1.1. L'humidité	11
I.3.1.2. Les vents	11
I.3.1.3. Les températures	12
I.3.1.4. Les Précipitations.....	12
I.3.1.5. L'ensoleillement	13
I.3.2-Le diagramme bioclimatique de Givoni	14
I.3.2.1. Interprétation du diagramme de Givoni.....	14
I.3.2.2. Synthèse	15
I.3.3. Le diagramme solaire	15
I.3.3.1. Diagramme de la ville de Tizi Ouzou	16
-Conclusion	18
I.3.4. L'environnement naturel de la ville Tizi Ouzou	18
I.4. Lecture synchronique.....	19
I.4.1. Les constats	19
I.4.1.1. Accessibilité.....	19
I.4.1.2. Système viaire.....	19

I.4.1.3. Les équipements	20
I.4.2. L'enseignement supérieur à Tizi Ouzou.....	20
I.5. Synthèse.....	21
I.6. A l'échelle du site d'intervention.....	21
I.6.1. Identification et présentation du site	21
I.6.1.1. Situation	21
I.6.1.2. Accessibilité au site	22
I.6.1.3. Environnement immédiat.....	23
I.6.2. Environnement naturel immédiat	23
I.6.2.1. Végétation	23
I.6.2.2. Morphologie du site	24
I.6.2.3. Le confort visuel	25
I.6.2.4. Les cours d'eau	25
I.6.3-Etude bioclimatique du site d'intervention.....	26
I.6.3.1. Analyse des vents dominants	26
I.6.3.2. Analyse de l'ensoleillement du site d'intervention	27
I.6.4. Analyse de la structure existante.....	30
I.6.4.1. Analyse fonctionnelle.....	30
I.6.4.3. Analyse de la structure.....	32
I.6.4.4. Analyse des Façades.....	33
I.6.4.5. Analyse du confort des blocs A et B.....	33
-Conclusion.....	35

Chapitre II : la thématique du projet

-Introduction.....	35
II.1. Définition de l'école.....	35
II.2. Histoire des écoles	35
II.3. Le rôle des écoles	35
II.4. Les différentes typologies des établissements scolaires	36
II.5. Analyse des exemples	38
II.5.1. L'école nationale supérieure d'architecture de Nantes ENSA	38
II.5.1.1Présentation de l'école.....	38
II.5.1.2. Fiche technique du projet	38
II.5.1.3. Situation de l'école	39

II.5.1.4. les limites.....	39
II.5.1.5. Accessibilité au projet	39
II.5.1.6. Analyse spatiale.....	40
II.5.1.7. L'aspect technique.....	42
II.5.1.8. Aspect bioclimatique	43
II.5.1.9. Synthèse : Concepts.....	43
II.5.2-Ecole Saint Exupéry à Pantin	44
II.5.2.1. Présentation et situation de l'école	44
II.5.2.2. Fiche technique.....	44
II.5.2.3. Limites et accessibilité.....	45
II.5.2.4. Analyse spatiale.....	45
II.5.2.5. Les concepts bioclimatique	46
II.6. Les concepts liés au thème.....	50
II.6.2. La transparence.....	50
II.6.3. L'éclairage	50
II.6.4. La fluidité.....	50
II.6.5. La hiérarchie	50
II.6.6. Parcours	50
II.6.7. L'articulation.....	50
II.6.1. Flexibilité.....	50
II.7. Programme surfacique.....	50
-conclusion.....	50
 Chapitre III: Matérialisation du projet	
-Introduction.....	55
III.1. Synthèse des approches précédentes.....	55
III.1.1. Du contexte :.....	55
III.1.2. Du thème.....	56
III.1.3. Du bioclimatique.....	56
III.2-Philosophie du projet.....	56
III.2.1. Définition de la résilience.....	56
III.2.2. La résilience en architecture.....	57
III.2.3. Exemple de résilience en architecture.....	57
III.2.4. Interprétation du schéma.....	58

III.3. Genèse du projet.....	58
III.4. Evolution de la forme du projet.....	63
III.5. Description du projet.....	65
III.5.1. Accessibilité.....	65
III.5.2. Stationnement.....	66
III.5.3. Le seuil.....	66
III.6. Description fonctionnelle.....	67
III.6.1. L'entité pédagogique d'architecture.....	67
III.6.2. L'entité pédagogique artistique.....	68
III.6.3. L'entité pédagogique commune:.....	68
III.6.4. L'entité administrative.....	68
III.6.5-Entité exposition.....	69
III.6.6. L'entité recherche.....	69
III.6.7-Entité consommation:.....	69
III.7. Lecture des façades.....	69
III.8. Formalisation et concrétisation du projet, le dossier architectural.....	70
III. 8.2.1. Le dossier graphique définitif.....	70
III.8. 2. 2.2. Programmes quantitatif et qualitatif équivalent.....	87

Chapitre IV : solutions et procédés bioclimatique

-Introduction.....	93
IV.1. Définition de l'architecture bioclimatique.....	93
IV.2. Dénomination.....	93
IV.3. L'objectif de l'architecture bioclimatique.....	94
IV.4 Présentation de la Réhabilitation.....	94
IV.4.1. Démarche d'une opération de réhabilitation.....	95
IV.4.2. La réhabilitation en tant que vecteur du développement durable.....	95
IV.4.3. la réhabilitation durable.....	95
IV.4.3.1. La notion d'ECO-Réhabilitation.....	95
IV.4.3.2. Ambition et objectifs de l'ECO-réhabilitation.....	96
IV.4.3.3. L'Eco-Réhabilitation une réponse à la haute qualité environnementale.....	96
IV.4.3.4. Principes de la démarche HQE	97
IV.5. l'extension en architecture	97
IV.5.1. Définition de l'extension.....	97

IV.5.2. Pourquoi faire une extension	98
IV.5.3. Attitudes d'une extension	98
IV.5.3.1. L'extension cherche à s'intégrer au maximum	98
IV.5.3.2-. l'extension se différencie de l'existant	98
IV.5.4. Extension bioclimatique	98
IV.5.4.1. Exemple d'une extension bioclimatique	98
IV.6. Efficacité énergétique	99
IV.7. Les concepts de l'architecture bioclimatique	99
IV.7.1. Les énergies renouvelables.....	99
IV.7.1.1. La disponibilité de l'important potentiel solaire	100
IV.7.1.2. La géothermieFigure 25IV.7.1.2. La géothermie.....	100
IV.7.1.2. Energie éolienne.....	100
IV.7.2. Architecture bioclimatique passive	100
IV.7.2.1. Le confort d'hiver	100
IV.7.2.2. Le confort d'été.....	103
IV.7.2.3. Le confort visuel	105
IV.7.2.4. Le confort visuel	108
IV.7. L'aspect bioclimatique et la performance énergétique du projet.....	108
IV.7.1. le confort thermique et l'efficacité énergétique par.....	109
IV.7.1.1. Orientation des Blocs	109
IV.7.2. La disposition des blocs	110
IV.7.2. La disposition des blocs	111
IV.7.3. Comportement des vents à travers la composition spatiale de notre projet	111
IV.7.4. Etude bioclimatique et réhabilitation des Blocs A et B	113
IV.8. Autres solutions bioclimatique	133
-Conclusion.....	136
-Conclusion générale.....	138

Chapitre introductif

Introduction générale

Depuis quelques années, l'environnement ne cesse de se dégrader et cela est dû en grande partie à l'homme qui croit que la terre et ses ressources sont inépuisables. Il commença alors à développer son mode de vie par des avancées industrielles et technologiques au détriment de l'environnement, ce qui modifie l'équilibre de notre planète et crée une crise environnementale et met dangereusement en cause la survie de l'espèce humaine. C'est la raison pour laquelle des chercheurs et des scientifiques du monde entier essaient à chaque instant de pousser l'homme à opérer de nouveaux choix et d'adopter de nouveaux comportements, afin de freiner cette dégradation dans une optique de développement durable dans laquelle les architectes et les constructeurs mettent en avant une architecture dite bioclimatique. Apparue dans le début des années 70 dans le contexte de la crise pétrolière et lors de l'apparition du syndrome du bâtiment malade, cette architecture a pour objectif de réduire l'impact négatif de l'homme et du bâtiment sur son environnement, puisque celui-ci est parmi les secteurs les plus consommateurs d'énergie avec 45%¹ des consommations d'énergie à lui seul.

En ce qui concerne le contexte algérien, il connaît une crise en matière d'architecture ; confort souvent négligé, généralisation sur tout le territoire national de modèles étrangers inappropriés aux contextes social, culturel et climatique du pays... etc. Cela peut s'expliquer en partie par le manque de savoir faire et une méconnaissance par les architectes des domaines de la conception bioclimatique et de la maîtrise de la consommation énergétique du bâtiment. Cette situation est réellement née d'un concours de circonstances dont la qualité de la formation des professionnels du secteur du bâtiment et ses structures en Algérie, marqués pendant longtemps par la crise politique, économique et sociale. Cette situation a causé un retard considérable dans le domaine de l'architecture et plus précisément l'architecture durable et bioclimatique. En effet, il existe chez nous peu d'études et d'exemples concrets de bâtiments bioclimatiques, adaptés aux conditions de l'environnement, à bas profil énergétique et thermiquement confortables.

Le département d'architecture de l'université de Tizi Ouzou a formé pendant longtemps et continue toujours de former des générations d'architectes pour alimenter qualitativement

¹ SEMAHI. Samir., « Contribution méthodologique à la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie », 2013, école polytechniques d'architecture et d'urbanisme EPAU, mémoire de magister, p-1

l'ensemble du marché national. Si la qualité de la formation, les compétences du personnel encadrant et la valeur des diplômés sont réelles et démontrées, les conditions spatiales offertes par l'établissement du département d'architecture « ex habitat » demeurent lamentables et déplorables. Une école d'architecture devrait, pour des étudiants en architecture, être le premier exemple de bâtiment loti d'une expression architecturale à la fois formelle et fonctionnelle mais aussi engagée et responsable vis-à-vis des préoccupations et des problématiques de durabilité liées à la protection de l'environnement, à la prise en compte des conditions du climat local et à la sobriété dans la consommation énergétique.

Pour garantir, à moyen et à long terme, une formation performante et active dans le secteur de l'architecture durable en Algérie et plus particulièrement à Tizi Ouzou, il est primordial de bâtir une école en procédant à la réhabilitation fonctionnelle et thermique et à l'extension bioclimatique des anciens locaux de l'ex habitat. Pour ce faire, une approche globale et globalisante basée sur la concertation, la communication et la participation de tous les secteurs sera adoptée. L'un des objectifs phares étant d'inciter les étudiants des différents niveaux et spécialités à avoir une attitude respectueuse de l'environnement pour pouvoir efficacement le protéger.

C'est dans cette optique que nous nous proposons le défi de concevoir à l'endroit de l'ex habitat, un projet d'une nouvelle école intégrant les formations d'art et d'architecture et un laboratoire de recherche traitant les problématiques d'environnement et de bioclimatisme. Ce sera une leçon grandeur nature d'architecture bioclimatique pour tous les étudiants qui fréquenteront les bancs de cette école.

Problématique générale

Ses locaux ne répondant plus aux exigences fonctionnelles et architecturales de nos jours, l'urgence de réhabiliter et d'étendre l'ex habitat est maintenant clairement établie et démontrée. La réhabilitation de cet établissement sera fonctionnelle, spatiale et thermique tandis que son extension quant à elle sera bioclimatique. Ce présent travail consiste alors non seulement à répondre à la problématique de la dégradation de cette école mais aussi à la problématique globale de l'environnement et de la consommation énergétique visant à minimiser l'empreinte énergétique du bâtiment. A cet effet, une démarche bioclimatique s'impose à tous les niveaux de notre projet particulièrement à l'échelle architecturale.

C'est ainsi qu'un nombre de questionnements à différentes échelles et étapes émergent. Nous citons : Comment redonner une âme et un nouveau souffle au département d'architecture de Tizi Ouzou « Ex habitat » tout en perpétuant la mémoire de ce lieu et en préservant son identité ?

- Comment, à travers l'architecture d'une école d'architecture, inciter et sensibiliser les futurs architectes à intégrer dans leurs réflexions le souci de maintenir l'équilibre entre architecture et environnement ?
- Quelle mesures adopter et quels sont les dispositifs bioclimatiques à utiliser dans le projet pour une meilleure intégration au site et au climat local et pour une consommation énergétique maîtrisée ;
- Quelles actions envisager pour réhabiliter l'architecture et l'ambiance thermique de cette école pour être conforme aux normes de gestion de l'énergie et au type d'utilisation ?

Hypothèses

- Une nouvelle école d'art et d'architecture imaginée selon les principes du bioclimatisme offrirait la possibilité de mieux former les étudiants et les inciter à avoir une attitude plus respectueuse de l'environnement et leur permettrait, en les baignant d'emblée dans une atmosphère de respect de l'environnement et de maîtrise d'énergie ;
- Tenir compte des éléments naturels du site et les intégrer dans le processus de conception permettra d'abord d'assurer un confort thermique naturel et sans frais aux usagers mais aussi de réduire les consommations énergétiques ;
- L'intervention sur l'enveloppe par l'utilisation de techniques bioclimatiques et des matériaux avec des caractéristiques thermiques positives nous permettrait d'obtenir une architecture confortable et économique en matière d'énergies.

Objectifs

- Produire une architecture respectueuse de l'environnement et contribuer à la diminution des effets négatifs du bâtiment sur l'environnement ;
- Inciter les étudiants à avoir une attitude respectueuse de l'environnement en produisant une architecture bioclimatique et à basse consommation énergétiques qui s'intègre à son environnement ;

- Redonner vie au département d'architecture de Tizi Ouzou par une réhabilitation de l'existant et une extension qui aura un double cachet contemporain et bioclimatique à faible consommation énergétique ;
- Améliorer et optimiser les conditions de travail et de confort des employés et des étudiants en privilégiant les solutions passives et actives respectueuses de l'environnement avant les solutions mécaniques énergivores.

Choix du thème et du site

Depuis un certain temps, le département d'architecture de l'université de Tizi Ouzou a été délocalisé au niveau du pôle universitaire de Tamda à une dizaine de kilomètres à l'est de la ville de Tizi Ouzou. Les étudiants architectes n'ont jamais pu ni voulu se détacher des anciens locaux du département à l'Ex habitat et privilégient cet établissement malgré son état de dégradation assez avancé. Il faut dire aussi qu'en dépit de tous les avantages offerts par ce site comme la proximité, l'aération et les grands espaces, il n'offre pas les possibilités de travailler dans les meilleures conditions. Etant étudiantes de ce département, c'est tout naturellement que notre choix s'est porté sur ce site pour tenter de lui redonner vie en le rénovant et en l'élargissant afin de perpétuer sa mémoire et de préserver son identité. L'ensemble résultant sera une nouvelle école d'art et d'architecture et des laboratoires de recherche propre à nous, qui nous caractérise, où l'on sent l'envie de créer et d'innover et qui sera en parfaite harmonie avec son environnement

Méthodologie

Dans le chapitre introductif nous avons abordé l'introduction générale, la problématique générale et spécifique, les hypothèses et les objectifs pour mettre en valeur la thématique de notre projet. Dans l'objectif d'apporter des réponses à notre problématique et aux objectifs du projet déjà fixés nous suivons une approche méthodologique que l'on répartira en trois parties. La première partie est consacrée à l'approche contextuelle qui traite le contexte à différentes échelles en commençant par une lecture urbaine en concluant par une analyse climatique (analyse des données climatiques et interprétation du diagramme de Giovanni). La partie expérimentale consiste au travail sur le terrain, où des sorties sur site sont programmées pour prendre connaissance des spécificités du site, aussi se rapprocher et solliciter les organismes techniques liés à ce domaine, et cela dans l'objectif d'exploiter toutes données qui peuvent améliorer la réflexion globale du projet. La seconde étape est consacré à

la Partie thématique à une recherche bibliographique fondée sur la consultation de différents ouvrages et sources qui permettront de comprendre et d'appréhender toutes les définitions liées à notre thématique à savoir les écoles et les réponses environnementales qui répondent à notre problématique , ainsi que tous les documents techniques relatifs à l'architecture bioclimatique et aussi une analyse d'exemples qui peuvent contribuer à la définition des grands axes de la conception de notre projet. Les cibles de la haute qualité environnementale feront également partie intégrante de notre recherche bibliographique.

Chapitre I : Lecture contextuelle

Introduction

La ville est une alchimie complexe qui exige à la fois un minimum de densité et de mixité ayant pour principe la production de la diversité. Symbole de civilisation, sécurité et surtout du développement et croissance urbaine.

La ville est un phénomène urbain qui se développe et qui se modifie sans cesse dans le temps et dans l'espace qu'il faut gérer sans compromettre son équilibre fonctionnel et formel. Contrairement aux villes algériennes caractérisées par la perte des caractères de l'urbain qui se traduit par des dysfonctionnements formels et fonctionnels de l'espace, par l'organisation anarchique de la ville entre centre et périphéries et par la circulation et la voirie qui deviennent problématiques et celle-ci due à la pression de deux phénomènes majeurs que sont la croissance démographique et l'exode rural qui poussera la ville à une expansion anarchique et brutale. Celui-ci engendra la séparation entre ville et architecture d'où la perte du rapport « bâtir-habiter », Tout cela implique la perte de l'urbanité, dont fait partie intégralement la ville de Tizi Ouzou.

I.1. Présentation et situation de la ville

La wilaya de Tizi Ouzou est une wilaya algérienne située dans la région de la Grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. Elle est divisée administrativement en 67 communes et 21 daïras. Elle s'étend sur une superficie de 10 236 hectares avec une population résidente telle qu'évaluée lors du recensement de 2008 est de 135 088 habitants.



Figure 1: Vue globale sur la ville de Tizi-Ouzou

source: 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, (2016), page 80.

I.1.1. Les limites administratives

La ville de Tizi Ouzou est située 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: carte de l'Algérie situant la ville de Tizi ousou
Source : google image



Figure 3: carte de la wilaya de Tizi Ouzou
Source : google image

I.1.2. Les limites naturelles

La ville de TIZI OUZOU est située au centre de la grande Kabylie, elle est caractérisée par un relief accidenté dans une grande portion.

Elle s'élève à 250 m d'altitude, au pied du massif du Belloua, au Nord, qui culmine à 650m. Au sud, on trouve le vieux massif des Hasnaoua, à plus de 600m d'altitude. A l'Est se situe la vallée du Sébaou .A l'Ouest, juste après le bourg Boukhalfa, la ville s'ouvre sur les petites vallées de Draa-Ben-Khedda et de Sidi-Nâamane.

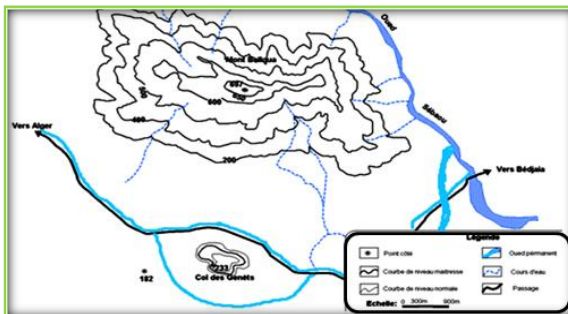


Figure 4: le réseau hydrographique de la ville de TiziOuzou
Source : google image

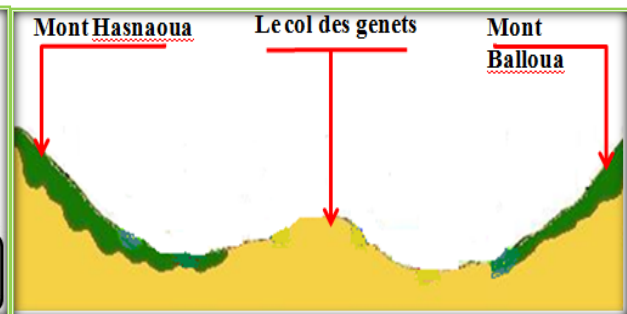


Figure 5: coupe AA montrant le relief de la ville de Tiziouzhou
Source : google image

I.2. Lecture diachronique

Niché dans les bras de Sebaou, Tizi Ouzou va prendre son envol, au début du 16eme siècle « ce modeste col connu depuis l'antiquité comme un lieu de passage et de fixation de poste militaire »¹, devint l'objet de querelle entre tribus tels les romains.

Par la suite en 1640 les turcs prennent place et pendant cette période le col des genets a

¹<https://insaniyat.revues.org/13001>

connu la formation du 1^{er} tissu traditionnel la smala structuré par quelque élément tel que la mosquée de lala Saida, la fontaine d'Ain Soltan et le souk. Les turcs décidèrent de construire un bordj vers 1720 pour le prélèvement des impôts et le paiement des droits de passage.

Mais durant tout le temps que dura l'occupation ottomane il n'y avait guère sur le col que le bordj et son petit village abritant la smala. Par contre c'était l'occupation française qui alla transformer à partir des années 1850 le sort et la physionomie du col des genets.

Tizi Ouzou a gardé son caractère villageois jusqu'à la guerre de libération nationale, ce n'est qu'en 1956 qu'elle est promu chef lieu du département. La ville connaît alors une remarquable extension en débordant l'axe Bejaia-Alger. La porte d'Alger se transforma ainsi d'une borne de croissance en un pôle de croissance ponctuée par des grands équipements tel que la gare ferroviaire, l'agence postale ou encore l'hôpital de la ville.

A partir de 1956 par suite de la politique des terres brûlées en zone de montagne les ruraux affluèrent vers Tizi Ouzou où ils furent parqués dans des cités de recasement tel que la carrière et la cité Mokademe. « Il s'en est suivi l'émergence de la zone d'habitat urbain nouvelle « ZHUN » au sud de la ville qui connaît aujourd'hui d'important dysfonctionnement »².

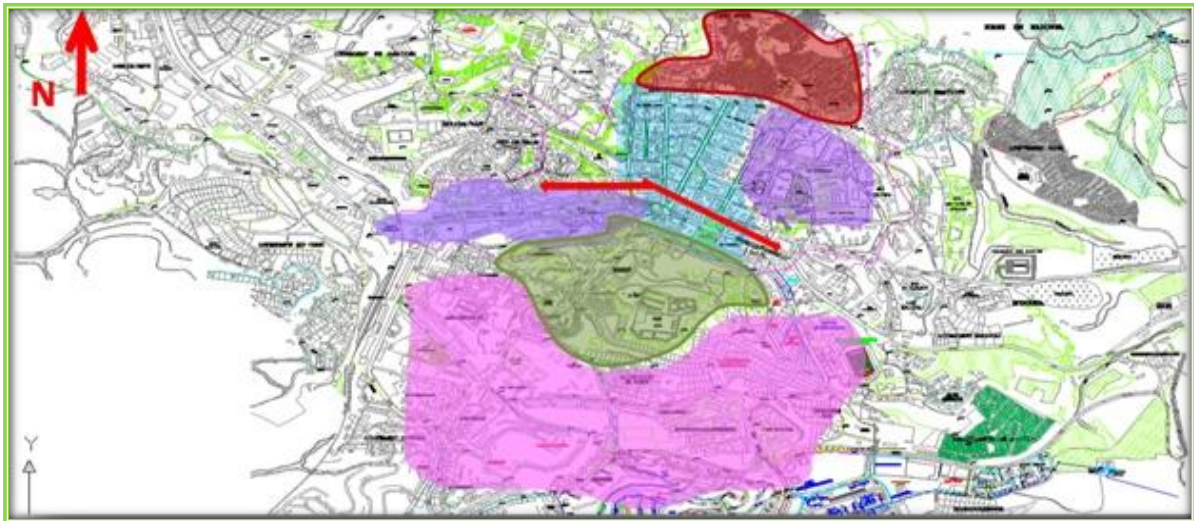


Figure 6: rappel historique
Source : auteurs

Légende					
■	Village autochtone	■	Bordj turcs	■	Zone d'éclatement
■	Village colonial	■	ZHUN		

² 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, (2016), page 80.

I.3. Lecture climatique et environnementale

Les données utilisées sont sur une moyenne sur 10 ans (2007/2016), recueillie auprès de la station météorologique de Boukhalafa (ONM)³.

I.3.1. Climat de la ville Tizi Ouzou

I.3.1.1. L'humidité

La valeur moyenne de l'humidité dépasse les 50% pour tous les mois de l'année. Avec un maximum de 82% au mois de décembre, et un minimum de 59% au mois de juillet.

Cette humidité relative élevée peut avoir comme source la présence du barrage Takssaft au Sud-Est de chef lieu de la willaya et, l'ouverture de cette dernière sur différentes cotes littorales (Azefoun, Tizgirt et Boumerdès).

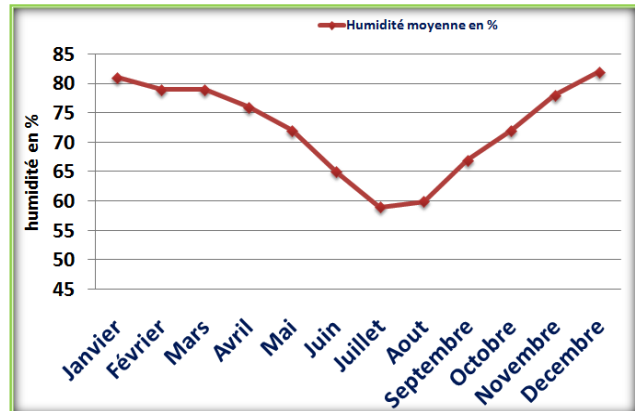


Figure 7: humidité relative moyenne à Tizi Ouzou
Source : L'ONM de Boukhalfa

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Humidité Moyenne en %	81	79	79	76	72	65	59	60	67	72	78	82

Tableau 1: humidité relative moyenne à Tizi Ouzou
Source : L'ONM de Boukhalfa, Tizi Ouzou

I.3.1.2. Les vents

Les vitesses moyennes maximales sont enregistrées au mois de Mars, juillet, septembre.

Les vitesses moyennes minimales sont enregistrées du mois d'octobre au mois de janvier.

Elles varient entre 0,64m/s et 1,41m/s. c'est un vent considéré comme faible.

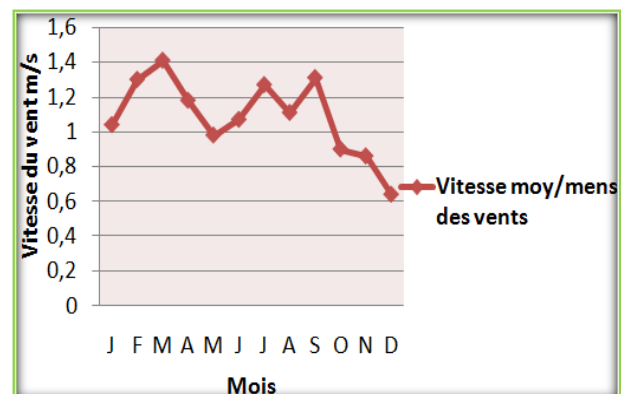


Figure 8: Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou.
Source : L'ONM de Boukhalfa/ Tizi Ouzou

³ ONM: Office nationale de météorologie.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
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

Tableau 2: Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou.
Source : L'ONM de Boukhalfa/ Tizi Ouzou

I.3.1.3. Les températures

D'après le graphe on déduit que :

Les mois les plus froids sont janvier, février, mars, novembre et décembre avec des moyennes minimales de 7,21 en janvier et 7,65 en décembre.

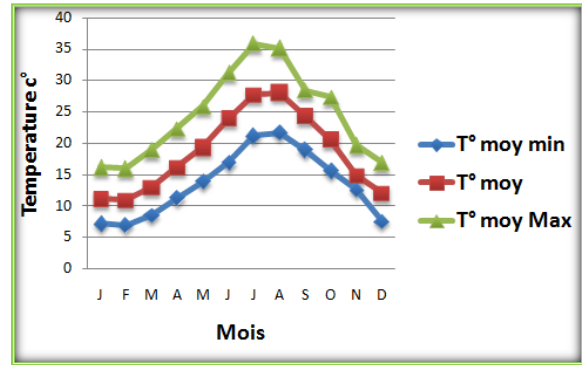


Figure 9: température mensuelle a Tizi Ouzou
Source : L'ONM de Boukhalfa/ Tizi Ouzou

Les mois les plus chauds sont juin, juillet, aout et septembre avec des moyennes maximales de 35,87c° en juillet et 35,15c° en aout.

On a donc deux saisons, la première froide qui va de novembre au mois d'avril. La deuxième chaude qui va de mai jusqu'au mois d'octobre.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Température moy	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	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	16.16	15.97	18.89	22.35	25.92	31.16	35.87	35.15	28.38	27.38	19.71	16.87

Tableau 3: température mensuelle a Tizi Ouzou
Source : L'ONM de Boukhalfa/ Tizi Ouzou

I.3.1.4. Les Précipitations

A Tizi Ouzou, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été.

Le mois le plus sec est celui de Juillet avec seulement 6.5 mm. Et le mois de Novembre qui enregistre le plus haut taux de précipitations Avec une moyenne de 133.2 mm.

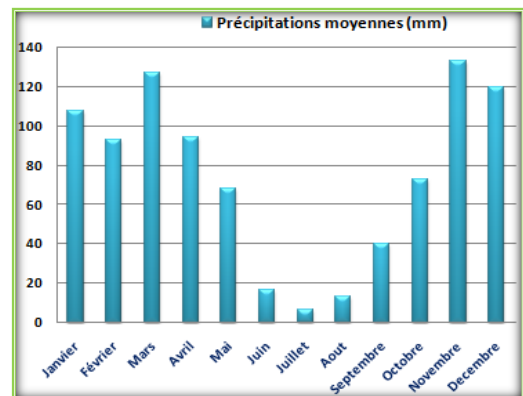


Figure 10: précipitations moyennes mensuelle a TiziOuzou
source : L'ONM de Boukhalfa/ TiziOuzou

L'étude de la pluviométrie mensuelle et annuelle permet de mettre en évidence une période pluvieuse représentée par six mois (Novembre, décembre, janvier, février Mars et avril) et une période sèche qui s'étale de mi-mai à la mi-octobre.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Précipitations moyennes (mm)	107.3	92.7	127.1	93.9	68.2	16.8	6.5	13.2	40	72.5	133.2	119.7

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

I.3.1.5. L'ensoleillement

- Le mois de décembre est le moins ensoleillé avec 143 heures.
- Le mois de juillet est le plus ensoleillé avec 317 heures.
- Un total de 2608 heures ce qui est assez important, une longue durée du rayonnement solaire, directe sur la région.

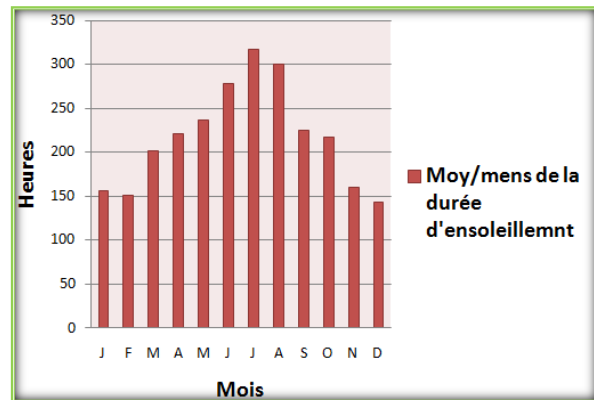


Figure 11: Insolation moyenne mensuelle à Tizi Ouzou.
source : L'ONM de Boukhalfa, TiziOuzou

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Insolation (jours)	156	151	202	221	237	278	317	301	225	217	160	143

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

I.3.2. Le diagramme bioclimatique de Givoni

« Le diagramme bioclimatique est un outil d'aide à la décision globale du projet permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la Climatisation »⁴.

⁴ JEAN-LOUIS IZARD, « le diagramme bioclimatique du bâtiment », Laboratoire ABC, ENSA-Marseille, p2.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température moyenne MAX (°C)	16.5	16.3	18.9	22.4	25.9	31.2	35.9	35.2	31.4	27.4	19.8	17
Humidité relative moyenne MIN (%)	55.5	53.2	50.2	49.6	46.1	37.9	32.9	32.6	39.3	43.8	54.9	56.5
Température moyenne MIN (°C)	7.2	7	8.6	11.2	14	17.5	21.2	21.7	20	15.7	12	7.6
Humidité relative moyenne MAX (%)	95.2	95.4	95.3	95.1	93.2	89.8	85.2	85.5	89.5	92.1	93.4	94.5

Tableau 5: tableau climatologique de la ville de Tizi Ouzou Source: L'ONM

I.3.2.1. Interprétation du diagramme de Givoni

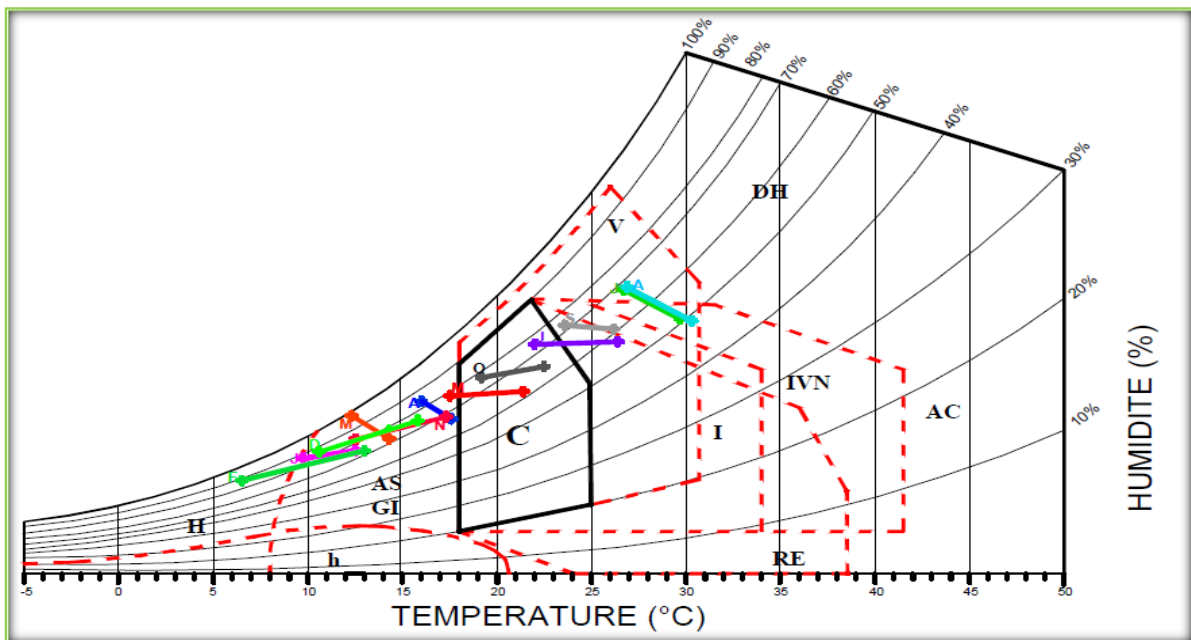


Figure 12 : Diagramme de Givoni de la ville de Tizi Ouzou. Source: Auteurs.

Au mois de février (la nuit) un chauffage actif est nécessaire.

En mois de Février (jour), Janvier, Décembre, Mars, Avril, Novembre le confort est obtenu par un solaire passif, et les gains internes par l'inertie des parois.

En mois de Mai, Juin (nuit), Octobre le confort est obtenu naturellement et ne nécessite aucune intervention particulière. (Zone de confort).

En mois d'avril, juin (jour), juillet et septembre le confort est obtenu par une inertie thermique avec ventilation nocturne.

I.3.2.2. Synthèse

d'après l'application du diagramme de Givoni sur la ville de Tizi ouzou on constat qu'en été une ventilation naturelle est nécessaire et en hiver une inertie suffisante des parois et un solaire passif sont nécessaire, plus d'un système de chauffage actif dans les mois les plus froids.

I.3.3. Le 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.

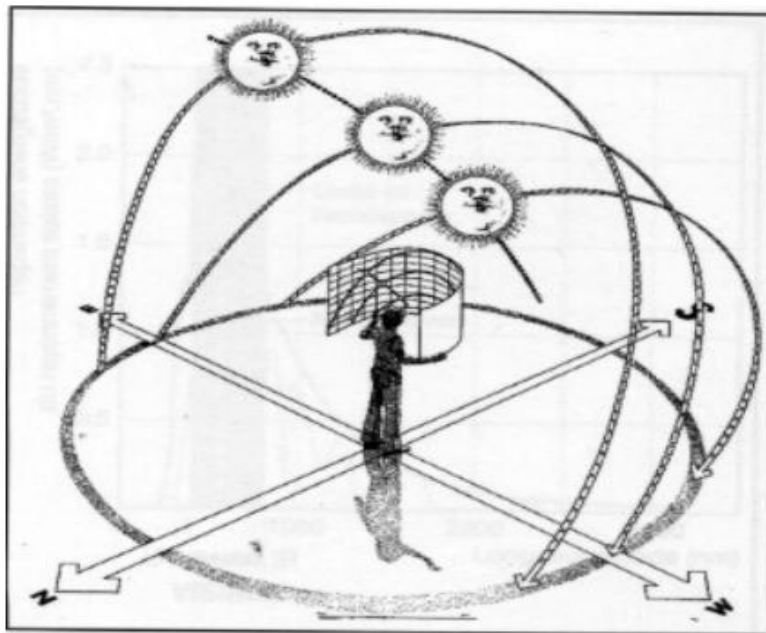
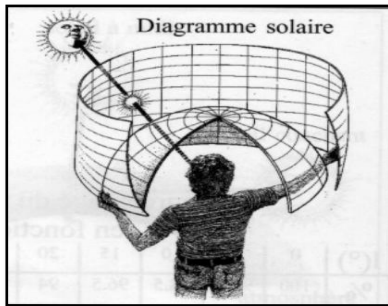


Figure 13: localisations du soleil à divers moments de la journée
 Source :<http://www.energie2.arch.ucl.ac.be/donn%C3%A9es%20climatiques/1.3.3.3.htm>

I.3.3.1. Diagramme de la ville de Tizi Ouzou

La ville de Tizi Ouzou a pour latitude 36° Nord. Le diagramme solaire qui en résulte se lit ainsi:



Le quadrillage du diagramme représente les angles horizontaux et verticaux des points de la voûte céleste.

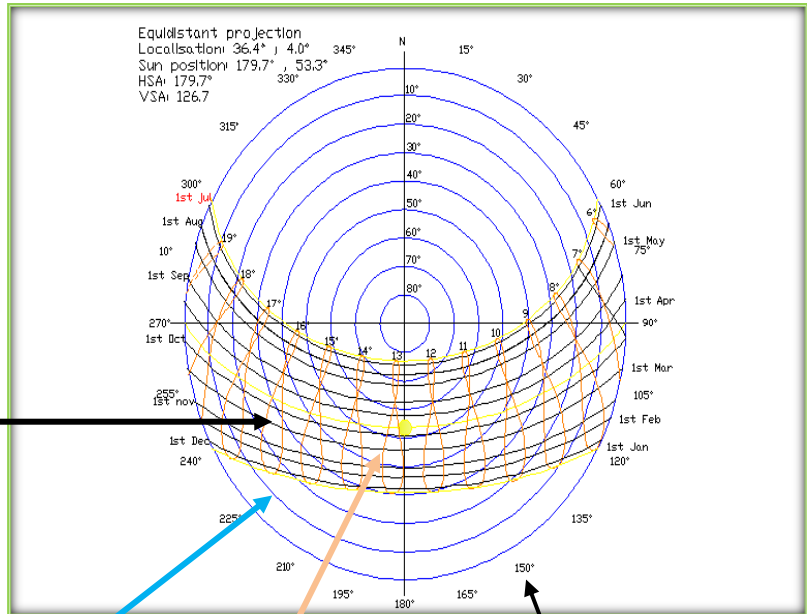
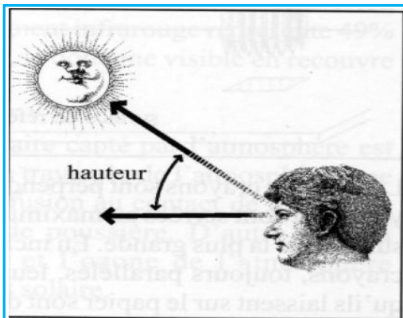
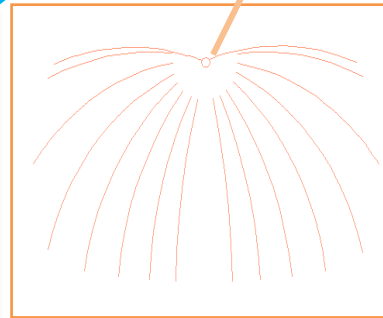


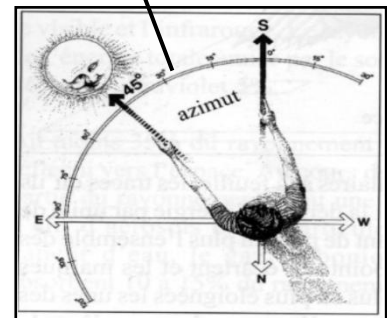
Figure14: Diagramme solaire pour la ville de Tizi Ouzou
Source : Logiciel Ecotect Analysis.



Les cercles concentriques (de couleur bleu) représentent la hauteur du soleil (est l'angle formé par le rayon solaire et le plan horizontal) de 0 à 90 degrés (par pas de 10°).

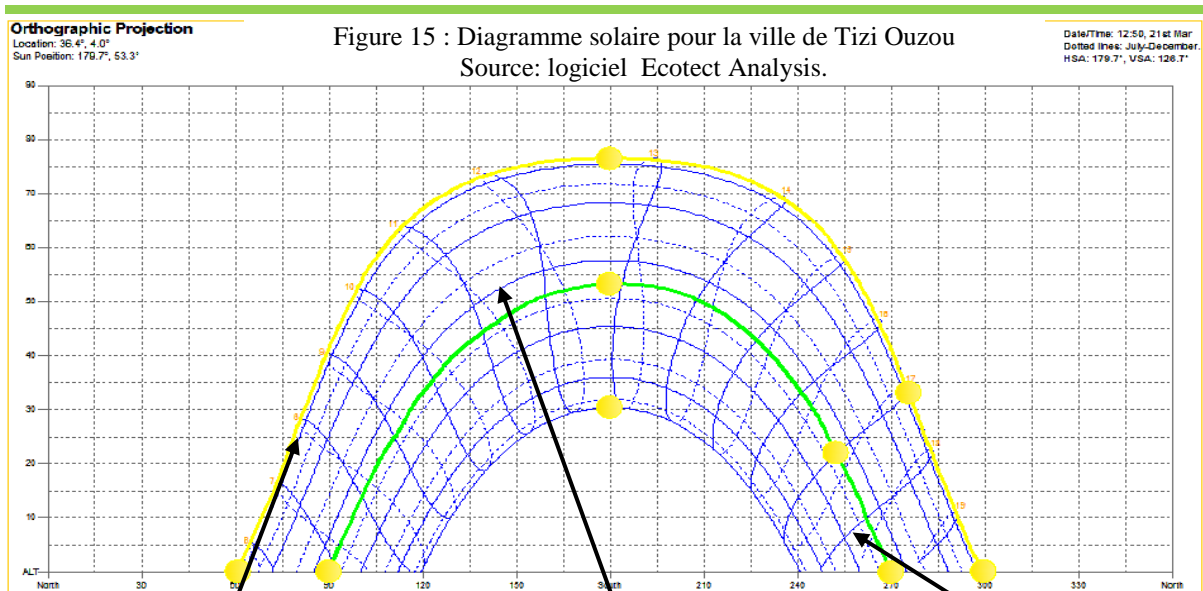


les courbes en orange représentent le lieu des équihoraires..



- L'azimut est reporté sur le cercle périphérique (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).

Selon la date, l'heure et l'orientation, l'exposition solaire est différente le diagramme solaire ci-dessus représente les courses du soleil dans le ciel et montre la position du soleil dans le ciel à tout moment sous une latitude donnée.et se traduit comme suit:



<p><u>Été</u> : Mois, juin, juillet, Aout.</p> <p><u>Exemple</u> : Solstice d'été, le 21 juin, pour le site choisi, le soleil s'est levé vers le nord-est un peu avant 5h. A midi, sa hauteur était maximale (76°), puis elle a décliné progressivement, mais à 17h, elle valait encore 27°. Le soleil s'est couché au nord-ouest, vers 19h.</p>	<p><u>Printemps</u> : Mois, Mars, Avril, Mai.</p> <p><u>Automne</u> : septembre, octobre, novembre.</p> <p><u>Exemple</u> : Equinoxe de printemps, le 21 Mars, le soleil s'est levé vers l'est à 6h. A midi, sa hauteur était maximale (55°), puis elle a décliné progressivement, mais à 17h, elle valait encore 12°. Le soleil s'est couché à l'ouest, vers 18h.</p>	<p><u>Hiver</u> : Mois : Novembre, Décembre, Janvier.</p> <p><u>Exemple</u> : Solstice d'hiver, le 21 Décembre, le soleil s'est levé vers le Sud-est un peu après 7h. A midi, sa hauteur était maximale (31°), puis elle a décliné progressivement, mais à 16h, elle valait encore 8°. Le soleil s'est couché au Sud-ouest, un peu avant 17h.</p>
<p>Le soleil est plus haut dans le ciel en été. ses rayons tombent plus verticalement, chauffent et éclairent davantage. il met plus de temps pour parcourir le ciel, depuis son lever à son coucher et les jours sont longs.</p>	<p>Le soleil est à mi-hauteur dans le ciel au printemps et en automne, 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.</p>	<p>Le soleil est plus bas dans le ciel en hiver. ses rayons tombent plus horizontalement, chauffent et éclairent timidement. il met moins de temps pour parcourir le ciel, depuis son lever à son coucher et les jours sont courts.</p>

Conclusion

Ainsi est connue la hauteur et l’azimut du soleil, les surfaces ensoleillées du bâtiment peuvent être calculées. Ces calculs tiendront compte des effets d’ombrage dus au relief, au cadre bâti, à la végétation ou au bâtiment lui même. On considère généralement que le rayonnement solaire n’est utile que pour une hauteur >10°. L’enselement est en très grand partie responsable de divers effets sur les bâtiments. il peut être considéré en même temps comme :

- source d’énergie gratuite en hiver (qui entre dans le bilan énergétique de chauffage.)
- Source d’énergie, cause d’inconfort thermique en été.

I.3.4. L’environnement naturel de la ville Tizi Ouzou

La ville de Tizi Ouzou est entourée par plusieurs éléments naturels: des montagnes (mont Baloua et le mont Hasnaoua) et des rivières (oued aissi, oued Sebaou, oued Fali...etc.).

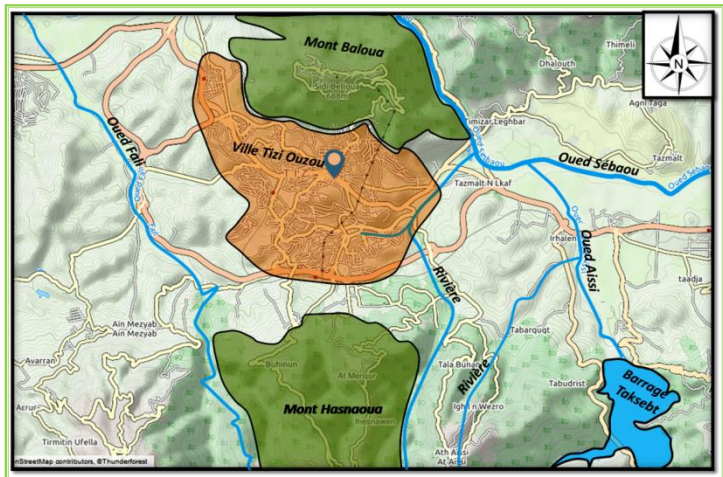


Figure 16: carte du potentiel naturel de la ville de Tizi Ouzou
Source : Google maps, photo traitée par auteurs



Oued Falli



Oued Aissi



Oued sebaou



Barrage Taksebt

Figure 17: carte du potentiel naturel de la ville de Tizi Ouzou
Source : Google maps, photo traitée par auteurs

Constat

L’environnement est toujours en déclin à Tizi-Ouzou ,La faune et la flore sont de plus en plus menacées, Les ordures ménagères, qui offrent un spectacle des plus navrants, sont l'un des facteurs les plus nuisibles à la biodiversité.

I.4. Lecture synchronique

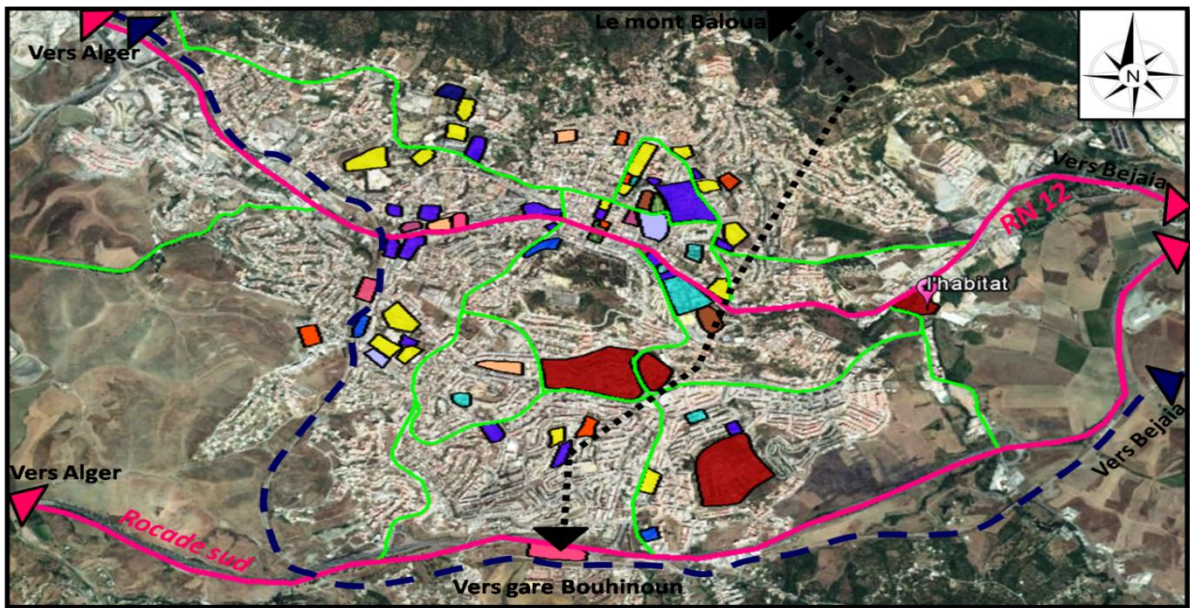


Figure 18 : carte de la structure de la ville de Tizi Ouzou
source : google maps/auteurs

— Voies principales (RN)	universités	eqp culturels	stades
— Voies secondaires (CW)	gare routière	hôpitaux	jardins
••• Télécabine	eqp éducatifs	hôtels	eqp de loisirs
— Chemin de fer	eqp administratifs	mosquées	

I.4.1. Les constats

I.4.1.1. Accessibilité

la ville de Tizi Ouzou est desservie par des réseaux routier et ferroviaire et aussi un télécabine qui sera livré courant 2017 qui devrait relier la gare routière de Bouhinoune au mausolée de Sidi Belloua.



Figure 19: Accessibilité à la ville de Tizi Ouzou
Source: google image

I.4.1.2. Système viaire

La ville de Tizi Ouzou occupe une position de carrefour routier, elle est le lieu de passage

de plusieurs routes nationales (RN 12 RN 15, RN 30, RN 72), et de six chemins de wilaya (CW 128, CW100...).

La multiplicité des voies va faire de la ville de Tizi-Ouzou une toile d'araignée. Toutes les routes convergent vers le centre-ville de Tizi Ouzou, important carrefour économique, commercial et administratif.



Voie principale : RN12



Voie secondaire: Boulevard krim belkacem



Voie tertiaire: avenue frère Berkani

Figure 20: Système viaire de la ville de Tizi Ouzou

Source: google image

I.4.1.3. Les équipements

Toutes ses infrastructures sont des éléments de puissance qui permettent de déterminer la place de la ville d Tizi Ouzou dans la hiérarchie urbaine. Elle joue le rôle de capitale régionale grâce aux services administratifs, universitaires, hospitaliers, commerciaux et culturels importants.

La multiplicité de ces équipements confère à la ville de Tizi Ouzou plusieurs vocations : vocation de commandement, commerciale, politique et aussi le statut d'une ville universitaire.

I.4.2. L'enseignement supérieur à Tizi Ouzou

La ville de Tizi Ouzou est aussi une ville universitaire avec près de 50000 étudiants pour l'année universitaire 2013/2014 dans les 9 facultés. L'université est le plus grand pourvoyeur d'emploi de la wilaya.

L'histoire de l'université régionale de Tizi Ouzou remonte aux années 1974 afin de désengorger l'université d'Alger. En 1977 le président Boumediene a inauguré le Centre Universitaire de Tizi-Ouzou (C.U.T.O.) à l'ex-asile de vieillards de Oued-Aïssi.

Puis En **1978**, le Lycée de Hasnaoua est converti en annexe du campus d'Oued-Aïssi. Plusieurs années après le nombre d'étudiants augmente et pour faire face à cet afflux, des locaux ont été récupérés un peu partout dans la commune de Tizi-Ouzou (salle de cinéma du centre ville, amphithéâtre au sous sol du sanatorium...etc).En **1987-1988**, un troisième campus fut réalisé à **Boukhalfa** (à 6 Km de Tizi-Ouzou) en vue de décentraliser Hasnaoua. En 1989, cet important pôle a été élevé au rang d'Université. Avec des effectifs progressant

I.6.1.2. Accessibilité au site

Notre site d'intervention est accessible depuis la route nationale 12 matérialisée par l'avenue Chabane ahcene) du coté Nord Ouest, depuis la route reliant les deux nœuds (krim Belkacem) et (Chabane Ahcene) du coté Sud Ouest et enfin depuis un passage situé du coté Sud.



Nœud de 2eme ordre de la route Chabane Ahcen



Route nationale RN12



Figure 22: Carte représentant accessibilité immédiate vers l'ex habitat
source: carte Google earth, photos prises et traités par auteurs.



Chemin reliant les Nœuds 1 et 2 Passant par l'institut habitat.



Nœud de 1^{er} ordre de Krim Belkacem

I.6.1.3. Environnement immédiat

La localisation de l'ex habitat dans une zone périurbaine fait que la densité du bâti environnant est relativement faible et parsemé.



Unité des travaux Publics

route nationale 12

Maison individuelle



Figure 23. Carte du site et son environnement immédiat physique.
Source: Carte Google earth traitée et photos prises par auteurs)



Atelier (propriété privé)



Cité



Briquèterie

I.6.2. Environnement naturel immédiat

I.6.2.1. Végétation

Notre site dégage un cadre verdoyant caractérisé par une végétation dense et variée, cela est du à la présence d'un Oued, créant ainsi un microclimat particulièrement humide et par effet d'évapotranspiration rafraichit l'air en été.

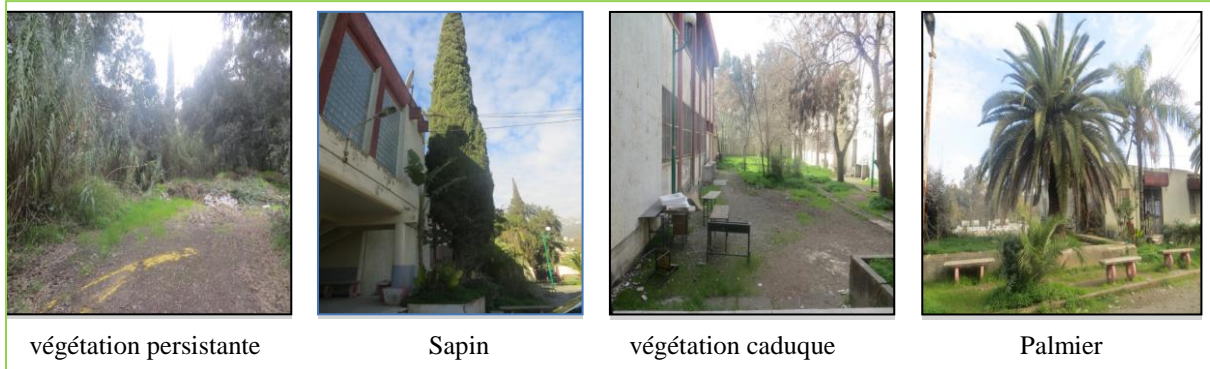


Figure 24: Carte du site et son environnement naturel.
Source: Carte Google earth traitée et photos prises par auteurs)

I.6.2.2. Morphologie du site

La parcelle d'intervention, d'une superficie totale de 15000 m², est de forme irrégulière, caractérisée par une différence de niveaux allant de 1 à 2m, accueille le département d'architecture constitué de deux blocs A et B et un vaste terrain vierge.



Figure 25: Morphologie du site d'intervention.
Source: Carte Google earth traitée et photos prises par auteurs)



Première partie du site



La partie qui sépare les deux niveaux



Deuxième partie du site

Figure 26: Relief du site d'intervention.
Source: Carte Google earth traitée, Photos prises par auteurs (Coupe AA sur la dénivelé).

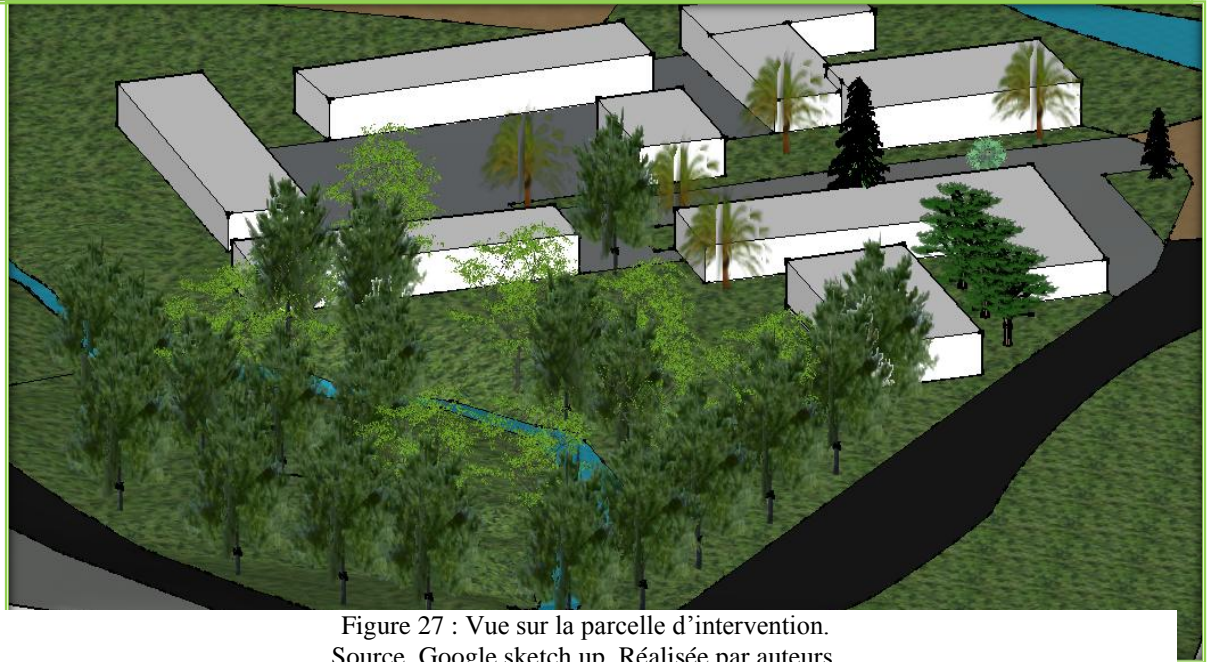
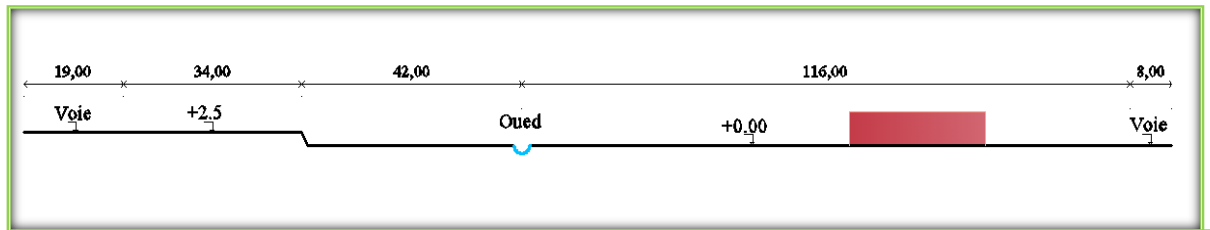
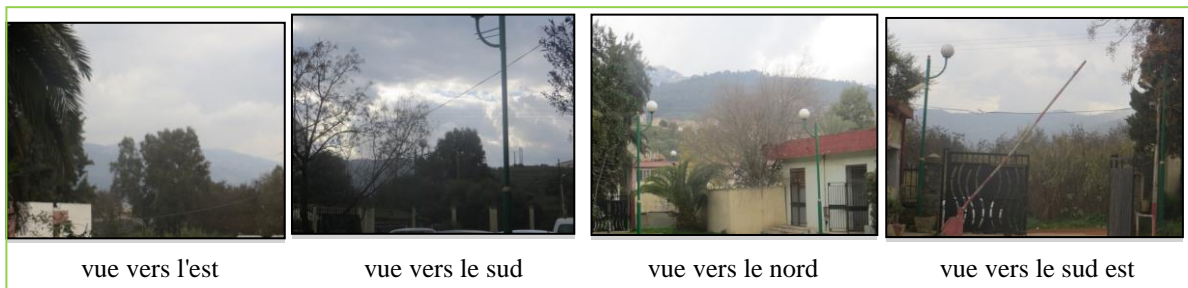


Figure 27 : Vue sur la parcelle d'intervention.
Source. Google sketch up. Réalisée par auteurs.

I.6.2.3. Le confort visuel

A partir de notre site d'intervention on a des vues sur les montagnes qui apparaissent en arrière plan.



I.6.2.4. Les cours d'eau

Un cour d'eau permanent passe au milieu de notre site d'intervention situé du coté nord et nord-ouest, ce dernier n'est pas irrigué ni entretenu du moment qu'il continue à recevoir les eaux usées, ce qui peut être néfaste pour l'environnement.



Figure 28: Carte cadastrale de la zone de l'ex habitat.
Source : plan du cadastre. Photos prises par auteurs.

I.6.3. Etude bioclimatique du site d'intervention

I.6.3.1. Analyse des vents dominants

« D'après le graphe ci-dessus qui représente la vitesse moyenne et direction des vents dominants de la région de Tizi-Ouzou entre 1990 et 2006, Les vents dominants sont originaires de l'ouest avec une vitesse allant de 1,3 m/s à 1.9m/s pour les mois de février, Mars, Mai et décembre ,du sud-ouest avec une vitesse allant de 1.3m/s à 1.8m/s pour les mois de janvier, avril et novembre,et enfin du nord-ouest avec une vitesse allant de 1.4m/s à 2.3m/s pour les mois de juin, Septembre, et octobre.

La vitesse moyenne des vents n'excède pas 2,3 m/s, soit 8 km/s ; en référence à l'échelle de Beaufort (1805) on voit que les vents de la région de Tizi-Ouzou sont de degré deux (air avec une brise légère) »⁵.

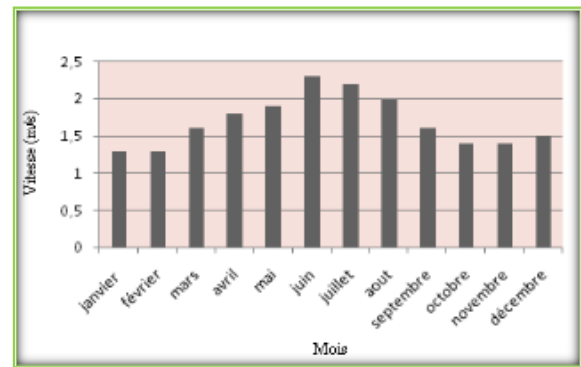


Figure 29: Vitesse moyenne et direction des vents dominants pour la région de Tizi-Ouzou entre 1990 et 2006
Source: Station ONM de Boukhalfa.

MOIS	Vitesse	Direction
Janvier	1,3	SW
Février	1,3	W
Mars	1,6	W
Avril	1,8	SSW
Mai	1,9	W
Juin	2,3	NW
Juillet	2,2	NNE
Aout	2	SSE
Septembre	1,6	WNW
Octobre	1,4	WNW
Novembre	1,4	SSW
Décembre	1,5	W
Moyenne annuelle	1,7	W

Figure 30: Histogramme des vitesses moyennes mensuelles des vents au niveau de Tizi-Ouzou entre 1990 et 2006.
Source. Station ONM de Boukhalfa

⁵ Station météorologique de Boukhalfa.

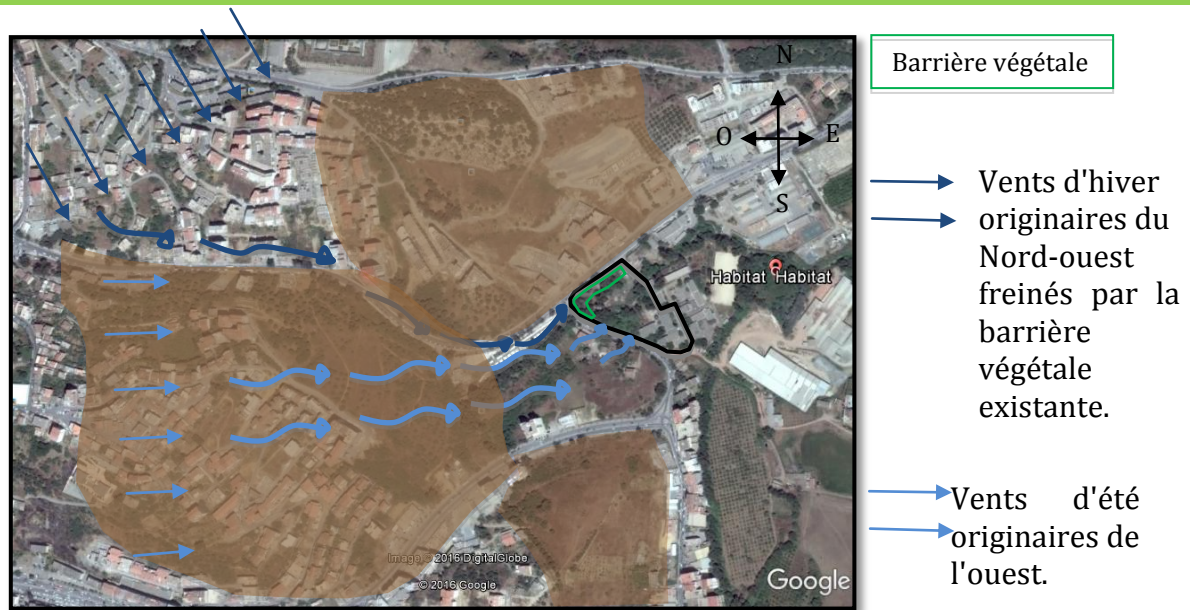


Figure 31: Direction des vents dominants à l'échelle du site d'intervention .
Source. Google earth, traitée par auteurs.

1.6.3.2. Analyse de l'ensoleillement du site d'intervention

L'orientation sud du site, permet une exposition optimale au soleil, compte tenu de l'absence d'obstacle.

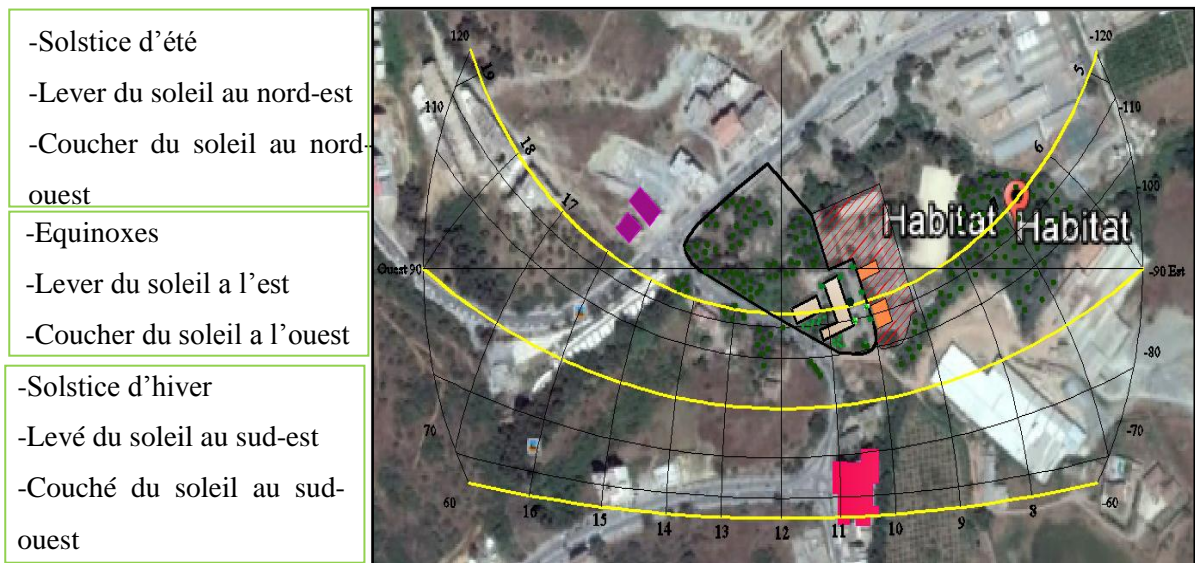
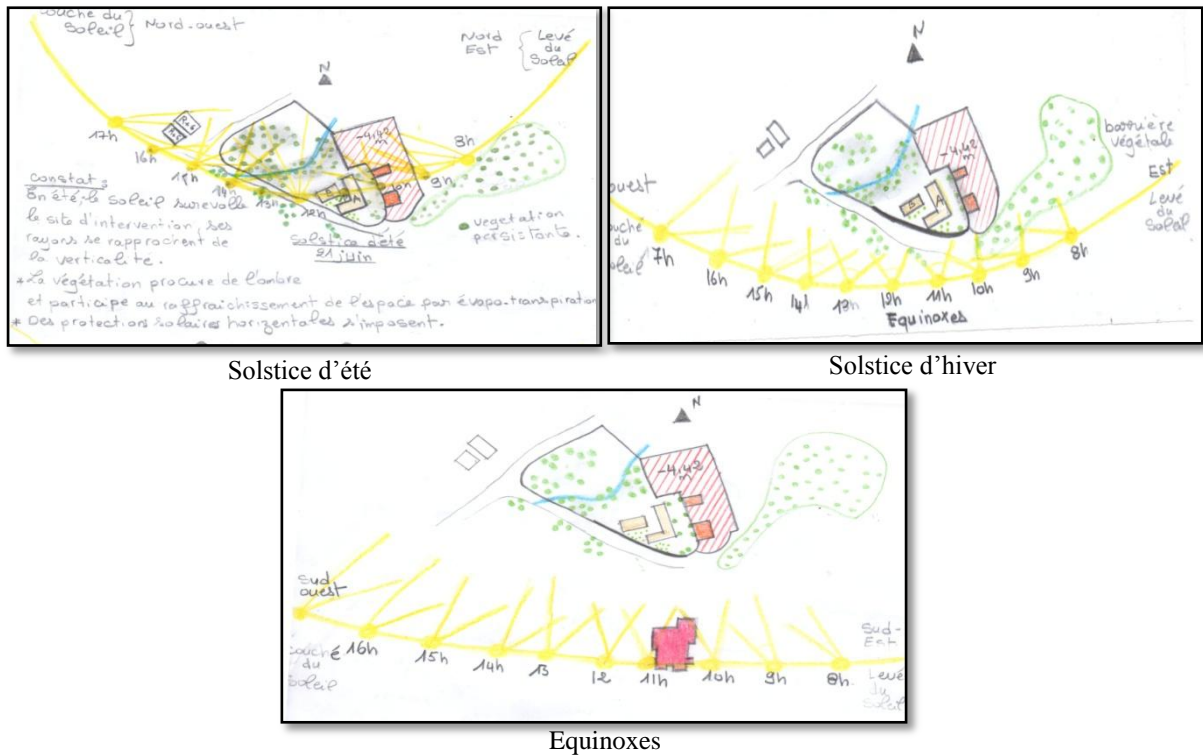


Figure 32: Course du soleil à l'échelle du site d'intervention.
Source: Google Earth, Ecotect Analysis, Traitée par auteurs.

- Habitations R+8
 - Habitations R+6
 - Bloc A et B du département D'architecture.
- Arbres Caduques.
 - Arbres persistants.
 - Cité habitat (Niveau -4.42m)
- Administration et Amphithéâtre du département d'architecture.



En se basant sur le diagramme de la ville de Tizi ouzou nous avons pu élaborer des coupes passant par les différents éléments qui composent l'environnement immédiat qu'ils soient naturels ou artificiels et qui sont susceptibles de freiner l'apport solaire recherché surtout en hiver.

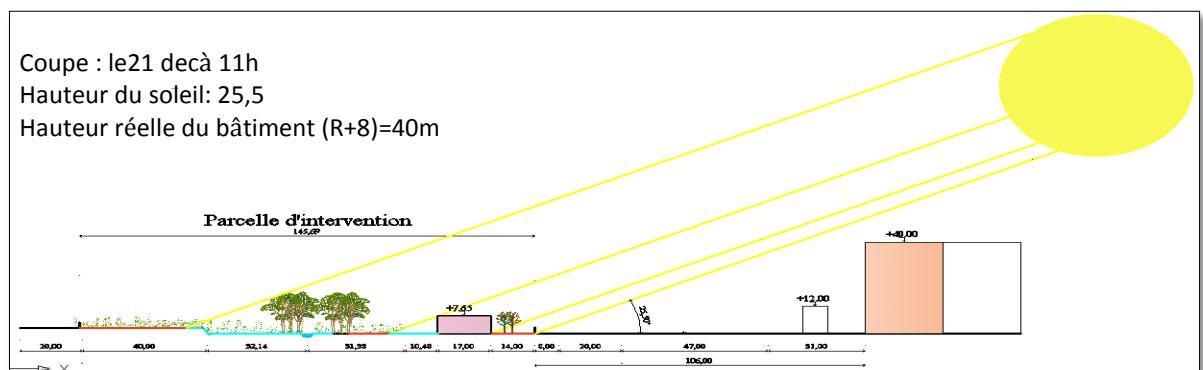


Figure 33: Coupe : le 21 dec à 11h
Source: Auteurs.

Pour que la parcelle soit ensoleillée à 11h, la hauteur du bâtiment ne doit pas dépasser 41m
 $Tg(25,5) = \text{Hauteur du bâtiment (H.b)}/d = 106m$

$$H.b = 41m / 40m < 41m$$

Constat

la bâtiment ne fait pas écran aux apports solaires à cet heure de la journée.

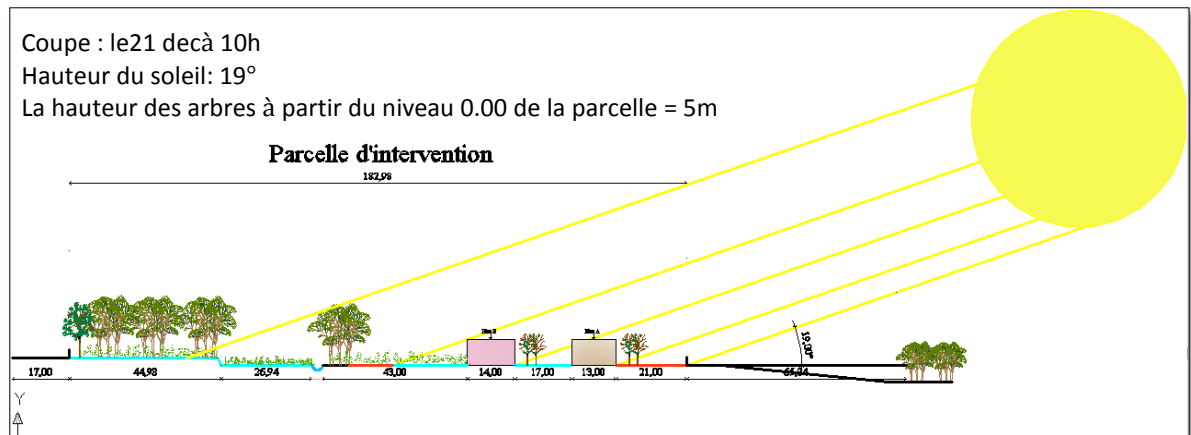


Figure 34: coupe le21 dec à 10h
Source: Auteurs.

Pour que la parcelle soit ensoleillée a 10h, la hauteur de l'arbre ne doit pas dépasser 41m

$$Tg(19) = \text{Hauteur de l'arbre (H.A)} / d = 59m$$

$$H.A = 9m / 5m < 9m$$

Constat

la végétation ne fait pas écran aux apports solaires à cette heure de la journée.

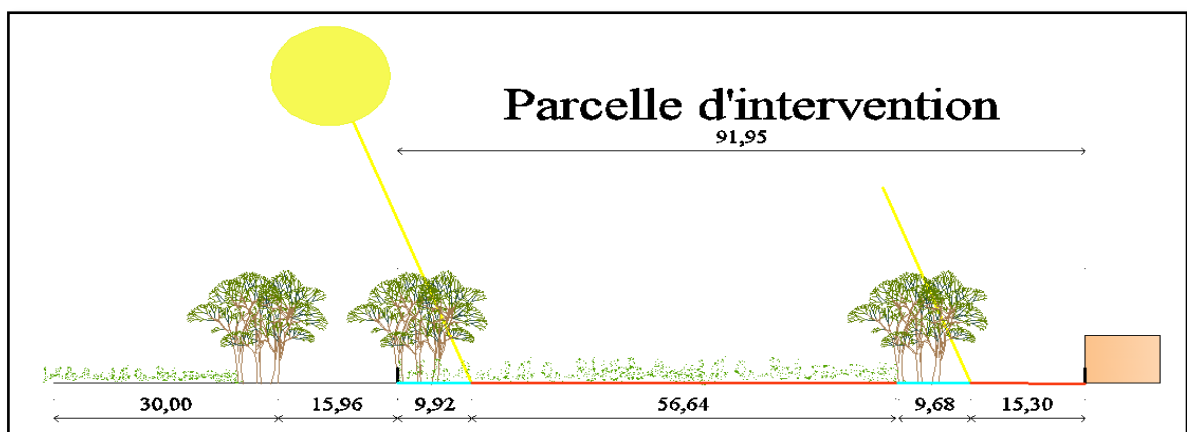


Figure 35: coupe le21 juin à 14h
Source: Auteurs.

constat

La barrière végétale qui se situe du coté sud-ouest 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.

Conclusion

Le site est exposé au soleil et au même temps protégé par sa dense végétation.

I.6.4 . Analyse de la structure existante

1.6.4.1. Analyse fonctionnelle

- A Bloc A
- B Bloc B
- Espace vert
- Espace de circulation



Figure 36: Analyse fonctionnelle du site d'intervention
Google Earth , Traitée par auteurs.

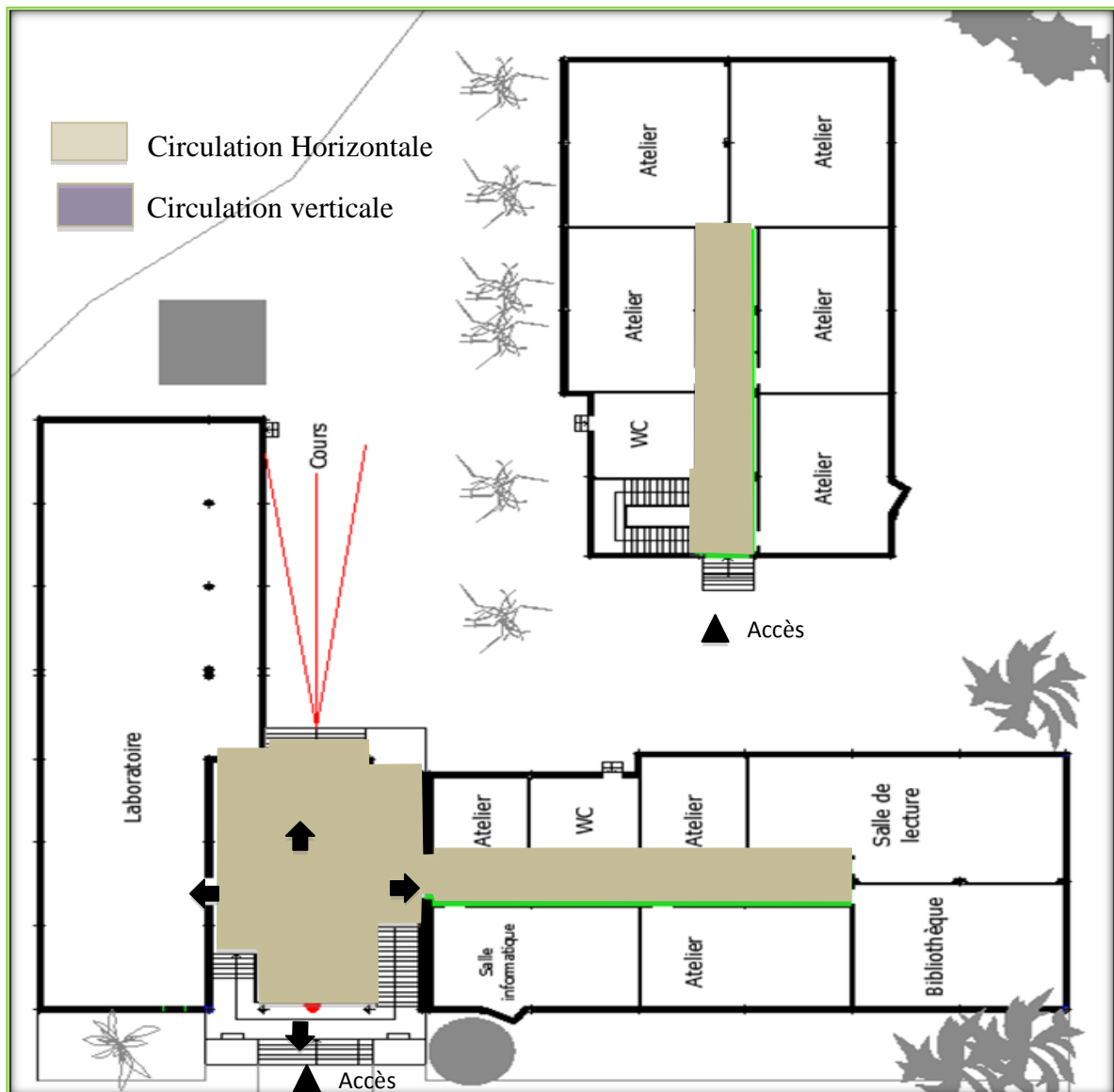


Figure 37 : Plan RDC du Bloc A et B
Source : Auteurs

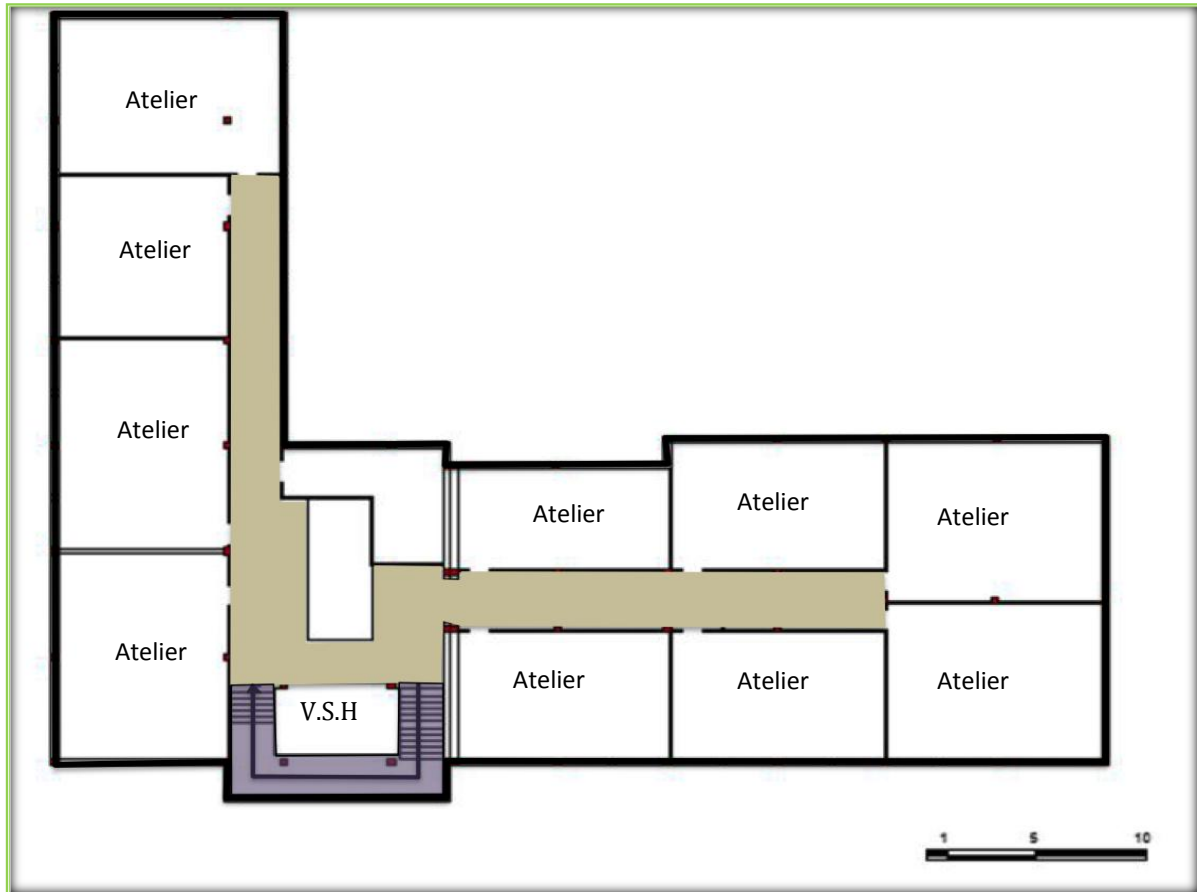


Figure 38: Plan de l'étage
Source : Auteurs

Constat

Bloc A

- Le hall dessert les deux ails du bloc et lieu de rencontre et d'échange entre étudiants.
- La bibliothèque, la salle de lecture, la salle d'informatique, sont de petites salles, qui ne répondent pas aux besoins des étudiants en terme d'espace.
- le bloc contient au total 13 ateliers.

Bloc B

- le bloc B est détaché du bloc A.
- Il contient au total 10 ateliers, avec ceux du blocs A 23.



Figure 39: Hall du bloc A
Source : Auteurs



Figure 40: Entrée du bloc A
Source : Auteurs

Constat

Nous avons constaté la dégradation du département d'architecture nous citons :

- dégradation de la façade causée par un taux élevé d'humidité.
- dégradation des revêtements des murs intérieurs, décollement d'enduits sur les murs et plafonds.

I.6.4.2. Analyse de la structure

- La structure est réalisée en béton armé avec un système poteau-poutre de (30x30) cm².
- deux joints de dilatation sont mis en œuvre à 30m et a 15,5m de part et d'autre du bloc A.

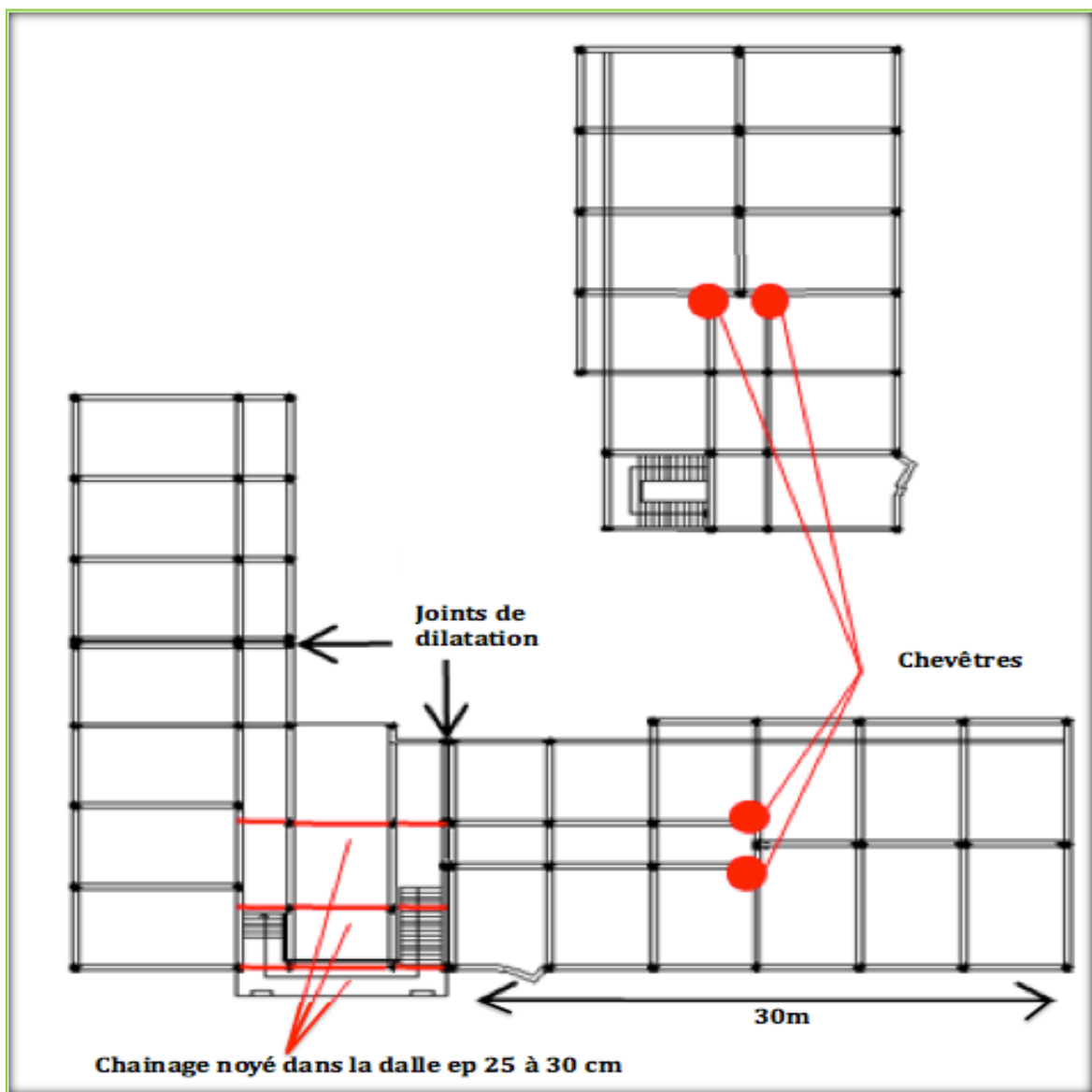


Figure 41: Structure des blocs A et B
Source: photo traité par auteurs.

I.6.4.3. Analyse des Façades

Analyse de la façade principale

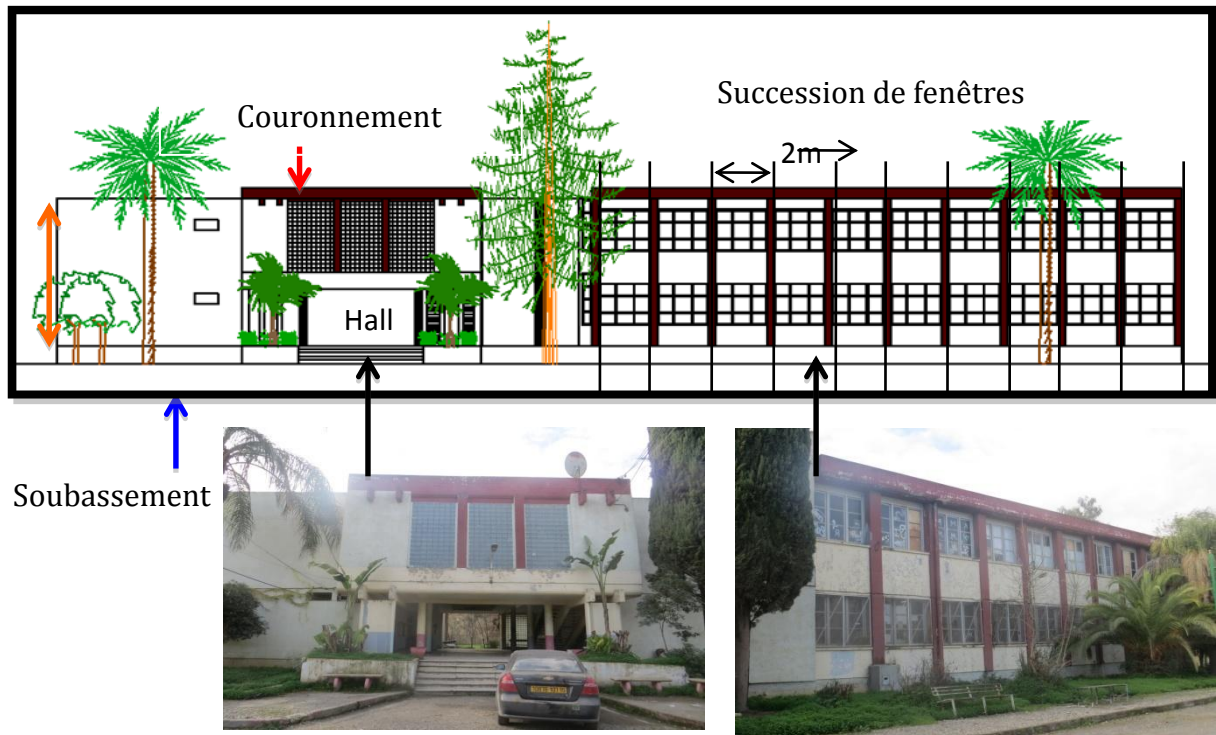


Figure 42: Façade principale du bloc A
Source : Photos prises par auteurs.

Constat

La façade exprime une horizontalité marquée non seulement par un soubassement et couronnement mais également par la succession des fenêtres (2x2) m.

Les arbres contribuent à la structuration de la façade principale (marque le seuil d'entrée).

I.6.4.4. Analyse du confort des blocs A et B

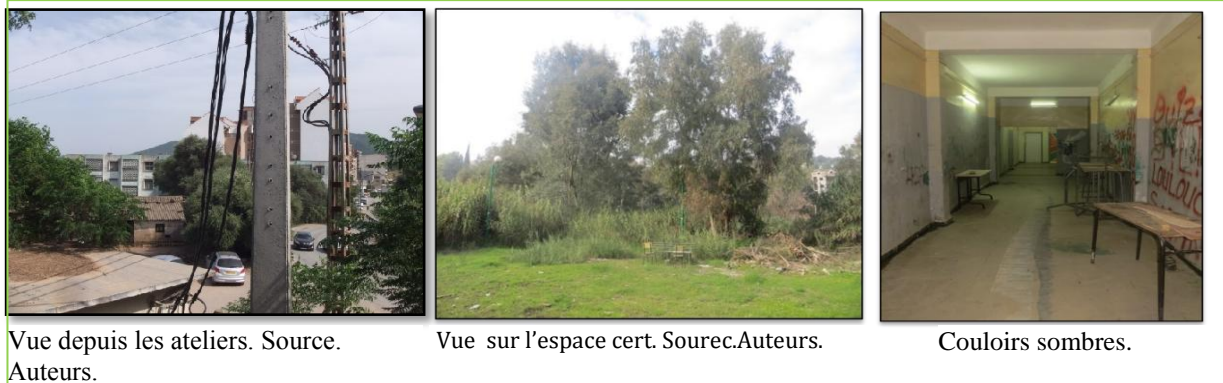
Confort visuel

-A partir du bloc A on constate la présence de poteaux électriques ainsi que des habitations collectives en R+8 qui causent une gêne visuelle du côté sud.

-les ateliers exposés au sud sont soumis à un éblouissement, les dispositifs architecturaux n'ont pas été réfléchis afin d'atténuer ce phénomène.

-Les salles ouvertes sur l'extérieur reçoivent un éclairage naturel, notamment par la présence de grandes baies vitrées, mais les couloirs sont sombres.

-Le bloc B bénéficie d'une vue dégagée sur un espace vert contenant arbres et arbustes. --
Dégradation des façades et des revêtements intérieurs.



Vue depuis les ateliers. Source: Auteurs.

Vue sur l'espace cert. Sourec.Auteurs.

Couloirs sombres.

Le confort thermique

Figure 43: Vue depuis les ateliers. Source: Auteurs.

Entant qu'usagers nous avons ressenti un certain inconfort thermique qui est du au système constructif et ouvertures mais également au micro climat du site.

-les façades exposés au sud (des deux blocs A et B) reçoivent l'ensoleillement qui réchauffe l'espace, à l'inverse des espaces exposés au nord qui sont froids.

-les murs extérieurs ne sont pas isolés, cela engendre des déperditions thermiques considérables.

-Les fenêtres en simple vitrage, les cadres en bois ; les joints sont dégradés, les déperditions thermiques à ce niveau sont importantes.



Joints dégradés de l'institut d'architecture.

Façade Sud

Façade Nord.

Figure 44: Evaluation du confort thermique des blocs A et B Source: Auteurs.

Le confort acoustique

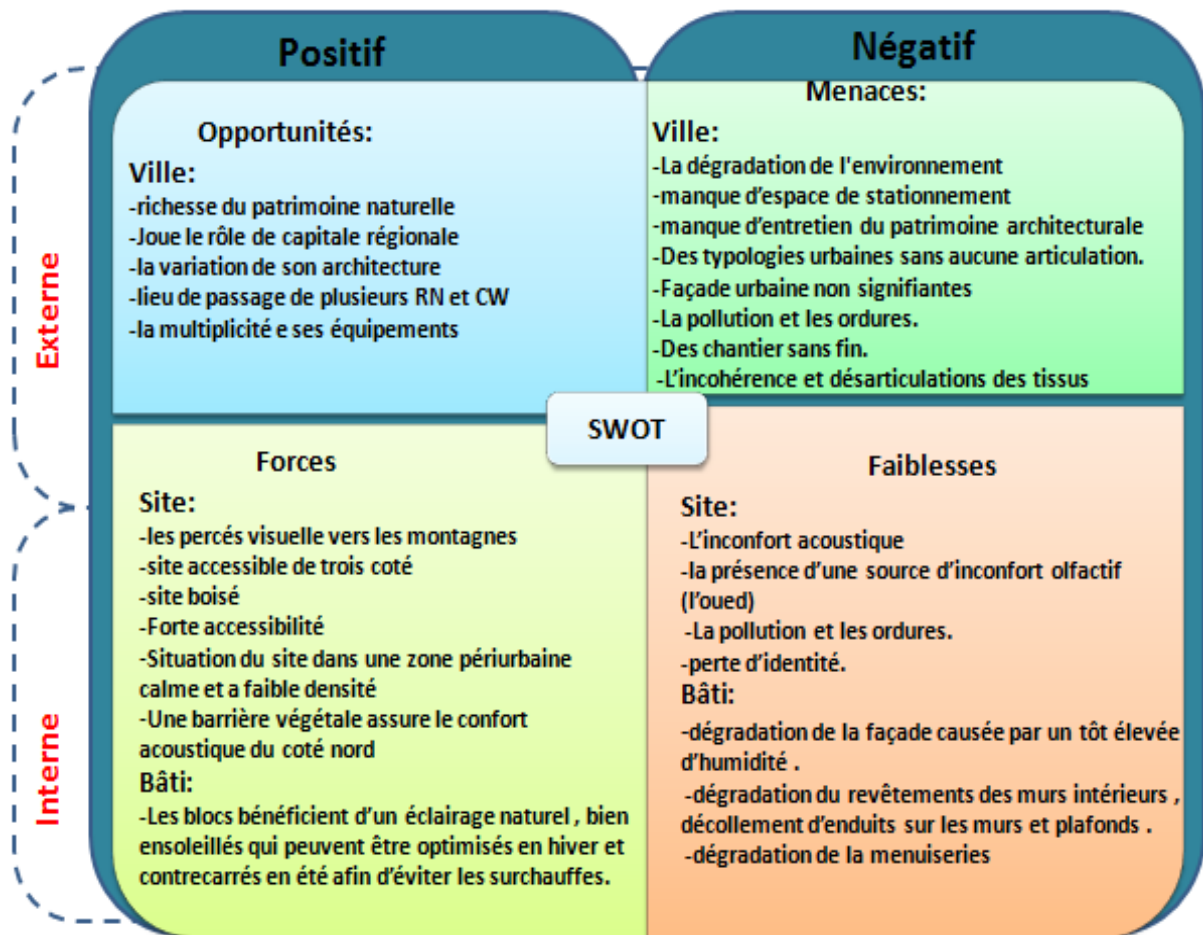
Les blocs sont exposés à des nuisances sonores importantes, provenant :

-La voie qui longe le terrain du côté sud-ouest provoquées par les véhicules et accentuées par la présence du parking.

-les parkings ainsi que les bus universitaires augmentent les nuisances lors de leur stationnement et provoquent des embouteillages.

-le côté nord est calme, cela est du a l'existence d'une barrière végétale dense qui entoure le site.

Conclusion (SWOT)



Chapitre II : Thématique du projet

Introduction

L'école est une construction affective qui joue un rôle important dans la vie; la persévérance et la réussite scolaire constituent des enjeux prioritaires. Il est nécessaire de réfléchir à l'influence de l'architecture sur les missions de l'école dans le but de favoriser la réussite de tous les élèves.

L'intérêt pour l'architecture scolaire ne s'est éveillé que progressivement. L'importance des recherches aujourd'hui, montre que les écoles négligées engendrent des comportements déviants et des résultats scolaires médiocres. Ce sont surtout les chercheurs américains (Cash 1993, Hines 1996)¹, qui ont étudié l'incidence de l'architecture sur le travail et le comportement des élèves. Ils ont mis en lumière les relations entre la qualité de la construction et l'entretien des collèges et les notes obtenues par les élèves lors des tests de connaissances (Comprehensive Test of Basic Skills). Comptent, outre l'aspect et l'entretien des bâtiments, d'autres variables plus intimes comme la propreté des classes, leur équipement, leur température, leur éclairage, leur couleur, leur acoustique.

II.1. Définition de l'école

Une école est un Établissement où l'on donne un enseignement collectif général². C'est le bâtiment public que l'on rencontre le plus fréquemment. La vie de l'école marque et rythme la journée et la vie du citoyen. Chacun porte en lui une vision de l'école, il est marqué consciemment ou inconsciemment par l'architecture scolaire³.

II.2. Histoire des écoles



Charlemagne crée l'école du palais. On y enseigne les textes sacrés, le calcul, et l'astronomie.



Jules Ferry rend l'enseignement gratuit, obligatoire et indépendant de l'église.

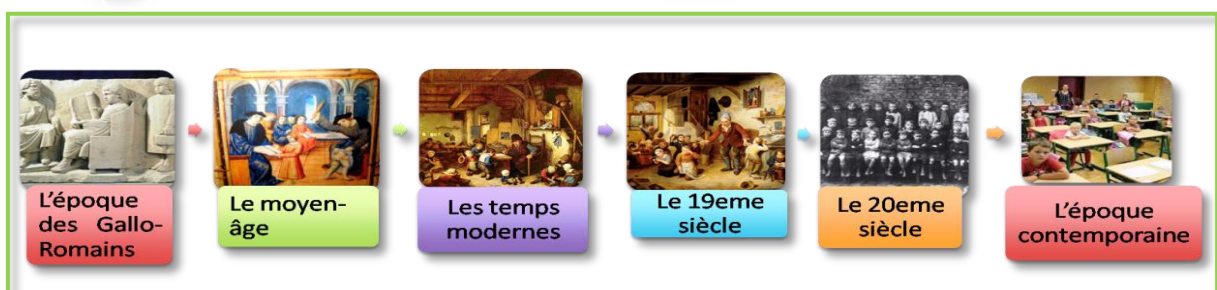


Figure 45: Evolution des écoles à travers le temps.
Source : <http://www.maxicours.com/se/fiche/0/4/139540.html/cp>.

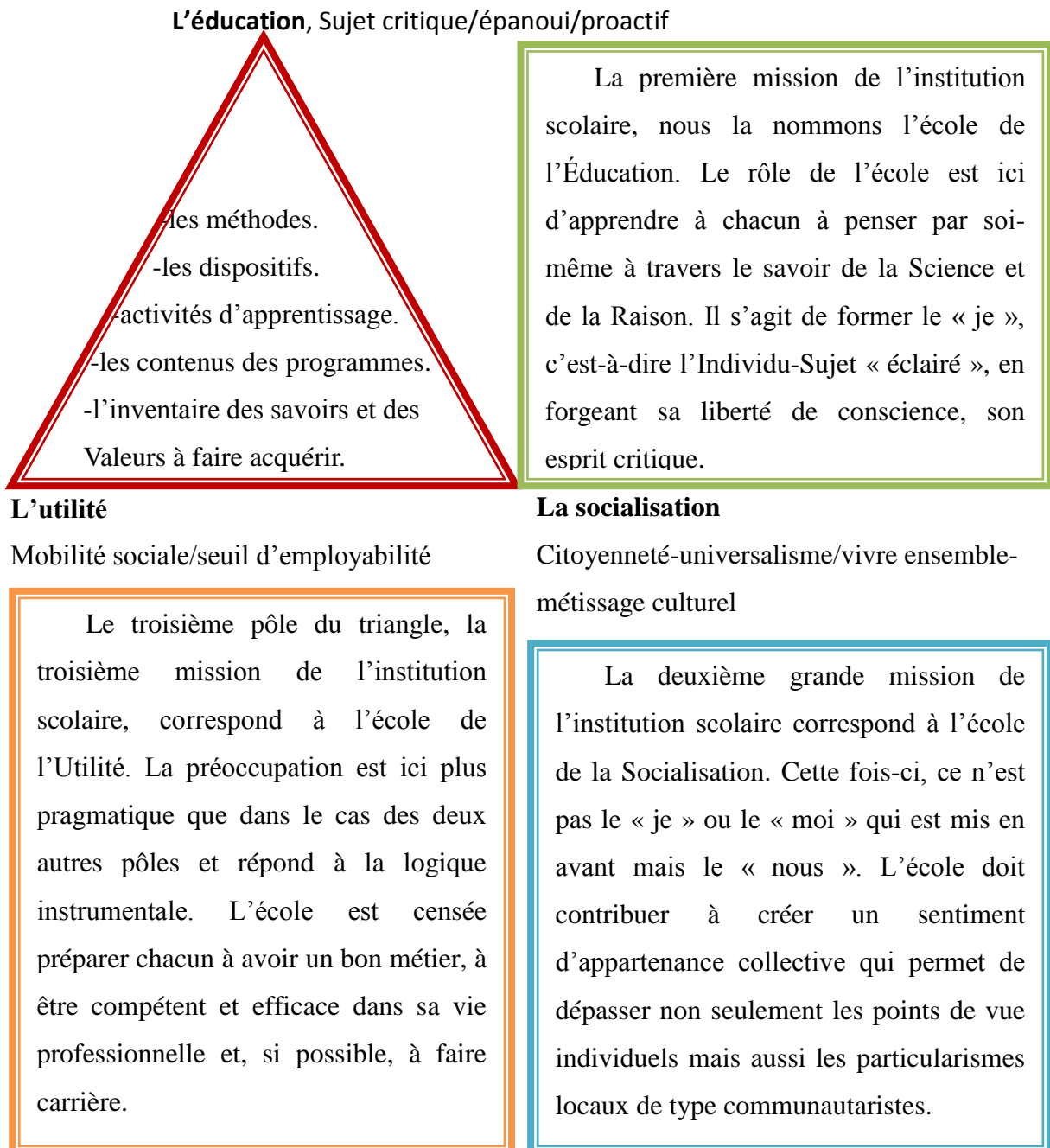
¹ Forster, Simon, "Architecture scolaire", Exposé, p11.

² Dictionnaire de Français Larousse

³ Legay, Yves, "Une approche historique de la construction scolaire en France depuis le 19ème siècle", Intervention 29 novembre 2006.

II.3. Le rôle des écoles

Dans ce bref passage, nous nous contenterons de présenter le cœur de l'imaginaire fondateur de l'institution scolaire, le contenu des trois grands rôles de l'institution scolaire situés, dans notre schéma, aux trois sommets (ou pôles) d'un triangle qui représente l'institution scolaire⁴.



II.4. Les différentes typologies des établissements scolaires

⁴ Le Grain, atelier de pédagogie sociale. <https://www.legrainasbl.org/index.php?option=com>.

La maternelle

Avant l'âge de l'instruction obligatoire, la plupart des pays occidentaux scolarisent néanmoins une partie des enfants dans des établissements préscolaires. L'école maternelle accueille les enfants de 3 à 6 ans.



Figure 46 : Classe maternelle.
Source: google image

L'école élémentaire (primaire)

L'instruction obligatoire commence généralement avec l'entrée à l'école élémentaire vers l'âge de 6 ans. C'est durant cette période que s'acquièrent les bases de l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et des mathématiques.



Figure 47: Ecole à Liège (Belgique)
Source :http://actualite.lameuse.be/_liege/ecole-college.html

L'école secondaire

L'enseignement secondaire couvre les degrés scolaires qui se situent entre la fin de l'école primaire et l'université.



Figure 18: École secondaire au Québec
Source : google image

Les enseignements supérieurs

L'enseignement supérieur regroupe toute les formations postérieures au baccalauréat .il existe deux systèmes coexistant⁵ :

- Un système ouvert au sein des universités : c'est le système qui accueille le plus d'étudiants.
- Un sélectif à capacité d'accueil contrôlée. C'est le système dans les écoles telles que :
 - Les instituts universitaires de technologies (IUT).
 - Les instituts universitaires professionnalisés (IUP).
 - Les écoles d'art.
 - L'école nationale d'administration.
 - Les écoles nationales supérieures.
 - Les écoles d'architecture.



Figure 49: école nationale supérieur de commerce
Source: <http://www.alger-city.com>

⁵ Ministère des Affaires étrangères, " l'enseignement supérieur en France", PDF, p1, 2006.

L'école d'architecture

Une école d'architecture est un établissement d'enseignement supérieur. Son objectif est de donner aux étudiants un enseignement adapté et de les former à exercer des pratiques professionnelles diversifiées et prêts à remplir de nouvelles missions pour répondre aux complexités sociologiques, économiques et écologiques du monde qui les entoure.



Figure 50 : Ecole d'architecture Marne la vallée.

Source : <http://www.marnelavallee.archi.fr/page.php?id=1>

L'école d'art

Une école d'art est une institution d'enseignement avec une attention particulière sur les arts visuels, en particulier l'illustration, la peinture, la photographie, la sculpture et le graphisme.



Figure 51 : Ecole d'art à Singapour

Source : <http://moicontreux.over-blog.com/article-17353617.html>

II.5. Analyse des exemples

II.5.1. L'école nationale supérieure d'architecture de Nantes ENSA

II.5.1.1. Présentation de l'école

« L'école nationale supérieure d'architecture de Nantes (ensa Nantes) est un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche »⁶. Le projet émerge d'un lieu imprégné de son passé industriel et de sa relation à la Loire et s'affiche comme un outil architectural ouvert sur la ville, visible et disponible. « Il sera un lieu d'échanges, de débats, d'évènements et d'exposition pour Nantes et sa région sur les questions de l'architecture, l'art, l'urbanisme, l'aménagement »⁷.



Figure 52 : école d'architecture, Nantes

Source : <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55>

II.5.1.2. Fiche technique du projet

- Type de projet : Equipements
- Livré : février 2009
- Surface : 13 900 m² SHON
- Maitrise d'ouvrage : Etat - Ministère de la Culture

⁶ Nantes ensa., L'école, la ville > 20 ensa dont l'ensa nantes., <http://www.nantes.archi.fr/fr/20-ensa-dont-lensa-nantes>.

⁷ Nantes - Ecole d'Architecture., http://www.explorations-architecturales.com/data/new/fiche_109.htm.

-**Architecte / Maitre d'œuvre** : Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal

-**Adresse** : 6 quai François Mitterrand

-**Programme** : école d'architecture pour 1 000 étudiants

II.5.1.3. Situation de l'école

La nouvelle école d'architecture de Nantes est située sur l'île de Nantes en front de Loire, dans le quartier de la création, quartier en restructuration urbaine et largement dédié aux activités d'avenir. Entre le Palais de Justice et le pont Haudaudine.



Figure 53: île de Loire
Source : google image



Figure 54 : situation de l'ENSA
Source : google earth/ auteurs

II.5.1.4. les limites



Immeubles de standing



Quai François-Mitterrand et le fleuve de Loire



Rond point



Figure 55: les limites de L'ENSA / Source : google image

II.5.1.5. Accessibilité au projet

- L'accès principale est marqué par un vide de plain-pied avec la rue crée une relation directe entre l'école et le tissu urbain.

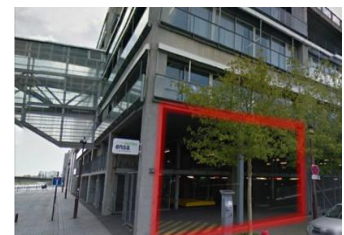


Figure 56: l'accès principal de L'ENSA/ Source : Google earth

- L'accès vers le bloc secondaire se fait à partir de la rue Noue-Bras-de-Fer

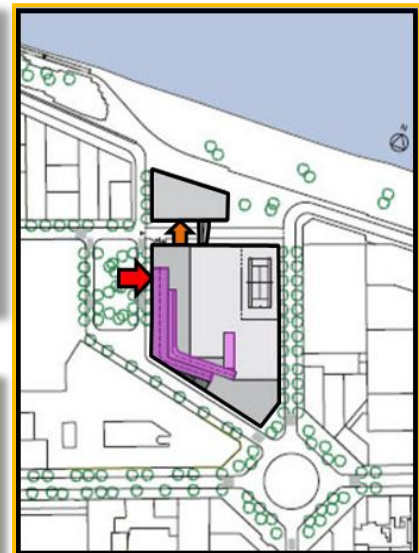





Figure 57 : l'accès secondaire à l'ENSA
Source : Google earth

- La rampe extérieure constitue un large accès piéton vers les niveaux supérieurs et permet l'accès des vélos.



Figure 58 : la rampe de l'ENSA
Source : <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55#>



-  Accès vers le bloc principal
-  Accès piéton vers le bloc secondaire
-  Accès vers les étages supérieurs (rampe)

II.5.1.6. Analyse spatiale

Plan de R.D.C : « Le rez-de-chaussée est conçu comme une extension de l'espace urbain »⁸, à vocation très publique et s'apparente à un espace sous pilotis. Il reçoit les amphithéâtres, la cafétéria, la grande halle de montage et les ateliers annexes, des bureaux associatifs et salons étudiants et enseignants. L'espace d'exposition, vitrine sur la ville, est situé dans le bâtiment Loire adjacent au volume principal.

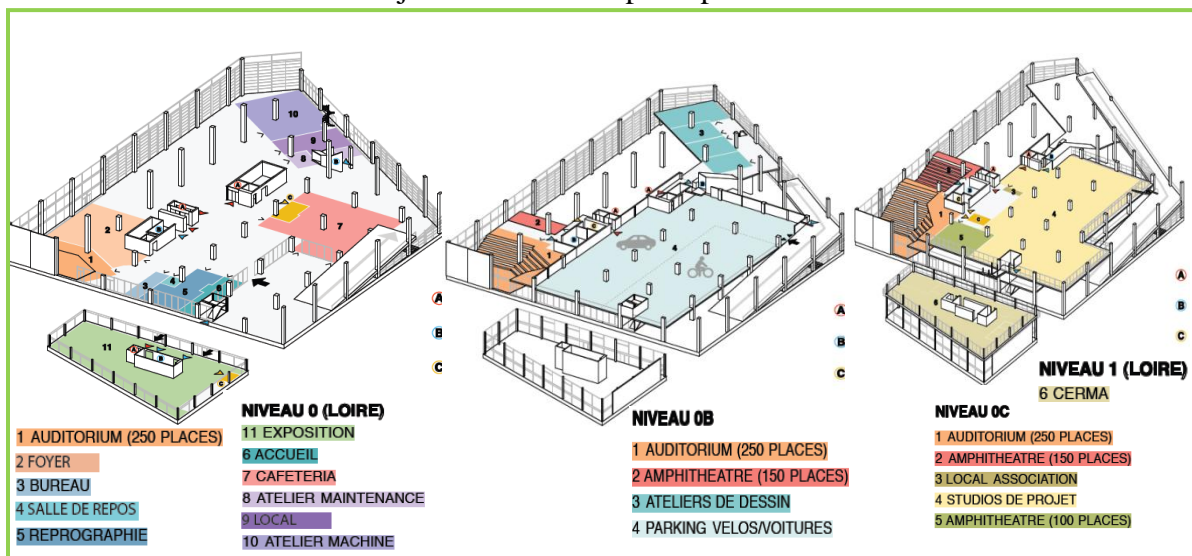


Figure 59 : Plan du RDC

source: Nantes ensa., L'école, la ville > 20 ensa dont l'ensa nantes., <http://www.nantes.archi.fr/fr/20-ensa-dont-ensa-nantes>.

⁸ Nantes - Ecole d'Architecture., http://www.explorations-architecturales.com/data/new/fiche_109.htm.

Plan de 1^{er} étage

Il abrite la documentation, le pôle multimédia, les salles de cours, des studios de projet, la vie scolaire. Les centres de recherche, l'administration et une grande salle sont accessibles par une passerelle, dans le bâtiment Loire.

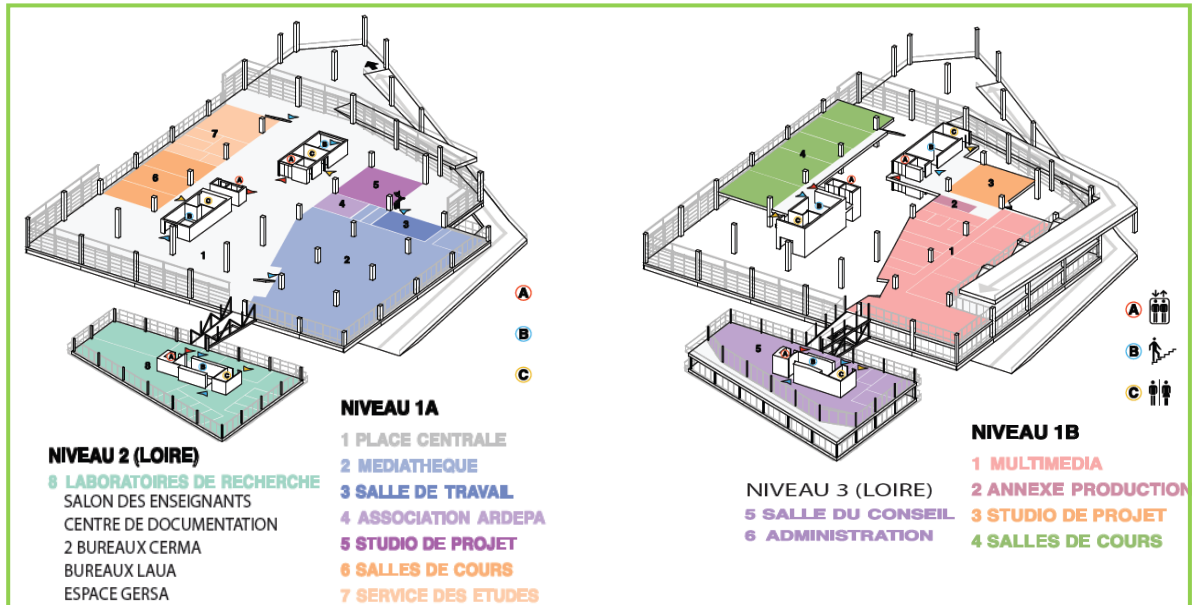


Figure 60 : Plan du 1er étage
 source: Nantes ensa., L'école, la ville > 20 ensa dont l'ensa nantes., <http://www.nantes.archi.fr/fr/20-ensa-dont-lensa-nantes>.

Plan de 2eme étage

Est plus privé. Les studios de projet y sont associés à des espaces tampons double hauteur et se prolongent vers des terrasses extérieures.

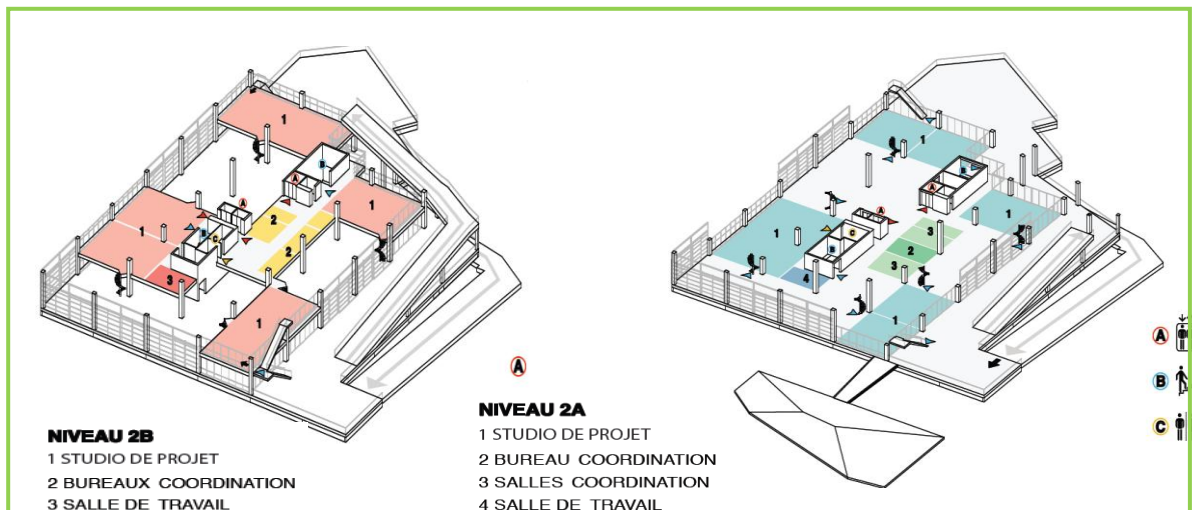


Figure 61: Plan du 2me étage
 source: Nantes ensa., L'école, la ville > 20 ensa dont l'ensa nantes., <http://www.nantes.archi.fr/fr/20-ensa-dont-lensa-nantes>.

Plan de toiture

Ce niveau ouvre sur la ville une terrasse panoramique qui permet d'accueillir des activités expérimentales de l'école.

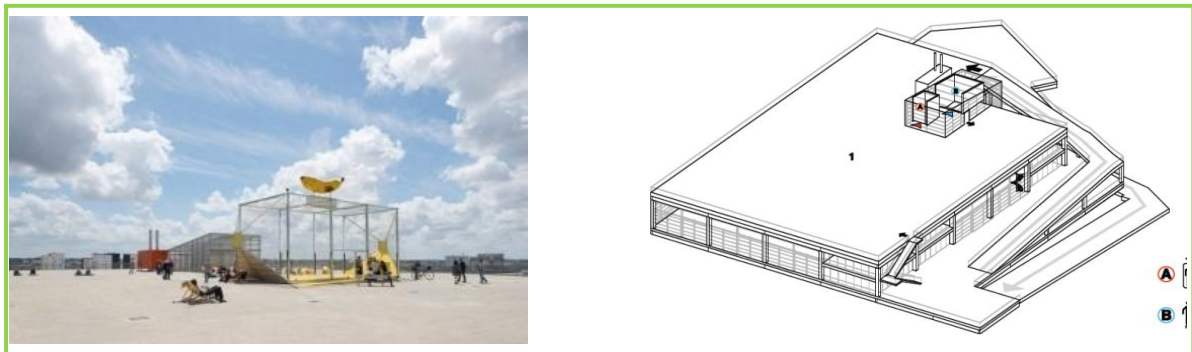


Figure 62 : Plan de toiture

Source: Nantes ensa., L'école, la ville > 20 ensa dont l'ensa nantes., <http://www.nantes.archi.fr/fr/20-ensa-dont-ensa-nantes>.

Les Espaces intérieurs



Figure 63 : Espaces intérieurs

Source : <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55>

II.5.1.7. L'aspect technique

- **La structure primaire:** réalisée en béton armé suivant une trame de poteaux de 10,66m x 10,71m. Trois planchers de référence à 9m 16m et 22m sont constitués de dalles alvéolaires précontraintes en béton. L'ensemble des poutres, poteaux et dalles en béton est préfabriqué, dans un souci de propreté, d'efficacité, de rapidité de montage et de nuisance minimale du chantier.

-Des poteaux creux préfabriqué sont choisis pour l'ossature primaire permet d'une part de gagner en poids et en maniabilité lors de leur transport, et d'autre part une finition mieux maîtrisée après leur remplissage sur le site du chantier.

- **La structure secondaire:** plus légère s'insère à l'intérieur de l'ossature en béton. Elle se compose de poteaux, poutres et solives métalliques qui reposent sur la structure primaire.

Des planchers mixtes, au droit du parking, assurent une isolation thermique et acoustique et sont coupe-feu 2h.



Figure 64: L'aspect technique

Source : <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55>

II.5.1.8. Aspect bioclimatique

- Les espaces tampons (intermédiaires) protégés du vent et de la pluie par des façades écrans en polycarbonate transparent et profitant des apports solaires.
- Les façades peuvent évoluer du plus fermé au plus ouvert selon les besoins et les désirs de lumière, de transparence ou d'intimité, de protection ou d'aération.
- En été, les surchauffes sont régulées par stores brise-soleil et les larges possibilités d'aération par les façades ouvrantes.
- Les espaces du programme vitrés toute hauteur en façade : ils profitent sur les façades exposées des apports solaires.

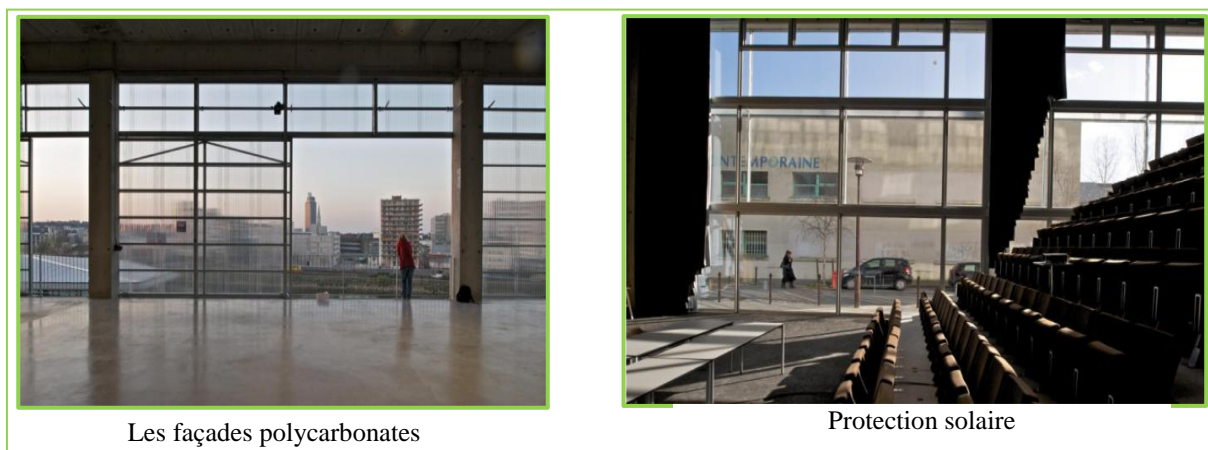


Figure 65: Aspect bioclimatique

Source : <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55>

II.5.1.9.Synthèse : Concepts



Figure 66 : concepts utilisés dans l'école.
Source : <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55>

II.5.2. Ecole Saint Exupéry à Pantin

II.5.2.1. Présentation et situation de l'école

« L'école maternelle et élémentaire Saint-Exupéry de Pantin située à Seine-Saint-Denis en ile de France est le troisième bâtiment de France conçu pour produire plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ecole primaire avec huit classes élémentaires, quatre classes maternelles, un restaurant scolaire et des jardins extérieurs »⁹.

II.5.2.2. Fiche technique

- programme: création d'une école avec 8 classes élémentaires et 4 classes de maternelle.
- Architecte(s) : Atelier Méandre, Emmanuelle Patte et Christian Hackel.
- Site: Pantin (93)

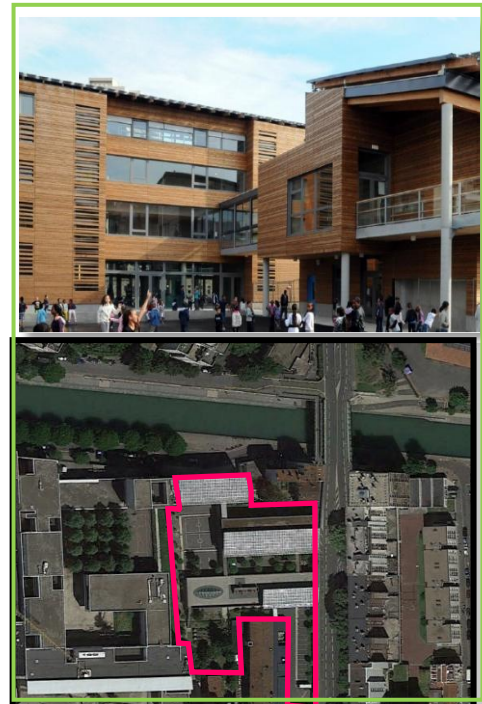


Figure 67: Groupe scolaire à énergie positive Saint-Exupéry à pantin.
Source: <http://www.tribuconcevoirdurable.fr> ; Bureau d'études TRIBU, développement durable appliqué au bâtiment et à l'urbain.

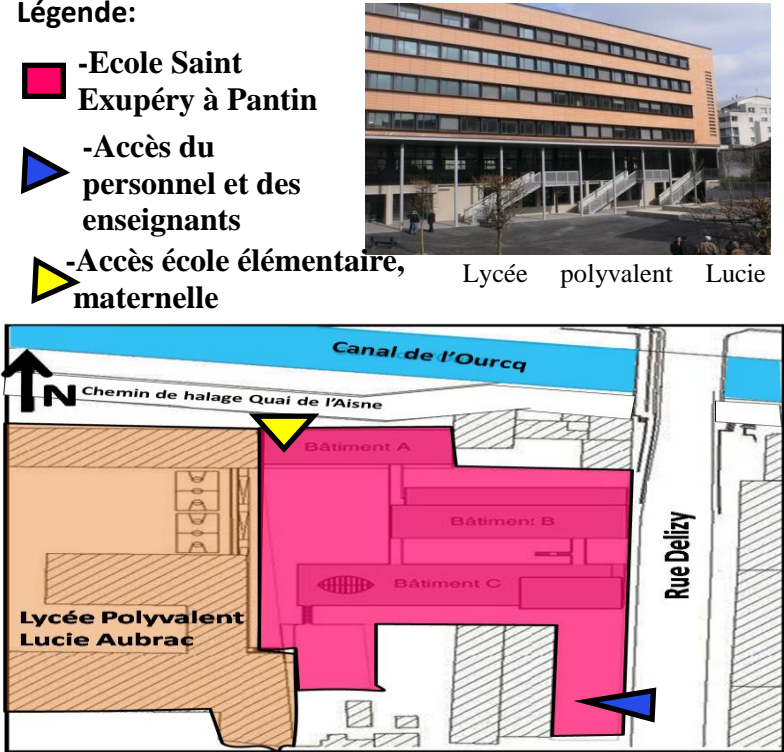
⁹ Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF.

- Surface espaces extérieurs: 2725 m²
- Surface bâtie: 3570 m² (SHON)
- cout estimé: 8.5 millions d'euro
- Livraison: 2011
- 2eme prix dans la catégorie qualité environnementale

II.5.2.3. Limites et accessibilité

Légende:

- -Ecole Saint Exupéry à Pantin
- ▶ -Accès du personnel et des enseignants
- ▶ -Accès école élémentaire, maternelle



Lycée polyvalent Lucie

Chemin de halage Quai de l'Aisne et le canal de l'Ourcq

Rue Delizy

Habitat collectif

Figure 68: Accessibilité à l'école Saint-Exupéry a Pantin.
Source: Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF. Traitée par auteurs.

II.5.2.4. Analyse spatiale

-Le premier bâtiment (bâtiment A)

Situé sur la limite nord du terrain le long du canal est à R+3.

Il contient :

- le hall d'entrée
- les locaux communs du groupe scolaire :
salle plurivalente,
Salle des enseignants et bureau du directeur,

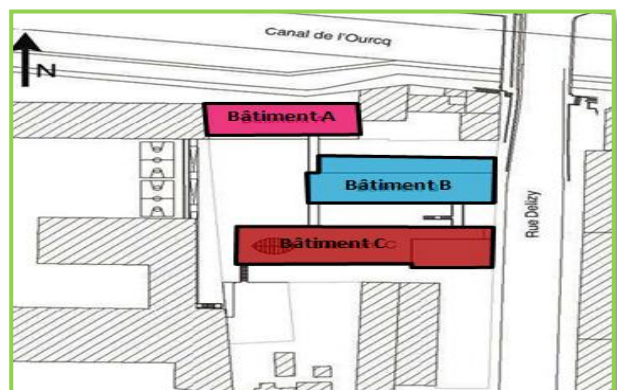


Figure 69: Implantation des bâtiments
Source: Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF. Traitée par auteurs.

infirmierie, bibliothèque, salle informatique.

- les 8 classes élémentaires.
- L'entrée des élèves se fait par ce bâtiment.

- Le second bâtiment (bâtiment B)

À R+1, est implanté perpendiculairement à la rue Delizy qui est en surplomb à cet endroit. Il abrite :

- au rez-de-cour le centre de loisirs
- à l'étage l'école maternelle.

- Le troisième bâtiment (bâtiment C)

Perpendiculaire à la rue Delizy, situé le plus au sud du terrain est à simple rez-de-chaussée.

Localisé là où le niveau de la rue Delizy rejoint le niveau du terrain, il abrite :

- la restauration scolaire
- la cour de récréation des maternelles, implantée sur sa toiture.

II.5.2.5. Les concepts bioclimatiques

Passifs

- Orientations nord-sud privilégiées, pour un meilleur contrôle des ambiances lumineuses, et offrir au plus grand nombre l'ouverture sur le canal de l'Ourcq.
- Gradation des hauteurs des trois corps de bâtiment pour obtenir un bon ensoleillement des toitures. Nous allons ainsi d'un simple R.D.C pour le bâtiment sud au R+3 du bâtiment nord, en passant par un corps central en R+1.

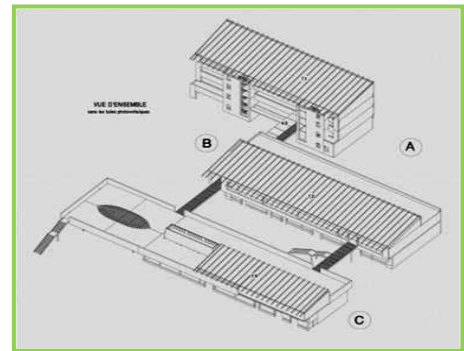


Figure 70 : Les différents blocs constituant l'école.

Source: Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF. Traitée par auteurs.



Figure 71: Implantation selon la trame urbaine / trame solaire (Concours)

Source. Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF. Traitée par auteurs.

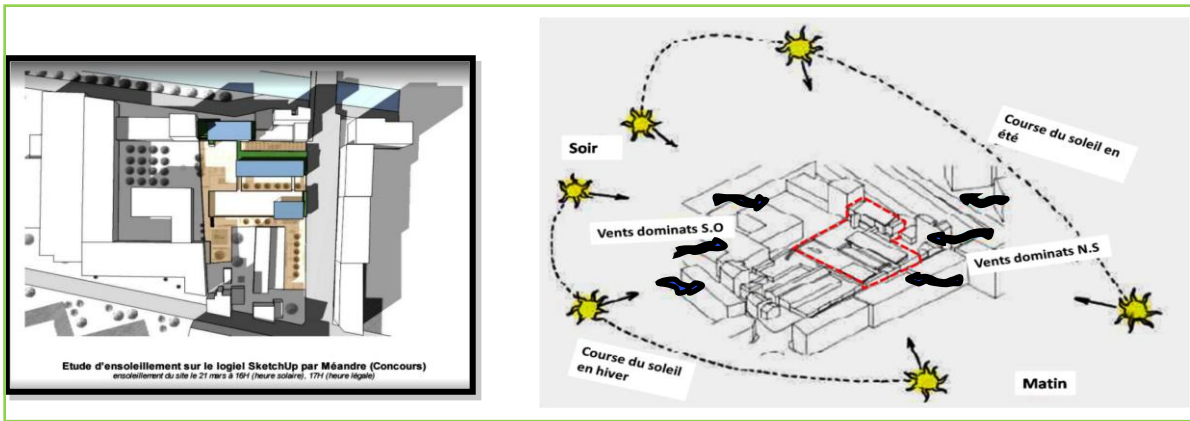


Figure 72: Implantation selon la trame urbaine / trame solaire (Concours).

Source: Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF.

L'utilisation des isolants

- Afin de limiter la consommation d'énergie, les bâtiments ont été fortement isolés, avec notamment un isolement et du triple vitrage pour les classes et le double vitrage les espaces de circulation

L'utilisation des matériaux naturels

La façade est faite de bois de pin maritime et les escaliers sont en chêne.

Le confort acoustique

La rue Delizy a un trafic automobile dense qui génère des nuisances dont l'école doit se protéger par La position des jardins en contrebas.

- Superposition des locaux dont l'utilisation n'est pas simultanée.
- Les arbres sont choisis et positionnés pour ne pas faire d'ombre aux capteurs photovoltaïques.

L'éclairage

Dans toute l'école, c'est la lumière naturelle qui a été privilégiée, avec de grandes vitres et des puits de lumière. La transparence des façades sur l'ensemble du bâtiment est limitée à 29% et 31% pour les bâtiments d'enseignement A et B, où les besoins en lumière naturelle sont les plus importants. Et de seulement 11% le restaurant (bloc A).



Figure 73: Isolation du bâtiment



Figure 74: Matériau bois



Figure 75 : Le confort acoustique

Source: Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF.



Figure 76 : L'éclairage naturel dans l'école
Source. Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'École du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF.

Confort d'été

- ventilation naturelle a cheminée solaire
- ventilation nocturne naturelle (ouvrants opaques en façades)

La protection solaire

Bâtiments A

Façade sud: stores en tissus extérieurs et bardage bois devant vitrages des escaliers.

Bâtiments B

Façade nord: aucunes protections solaires.
Façade sud: stores tissus extérieures.

Le travail sur l'optimisation des brise-soleils de la façade sud car ceux-ci ont une influence sur le calcul de l'éclairage naturel. Du fait de l'usage du bâtiment A et de l'affectation des espaces situés en façade sud, les brises soleil sont une protection optimal les mois de mai, juin, et septembre. La façade étant plein sud dans un léger renforcement l'étude du diagramme solaire permet de déterminer l'exposition optimale de la façade pour une altitude solaire maximum de 40.

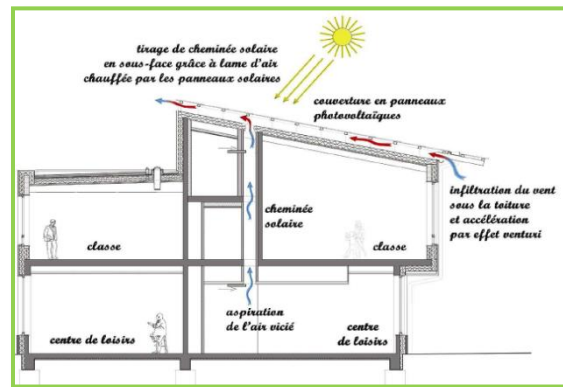


Figure 77 : Cheminée solaire

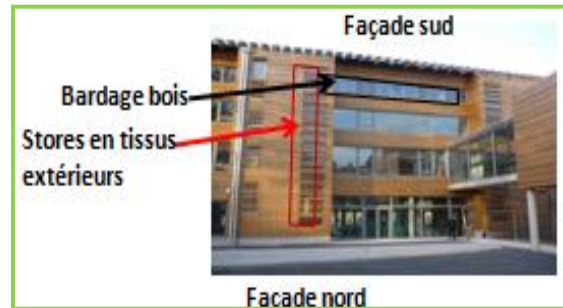


Figure 78: Stores extérieurs.

Source: Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'École du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF.

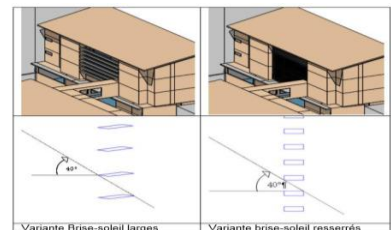
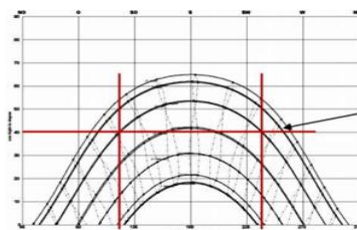


Figure 79 : Le travail sur l'optimisation des brise-soleils
Source. Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'École du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF.

Actif

L'utilisation des énergies renouvelables

-L'utilisation de 1168m² de capteurs photovoltaïques qui couvrent les toits.

Gestion des eaux pluviales

La mise au point d'un système de récupération des eaux pluviales en toiture qui permettra de couvrir 38% des besoins d'arrosage, de nettoyage des espaces extérieurs et des sanitaires, (cuve de 10m³ et 2 bassins de rétention à ciel ouvert de 25m³ et 15m³).

Synthèse

La démarche générale pour l'Ecole du Centre développe les dispositions suivantes :

- Tisser des relations entre les espaces extérieurs de détente et les espaces intérieurs d'étude, les deux participants aux apprentissages des enfants.
- Créer des bâtiments compacts, bien orientés, isolés thermiquement et protégés des surchauffes.
- Composer une façade urbaine sur le canal en harmonie avec le lycée voisin.
- Créer une continuité visuelle entre cour et canal au travers d'un hall vitré
- Adoucir l'ambiance le long de la rue Delizy marquée par le trafic automobile et les façades imposantes sur sa limite Est.
- Créer une continuité spatiale et visuelle avec la cour du lycée en cœur d'îlot.

Les dispositions choisies sont guidées par la démarche HQE et l'objectif ambitieux de « Zéro Énergie ».



Figure 80 : Capteurs photovoltaïques

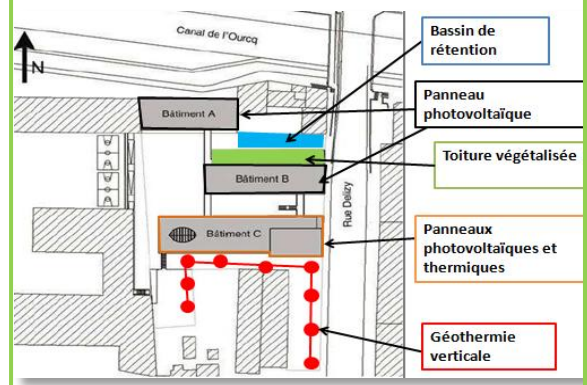


Figure 81 : Gestion des eaux pluviales

Source. Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF. Traitée par auteurs.

II.6. Les concepts liés au thème

II.6.1. La transparence

C'est la facilité de restructuration des espaces intérieurs, elle nécessite un plan modulable.

II.6.2. L'éclairage

c'est l'ensemble des moyens qui permettent à l'homme de doter son environnement des conditions de luminosité qu'il estime nécessaires à son activité ou son agrément.

II.6.3. La fluidité

Ou souple, c'est un espace où la déambulation est continue, sans limites matérielles et qui ne suivait pas nécessairement une logique orthogonale mais au contraire organique souple.

II.6.4. La hiérarchie

Le projet présente un programme riche et une diversité de fonctions qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les fonctions primaires et secondaires, calmes et bruyantes.

II.6.5. Parcours

Les parcours influent sur l'individu et dévoilent les caractéristiques géométriques spatiales et formelles du milieu dans lequel nous évoluons.

II.6.6. L'articulation

L'articulation accentue l'aspect visible des différentes parties d'un bâtiment. Parfois, l'effet occulte complètement le sens de l'ensemble, le décomposant en trop de morceaux, l'articulation exprime un équilibre entre les deux.

II.6.7. Flexibilité

C'est la facilité de restructuration des espaces intérieurs, elle nécessite un plan modulable.



Figure 82 : l'école d'architecture austine knowlton.

Source: <https://www.pinterest.com/pin/232920611954052062/>



Figure 83 : l'éclairage artificiel

Source : <http://www.archdaily.com/129400/austin-e-knowlton-school-of-architecture-mack-scogin-merrill-elam-architects>



Figure 84: le parcours

Source : google image

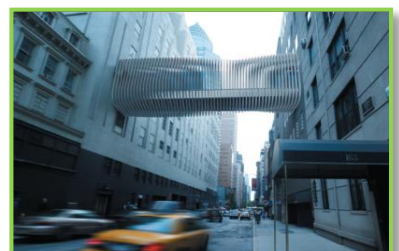


Figure 85: L'articulation

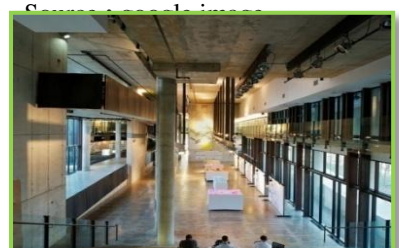


Figure 86 : l'école d'architecture austin e. knowlton

Source : google image

II.7. Programme surfacique

Entité Pédagogique et artistique	
Espaces	Exigences spatiales
Hall d'accueil et d'exposition	-Lumière naturelle -aération naturelle -Fluidité et liberté de circulation
Amphithéâtres	-Choix des matériaux, isolation acoustique.
Salles de cours Salle des travaux dirigés	-Forme adaptée a leur fonction et a la méthode d'enseignement. -Bon éclairage -Confort acoustique, et thermique.
-Salles de projection -Salles d'informatique -Auditorium	-Confort acoustique. -Eclairage faible.
Laboratoires TMC	
Ateliers de dessin	-Isolation acoustique -éclairage naturel -ventilation naturelle.
Ateliers de maquettes	-A proximité des espaces d'exposition, situés aux RDC.
Ateliers d'art plastique	-Bon éclairage
Théâtre	Confort acoustique. -Eclairage faible.
Expositions diverses	-Lumière naturelle
Galerie d'art	
Laboratoires numériques et de photographie	

Locaux et Annexes	
Espaces	Exigences spatiales
Locaux techniques et stockages	-doivent être isolé.
chaufferie	-doivent être bien isolé
Infirmierie	-Située au RDC
Trie de déchets	Locaux et annexes

Entité de consommation	
Espaces	Exigences Spatiales
-Salles de consommation -Cafétéria	-Bon éclairage -confort visuel -confort thermique
-Cuisine -Dépôt -Chambre froide -Vestiaire -Local poubelles	-Bonne aération -isolation acoustique -Dispositifs d'absorption et évacuation de l'humidité et la vapeur de la cuisson.

Entité de recherche	
Espaces	Exigences spatiales
Espace d'accueil	-espace de distribution -éclairage naturel, fluidité
Banque de prêt	-Situer au RDC a proximité de l'espace d'accueil
Dépôt de livre	-Bonne organisation
Salle de lecture	-éclairage naturel -espace flexible -orientation nord-sud
Médiathèque	-Isolation acoustique -éclairage faible
Imprimerie et photocopie	-A la disposition des étudiants
Laboratoires de recherche	-confort visuel, Acoustique, thermique.
Studios de production	

Espaces extérieurs
- Parking - Jardin - Activités en plein air - Promenade - Circulation - Espaces de détente - Terrasses accessibles

Entité accueil et administration	
Espaces	Exigences spatiales
Accueil et orientation	Situé a l'entrée
Scolarité	Espaces confortables aux utilisateurs. situé au RDC à la disposition des étudiants.
Bureaux des professeurs	Facilité de communiquer entre eux. / -Confort acoustique.
Bureau du directeur	A proximité de la salle des professeurs et le secrétariat.
Secrétariat	A proximité du bureau du directeur.
Salle des professeurs	Grande surface a proximité des bureaux des professeurs.
Salle de réunion	Grande surface à proximité du service de la scolarité
Sanitaire	-Bonne aération -choix du revêtement des murs et des plafonds qui peuvent absorber et évacuer l'humidité de l'air en quantité suffisante.

Conclusion

La lecture des différents référents, leur insertion dans le contexte, la diversité de leurs programmes, ainsi que leurs architectures a contribué fortement dans le développement de ces lieux et leur participation dans la composition de l'unité de la ville.

En effet, cette lecture référentielle va conduire pratiquement toute notre conception, soit sur le côté analytique , programmatique mais aussi conceptuelle par la richesse des outils d'analyse, et l'importance des concepts tirés de cette lecture que nous essayerons d'introduire dans notre projet tout en respectant les contraintes de notre contexte, pour la personnalisation d'intervention.

Chapitre III : Matérialisation du projet

Introduction

La conception architecturale est une opération intellectuelle qui répond à des contraintes; en s'inscrivant dans un processus de conception créative à la recherche d'un scénario en manipulant de larges connaissances et de notions générales afin de minimiser l'impact du projet sur le site et à le mettre en valeur.

Le projet architectural ne peut être conçu sans connaissance théorique et sans mettre en interaction trois dimensions:

- le site
- les exigences fonctionnelle et programmatique
- l'environnement du projet

Notre intérêt consiste à régler les problèmes et les conflits tirés après le diagnostic des ces différentes dimensions (site, thème et environnement), les matérialiser en projet et arriver à redonner âme et vécu à l'ex-habitat.

III.1. Synthèse des approches précédentes

Nous présentons succinctement dans cette section les synthèses et les spécificités, en regard des approches que nous avons exposé précédemment

III.1.1. Du contexte

- La parcelle d'intervention est d'une superficie de 15000 m², et de forme irrégulière, caractérisée par une différence de niveaux allant de 1 à 2m.
- le site d'intervention est accessible depuis la route nationale 12 matérialisée par l'avenue Chabane Ahcene du coté Nord Ouest, et la route reliant les deux nœuds Krim Belkacem et Chabane Ahcene.
- Le site se situe dans une zone périurbaine, ce qui fait que la densité du bâti environnant est relativement faible.
- La présence d'une source d'inconfort olfactif : un cours d'eau permanent passe au milieu de notre site d'intervention situé du coté nord et nord-ouest, ce dernier n'est pas irrigué ni entretenu du moment qu'il continue à recevoir les eaux usées, ce qui peut être néfaste pour l'environnement.
- La structure existante (bloc A et bloc B) présente un état dégradé ce qui n'assure pas le confort des occupants.

III.1.2. Du thème

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'art et d'architecture, à savoir le soin accordé aux espaces de travail, en particulier les ateliers, ainsi que l'importance des ambiances architecturales (lumière, confort) mais aussi le travail sur les espaces extérieurs, les espaces de rencontre et de regroupement.

III.1.3. Du bioclimatique

- La ville est caractérisée par un climat méditerranéen :
En été une ventilation naturelle est nécessaire
En hiver une inertie suffisante des parois et un solaire passif sont nécessaires, en plus d'un système de chauffage actif dans les mois les plus froids.
- L'environnement à Tizi-Ouzou est toujours en déclin, La faune et la flore sont de plus en plus menacées, Les ordures ménagères, qui offrent un spectacle des plus navrants, sont l'un des facteurs les plus nuisibles à la biodiversité.
- Les vents dominants de la ville de Tizi ouzou sont de direction nord-ouest en hiver et Ouest en été.
- Absence de barrières environnantes ce qui signifie que le site est exposé au soleil durant toute la journée.
- Le site est caractérisé par un microclimat particulièrement humide, cela est du a la présence d'un Oued et une végétation dense et variée.

III.2. Philosophie du projet

Avant d'entreprendre notre conception, nous avons basé notre réflexion sur une philosophie (idée fédératrice) qui est **la résilience**, « trouver les traces d'une identité ambitieuse ».



III.2.1. Définition de la résilience

Elle désigne la capacité pour une organisation ou un système quelconque à retrouver ses propriétés initiales après une altération.

III.2.2. La résilience en architecture

Peut être qu'elles possèdent ce supplément d'âme qui manque à l'architecture contemporaine, même les projets les plus innovants commencent à préférer des lieux marqués par le temps. De nouveaux architectes soucieux de guérir plus que de changer le passé revendiquent ce goût pour la résilience, ce qui compte c'est la poésie de ces sites laissés à l'abandon ou la nature a souvent repris ses droits, le défi est de réveiller l'histoire du lieu, d'en sublimer les stigmates.

III.2.3. Exemple de résilience en architecture

Nouvelle Zélande: la maison résiliente de Barry coeland

C'est une maison conçue par l'architecte Barry Copeland suite au tremblement de terre de Christchurch du 22 février dernier. Appelée la 'maison résiliente', cette habitation vise une autonomie maximale, surtout en cas de séisme.



Figure 87: Nouvelle Zélande La Maison Résiliente de Barry Copeland.

Source: http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_1679

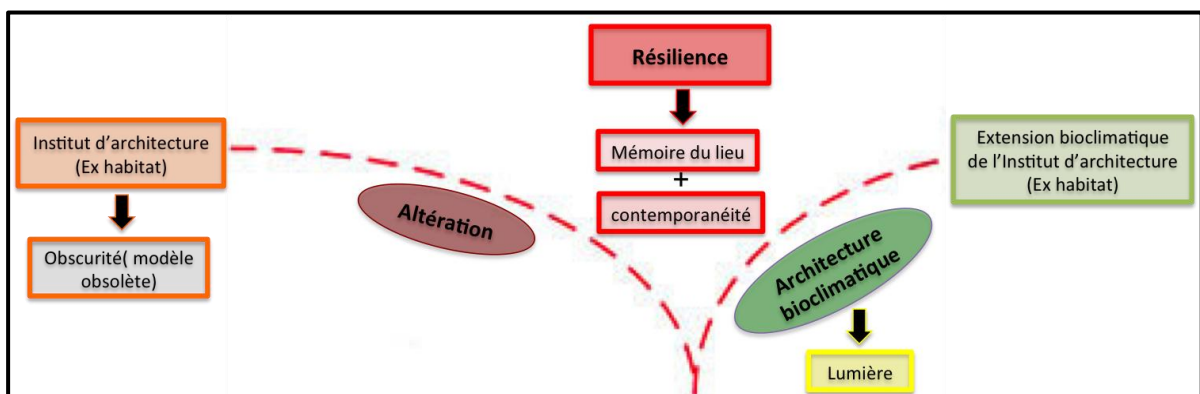
Amal : L'école résiliente

L'École Amal, nommée d'après le mot «espoir» en Arabe, est une école primaire pour enfants syriens réfugiés en Turquie. Les étudiants ont proposé une école 'type' de manière à mettre en relation l'école et les autres facilités d'un camp de réfugiés, tout en partageant les ressources physiques et éducatives. Cette exposition met en valeur les propositions des étudiants pour répondre à une crise humanitaire.



Figure 88 : L'école résiliente

Source: <http://syriankids.ca/wpcontent/uploads/2015/05/Amal.jpg>



II.2.4. Interprétation du schéma

La formation à Tizi Ouzou, est passée durant plusieurs années par «l'ex habitat», lieu de prédilection pour les métiers du bâtiment, il en est sorti des générations de techniciens, d'ingénieurs et d'architectes issus du système classique. Cet institut continue à recevoir chaque année les étudiants en master, mais malheureusement son état ne cesse de se dégrader et subit quotidiennement une altération (modèle obsolète) Les étudiants architectes n'ont jamais pu ni voulu se détacher des anciens locaux du département à l'Ex habitat malgré son état de dégradation assez avancé.

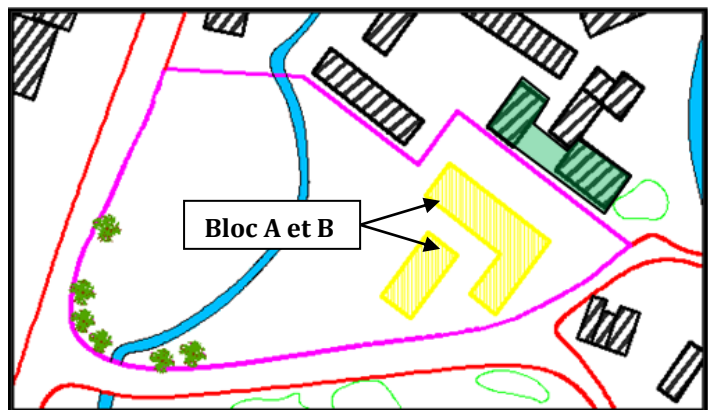
Nous allons à travers notre idée fédératrice qui est la résilience, on va concevoir un projet, qui va redonner vie à cet institut d'architecture par une extension bioclimatique, cela va permettre de tracer les contours d'une identité ambitieuse.

Afin d'aboutir à une résilience, des concepts phares seront mis en avant du projet :



Concepts		
Liés au contexte	Liés au thème	Liés a l'architecture bioclimatique
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Axialité (obscurité vers la lumière). ❖ Contraste (obscurité /lumière). ❖ Articulation. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evolution. ❖ Découverte. ❖ Apprentissage. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Lumière ❖ Confort (thermique, acoustique, visuel, olfactif).

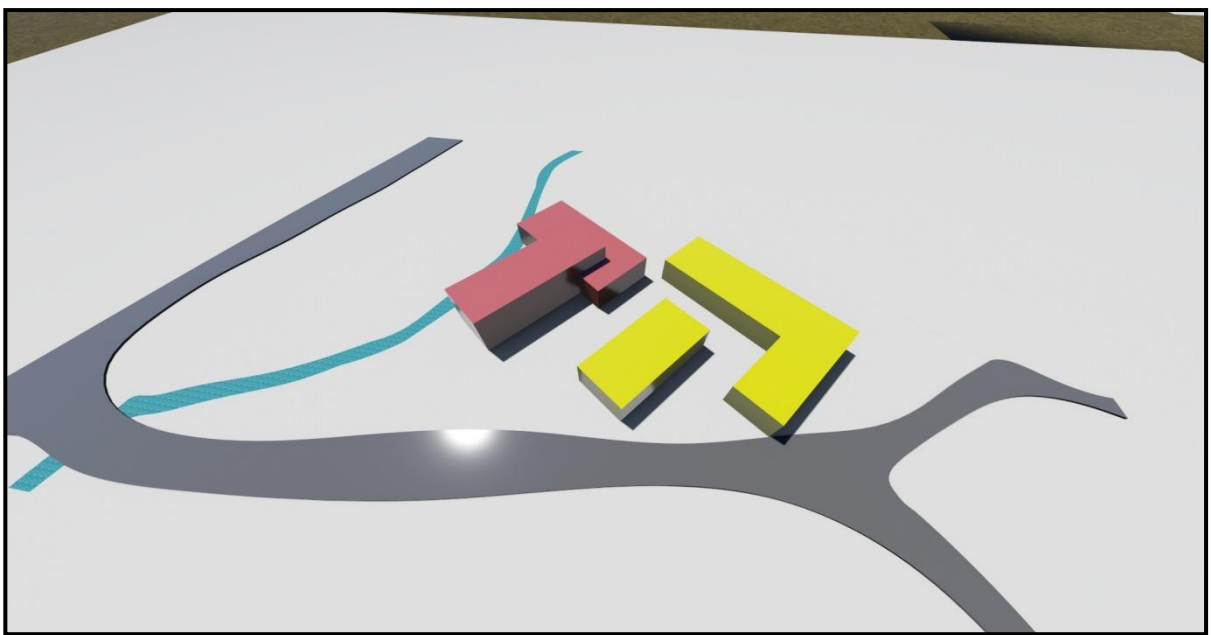
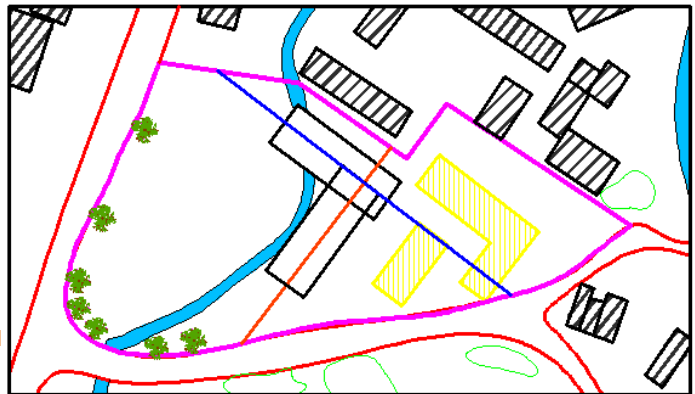
III.3. Genèse du projet

-Etape 01 : Réinsertion de l'existant dans son site : par la sauvegarde et la réhabilitation des blocs A et B, l'objectif de préserver la mémoire du lieu. (L'amphi et l'administration seront cédés à la cité parce qu'ils intègrent des espaces appartenant à la cité universitaire (telle que la cafétéria).

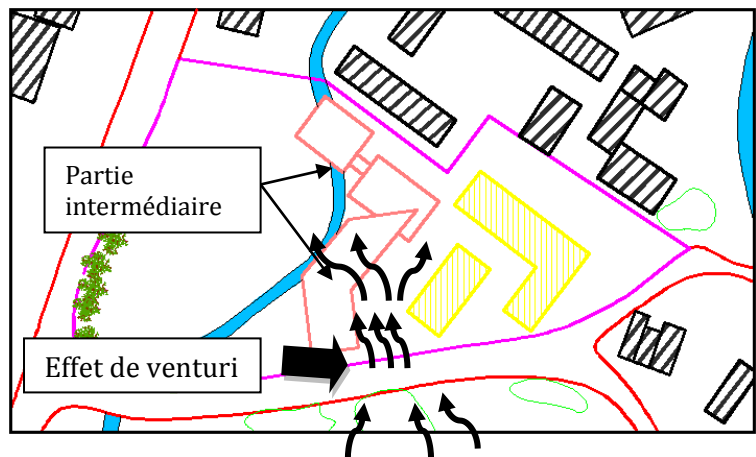


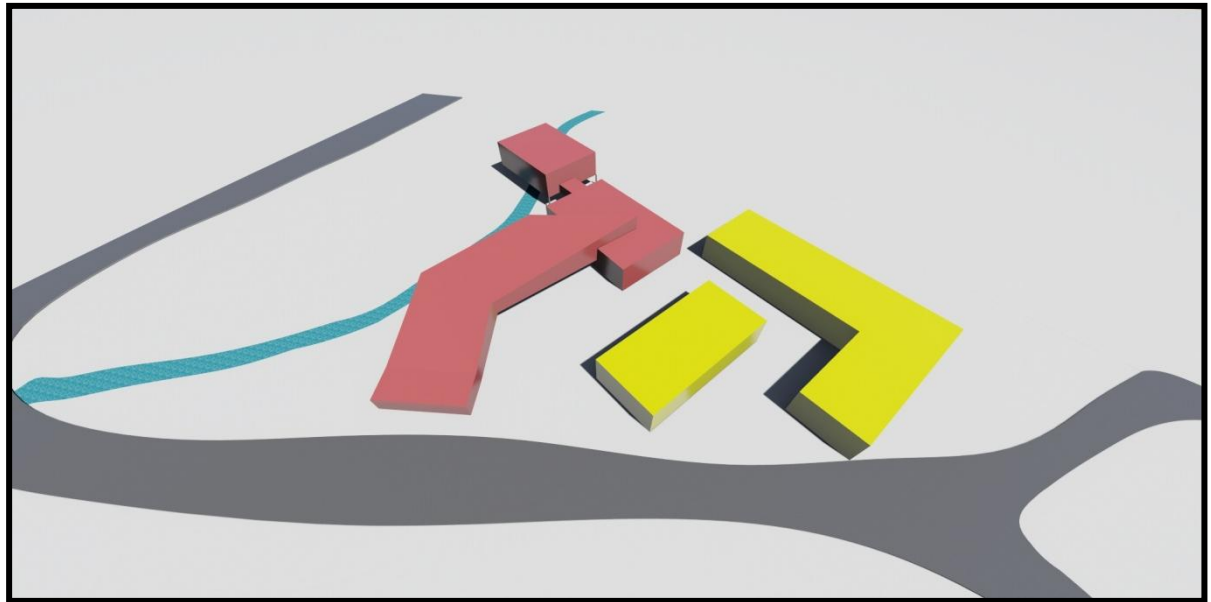
-Étape 02 : Renforcement des axes structurants du bâti existant

- Un 1^{er} axe longitudinal parallèle au bloc B (forme en L) 
- Un 2^{eme} axe transversal parallèle au bloc B (axe bioclimatique orienté à 20 degré par rapport au sud) 

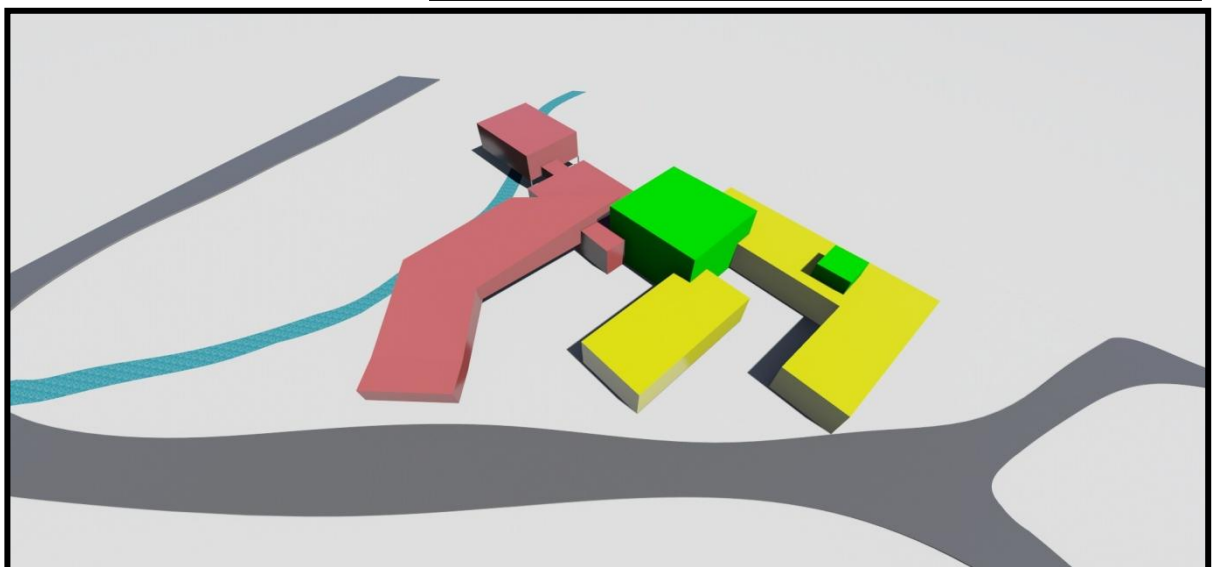
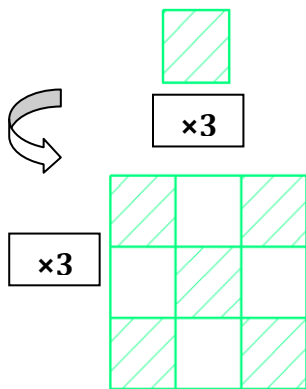


-Étape 03 : Nous avons adopté une stratégie d'alignement similaire, portant sur une série d'alignements formels avec le bâtiment existant, utilisant comme forme de base le rectangle (forme du bâtiment existant) développée dans la réponse a la nécessité de pénétration de lumière, ventilation...etc.





-Etape 04 : L'articulation entre ce qui est nouveau et ce qui vieux : par une serre (espace chauffant) de forme carré qui résulte de la duplication du patio du bloc A.



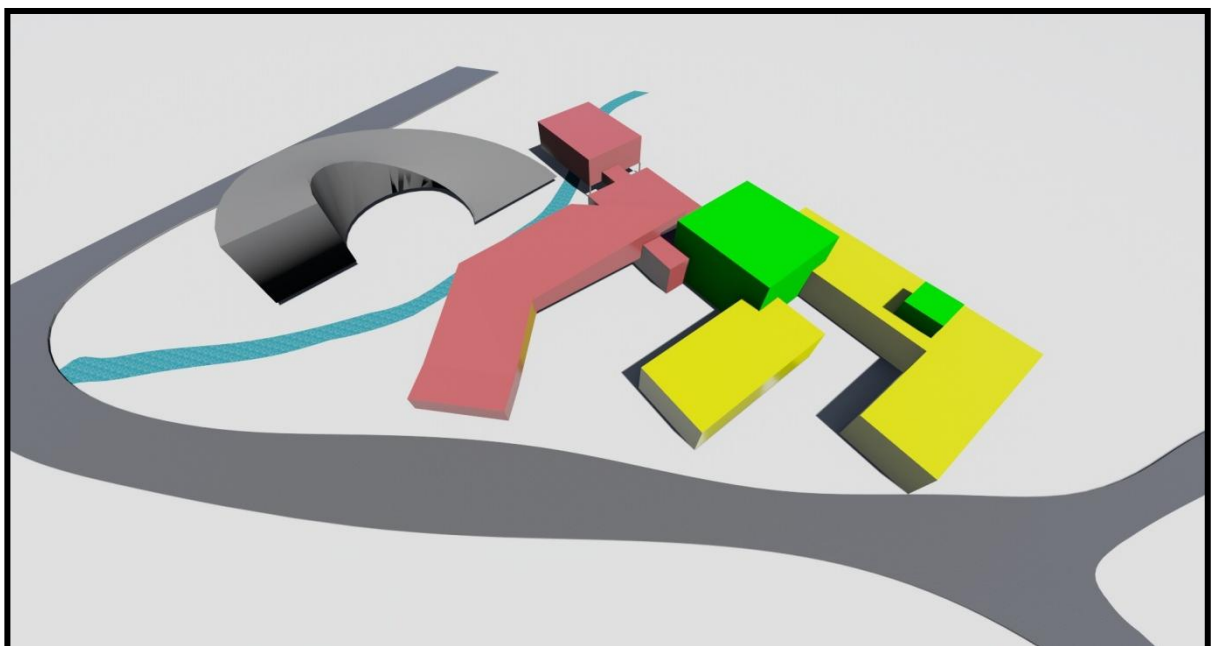
-Etape 05 : le contraste (principe tiré de l'idée fédératrice) : un nouveau volume est déduit ; de forme circulaire en contraste avec l'existant qui matérialise notre idée fédératrice « la résilience », elle est exprimée par une courbe qui démarre d'un point bas vers un point haut exprimant l'évolution et de faire renaître l'école de l'ex-habitat.

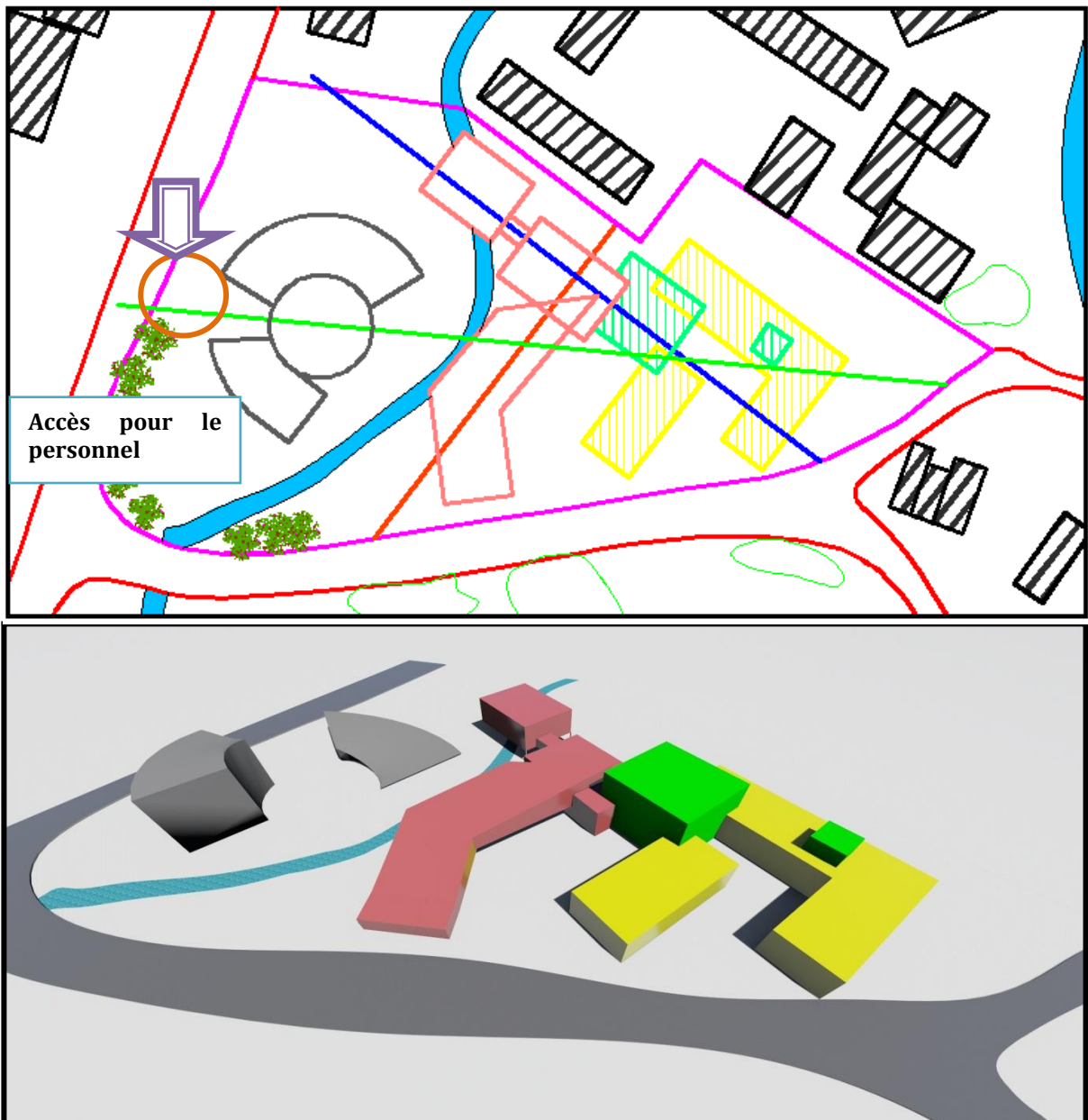
- L'existant
- Préparation de l'extension
- Articulation
- Extension



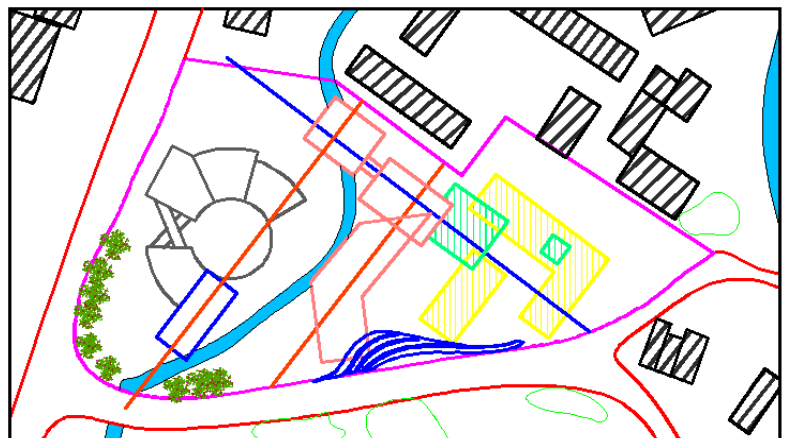
-Etape 06 :
fragmentation du volume
circulaire : par un axe qui
 passe par le centre de

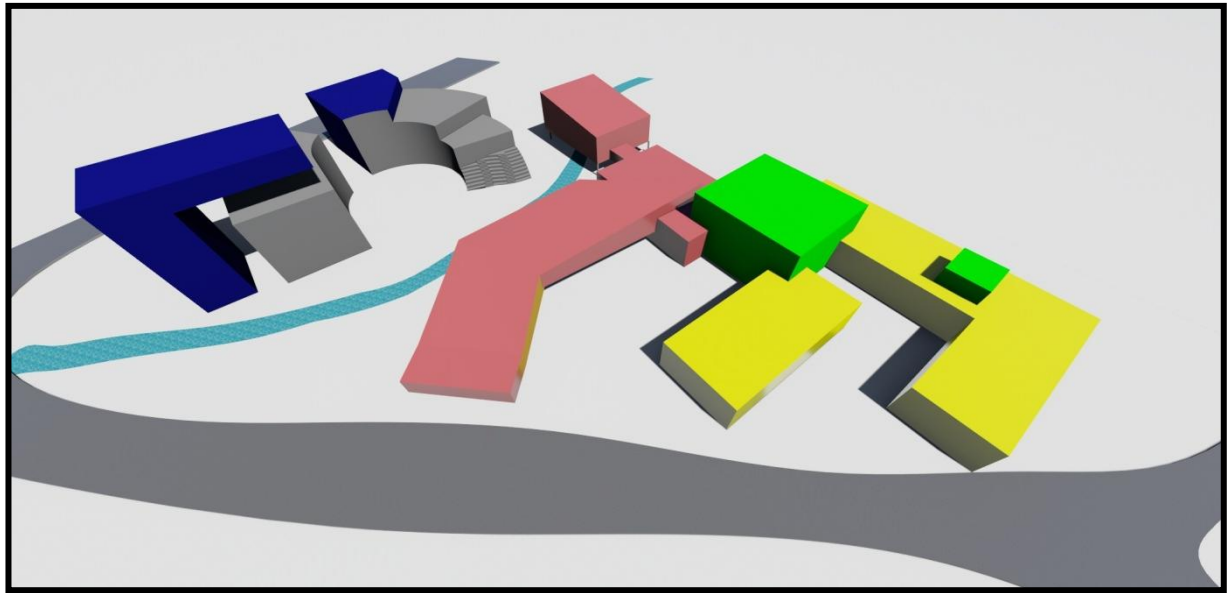
gravité de l'ex-habitat et celui de la nouvelle parcelle, cet axe dégage une vue direct sur l'existant qui assure une connexion visuelle entre les deux parties existantes et extension.



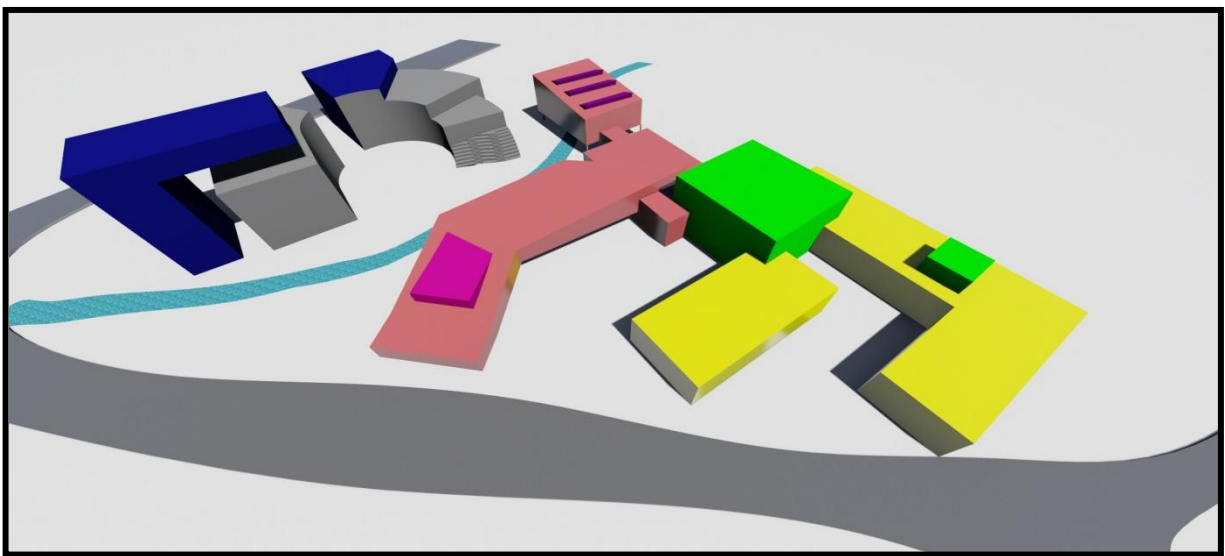


-Etape 07 : Articulation entre les deux parties (partie avec forme circulaire et partie avec des formes à angles droit) : par la projection d'un autre axe parallèle au bloc B au niveau de l'extension et par la projection d'un seuil qui marque l'entrée avec une forme organique en contraste avec les volumes à angle droits.





-Etape 08 : l'addition des auvents sur le toit afin de capter un maximum de rayons solaires



III.4. Evolution de la forme du projet

- Echelle 1/500



Matérialisation des axes par des volumes simples





Séparation du volume rectangulaire de la géode : afin d'alléger l'ensemble du projet et de diminuer le nombre d'emboîtement avec la géode qui donne un sentiment d'encombrement.



-Remplacement de la géode par une serre d'une forme carrée: mauvaise articulation entre la géode et les formes rectangulaires.
-Remplacement des deux volumes situés au milieu du projet par un volume suspendu de manière à assurer des percées visuelles et une connexion entre les différentes parties du projet



- Echelle 1/200



Fragmentation du volume circulaire:

Après avoir passé à une échelle plus réduite on a remarqué la compacité et la massivité du volume circulaire ce qui a nécessité la fragmentation de ce volume suivant un axe qui assure une connexion visuelle avec l'existant.

On remarque aussi une désarticulation formelle entre les deux parties du projet (la forme circulaire et les formes rectangulaire).



Création d'une articulation : Création d'une articulation par :

L'introduction des angles droits au niveau des volumes circulaires par:

- la création des terrasses orientées plein sud
- la projection d'un autre volume de forme rectangulaire en plan et de L en façade ce qui rappelle les blocs existants

L'introduction des formes circulaire et fluide dans la partie où les formes sont rectangulaire par la projection d'un seuil de forme fluide.

III.5. Description du projet

Le projet de la nouvelle école d'art et d'architecture de l'ex-habitat Tizi Ouzou soulève une certaine problématique en termes de réhabilitation et une extension contemporaine importante en raison du programme lourd, Le but était d'offrir une nouvelle école d'art et d'architecture, contemporaine, fonctionnelle, attrayante.

Le projet présente une structure originale qui répond au désir de construire un projet homogène innovant dans sa forme, mais également pratique dans son utilisation.

Il est d'une superficie de 6028 m², Implantée sur un terrain de 19380 m². Elle présente des gabarits qui varient entre R+1 et R+6 afin de s'inscrire dans son contexte.

III.5.1. Accessibilité : Le projet est accessible par :

- Les accès mécaniques périphériques pour le stationnement réservé à l'école.
- Un accès principal pour les étudiants, du côté Ouest qui donne sur l'espace central qui articule les différentes entités du projet.
- un accès secondaire du personnel du côté nord qui mène vers l'administration.
- Un accès pour la protection civile.

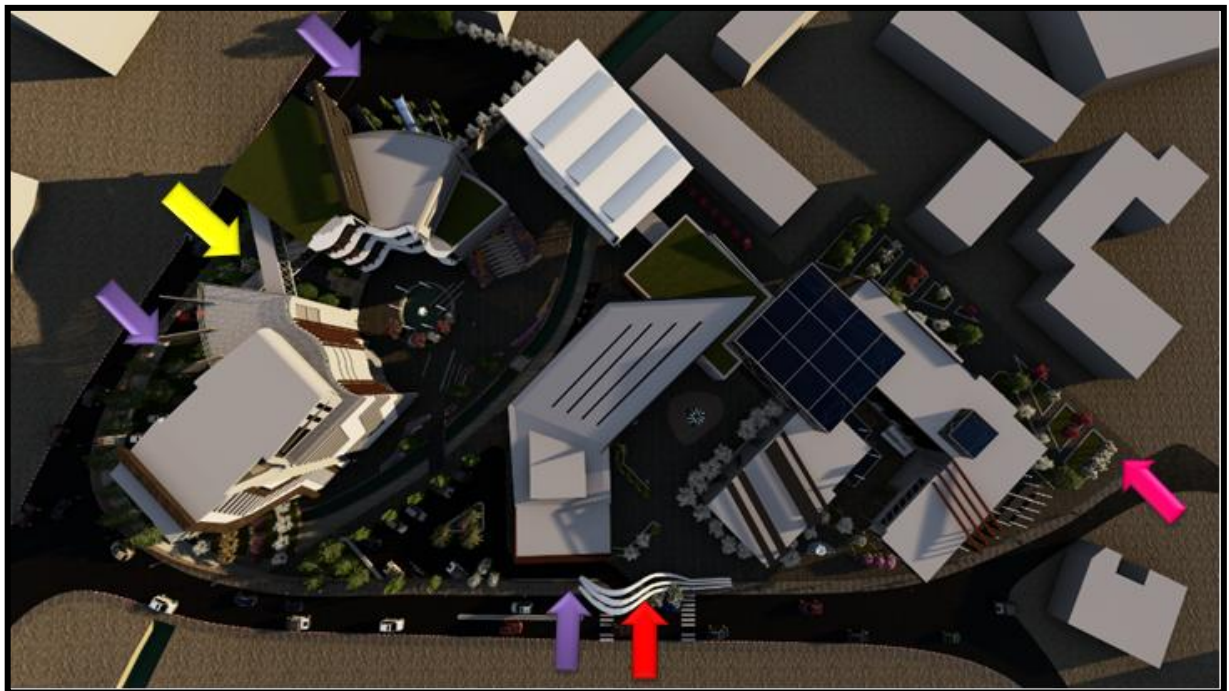
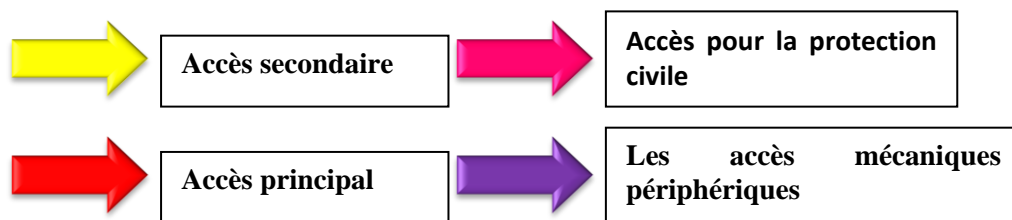


Figure 89: rendu 3d démontrant l'ensemble du projet .

Source : auteurs



III.5.2. Stationnement: Afin de minimiser la circulation mécanique à l'intérieur du projet, les parkings sont dégagés à la périphérie du projet, dans le but de réduire le flux de circulation mécanique au sein du projet afin d'assurer un maximum de confort acoustique.

L'école profite de trois parkings :

- parking pour étudiants.
- parking pour le personnel.
- parking bus.

III.5.3. Le seuil: Il est un moyen de hiérarchisation des espaces .Il contrôle la perméabilité d'une limite .Ce concept est concrétisé par un élément qui marque une direction vers le projet.

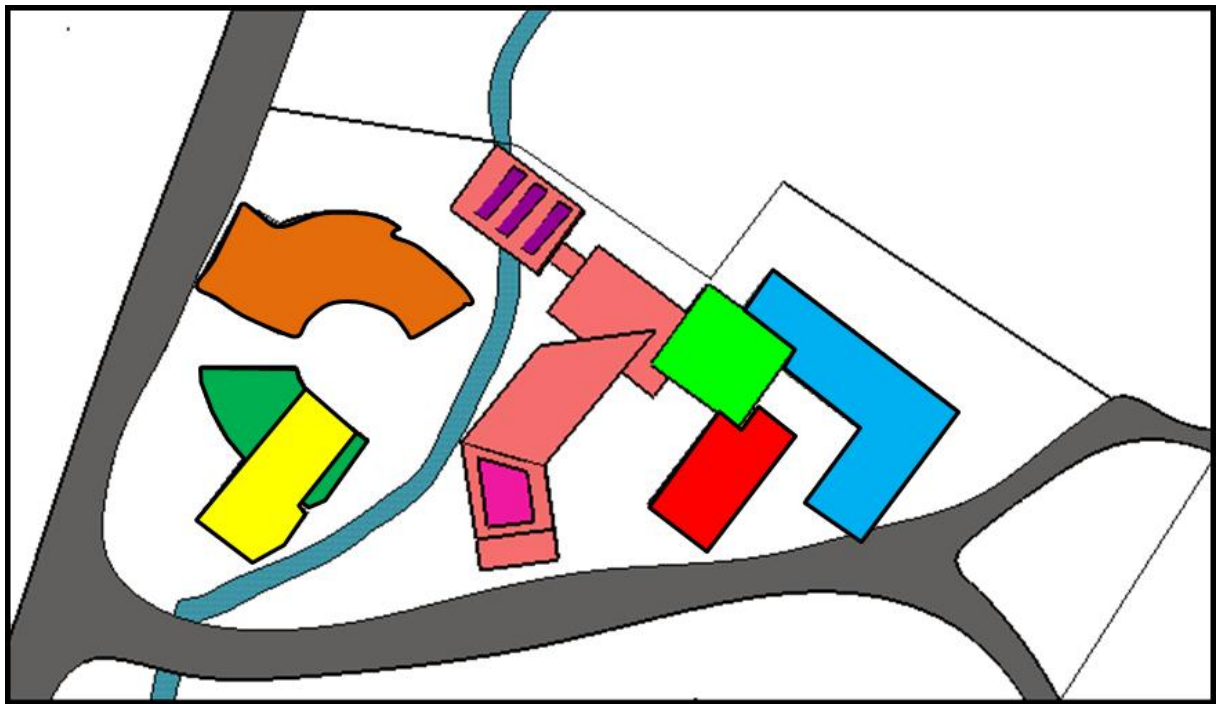









Figure 90: rendu 3d démontrant le seuil du projet.

Source : auteurs

III.6. Description fonctionnelle

Le projet est reparti en sept entités:



	Entité pédagogique (entité commune)		Entité pédagogique (architecture)
	Administration		Entité consommation
	Entité pédagogique (art)		Entité exposition (serre bioclimatique)
	Entité recherche		

III.6.1. L'entité pédagogique d'architecture

Elle se compose de trois volumes qui se développent sur deux ou trois niveaux, l'entrée principale se fait à partir de l'espace central du projet.

Elle comporte les différents ateliers d'architecture et un grand amphî.

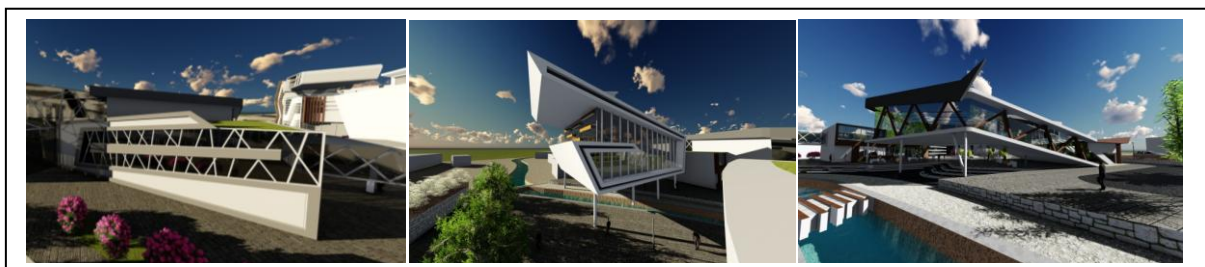


Figure 91: rendu 3d démontrant l'entité pédagogique d'architecture.

Source : auteurs

III.6.2. L'entité pédagogique artistique

Elle est de forme circulaire elle se développe sur trois niveaux et un entresol.

Les espaces sont réparties selon une logique de distribution des programmes, les étages abritent les ateliers de peinture, de musique, de dessin, de photographie, de sculpture, quant a l'entresol il contient des amphis.

Sa toiture est récupérée et aménagée en esplanade pour les étudiants.

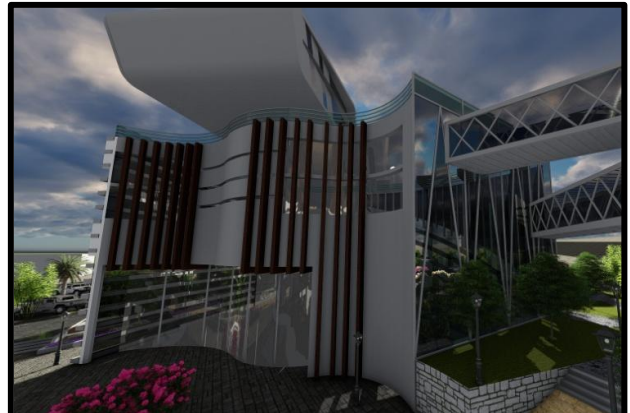


Figure 92: rendu 3d démontrant l'entité pédagogique artistique. Source : auteurs

III.6.3. L'entité pédagogique commune: elle est de forme circulaire elle se développe sur 3 étages, en plus d'un entresol, elle abrite les salles de TD et les amphis.

Cette entité est destinée a l'ensemble des étudiants d'architecture et de l'art, Afin de créer une sociabilité au sein de l'école entre les étudiants, et dans le but de tisser des liens entres eux.

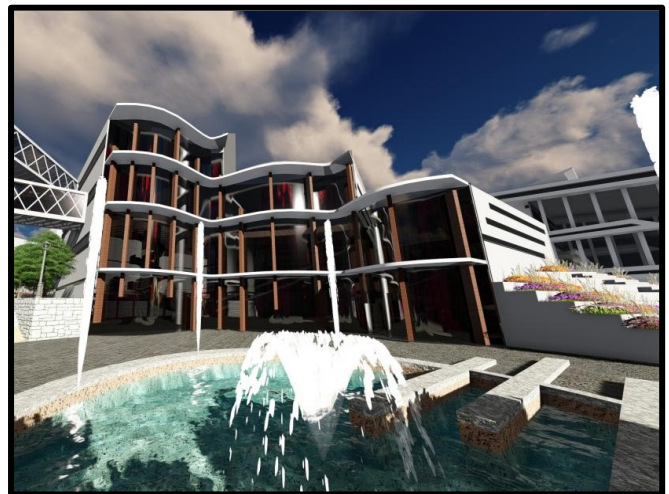


Figure 93: rendu 3d démontrant l'entité pédagogique commune. Source : auteurs

III.6.4. L'entité administrative:

Elle domine l'école par sa fonction et par sa hauteur, elle se développe sur 6 étages.

L'ensemble des étages contiennent des bureaux, des espaces d'archives et des espaces de stockage.

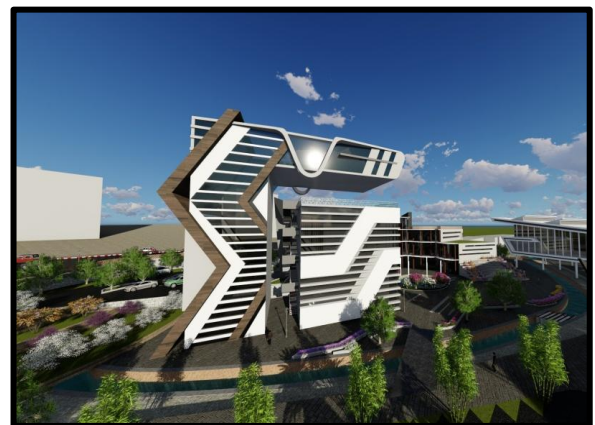


Figure 94: rendu 3d démontrant l'entité administrative. Source : auteurs

III.6.5. Entité exposition: Elle est de forme carré qui rappelle le patio du bloc B. c'est une serre bioclimatique qui assure le chauffage de certains blocs, elle est destinée aussi à l'exposition des travaux artistique et architecturaux.



Figure 95: rendu 3d démontrant la serre bioclimatique.

Source : auteurs

III.6.6. L'entité recherche: Le bloc A réhabilité, a été réutilisé comme une bibliothèque qui intègre un laboratoire de recherche.



Figure 96: rendu 3d démontrant l'entité recherche.

Source : auteurs

III.6.7. Entité consommation:

Le bloc B réhabilité est réutilisé comme un espace de consommation pour les étudiants mais aussi pour le personnel, il comporte aussi une cafeteria à l'étage qui dégage des vues sur l'espace d'exposition.

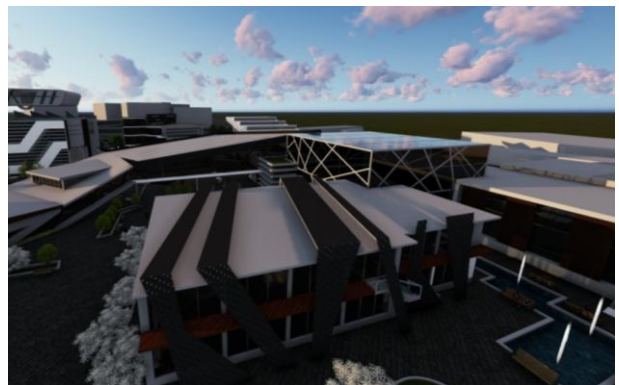


Figure 97: rendu 3d démontrant l'entité consommation.

Source : auteurs

III.7. Lecture des façades

Nous avons adopté les principes de l'architecture contemporaine, les façades seront conçues de façon à ce qu'un dialogue soit créé et qu'une continuité soit assurée entre l'ancien et le nouveau mais aussi entre le projet et son contexte.

Ayant travaillé avec une architecture durable et contemporaine, la notion de façade prend un autre sens, on parle de façade comme étant d'esthétique et d'harmonie, mais aussi comme étant une solution bioclimatique, raison pour laquelle on a opté pour une diversité de traitements, selon l'orientation et la fonction.

Les façades sont d'une composition géométrique simple avec un jeu de lignes

horizontales et verticales. Elle suit une logique de rythmicité entre plein vide.

- **La rythmique horizontale:** au niveau des façades Sud marquées par des brises soleil horizontaux.
- **La rythmique verticale** : est matérialisée par des éléments en bois qui jouent le rôle de brises disposés en verticalité le long des façades Est et Ouest.



Figure 98: rendu 3d démontrant les traitements de façade du projet. Source : auteurs

Elles sont traitées avec des éléments en relation avec le contraste entre (ancien- nouveau) (connaissance-ignorance) exprimé par le contraste (plein/vide) (horizontal/vertical), (couleur sombre -gris-/couleur claire - blanc-).

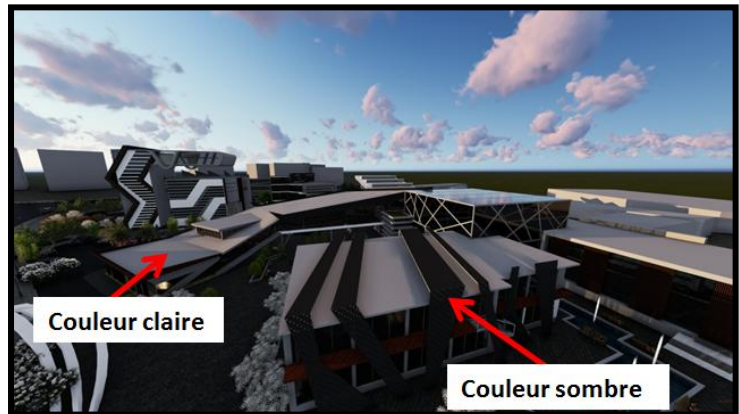
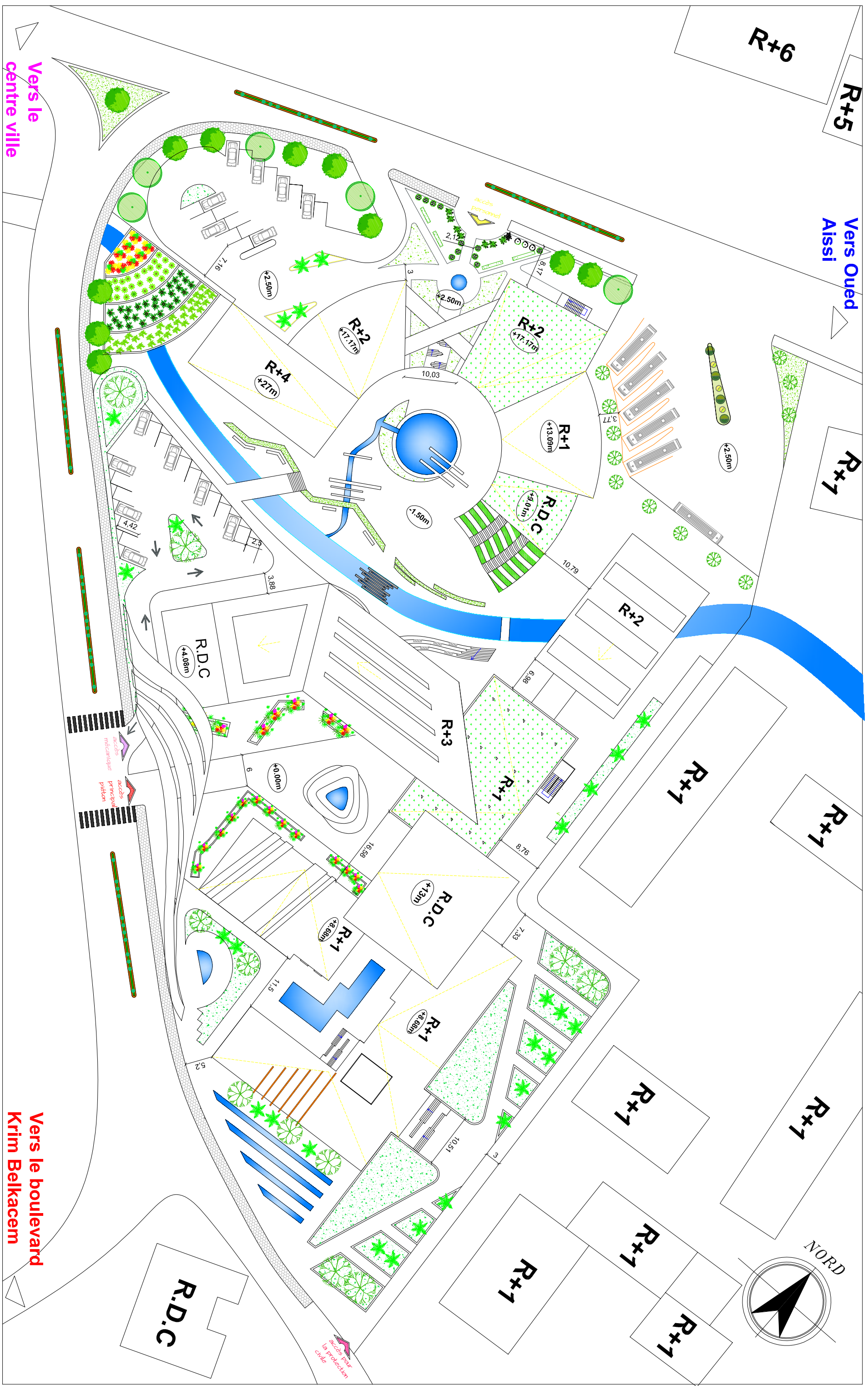


Figure 99: rendu 3d démontrant le concept de contraste de couleur. Source : auteurs

III.8. Formalisation et concrétisation du projet, le dossier architectural

III. 2. 1. Le dossier graphique définitif



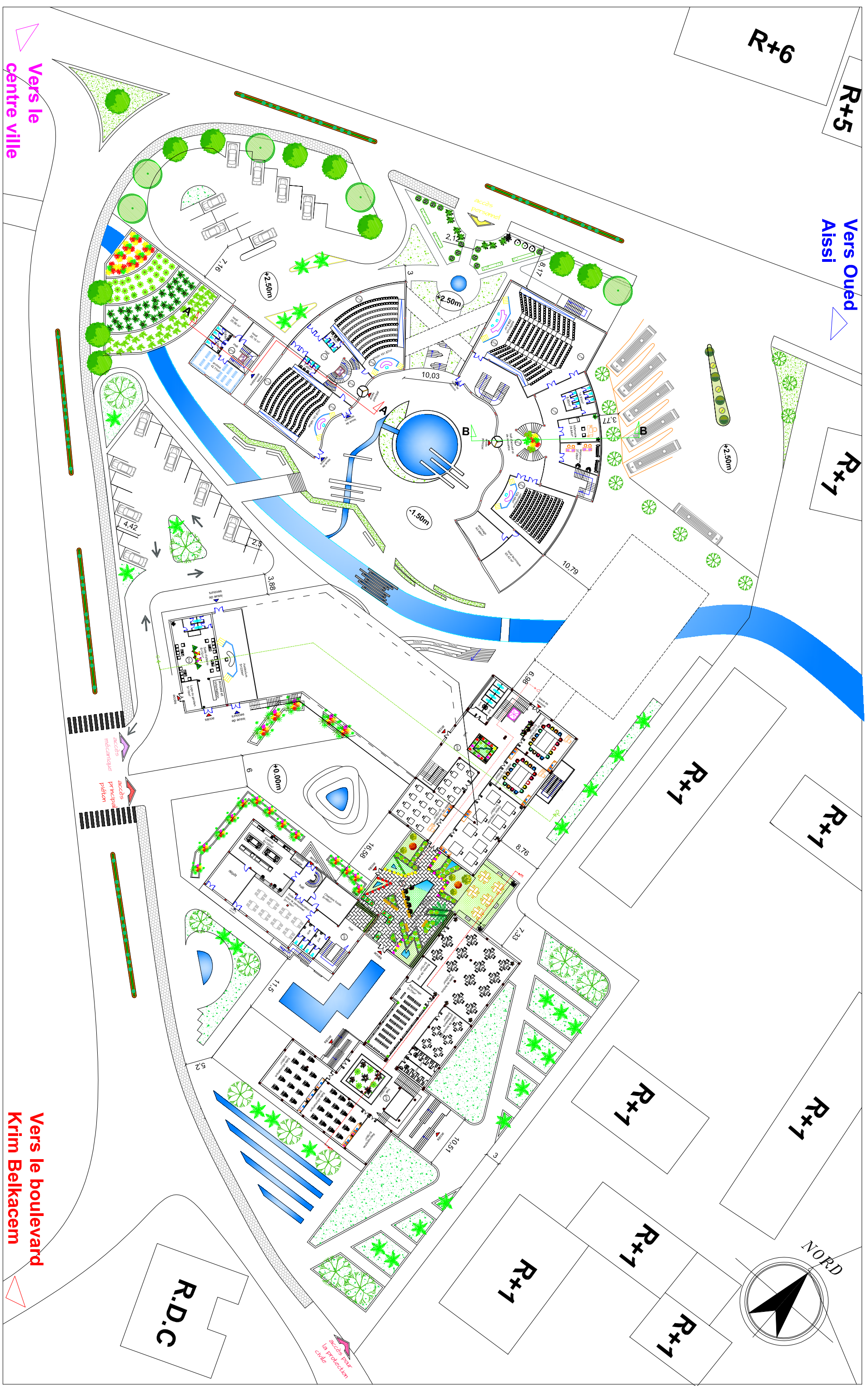
Vers Oued
Aissi

Vers le
centre ville

Vers le boulevard
Krim Belkacem

Plan de masse

Ech: 1/650



Vers Oued Aissi

R+6

R+5

R+1

R+1

R+1

R+1

R+1

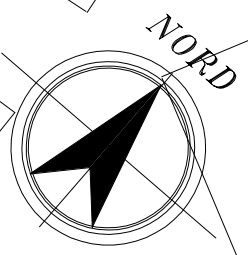
R+1

R+1

R+1

R+1

R.D.C

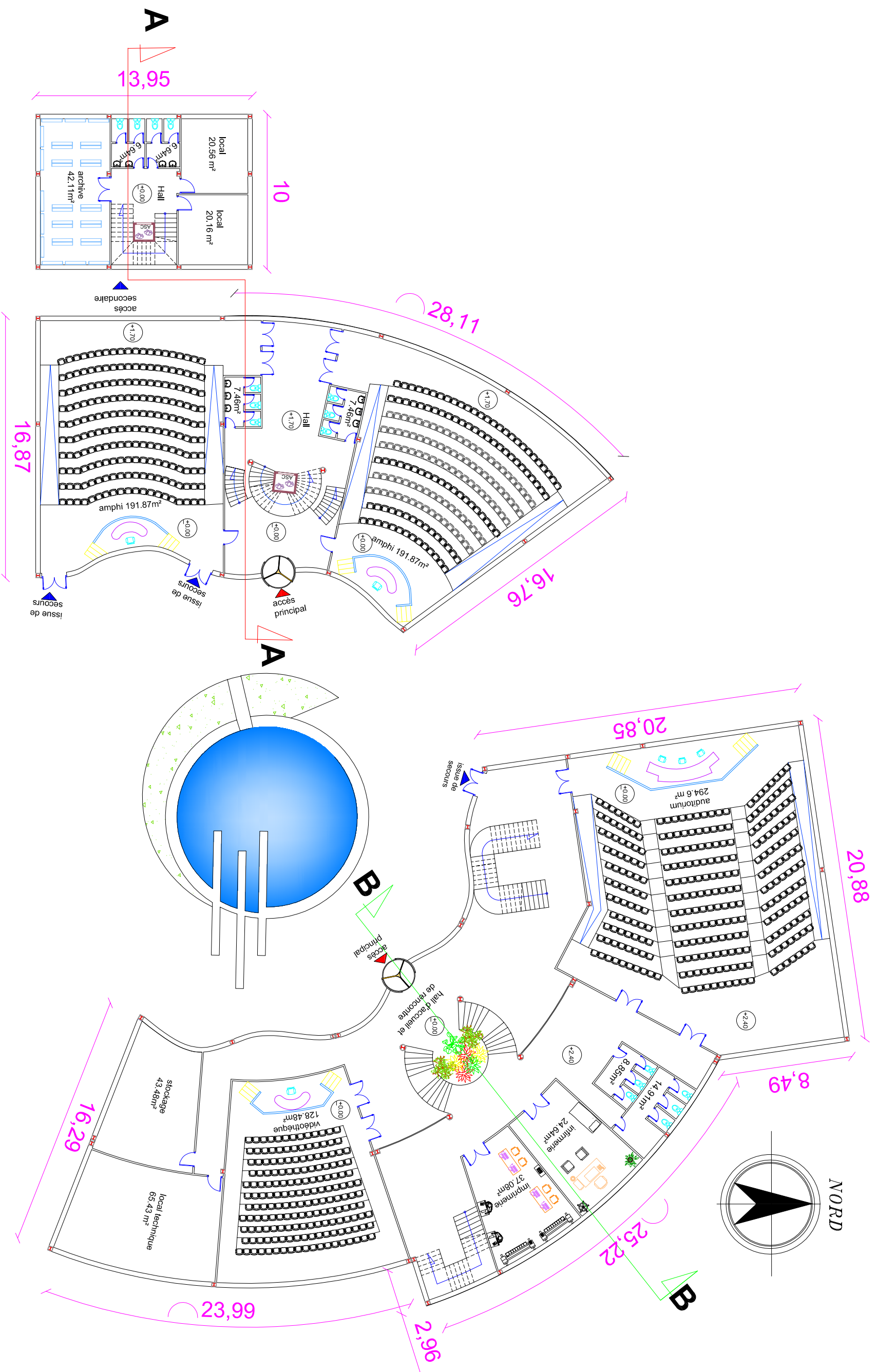


Vers le centre ville

Vers le boulevard Krim Belkacem

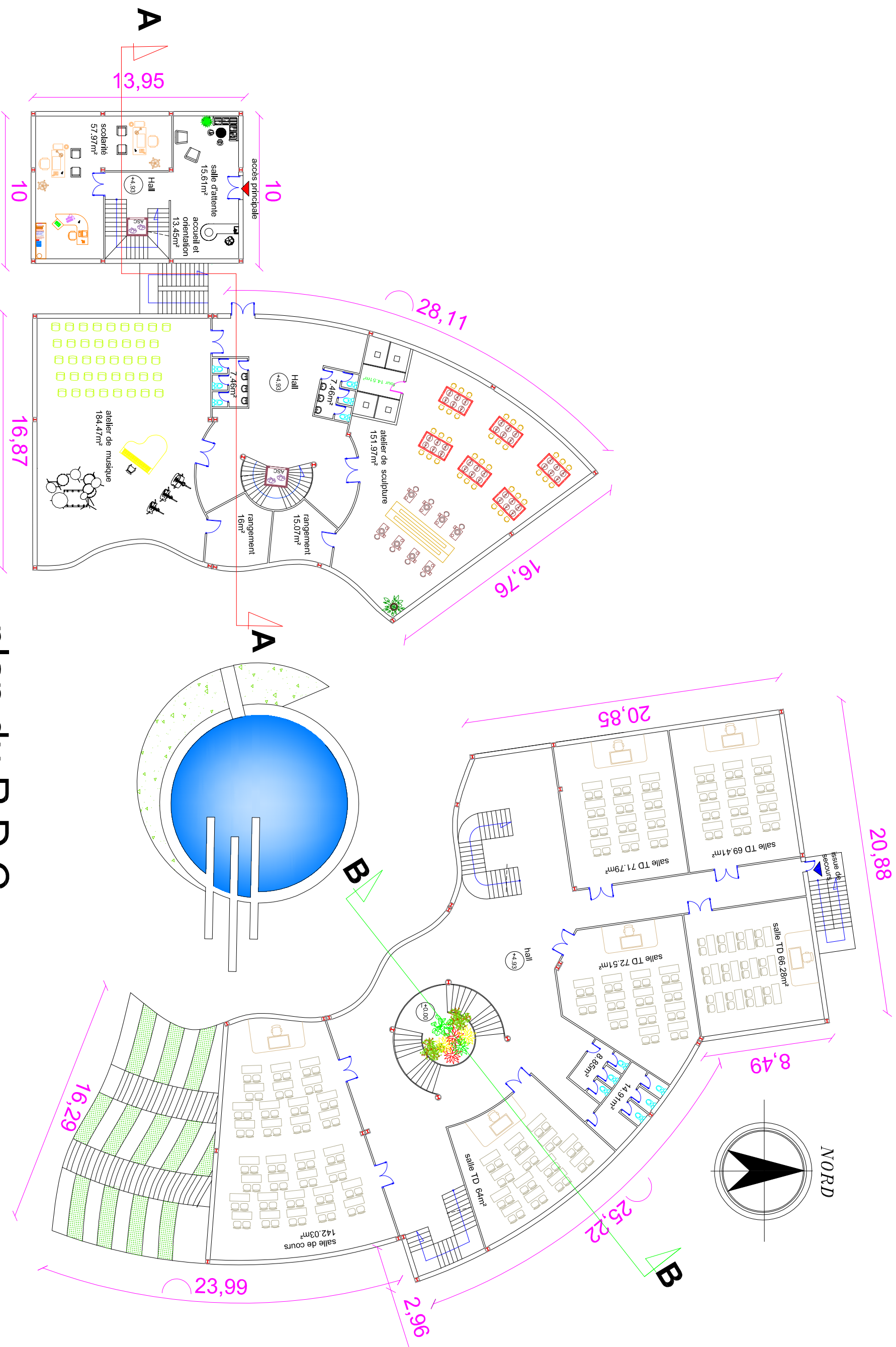
Plan d'ensemble

Ech: 1/650



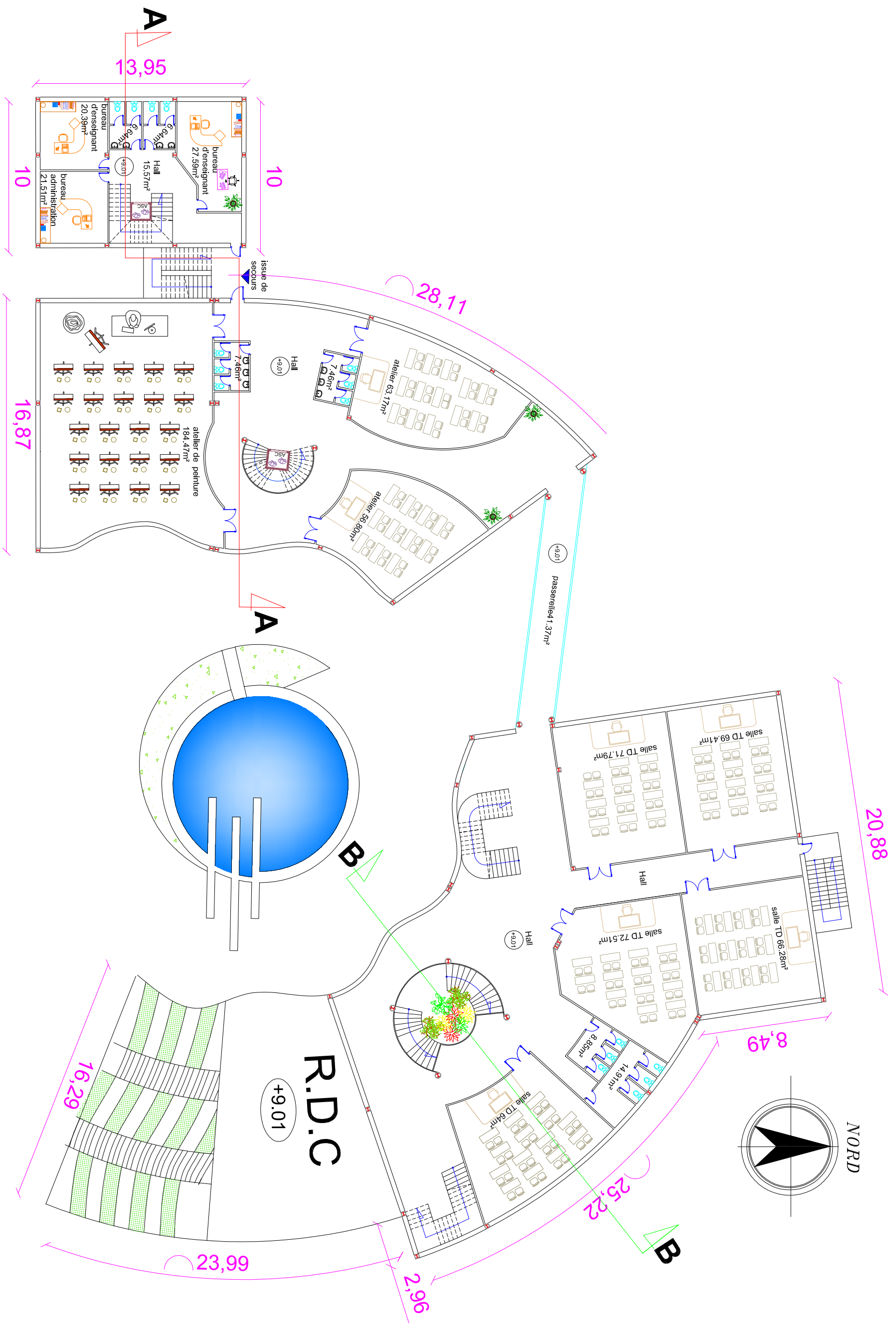
plan d'entresol

Ech: 1/250



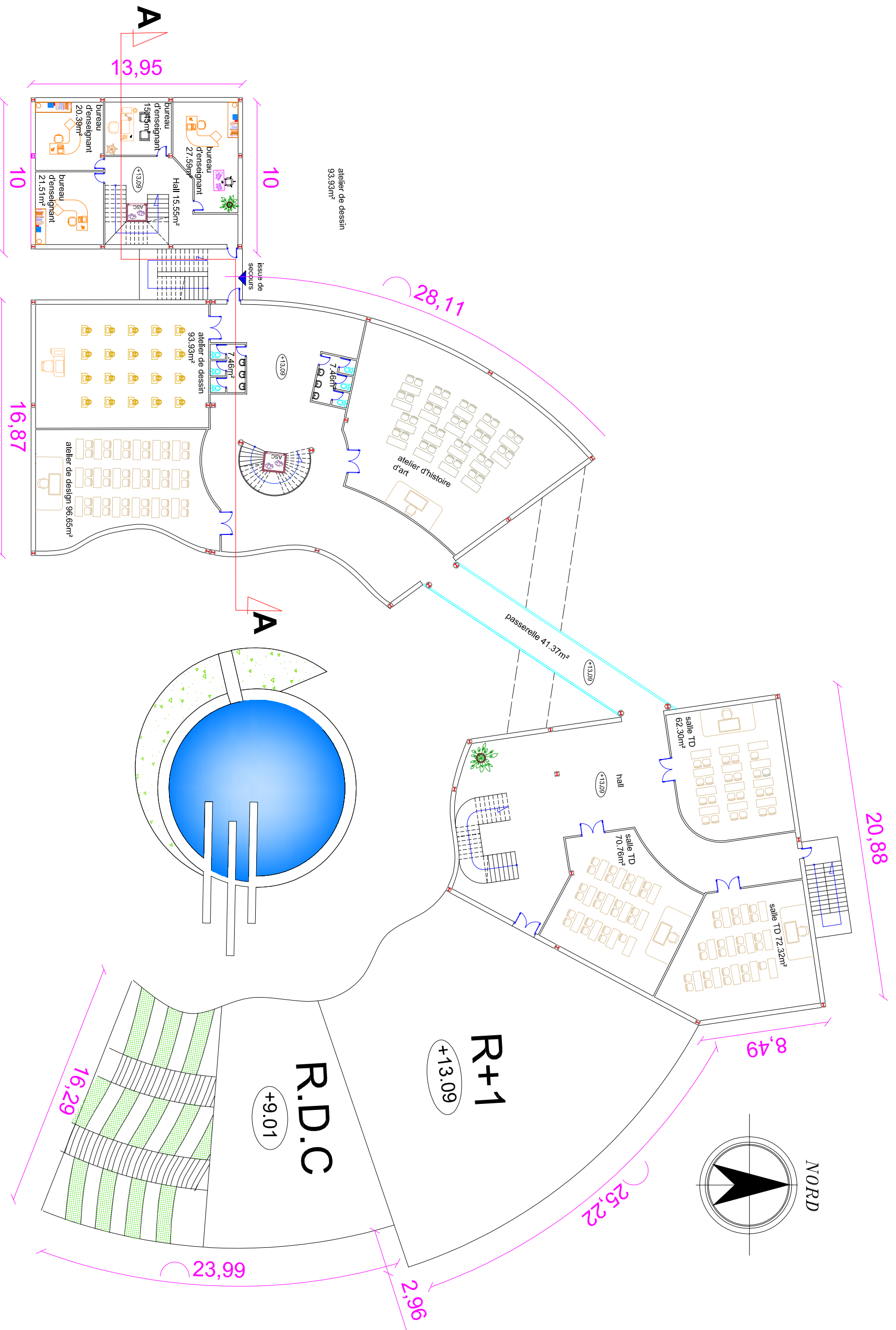
plan du R.D.C

Ech: 1/250



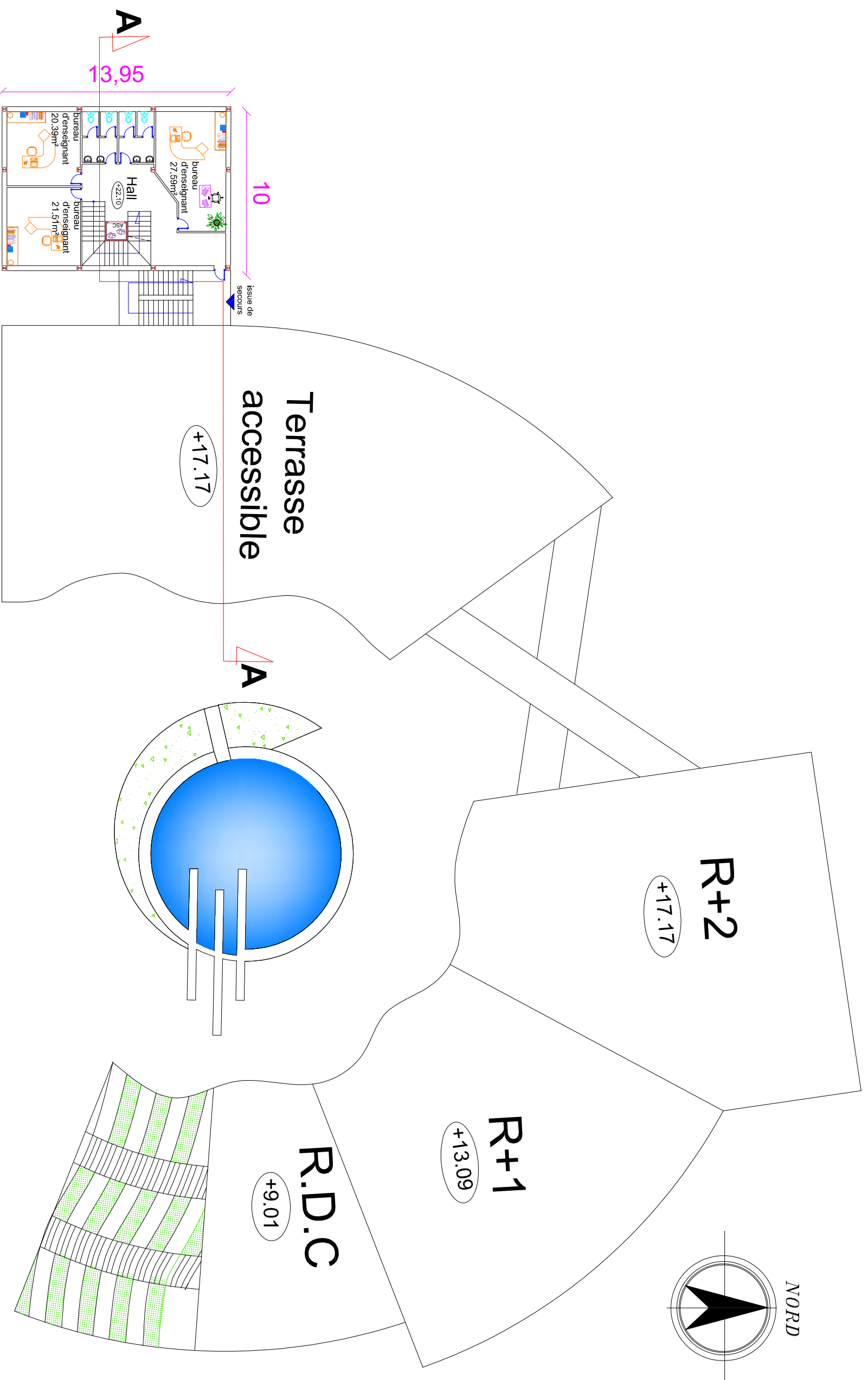
plan du 1er étage

Ech: 1/250



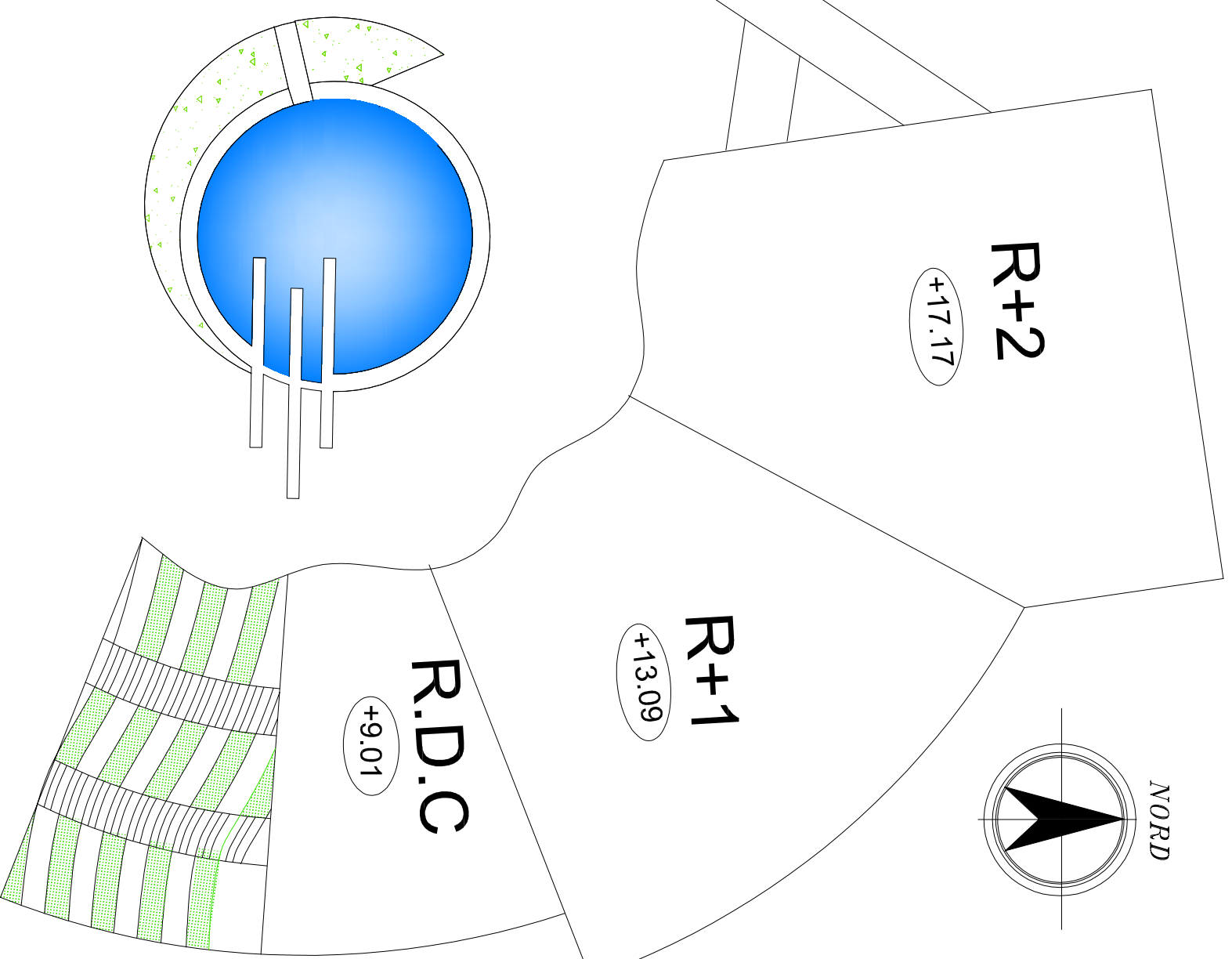
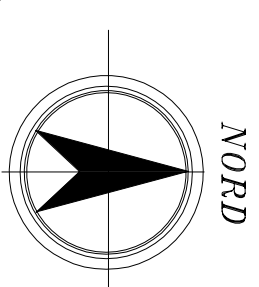
plan du 2eme étage

Ech: 1/250

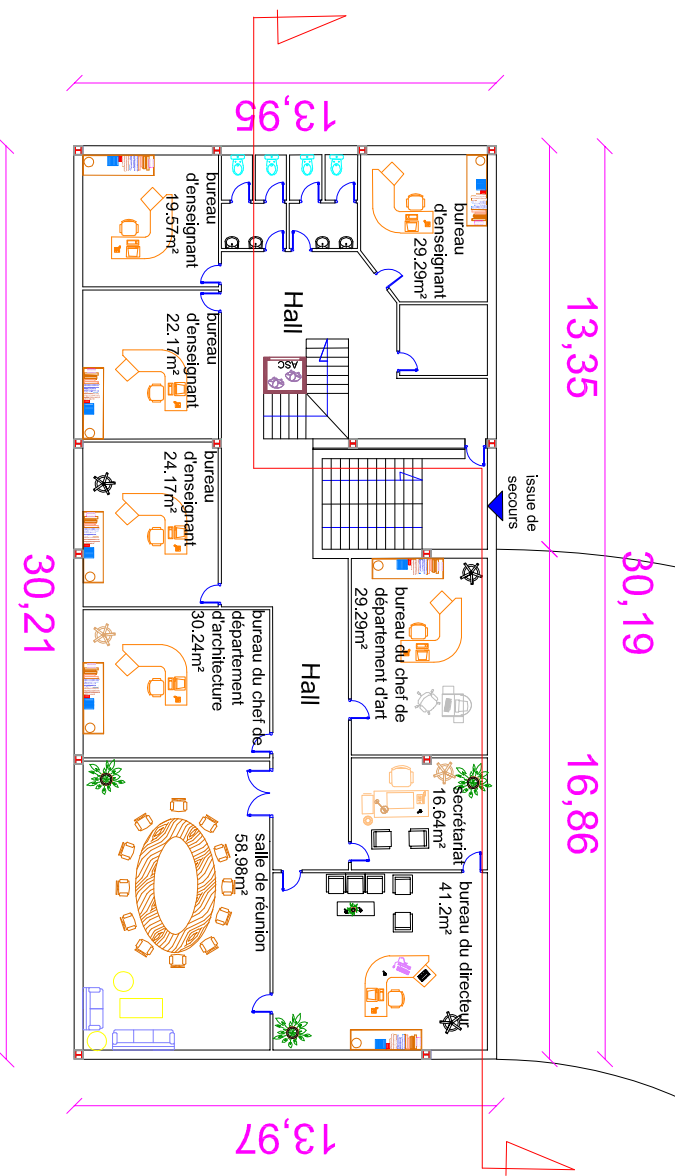


plan du 3eme étage

Ech: 1/250

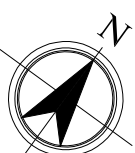


Terrasse
accessible
+17.17



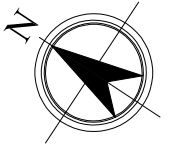
plan du 4eme étage

Ech: 1/250



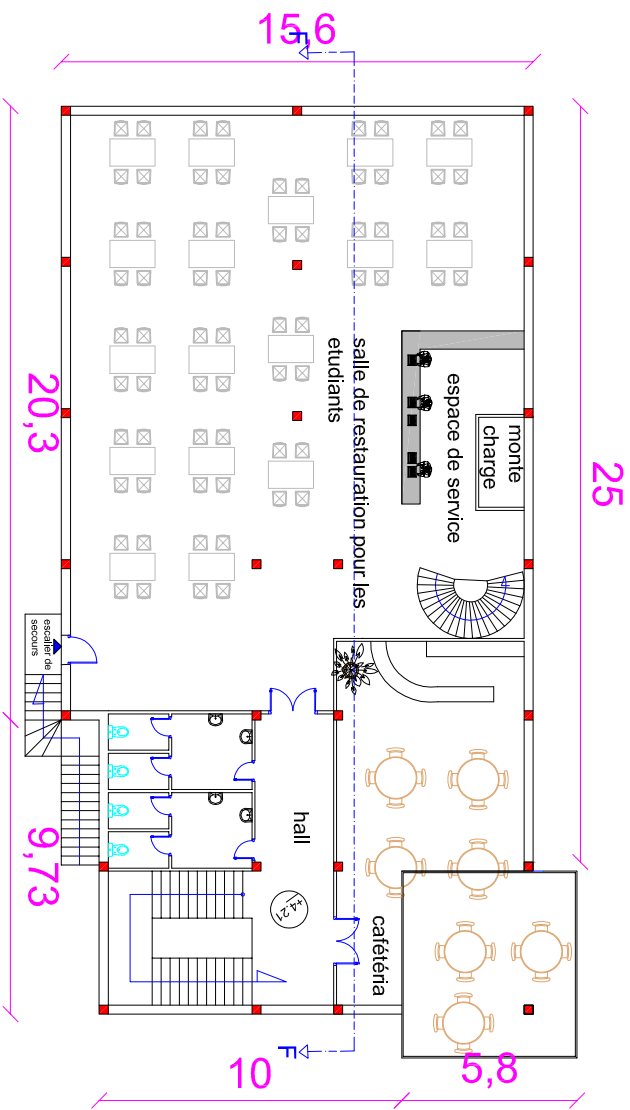
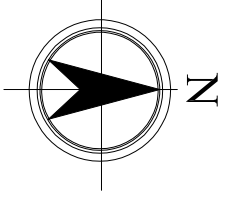
Plans du RDC

Ech: 1/300

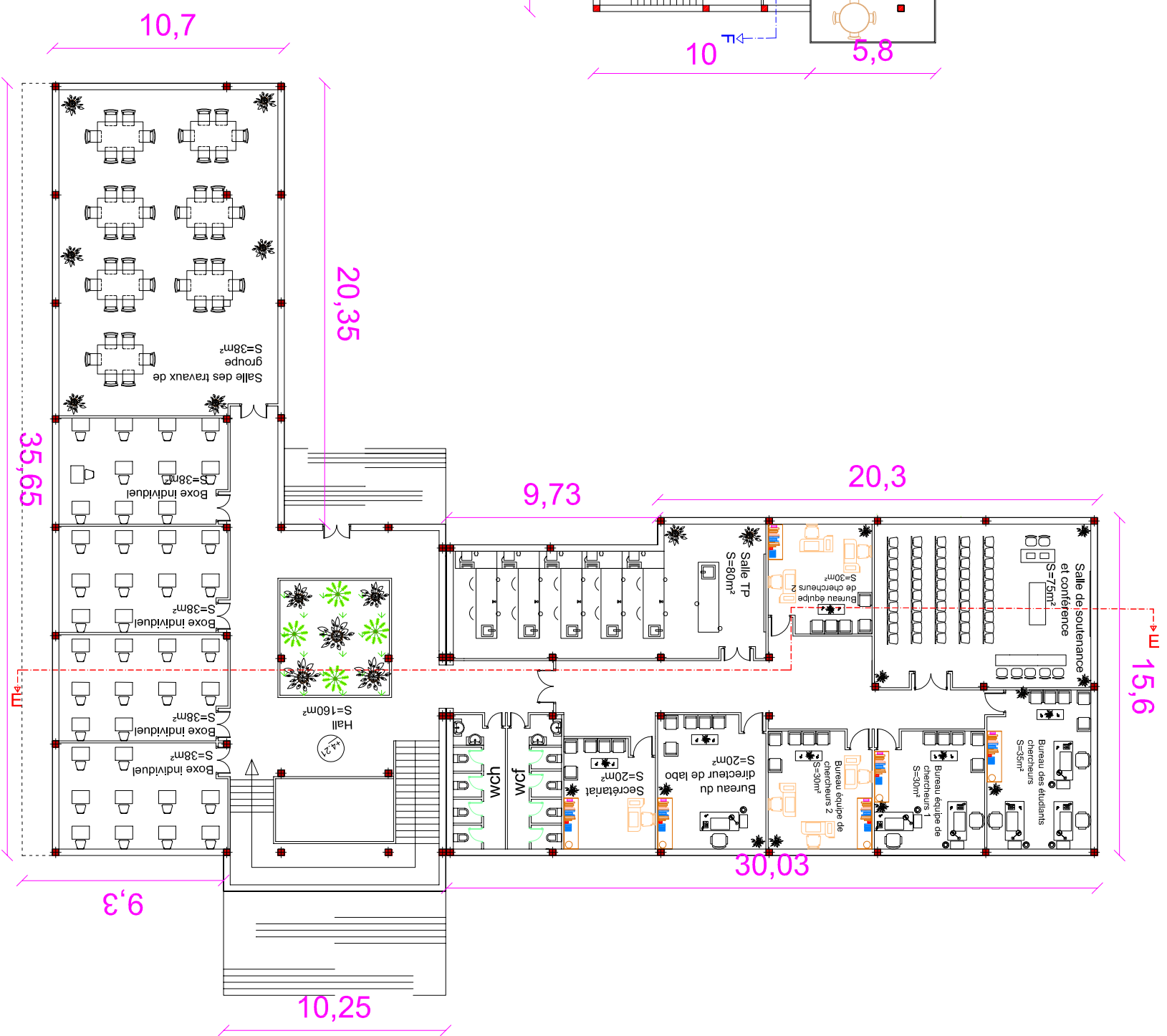


Entités pédagogique
Plans du 1er étage

Ech: 1/300

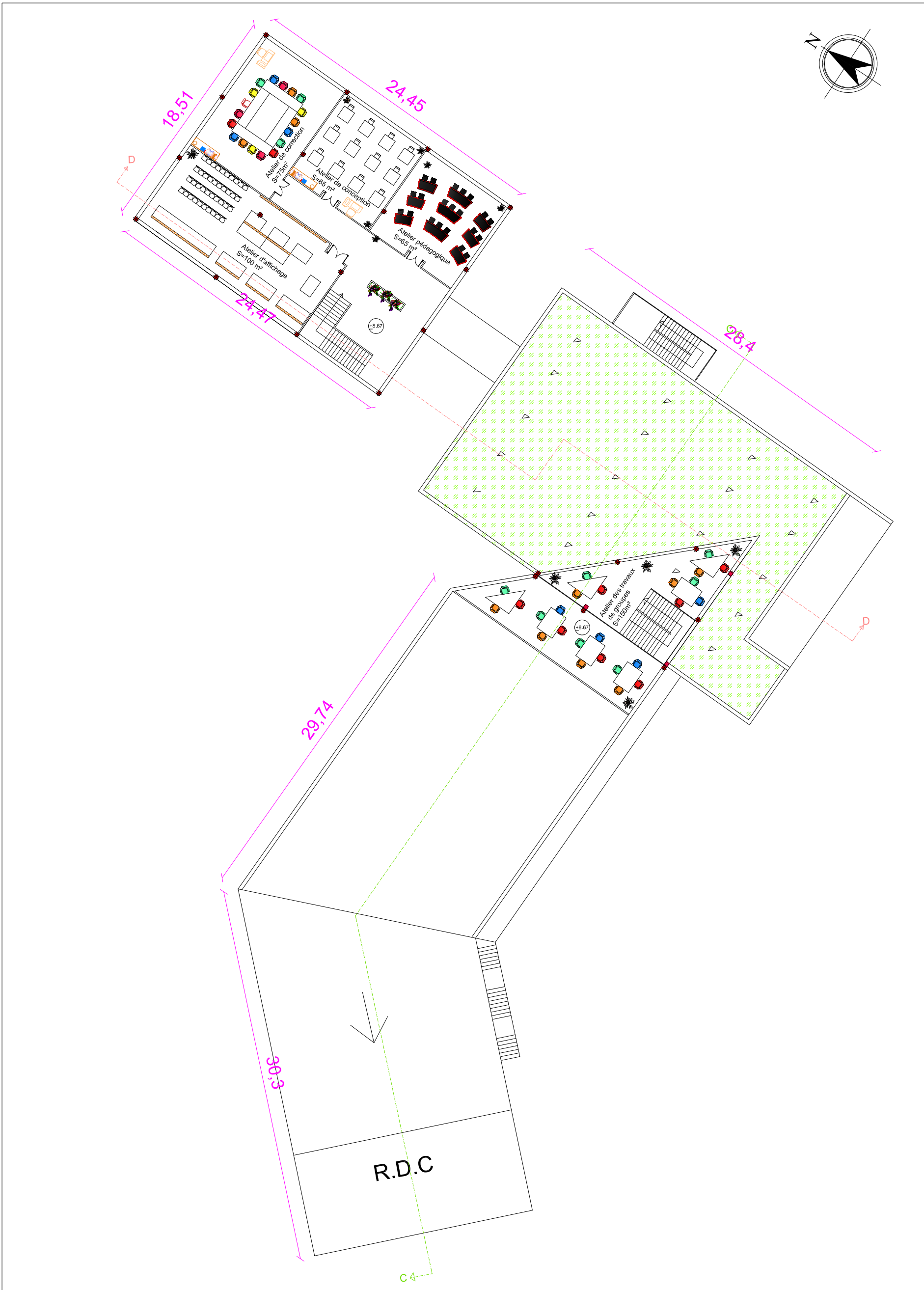


Bloc B
Plan du 1er étage



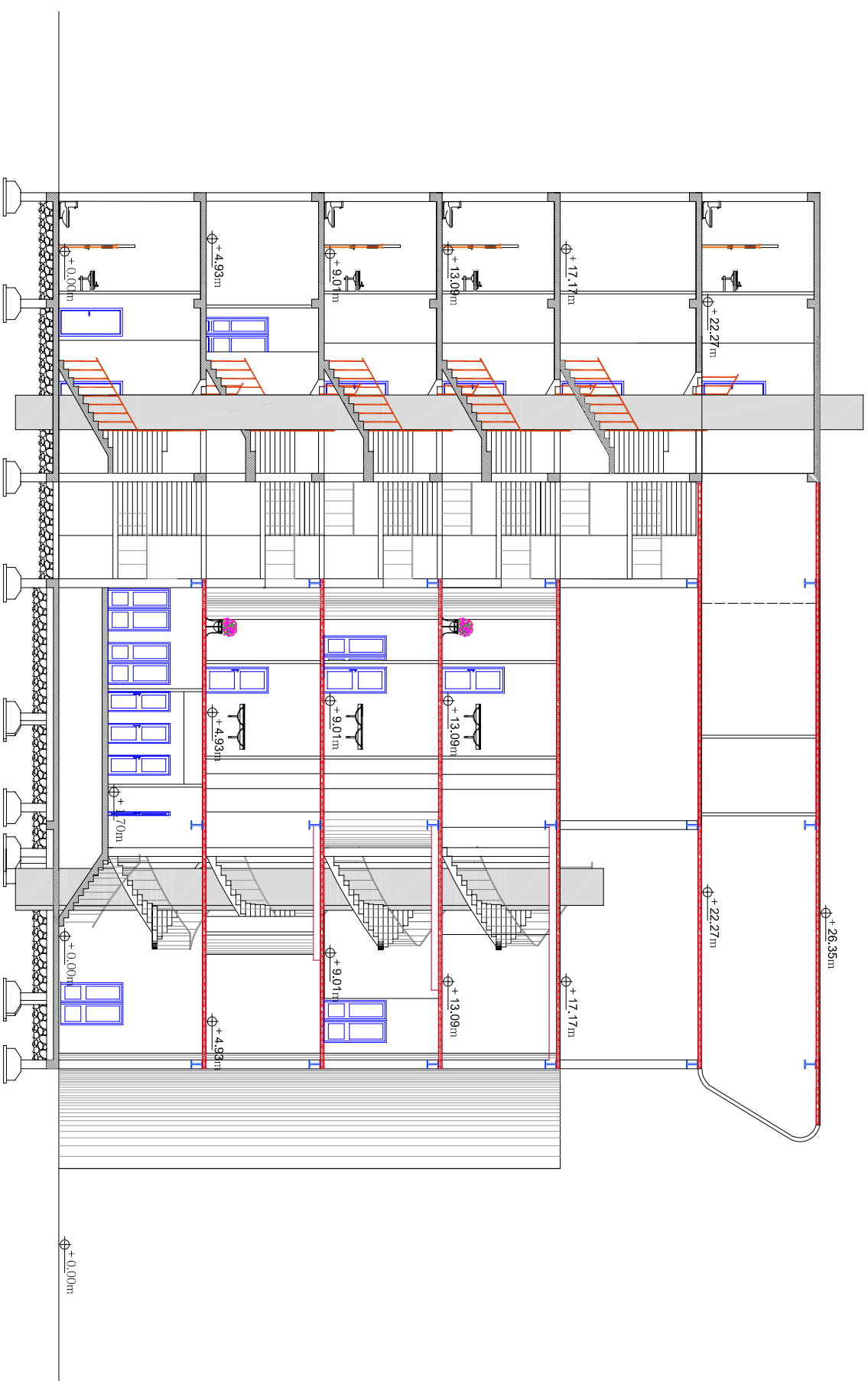
Bloc A
Plan du 1er étage

Ech: 1/250



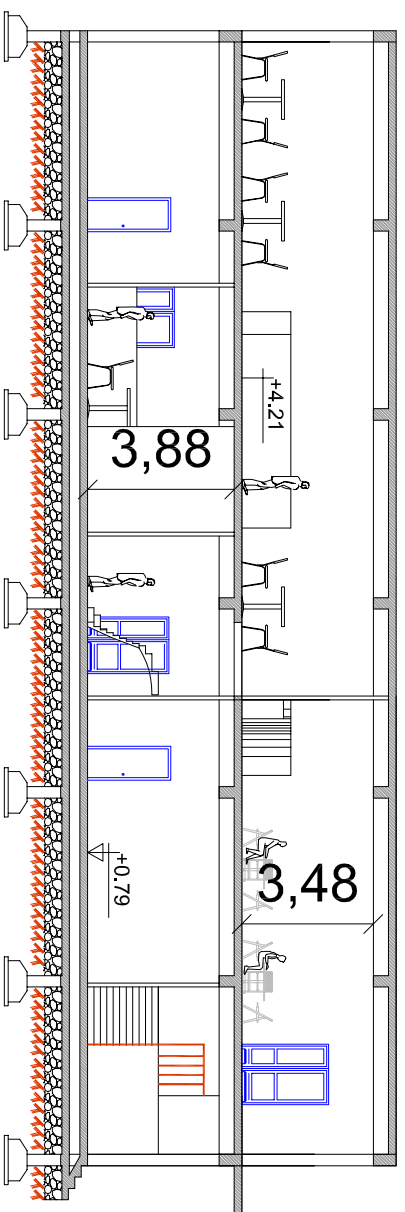
Entités pédagogique Plan du 2ème étage

Ech: 1/300

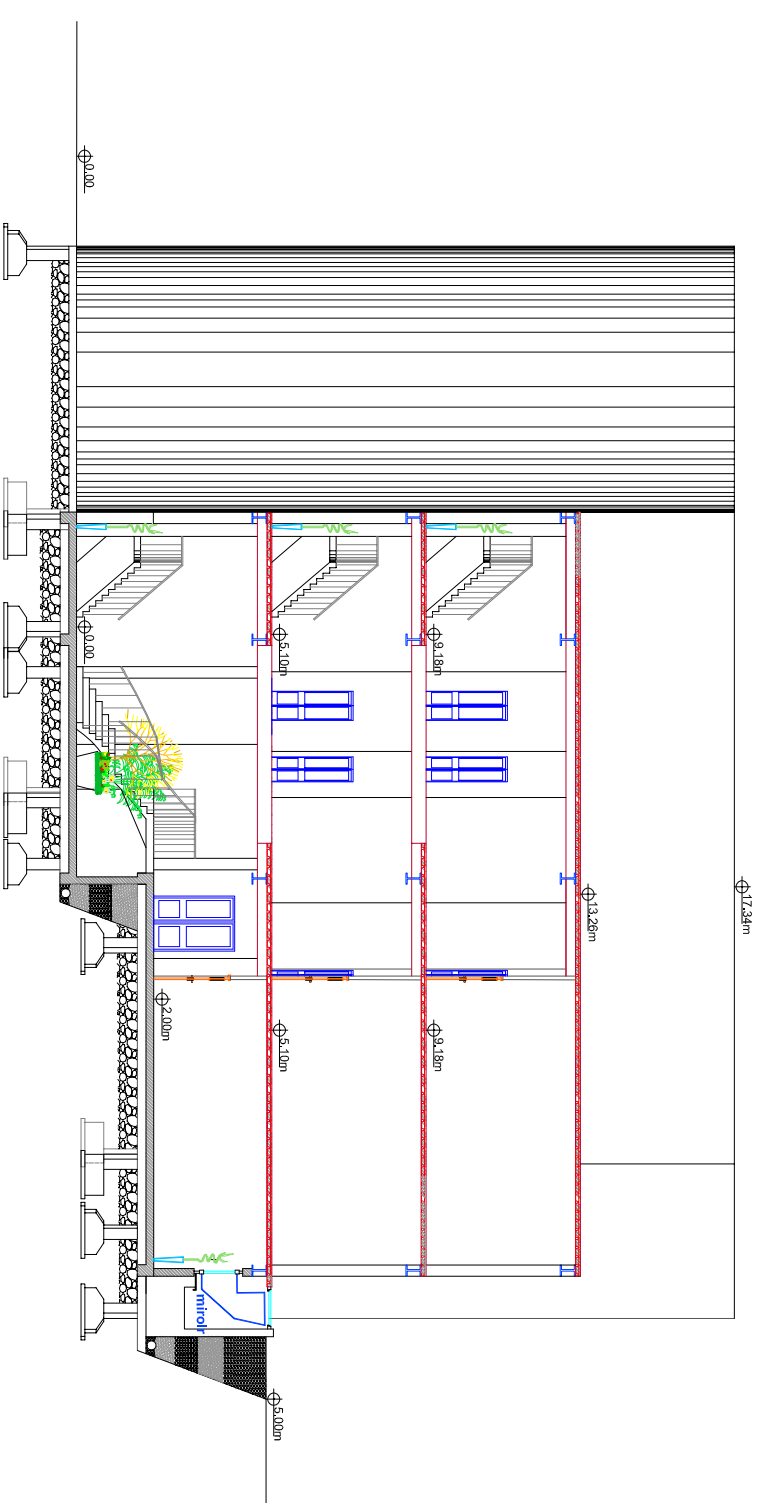


coupe A/A

Ech: 1/2000

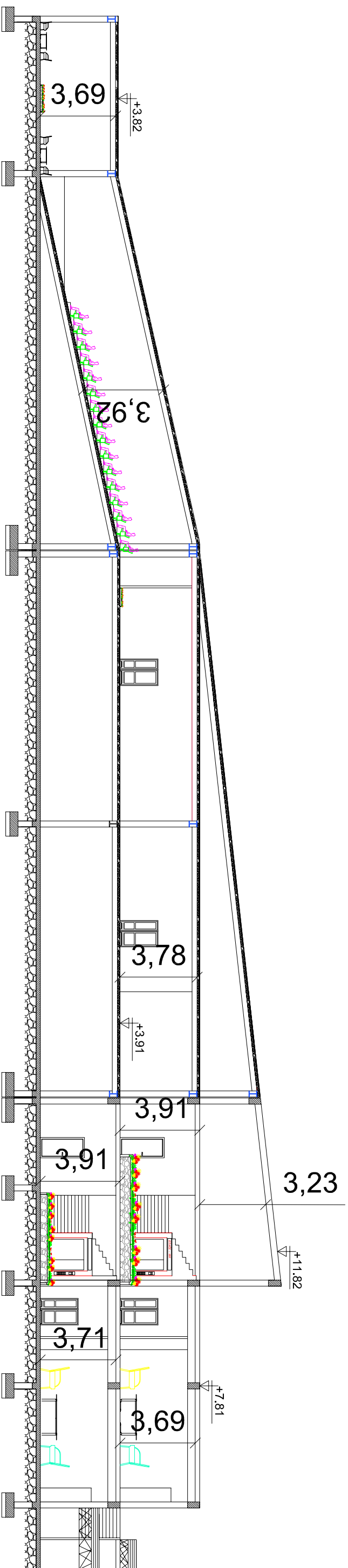


coupe FF



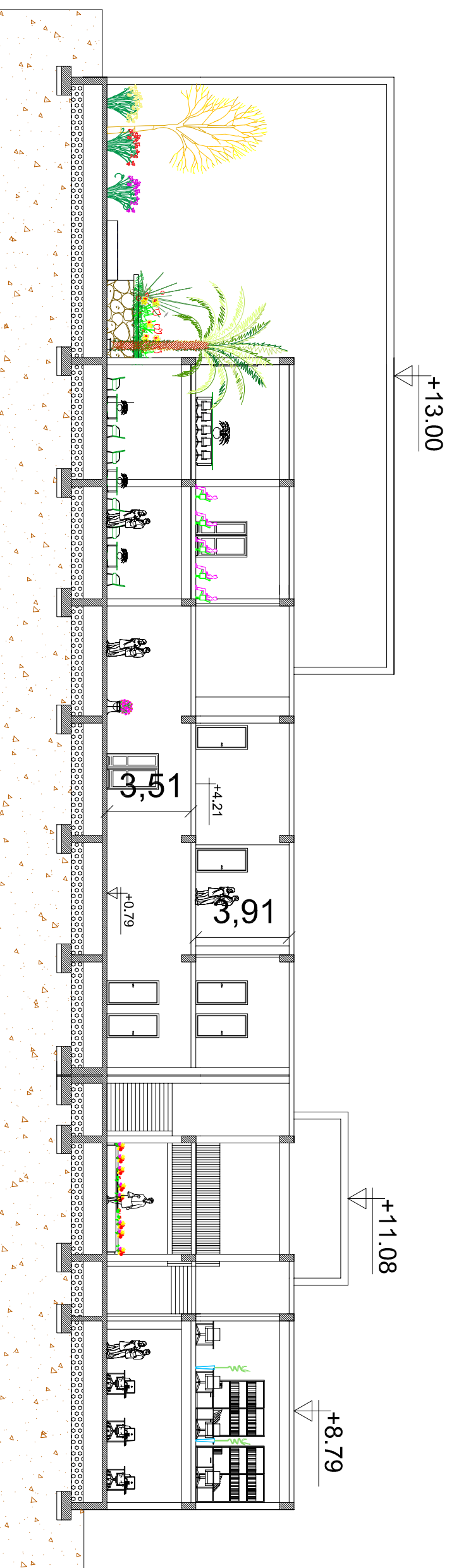
coupe B/B

Ech: 1/200



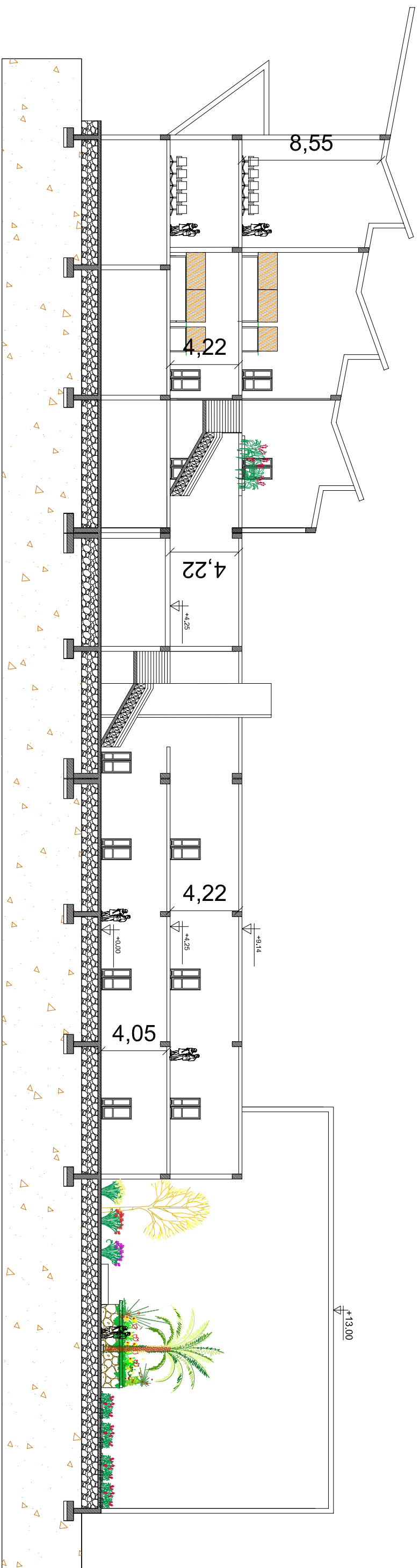
COUPE CC

Ech: 1/200



coupe EE

Ech: 1/200



COUPE DD

Ech: 1/250

III. 2. 2. Programmes quantitatif et qualitatif équivalent

Le tableau ci-dessous indique l'intégralité des espaces que referme la nouvelle école d'art et d'architecture de la ville de Tizi ouzou.

Entité pédagogique (architecture)	
Espace	aire
2 Ateliers maquette	140m ²
3 Ateliers de correction	65m ²
6 Ateliers de conception	108m ²
4 Ateliers pédagogique	65 m ²
4 Ateliers d'affichage	100m ²
2 Ateliers des travaux de groupes	100m ²
auditorium	325
Imprimerie	17 m ²
local technique	10 m ²
sanitaire	35 m ²
Entité pédagogique (art)	
2 amphis	191.87m ²
atelier de sculpture	151.97m ²
2 rangements	16 m ²
atelier de musique	184.47m ²
atelier de peinture	184.47m ²
2 ateliers	63.17m ²
atelier de design	96.65m ²
atelier de dessin	93.93m ²
atelier d'histoire d'art	144.28 m ²

Entité pédagogique (commune)	
Espace	aire
auditorium	294.6 m ²
vidéothèque	128.48m ²
infirmierie	24.64m ²
imprimerie	37.08m ²
stockage	43.48m ²
local technique	65.43 m ²
sanitaires	23 m ²
2 salles de cours	142.03m ²
18 salles de TD	70m ²
Entité administrative	
2 locaux	20.16 m ²
archive	42.11m ²
accueil et orientation	13.45m ²
salle d'attente	15.61m ²
scolarité	57.97m ²
13 bureaux d'enseignant	27.59m ²
bureau du chef de département d'art	29.29m ²
bureau du chef de département d'architecture	30.24m ²
salle de réunion	58.98m ²
bureau du directeur	41.2 m ²
secrétariat	16.64m ²

Entité recherche	
2 Salles informatique	95m ²
Reprographie	38m ²
Rayonnage	75m ²
Salle de lecture	205m ²
Bureau de pret	15m ²
Salle de lecture des professeurs	60m ²
Salle des travaux de groupe	38m ²
4 Boxes individuel	38m ²
Salle TP	80m ²
Bureau du directeur de labo	20m ²
Secrétariat	20m ²
3 bureaux équipe de chercheurs	30 m ²
Salle de soutenance et conférence	75m ²
Bureau d'étudiants chercheurs	35 m ²
Entité consommation	
Salle de restauration pour le personnel	110m ²
Chambre froide	45m ²
dépôt	35 m ²
Cuisine	120 m ²
salle de restauration pour les étudiants	300 m ²
cafeteria	80 m ²
sanitaires	24 m
Accueil et orientation	135 m²

III.9. Choix du système constructif

« L'architecture n'est pas uniquement une œuvre d'art mais c'est le fruit du fusionnement entre le côté artistique et le côté technique » (Renzo Piano).

Le choix du système constructif est déterminant dans la phase de réalisation, et doit répondre à des exigences fonctionnelles, spatiales et formelles tout en assurant la durabilité, la stabilité et l'économie.

Structure en béton armé

- C'est la structure de la partie réhabilitée (Entité de consommation et bibliothèque).

-en ce qui concerne l'entité pédagogique sur pilotis qui survole le cours d'eau on a opté pour des fondations profondes de type pieux au vu de l'instabilité de la terre et du grand taux d'humidité qui peut être néfaste pour de simples fondations.

Malgré les carences du béton en termes de durabilité et le fait que son bilan énergétique et écologique soient

élevés, il reste le matériau de construction le plus utilisé, et cela est dû à ses propriétés : une bonne protection contre l'incendie, et sur la résistance à la compression. Mélangé avec des adjuvants,

il acquiert encore plus de caractéristiques mécaniques, adaptables selon les besoins. Il travaille bien avec l'acier, et celui-ci reprend les efforts de traction.

On a utilisé ce type de structure pour les fondations, les voiles périphériques ainsi que pour la structure, le béton armé nous permettra :

- Une bonne résistance aux efforts de compression.
- Une bonne résistance à la traction.
- Une masse thermique permettant de faire des économies d'énergie.

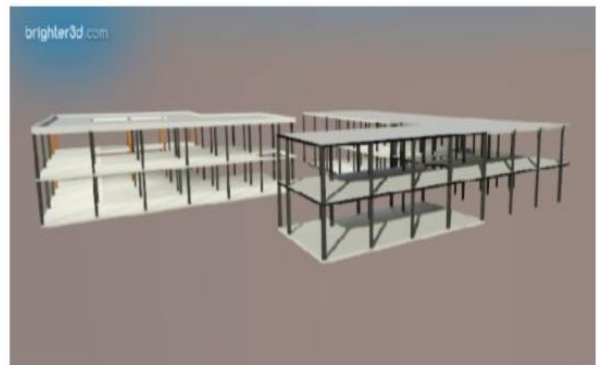


Figure 100 : Modélisation de la structure de l'administration et la bibliothèque.

Source: Auteurs.

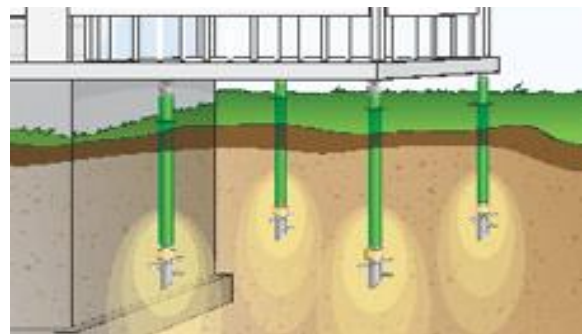


Figure 101: Type de fondations profondes(pieux)

Source: Google image

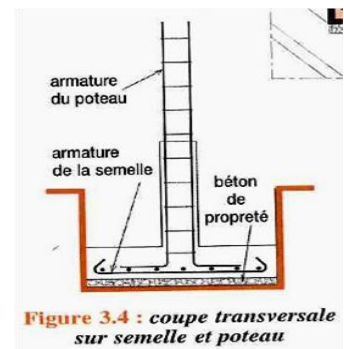


Figure 3.4 : coupe transversale sur semelle et poteau

Figure 102 : Coupe transversale sur semelle et poteau

-Bonne durabilité grâce à sa résistance à l'usure, au feu, au vent, aux vibrations et aux séismes.

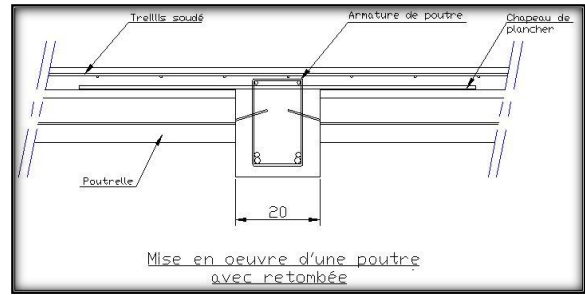


Figure 103: Mise en oeuvre d'une poutre avec retombée

Source: google image



Figure 104: photo d'un profile métallique HEA
Source: Google image



Figure 105: photo de poutres alvéolaires

Source: Google image

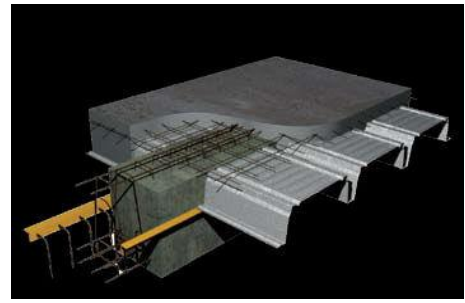
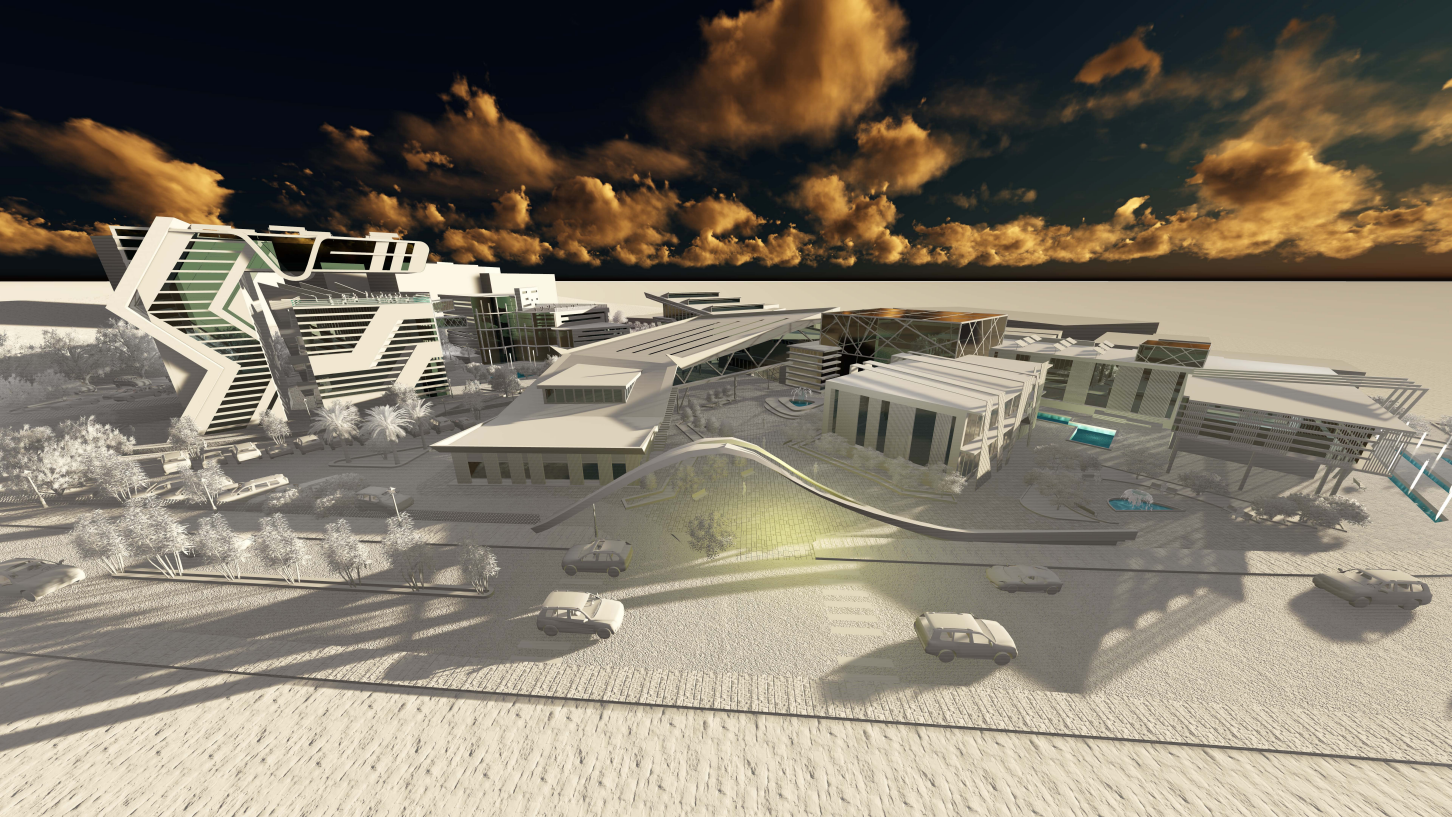
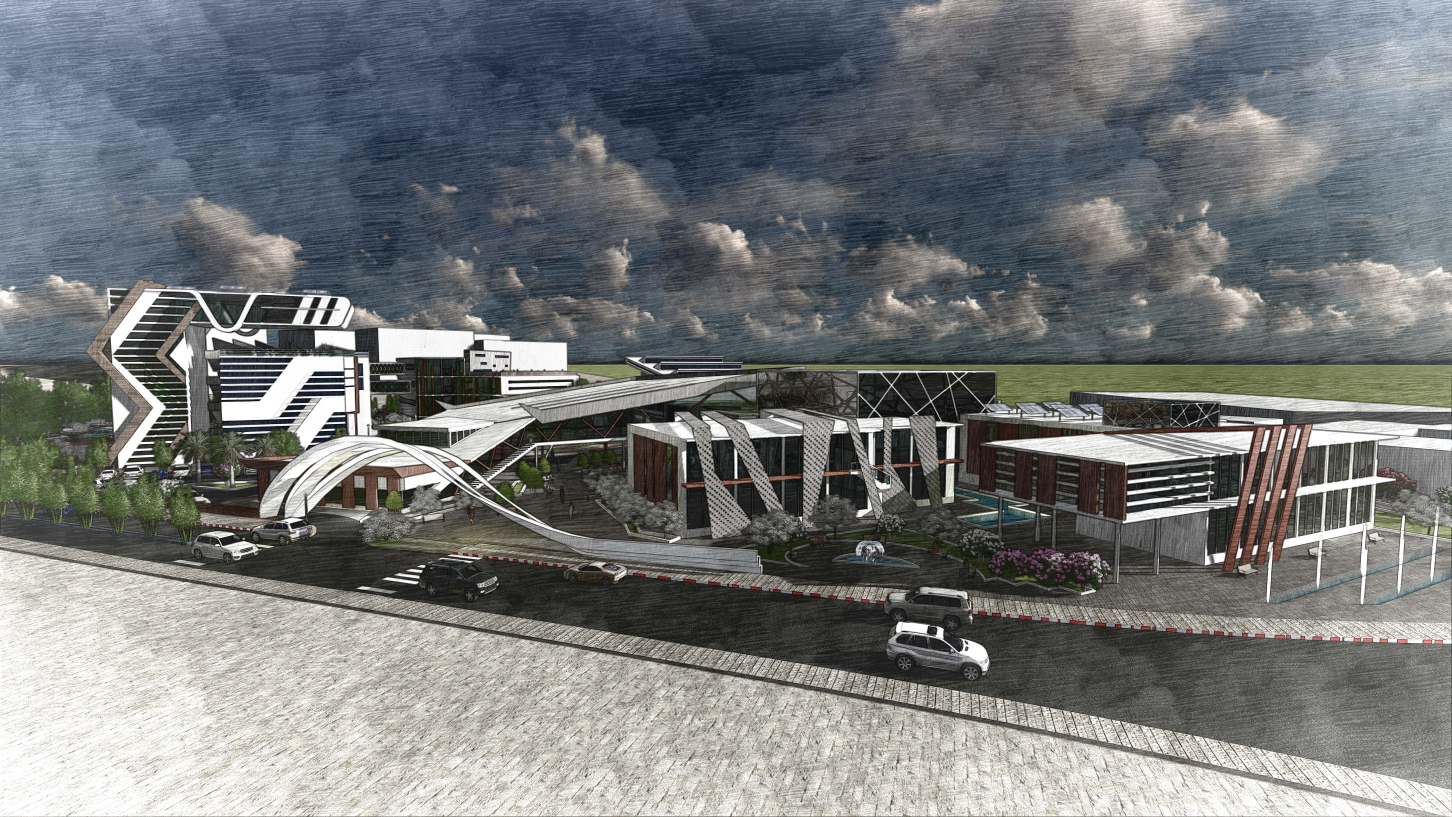
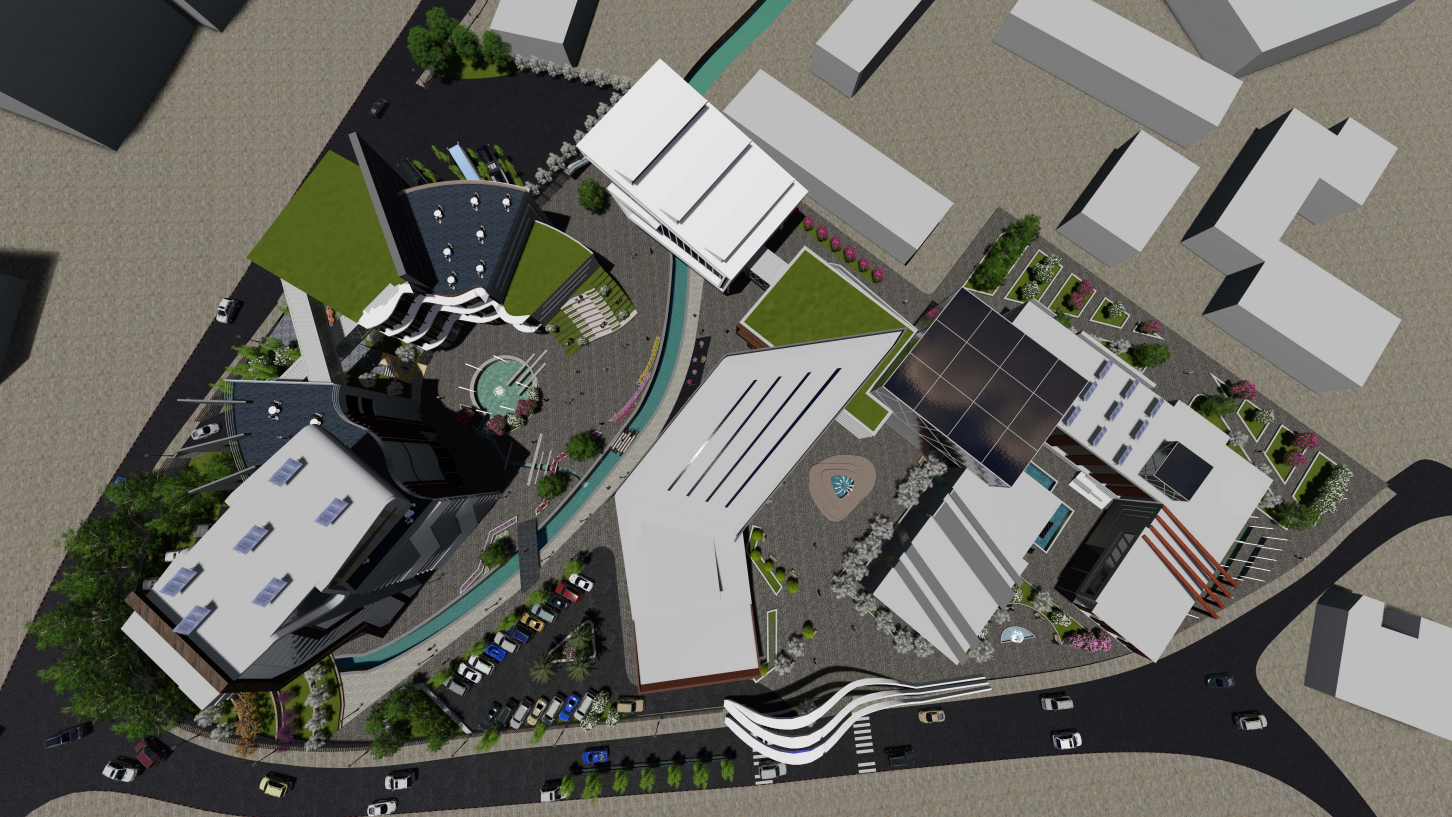


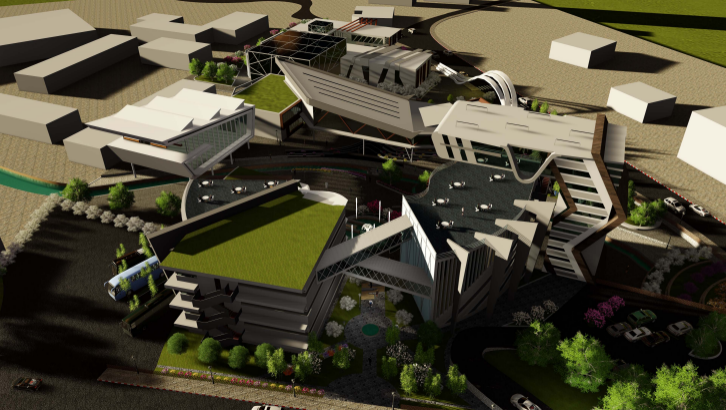
Figure 106: détail de plancher collaborant
Source: Google image













Chapitre IV : procédés et solutions bioclimatiques

Introduction

« Toute réalisation architecturale concrétise un microcosme en rapport plus ou moins étroit avec l'environnement auquel il appartient »¹. Le but de la conception, de la rénovation et de la construction d'un bâtiment est de réaliser ce microcosme en concordance optimale avec son environnement et de donner ainsi au climat une juste place parmi les dimensions fondamentales de toute intervention de l'architecte sur l'environnement. L'architecte ainsi définit inclut le climat et la dynamique qu'il implique: c'est l'architecture bioclimatique.

L'occupant est au centre de l'architecture bioclimatique. Elle n'existe que dans l'objectif d'essayer de répondre à des exigences de confort. L'architecture bioclimatique se préoccupe donc des paramètres qui conditionnent le bien-être de l'habitant.

IV.1. Définition de l'architecture bioclimatique

« L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Dans la conception d'une architecture dite *bioclimatique*, les conditions du site et de l'environnement (le climat et le microclimat, la géographie et la géomorphologie) ont une place prépondérante dans l'étude et la réalisation du projet d'architecture qui y est prévu »².

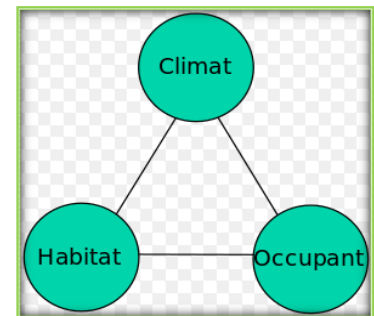


Figure 107: L'architecture bioclimatique
Source: <http://www.bouveronarchitecte.com>

IV.2. Dénomination

« Architecture passive, maison solaire, bâtiment à énergie positive, haute qualité environnementale, haute performance énergétique ... sont autant de noms pour parler de l'architecture bioclimatique »³.

IV.3. L'objectif de l'architecture bioclimatique

« L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site »⁴.

¹ <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/concepts/7.1.htm>

² <http://www.bouveron-architecte.com/tag/architecture-bioclimatique/>

³ <http://www.energies-renouvelables.org/hqe.asp>

⁴ <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

En effet, l'architecture bioclimatique est complémentaire d'une approche sociale : chacun doit pouvoir bénéficier d'une qualité de vie égale, qualité qui passe par la conception d'un logement sain, confortable, économe et accessible à tous. Elle ne se limite donc pas à la construction, elle touche également le domaine de la réhabilitation et l'extension.

IV.4. Présentation de la Réhabilitation

La réhabilitation est une opération qui consiste, d'une part, à améliorer l'état constructif du bâti et, d'autre part, à assurer le confort thermique, acoustique ainsi que les meilleures conditions d'hygiène aux occupants. La réussite de cette opération dépend de deux paramètres à savoir l'aspect culturel en relation avec l'humain et l'aspect technique en relation avec le bâti⁵.



Figure 108: Surélévation et réhabilitation de 5 logements à Rouen
source:
http://archesys.net/arc_project/surelevation-rehabilitation-logements-rouen/

IV.4.1. Démarche d'une opération de réhabilitation

Les opérations de réhabilitation du bâti peuvent suivre un cheminement qui comprend quatre phases:

- La première est la connaissance du bâti, elle regroupe le pré-diagnostic et l'analyse pluridisciplinaire (domaines social, historique, architectural et constructif).

- 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 quand a lui au bâti un meilleur état par une main d'œuvre compétente et évitera pour l'avenir une intervention sévère et coûteuse⁶.

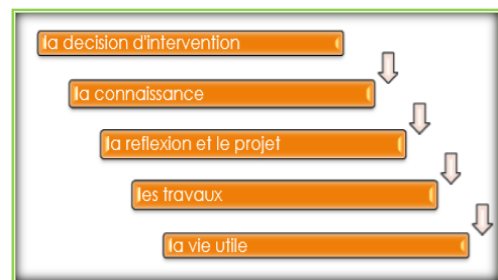


Figure 109: les phases d'un processus de réhabilitation.

⁵ Jean Coignet, "Réhabilitation, Arts de bâtir traditionnels, Connaissance et techniques." Edi. Sud, 1989. P. 23

⁶ ALILI Sonia, mémoire de magister en architecture option : Architecture et Développement.

IV.4.2. La réhabilitation en tant que vecteur du développement durable

La réhabilitation des sites historiques pourrait constituer un vecteur de développement durable. En effet, l'exploitation du patrimoine en tant que ressource durable mais non renouvelable, offre une multitude d'opportunités pour l'amélioration du bien être social et économique des citoyens, par la création de revenus et d'emplois à travers les activités liées à sa conservation, sa gestion et au tourisme culturel .A un rôle primordial dans la promotion de la cohésion et de l'intégration sociales. Aussi un rôle au niveau économique.

IV.4.3. la réhabilitation durable

IV.4.3.1. La notion d'éco-Réhabilitation

Le concept d'Eco-réhabilitation repose sur l'association des connaissances et pratiques de réhabilitation avec celles du développement durable⁷ (ECO+Réhabilitation) La mise en œuvre de ce concept est à l'ordre du jour et actuellement des réhabilitations durables sont mises en œuvre dans plusieurs pays, développés notamment.

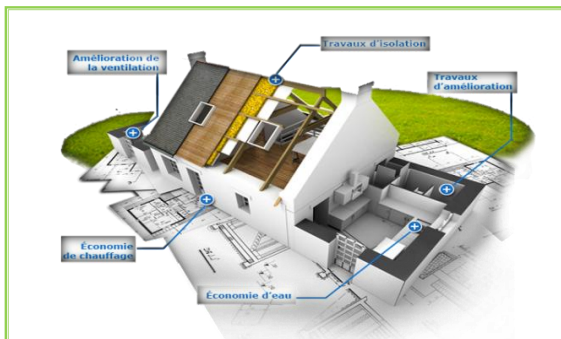


Figure 110: Eco-réhabilitation énergétique, introduction de techniques innovantes.
Source: <http://atlanticconcepthabitat.com/eco-renovation-technique-de-construction-vers-lecologie/>



Figure 111: Figure : la terrasse végétalisée afin de récupérer les eaux de pluie.
Source : <http://ecocopro.com/recuperation-des-eaux-de-pluie-et-toitures-vegetalisees/>

IV.4.3.2. Ambition et objectifs de l'ECO-réhabilitation

- L'éco réhabilitation du patrimoine bâti est complexe et implique une expertise préalable du contexte, qui va bien au-delà d'une vision technique pour définir une stratégie



Figure 112: les perspectives d'une éco réhabilitation
Source : <http://www.camdib.org>

⁷ Sophie Mauro Chassagne, "Développement durable et réhabilitation, étude de cas à Annecy", travail de fin de formation continue « l'architecture à haute qualité environnementale HQE », école national d'architecture de Lyon, janvier 2007, page4

pluridisciplinaire en terme : économique, social et environnemental.

- L'éco réhabilitation réduit de moitié la consommation énergétique grâce à des mesures ciblées, c'est le moyen de garantir la valeur d'immeuble à long terme, et d'en améliorer le confort.

- Les objectifs de l'éco réhabilitation rejoignent ceux de développement durable à savoir la stratégie: Equité, Economie, Environnement, ajoutant la valorisation du patrimoine comme objectif principal, ceci pour des motifs économiques.

IV.4.3.3. L'Eco-Réhabilitation une réponse à la haute qualité environnementale

La démarche HQE (Haute qualité environnementale) : La démarche HQE vise à améliorer la qualité environnementale des bâtiments neufs et existants, c'est-à-dire à offrir des ouvrages sains et confortables dont les impacts sur l'environnement, évalués sur l'ensemble du cycle de vie, sont les plus maîtrisés possibles. C'est une démarche d'optimisation multicritère qui s'appuie sur une donnée fondamentale : un bâtiment doit avant tout répondre à un usage et assurer un cadre de vie adéquat à ses utilisateurs⁸.

IV.4.3.4. Principes de la démarche HQE

Les objectifs sont fixés par le maître d'ouvrage dans le cadre de son programme.

- Le système de management permet de mobiliser l'ensemble des acteurs pour atteindre les objectifs.

- Aucune solution architecturale et technique n'est imposée : le choix est justifié et adapté au contexte.

- La création d'un environnement intérieur sain et confortable tout en limitant les impacts environnementaux est recherchée.

- Les performances sont évaluées. La démarche HQE met 14 cibles incluses dans 4 familles qui permettent de structurer la réponse technique, architecturale et économique aux objectifs du maître d'ouvrage :

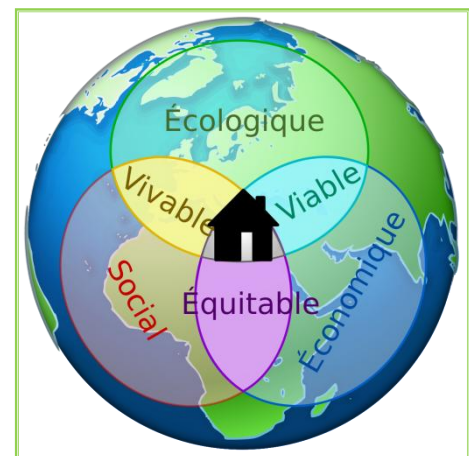


Figure 113: Principes de la démarche HQE

source: <https://upload.wikimedia.org>

⁸ Michel Platze, Mesurer la qualité environnementale des bâtiments, méthode globale, page 48

1-Eco-construction	2-Eco-gestion	3-Confort	4-Santé
<p>1. Relations du bâtiment avec son environnement immédiat</p> <p>2. Choix intégré des procédés et produits de construction</p> <p>3. Chantier à faibles nuisances</p>	<p>4. Gestion de l'énergie</p> <p>5. Gestion de l'eau</p> <p>6. Gestion des déchets d'activité</p> <p>7. Gestion de l'entretien et de la maintenance.</p>	<p>8. Confort hygrothermique</p> <p>9. Confort acoustique</p> <p>10. Confort visuel</p> <p>11. Confort olfactif</p>	<p>12. Qualité sanitaire des espaces</p> <p>13. Qualité sanitaire de l'air</p> <p>14. Qualité sanitaire de l'eau</p>

IV.5. l'extension en architecture

IV.5.1. Définition de l'extension

Une extension ou agrandissement, il s'agit de travaux au contact d'un ouvrage préexistant en ouvrant l'espace, on retravaillant les volumes, repenser la circulation dans le projet, élargir et faciliter les accès .

Autrement dis 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 114: Extension par superposition
source: www.pinterest.com



Figure 115 : Extension par superposition
source: www.pinterest.com

IV.5.2. Pourquoi faire une extension

- créer de la surface supplémentaire à travers une surélévation ou addition.
- améliorer le potentiel bioclimatique d'un projet, à travers la stratégie solaire passive qui permet simplement de capter l'énergie solaire en hiver et l'utiliser pour le chauffage et s'en

protéger l'été, grâce aux baies vitrées bien placées (exemple: les vérandas).

IV.5.3. Attitudes d'une extension

IV.5.3.1. L'extension cherche à s'intégrer au maximum

en prolongeant le noyau existant ; l'objectif est que pour une personne non avertie l'extension n'est pas identifiable.

IV.5.3.2. L'extension se différencie de l'existant

le résultat escompté est que l'extension soit clairement identifiée tout en établissant un dialogue harmonieux avec ce qui préexistait.

- Lorsque l'extension se différencie volontairement de l'existant comme c'est le cas avec un vocabulaire architectural contemporain, il y a souvent manifestement rupture de volume, de matériau, de style dans les ouvertures.



Figure 116: Surélévation des immeubles
source: www.pinterest.com



Figure 117: L'extension se différencie de l'existant
source: www.pinterest.com

IV.5.4. Extension bioclimatique

les extensions bioclimatiques, doivent être conçues avec encore plus d'exigences techniques : isolation renforcée, production d'énergie renouvelable, éventuelle réorganisation d'une partie des espaces de l'existant, création de nombreuses ouvertures vitrées, etc.....

IV.5.4.1. Exemple d'une extension bioclimatique

Le projet consiste en une extension pour l'Ecole de Ramonet à Lacanau de Mios.

- Le bâtiment est orientée au sud pour favoriser les apports thermiques en hiver.
- Les sanitaires et le local technique, prennent place au nord et servent ainsi d'espace tampon.
- Les larges ouvertures offrent un éclairage généreux de l'ensemble des espaces.
- L'isolation en laine de bois entre les montants d'ossature et la mise en œuvre soignée de l'étanchéité à l'air, limitent les déperditions en hiver.
- Le renouvellement de l'air intérieur est réalisé par une VMC double flux.
- Le complément de chauffage est réalisé par un plancher chauffant raccordé sur une chaudière à condensation.



Figure 118 : L'extension s'incrit dans la continuité des bâtiments existants.
source: www.pinterest.com

- En période estivale, une pergola bois offre une protection solaire efficace pour les ouvertures orientées sud. Elle vient également signifier la coursive extérieure qui relie le bâtiment créé aux cheminements de l'école.

IV.6. Efficacité énergétique

Désigne le rapport entre l'énergie utile produite par un bâtiment et l'énergie totale consommée pour le faire fonctionner. Dans l'Union européenne, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie. (En 2008, il absorbe 40% de la consommation totale d'énergie finale et rejette 36% des émissions de CO₂.)

-L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur des bâtiments constitue donc un axe de progrès prioritaire.

IV.7. Les concepts de l'architecture bioclimatique

En plus des concepts tirés de l'analyse des exemples a haute qualité environnementale, nos recherches nous ont mené a déterminer d'autres concepts d'architecture bioclimatique.

IV.7.1 Les énergies renouvelables

Après l'analyse des données météorologique on a déduit que la ville de Tizi ousou possède des énergies renouvelables qui peuvent être exploité afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile.

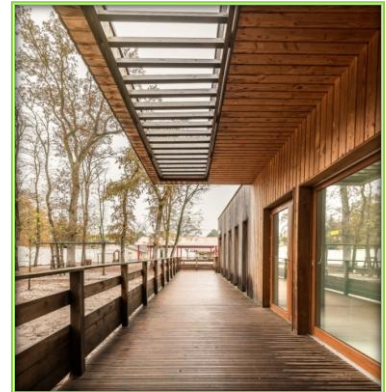


Figure 119: Pergola en bois en période estivale.
source: www.pinterest.com



Figure 120: principe de l'efficacité énergétique
source:
<https://www.renoffice.be/renovatie-nieuws/item/179-wat-is-een-nulenergiewoning>

IV.7.1.1. La disponibilité de l'important potentiel solaire

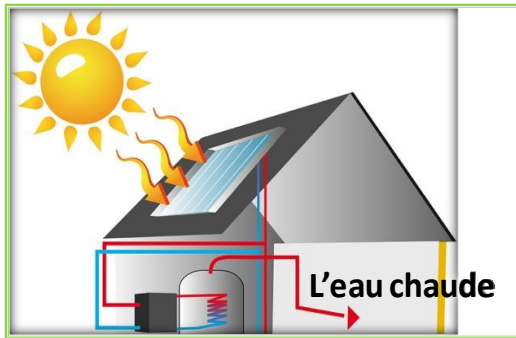
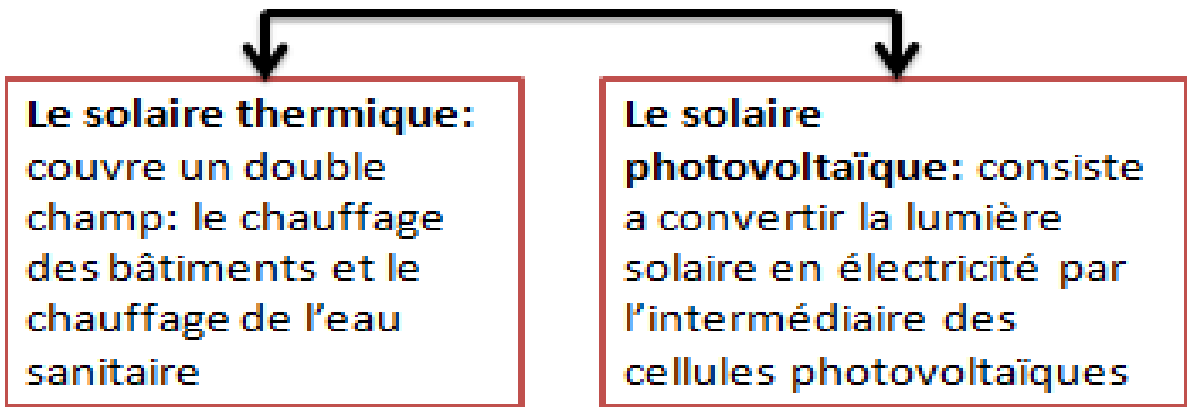


Figure 121: Le solaire thermique
Source: <http://www.roth-france.fr/1176.htm>



Figure 122: Solaire photovoltaïques
Source :Google image

IV.7.1.2. La géothermie

C'est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol afin de produire de l'électricité et la de chaleur.

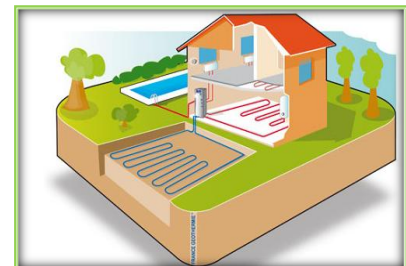


Figure 123: La géothermie
Source: http://www.energiesrenouvelables.org/energie_geothermie.asp

IV.7.1.3. Energie éolienne: Comme les moulins à vent du passé, les éoliennes génèrent des forces mécaniques ou électriques.

IV.7.2. Architecture bioclimatique passive

IV.7.2.1. Le confort d'hiver

D'après les données météorologique et l'interprétation des diagrammes de Givoni et la course du soleil et vu que l'école est utilisé la plus part du temps en hiver donc un confort d'hiver est nécessaire. Ce dernier est réussie par l'utilisation d'une stratégie du chaud: capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la

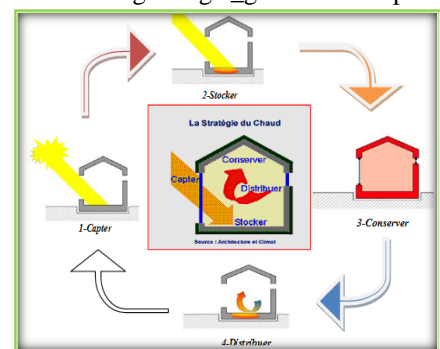


Figure 124: Concepts de la stratégie du chaud.

Source: MÉMOIRE DE MAGISTER EN ARCHITECTURE, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou)

conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment.

Capter

L'orientation

Est de récupérer au maximum les apports solaires en hiver. La bonne règle : le maximum de fenêtres sera orienté entre le sud- sud ouest et sud – sud est.

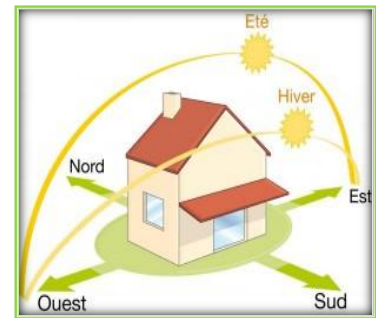


Figure 125: Orientation d'une construction bioclimatique

Source:

<http://www.toutsurlisolation.com>

Nature et couleurs des surfaces

les peintures et les surfaces se comportent différemment face au rayonnement du soleil. Les surfaces mates, foncées et granuleuses affichent les meilleurs taux d'absorption.

et granuleuses affichent les

L'utilisation du vitrage

le double vitrage

Le double vitrage consiste à enfermer entre deux verres une lame d'air déshydraté ou un gaz améliorant l'isolation thermique (souvent de l'argon).

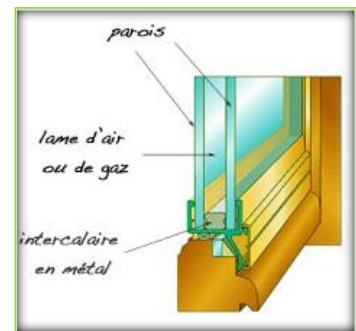


Figure 126: Double vitrage

source:

<http://www.hellopro.fr/images/produit-2/0/7/6/vitrage-isolant-thermique-110670.gif>

Le triple vitrage

Il est possible d'améliorer la valeur U du vitrage en ajoutant une troisième, plaque de verre. On obtient alors un meilleur pouvoir isolant.



Figure 127: triple vitrage

source:

<http://www.ma-fenetre.net/triple-vitrage/>

Les serres

La serre bioclimatique ou serre solaire est considérée comme un volume vitré capteur. Séparée du logement proprement dit par une paroi, elle peut au choix communiquer avec lui .

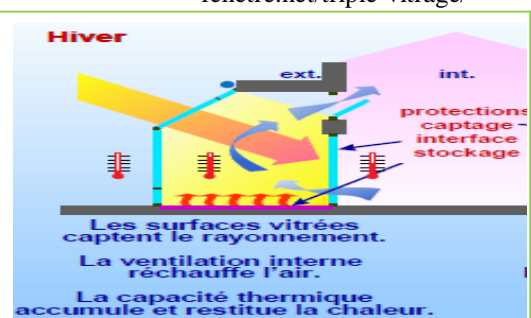


Figure 128: Serre Bioclimatique.

source: Alain Liébard, André de Herde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

Les murs capteurs

Ils captent l'énergie solaire, l'accumulent dans leur masse puis la restituent sous forme de chaleur à l'ambiance intérieure »⁹.

Le puits canadien

Ce système écologique et économique utilise l'inertie du sol pour rafraîchir ou préchauffer l'air du bâtiment.

stocker

L'utilisation des matériaux à forte inertie thermique

Plus un matériau est lourd et compact, plus il a une inertie thermique importante telle que la pierre.

Conserver

L'isolation

Ensemble des procédés mis en œuvre pour réduire les échanges thermiques entre l'intérieur d'un bâtiment et le milieu extérieur (isolation thermique).

Les types d'isolants

on distingue trois groupes d'isolants:

- ceux à base minérale: comme la laine de roche, laine de verre, verre cellulaire.
- ceux a base alvéolaire: comme le polystyrène expansé et le polystyrène extrudé
- ceux a base végétale: comme le chanvre.
- Ceux à base animale: comme la laine de mouton et les plumes de canard.

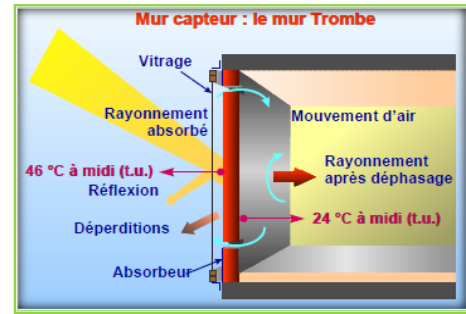


Figure 129: Mur capteur, le mur trombe. Source. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de herde.

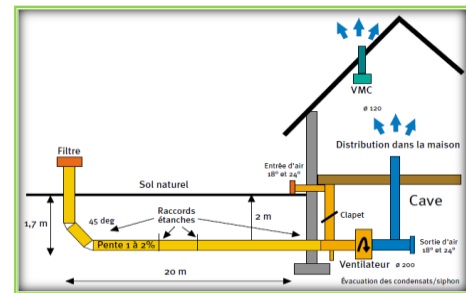


Figure 130 : Puits canadien. Source: <http://www.deco.fr/actualite-deco/470894-puits-canadien-chauffer-maison.html>



Figure 131: matériaux a forte inertie thermique. source: google image

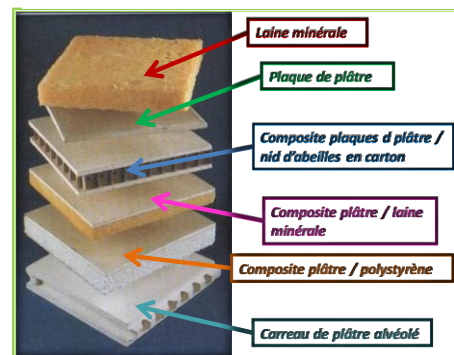


Figure 132: Les Types d'isolants. source: google image

⁹ Alain Liébard, André de herde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

Distribuer

Cela consiste à conduire la chaleur dans les différents lieux de vie où elle est souhaitable. Cette distribution peut se faire naturellement ou par un mode de distribution de chaleur .

La thermo circulation

c'est un mode de distribution de la chaleur du à l'échauffement de l'air par l'ensoleillement.

IV.7.2.2. Le confort d'été

Le confort thermique d'été caractérise l'aptitude des logements à conférer à leurs occupants une sensation, sinon de fraîcheur, du moins de non torpeur lors des épisodes les plus chauds de l'été et en particulier à l'occasion d'éventuelles canicules.

Les moyens d'améliorer le confort d'été

Limiter l'apport thermique solaire extérieur.

- Limiter les apports thermiques internes.
- Adapter son comportement.
- Système de rafraichissement.

Limiter l'apport thermique solaire extérieur

- Protection par rapport aux apports solaires directs
- Protection par rapport aux apports solaires indirects

Limiter les apports thermiques internes

Adapter son comportement

- Eviter la sur-occupation
- Limiter et choisir l'éclairage

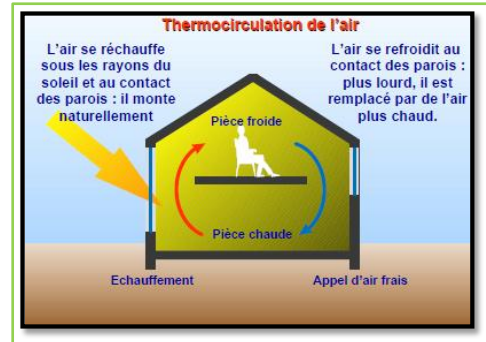


Figure 133: Thermo circulation de l'air
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de Herde.

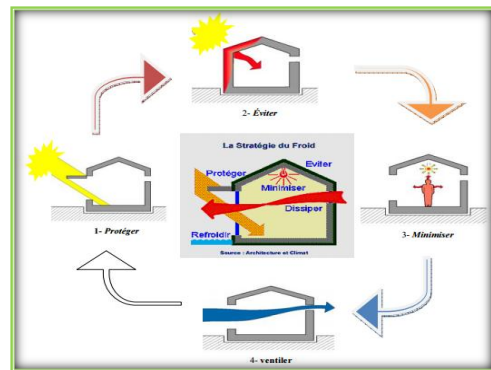


Figure 134 : Concepts de la stratégie du Froid.
Source: MÉMOIRE DE MAGISTER EN ARCHITECTURE. Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou)



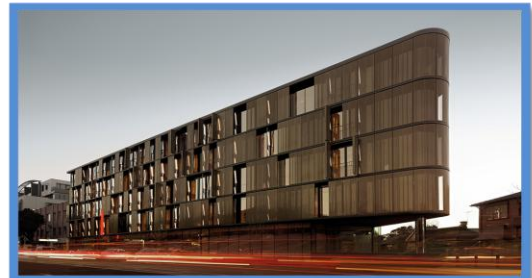
Store solaire mobile



Brise solaire orientable



Persienne Mobile



Volets mobiles

Éléments de protection solaire directe



Structure d'ombrage en toile / pour espace public



Végétation

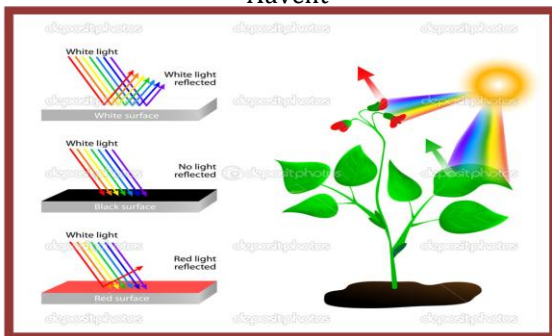


Auvent

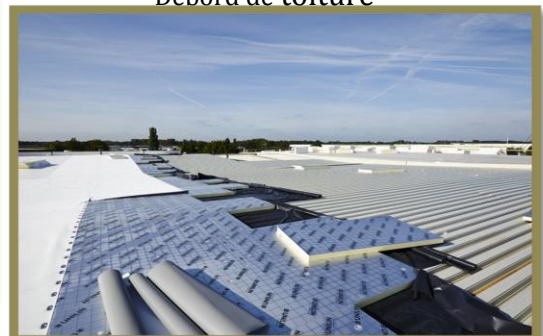


Débord de toiture

Éléments de protection solaire indirecte



Incidence des couleurs



Isolation thermique des toitures

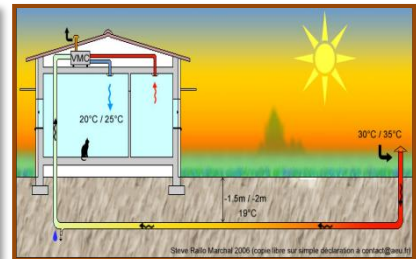
Les systèmes de rafraîchissement



Les systèmes de rafraîchissement par évaporation.



Les systèmes de rafraîchissement par ventilation naturelle.



Rafrachissement en utilisant l'inertie thermique du sol : le puits canadien

IV.7.2.3. Le confort visuel

C'est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière.

Un établissement scolaire comporte des différentes aires fonctionnelles, qui ont chacune des besoins de lumière particuliers, la lumière du jour est toujours la mieux acceptée, elle favorise la concentration afin de multiplier le succès et le plaisir d'apprendre.

La relation au monde extérieur

La lumière naturelle est l'un des éléments dont l'homme a toujours perçus fortement le besoin et l'impact sur ses activités. Elle influence le bien-être psychosomatique des occupants d'un local.



Figure 135: La fenêtre, lien vers le monde extérieur .arch. Corbusier.
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de herde.

Les stratégies d'éclairage naturel

La disponibilité de la lumière du jour dépend de la position du soleil dans le ciel, définie par l'heure et la position géographique du lieu considéré ainsi que des conditions météorologiques, du relief, de la pollution, de l'orientation de la surface ».

L'orientation

L'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires en hiver et de réduire ces mêmes apports en été. La bonne règle : le maximum de fenêtres sera orienté entre le sud- sud ouest et sud – sud est.

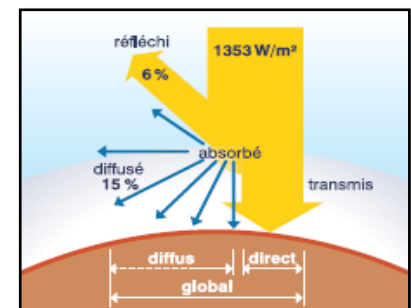


Figure 136: composantes du rayonnement solaire
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de herde.

Coefficient de réflexion de parois extérieures

« La quantité de lumière naturelle réfléchiée sur les surfaces extérieures au bâtiment dépend principalement des facteurs de réflexion de ces surfaces ».

Proportion et dimension

La lumière naturelle ne pénètre significativement qu'à environ une distance d'une fois et demi la hauteur du linteau de la fenêtre par rapport au sol.

Les couleurs et l'aménagement intérieurs

La nature et la couleur de des surfaces intérieures (parois et mobilier) influencent directement l'éclairage naturel du aux réflexions intérieures .ainsi une bonne distribution de la lumière dans tout l'espace nécessite l'utilisation de parois de couleurs claires.

Dimension et forme

La taille des ouvertures d'un bâtiment est un élément déterminant de la quantité de lumière extérieure qui parvient à l'intérieur des locaux.

Position, transparence

L'emplacement de l'ouverture dans la façade exerce une grande influence sur la pénétration de la lumière dans le local.

Jouer avec les contrastes

Notre perception du relief et du modelé des surfaces qui nous entourent dépend de la direction selon laquelle la lumière les éclaire et du type d'ombre qu'elles créent.



Figure 137: Réflexion du soleil sur un plan d'eau extérieur.

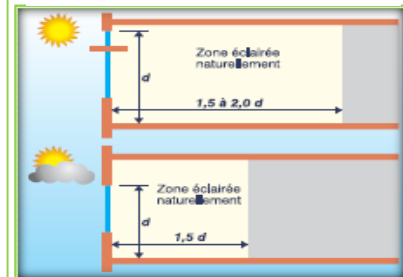


Figure 138: Profondeur de la zone Éclairée naturellement



Figure 139 : Des parois de couleurs claires, Favorisent la répartition de la lumière.

source: Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de herde.

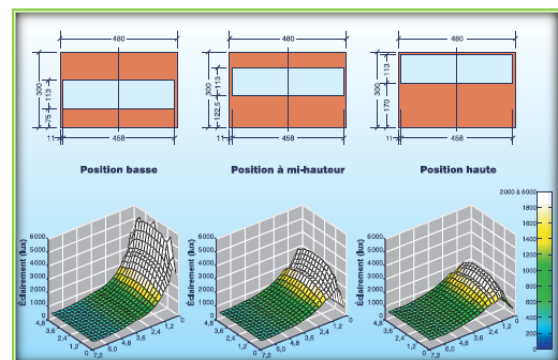


Figure 140: position et transparence des parois source: Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de herde.

L'éclairage zénithal

Les fenêtres de façades et les ouvertures zénithales ont un comportement radicalement différent en ce qui concerne les pénétrations solaires.

Le bandeau lumineux : principes et efficacité

On appelle un bandeau lumineux ou « Clerestory » toute fenêtre dont le seuil se trouve au-dessus du niveau de l'œil.

Les réflecteurs et « lightshelves »

Un « lightshelf » est un auvent, dont la surface supérieure est réfléchissante, combiné à un « clerestory » dont le rôle est de permettre la pénétration dans le local du rayonnement solaire réfléchi sur la partie supérieure du « lightshelves ».

L'atrium

Un atrium est un large espace vitré fermé situé au centre d'un bâtiment ou reliant plusieurs bâtiments entre eux.

Cours, patio et galerie

Les cours et les patios sont des espaces ouverts non vitrés situés à l'intérieur d'un bâtiment ou adjacent à celui-ci. Les galeries sont des rues couvertes par des structures fortement vitrées.

Les conduits solaires

Un conduit solaire est un dispositif qui sert à transmettre la lumière solaire directe au cœur même du bâtiment qui ne

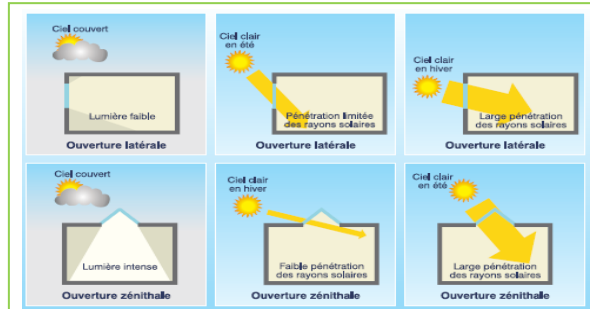


Figure 141 : Comportement des ouvertures latérales et zénithales

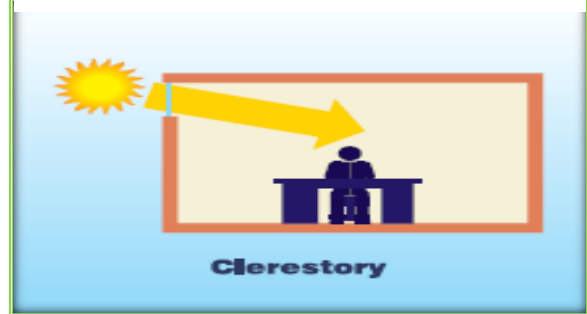


Figure 142: « Clerestory »

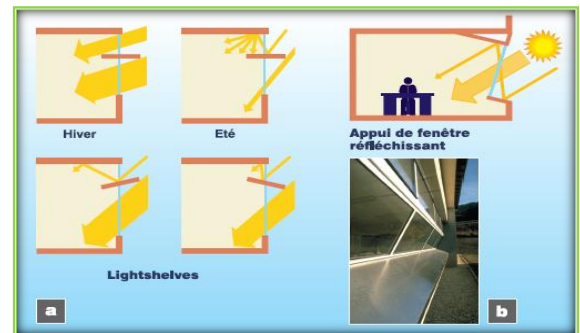


Figure 143 : Les réflecteurs et « lightshelves »

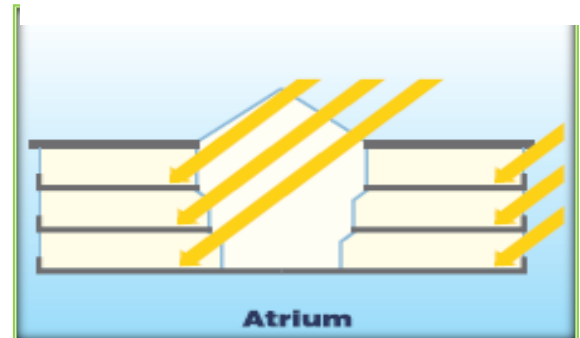


Figure 144: L'atrium

source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de Herde.

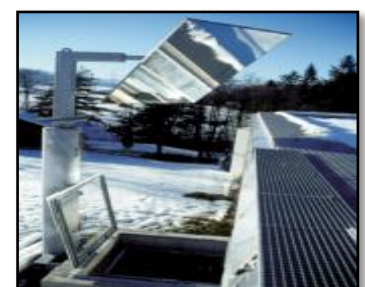


Figure 145: Conduits solaires.

peuvent pas profiter de la lumière naturelle.

Puits de lumière

Un puits de lumière est une ouverture située en toiture ou dans le plancher d'un local qui permet d'éclairer naturellement le ou les étages inférieurs.

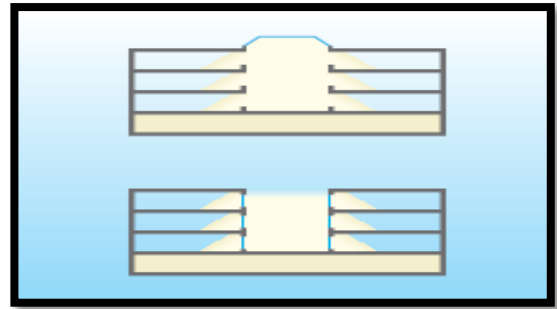


Figure 146 : Puits de lumière.

source: source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard, André de Herde.

IV.7.2.4. Le confort visuel

Dans un établissement scolaire, le confort acoustique est très recommandé, certaines espaces (restaurant ou cafétéria par exemple) sont trop bruyants par rapport aux autres espaces (salles de cours ou bibliothèque par exemple), c'est une source de stress et de fatigue pour les occupants, que ce soit étudiants ou personnels. Le confort acoustique nécessite donc, une isolation acoustique dans le bâtiment, en agissant sur: sa structure.

- Le choix des matériaux sains et écologiques.
- La végétation qui permet principalement d'amortir les bruits.

Isolation des murs et des cloisons



Figure 147: Les laines minérales



Figure 148: La laine de verre



Figure 129: La mousse composite de polyuréthane

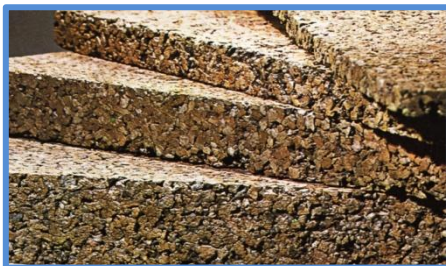


Figure 150: La ouate de cellulose giclée



Figure 151: laine de roche

Source : Google image

Isolation des vitres et fenêtres



Figure 152: Double vitrage



Figure 153: Triple vitrage

Source : Google image

IV.7. L'aspect bioclimatique et la performance énergétique du projet

IV.7.1. le confort thermique et l'efficacité énergétique par des solutions passives, stratégies de chaud et de froid et gestion du gisement solaire :

IV.7.1.1. Orientation des Blocs

L'orientation du projet suivant l'axe Est, Ouest orienté de 20° par rapport au sud, permet une bonne organisation des espaces intérieurs (organisation des zones selon l'ambiance thermique), en récupérant au maximum les apports solaires en hiver.

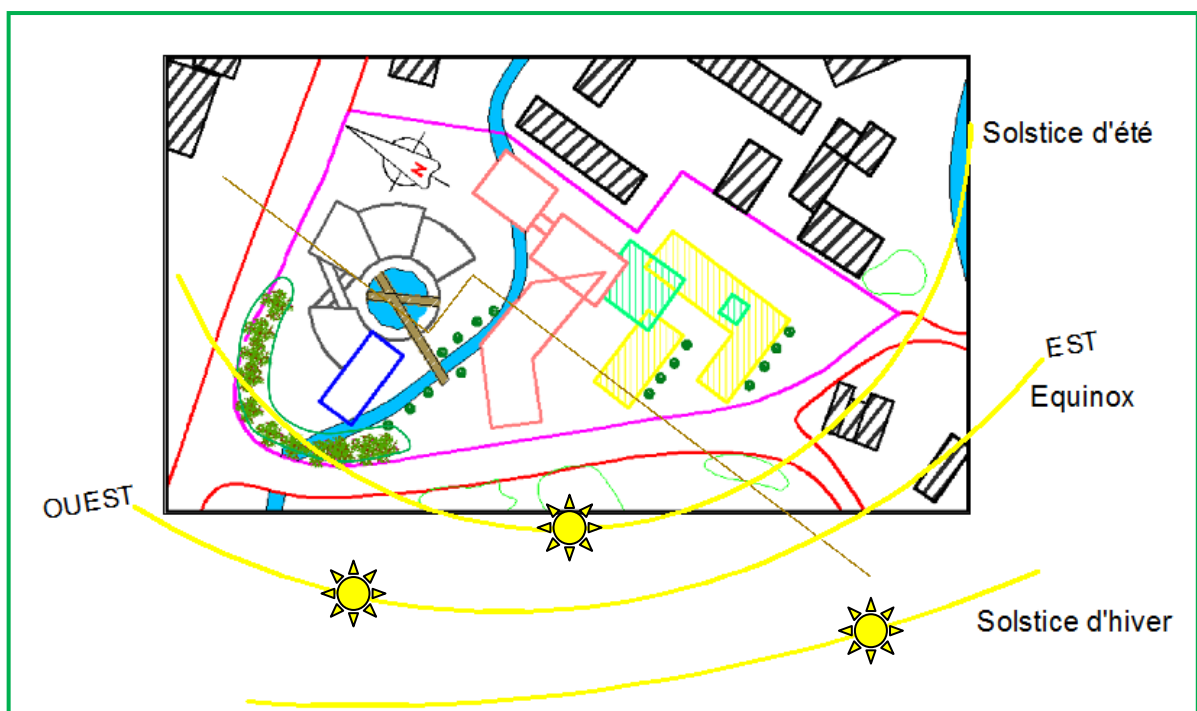


Figure 154: façade orientée vers le Sud
Source: Auteurs

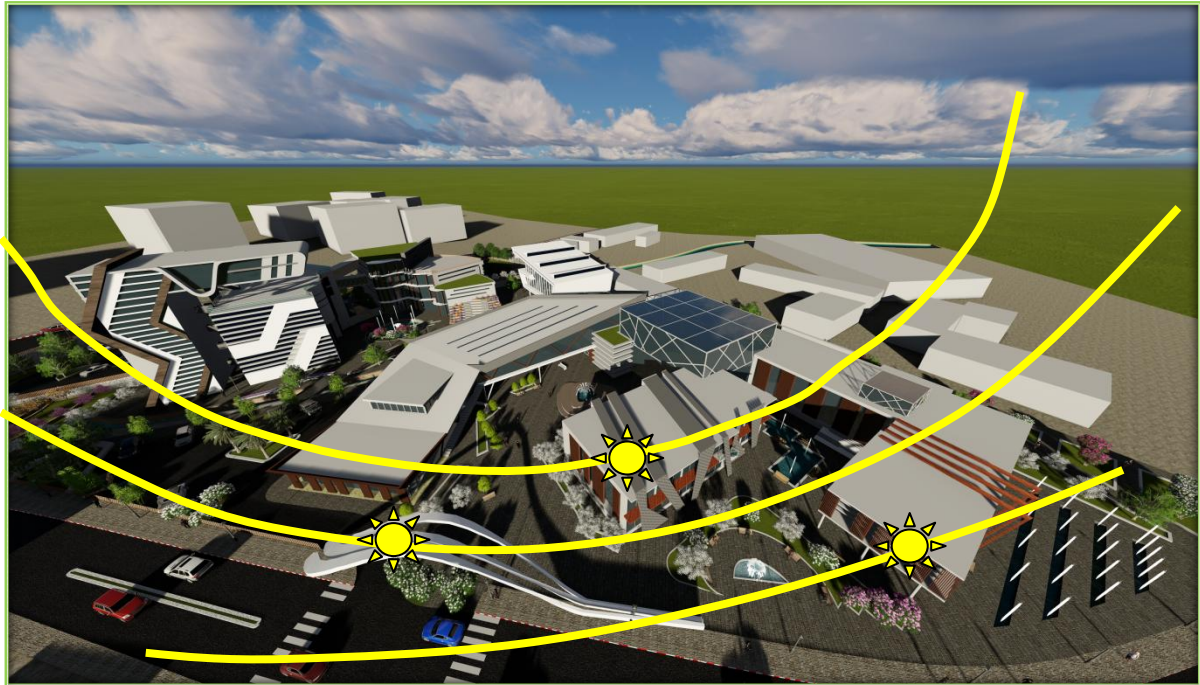


Figure 155: volumétrie démontrant l'orientation du projet.
Source: Auteurs

IV.7.1.2. La disposition des blocs

les bâtiments sont implantés en respectant une distance L qui permet au soleil de toucher l'intégralité de la façade sud .

La période de sous chauffe couvre les mois de décembre à février, Les distances entre les bâtiments sont calculées pour le mois le plus froid . (décembre) ou le soleil est au plus bas (solstice d'hiver) D'après la superposition du rapporteur d'angle et la représentation de la trajectoire du soleil en projection stéréographique , on obtient : Pour le 21 décembre à 12h00

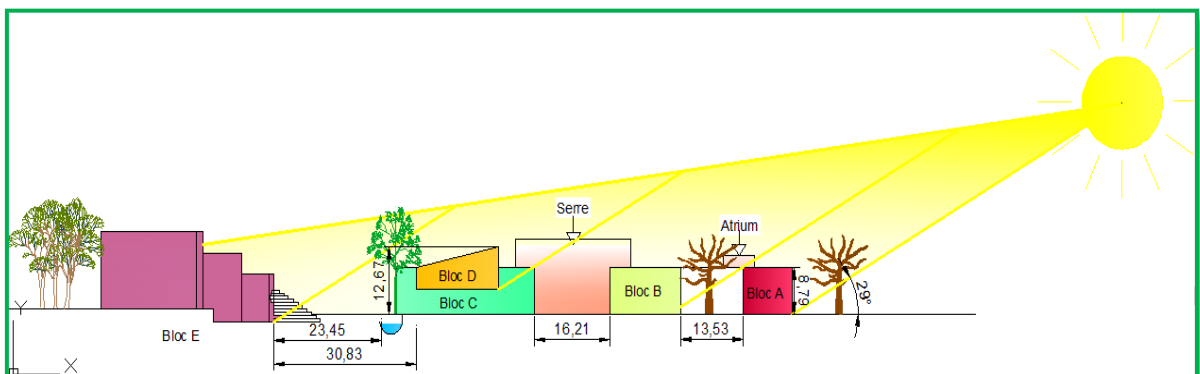


Figure 156: Implantation des Blocs

Source: Auteurs

$$tg29=H \text{ du bloc E}/30,83$$

$$H=29 \times 30,83$$

$$H=12,67m < 16,63$$

constat: le bloc E recevra le rayonnement solaire.

$$tg29=H \text{ du bloc B}/13,53$$

$$H=29 \times 13,53$$

$$H=7,5m < 8,79$$

constat: le bloc B recevra le rayonnement solaire a partir d'une hauteur de 1,29m.

IV.7.1.3. Comportement des vents à travers la composition spatiale de notre projet

- En été les vents (vents d'ouest) rafraichissent notre zone, surtout qu'elle est humide. Dans cette même période on marque aussi une source de surchauffe « le sirocco » du coté sud ce qui nécessite une projection par l'utilisation des arbres caduques.

- En hiver, on marque une source importante de refroidissement du coté nord-ouest, ce qui nécessite une protection par l'utilisation des écrans naturels (végétation persistante).

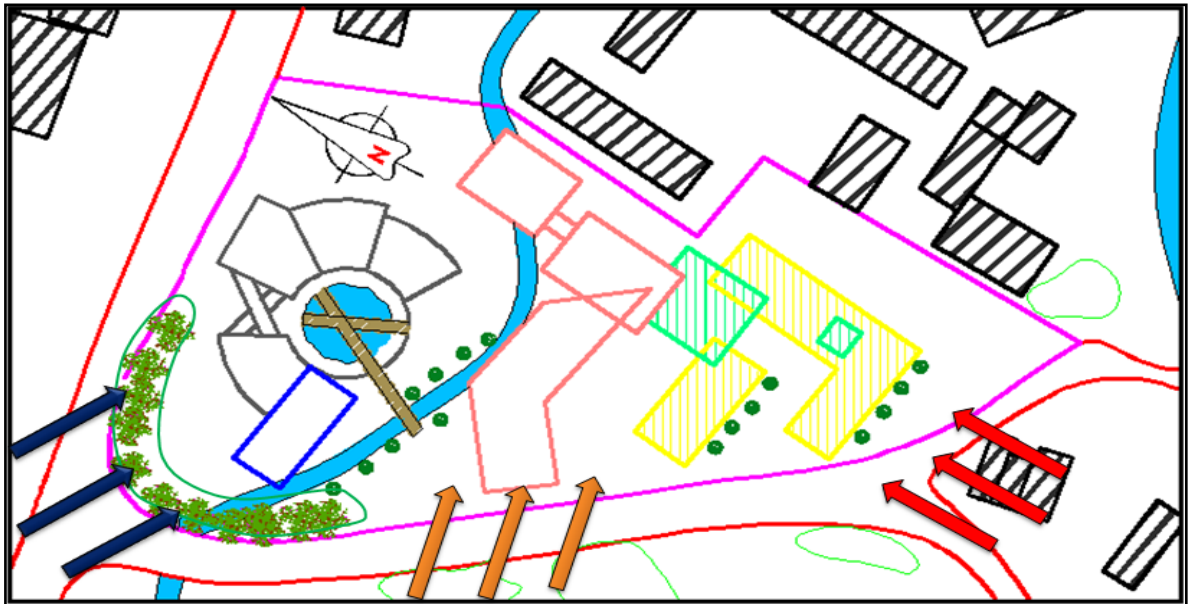
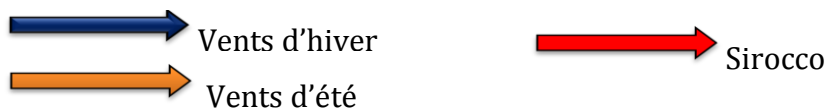


Figure 157: Comportement des vents à travers la composition spatiale de notre projet
Source: Auteurs



Notre projet est conçu de façon à assurer une ventilation naturelle par la création de deux effets: effet de venturi et couloir, ces derniers utilisent le vent extérieur au bâtiment pour faire

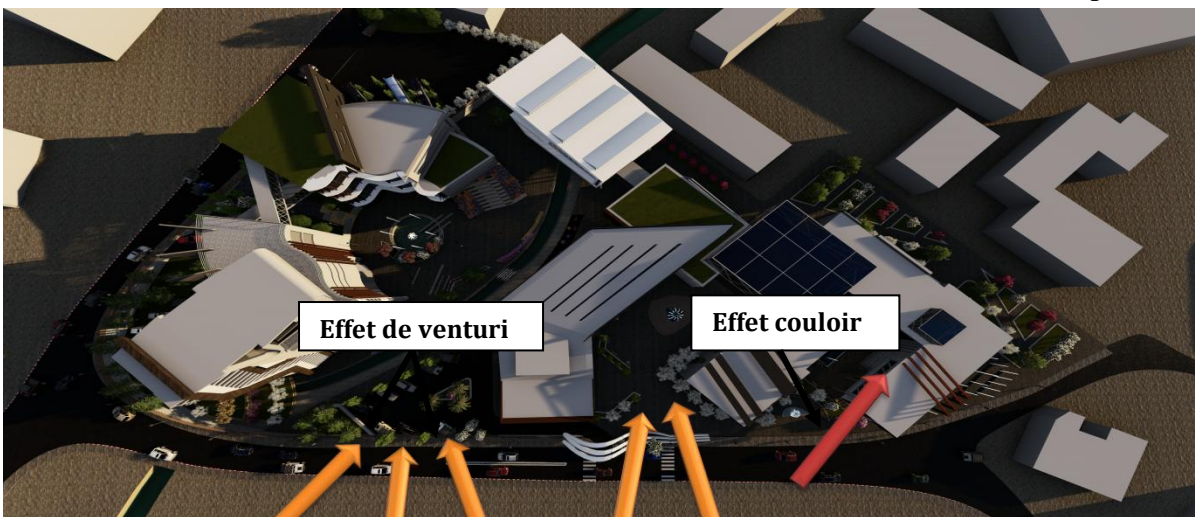


Figure 158: Comportement des vents à travers la composition spatiale de notre projet / Source: Auteurs

circuler l'air à l'intérieur de celui-ci.

- Effet de Venturi

- Bâtiments poreux
- construire le moins haut possible ($< 15m$)
- $h = 8m$ (R+1)

$H = 12m$ (R+2)

- longueur des bras:

- Effet couloir

- Le couloir est constitué de parois peu poreuses : espacement égal ou inférieur à l'épaisseur des bâtiments:

- $e = 13m < 13.22m$ et $15.35m$
- Hauteur des bras = $8m > 6m$.
- largeur des bras $< 3h$
- Largeur de bloc A = $13.22 < 3h = 24m$
- Largeur de bloc B = $15.35 < 3h = 24m$

$L1+L2 < 100m$ $35+31 < 100$ $65+31 < 100$
--

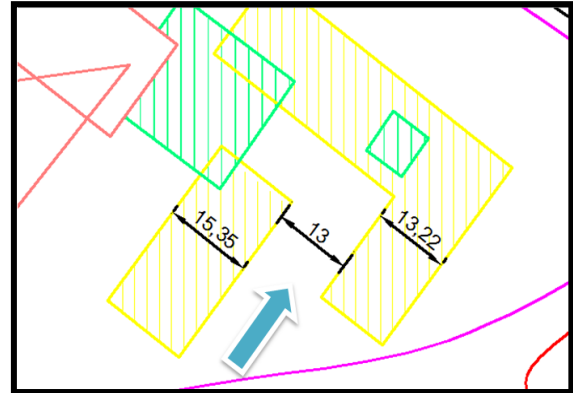


Figure 159: conseils pratiques pour un meilleur effet de venturi et couloir.
Source: Auteurs

Un autre système peut compléter le dispositif de la ventilation naturelle, par la projection des plans d'eau, dont ce dernier s'évapore en allant chercher la chaleur de l'air environnant, cet air environnant ainsi se refroidit ce qui permet de rafraichir l'air



Figure 160: Plan d'eau



Figure 161: Plan d'eau

IV.7.1.4. Etude bioclimatique et réhabilitation des Blocs A et B

Solutions bioclimatiques passives

En Hiver

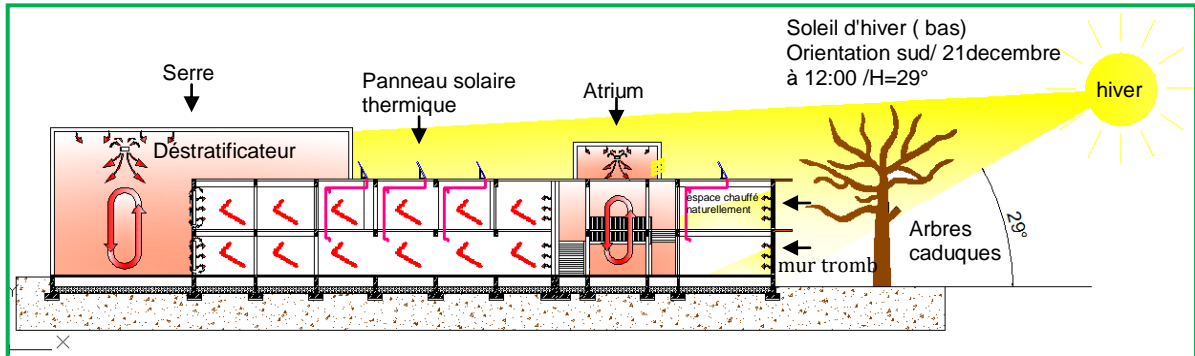


Figure 162: Principe de fonctionnement de la serre bioclimatique emboîtée avec le Bloc A.
Source: Auteurs.

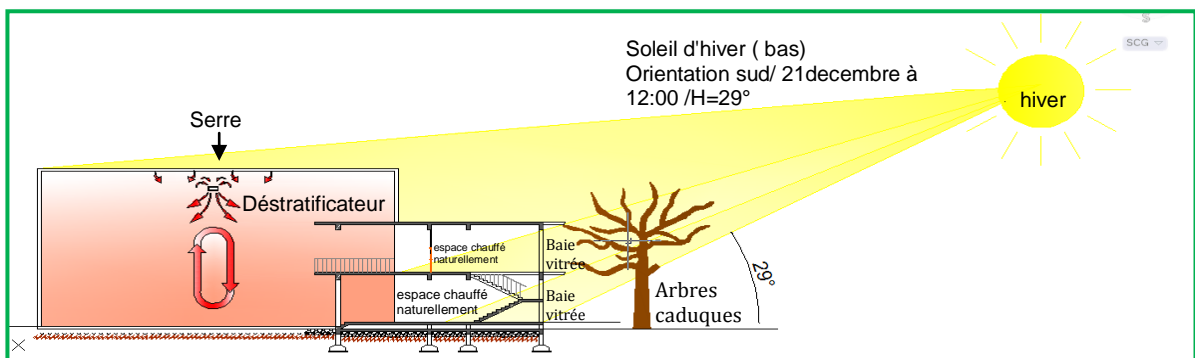


Figure 163 : Principe de fonctionnement de la serre bioclimatique emboîtée avec le Bloc B.
Source, Auteurs.

- L'orientation

Description et mode de fonctionnement

L'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires en hiver. La bonne règle : le maximum de fenêtres sera orienté entre le sud- sud ouest et sud – sud est; ainsi qu'une forme éclatée sur un axe est-ouest, en effet , le soleil réchauffera naturellement les espaces en hiver, ce qui fera sensiblement baisser la note de chauffage.

Application et mis en œuvre dans le projet

Ces deux blocs sont orientés de 20° par rapport au sud, ceci leur permet un captage des apports solaires à travers des baies vitrées (double vitrage), afin d'assurer un confort thermique pour les différents espaces a savoir (Salles d'informatique , salles pour les travaux de groupes, boxes individuels, salle de consommation.....).

- La serre bioclimatique

Description et mode de fonctionnement

« La serre bioclimatique ou serre solaire est considéré comme 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...

Pour un meilleur stockage et un meilleur transfert de chaleur la serre bioclimatique est encastrée dans le bâtiment.

Application et mis en œuvre dans le projet

Dans notre projet on a opté pour une serre bioclimatique entièrement vitrée orientée vers le sud qui est l'orientation la plus favorable, afin de capter le maximum de rayonnements solaire en hiver car d'après l'analyse contextuelle on a déduit que l'environnement immédiat (bâtiments en R+8) ne faisait pas écran aux rayonnements solaire, créant ainsi un effet de serre qui permettra de chauffer les espaces des entités emboîtées avec la serre, qui n'ont pas de façades orientées vers le sud, en effet l'énergie emmagasinée sera diffusée à travers les ouvertures vers l'intérieur par convection et restituée après déphasage à travers les parois .

- Atrium

Application et mis en œuvre dans le projet

on a opté pour l'utilisation d'un atrium , ce dernier permet la pénétration du rayonnement solaire en hiver , ce qui apporte a la fois chaleur, (par le captage des apports, stockage de l'énergie solaire par l'effet de serre) et lumière, en effet une partie de cet atrium est orientée vers le sud .

l'organisation des différents espaces autour de l'atrium fait que la chaleur sera facile a distribuer.

- Mur trombe

le mur Trombe est un mur plein, par exemple de béton ou de pierre, de couleur sombre (mat), exposé au sud (dans l'hémisphère nord), devant lequel on dispose un vitrage. Ce vitrage piège la chaleur du soleil qui diffuse et s'accumule dans la maçonnerie. La restitution, à l'intérieur de l'habitation, se fait de manière douce, continue et étalée dans le temps.

Application et mis en œuvre dans le projet

Afin de capter d'avantage de rayonnements solaire on opte pour le l'utilisation du mur trombe qui dispose d'ouvertures modulables sur le haut et le bas du mur en maçonnerie, permettant un transfert thermique entre l'espace intérieur et la lame d'air par « thermo-circulation ».

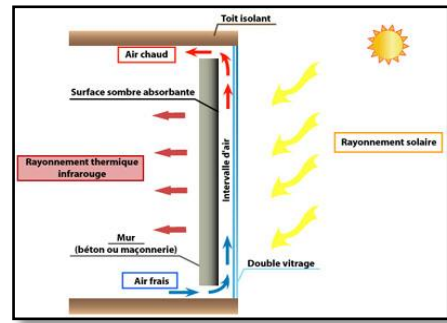


Figure 164: Principe de fonctionnement du mur trombe.
source: Google image

- **Solutions bioclimatiques actives**

- **Déstratificateurs**

Description et mode de fonctionnement

dans les bâtiments; une quantité significative de chaleur est perdue par échange thermique entre le plafond et l'extérieur la partie basse ou se trouvent les personnes est souvent froide tandis que la partie supérieure est inutilement chaude; il s'agit du phénomène la **stratification thermique** qui constitue la cause la plus importante de déperdition thermique ; les Déstratificateurs consistent à homogénéiser simplement la température.

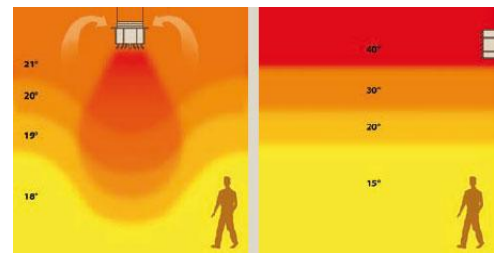


Figure 165 : principe de fonctionnement d'un déstratificateur.

Source.http://annuaire.xpair.com/img/savoirfaire/entr_13/importance-destratificateur.jpg

Application et mis en œuvre dans le projet

la serre et l'atrium ; sont surélevés par rapport aux blocs , il ya donc un phénomène de stratification de l'air au niveau du plafond, pour y remédier on opte pour des déstratificateurs qui vont permettre une projection de l'air vers le bas créant ainsi une température d'ambiance homogène

- **Panneau photovoltaïque**

Description et mode de fonctionnement

un panneau solaire est un dispositif énergétique à base de capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques et destiné à convertir le rayonnement solaire en énergie thermique ou électrique.

Application et mis en œuvre dans le projet

L'intégration de déstratificateurs ainsi que des dispositifs de vmc double flux dans notre projet exigent une alimentation par des panneaux photovoltaïque orientés perpendiculairement au sud, et disposés au niveau des toitures, Afin de capter le maximum de rayonnement solaire

, en effet après avoir déterminé la hauteur du soleil le 21decembre a 12h nous avons pu calculer l'inclinaison des panneaux solaire qui est de 61°.

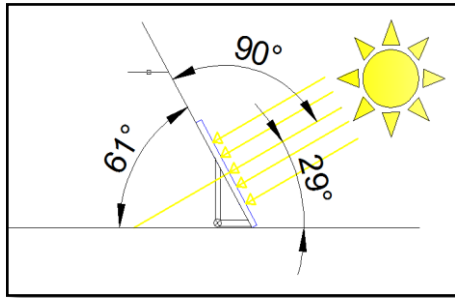


Figure 166 : Calcul de l'inclinaison des panneaux solaire
Source: Auteurs

Pour le 21 décembre à 12h00 (La période de sous chauffe ou la hauteur du soleil est la moins basse)

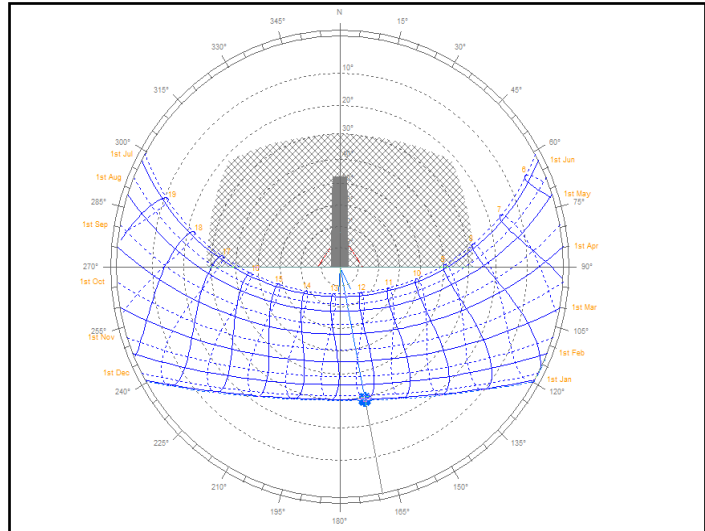


Figure 167: diagramme solaire pour la latitude 36.4
Source: logiciel Ecotect analysis

- VMC double flux

Description et mode de fonctionnement

Le système permet par le biais d'un échangeur (bloc sous le toit) de récupérer la chaleur de l'air extrait (en orange) pour la transférer à l'air soufflé (en bleu puis vert). Il n'y a pas de mélange entre l'air extrait et l'air soufflé, il n'y a qu'un échange de chaleur.

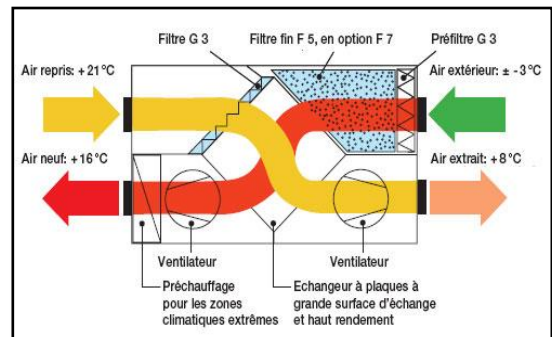


Figure 168 : Principe de fonctionnement de la VMC double Flux
Source: Google image

Application et mis en œuvre dans le projet

Afin d'éviter les déperditions thermique en hiver tout en assurant un renouvellement d'air a l'intérieur des espaces on a opté pour un système ingénieux de ventilation mécanique qui est la VMC double flux, introduite dans des locaux techniques.

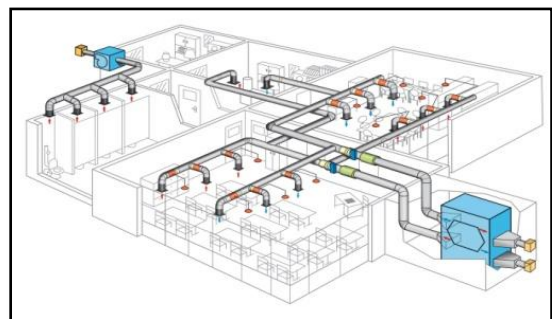


Figure 169: Principe de fonctionnement de la VMC double Flux
Source: Google image

En été

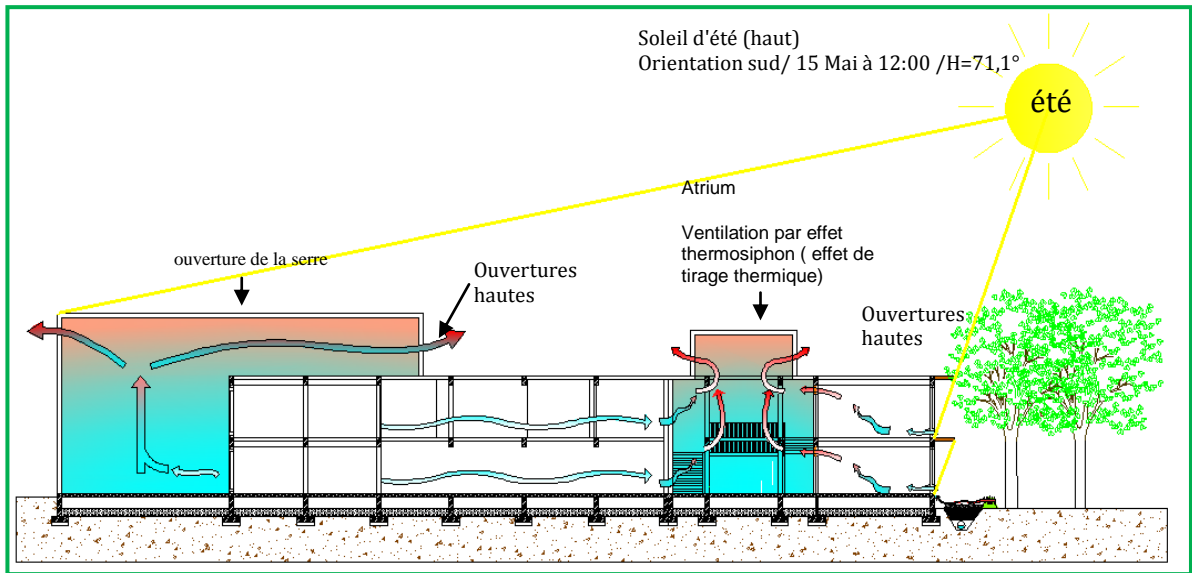


Figure 170 : ventilation du Bloc A par effet de tirage thermique.
Source: Auteurs.

- Calcul des débords de toitures

En été il faut occulter le rayonnement solaire directe et minimiser les apports à travers les parois. La période de surchauffe couvre le mois de juin à septembre. Ils sont calculés pour les mois les plus chauds et ensoleillés. Après avoir interprété la projection stéréographique de la trajectoire du soleil, nous avons déterminé la hauteur du soleil le 15 mai à 12h, ainsi connaissant la hauteur des différents étages on a pu calculé les dimensions des débords .

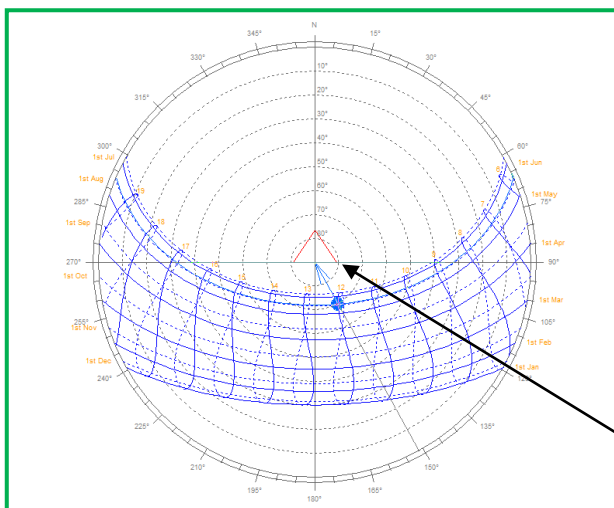


Figure 171: diagramme solaire pour la latitude 36.4
Source: logiciel Ecotect analysis

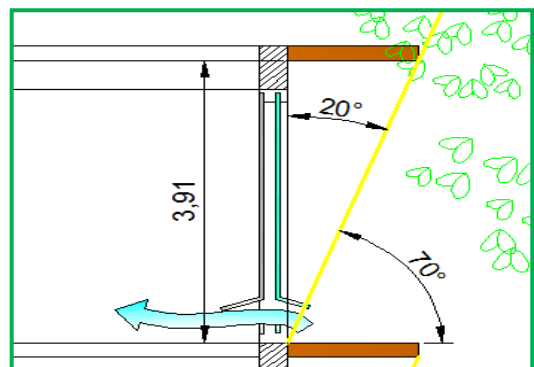


Figure 172: calcul des brises.
Source. auteurs

Pour le 15 Mai à 12h00	$\begin{aligned} \text{tg}20 &= \text{Débord}/3,91 \\ \text{Débord} &= \text{tg}20 \times 3,91 \\ \text{Débord} &= 0,36 \times 3,91 \\ \text{Débord} &= 1,40\text{m} \end{aligned}$
---------------------------	---

- Ventilation par effet de tirage (Serre et atrium)

Description et mode de fonctionnement

Le tirage thermique repose sur une différence importante entre l'air intérieur et l'air extérieur. L'air intérieur a en général une température et une humidité différente de l'air extérieur. Or, la densité de l'air dépend de sa température et peut également dépendre de son taux d'humidité. Donc, le fait que les densités de l'air intérieur et extérieur soit très différentes, il se produit un tirage aussi appelé « effet de cheminée », qui fait monter l'air chaud et humide et descendre l'air froid et sec

Application et mis en œuvre dans le projet

L'atrium et la serre sont des dispositifs qui apportent du confort au projet, ils jouent d'un double rôle, un rôle de chauffage passif central en hiver et un rôle de ventilation naturelle en été par effet de cheminée, elle s'explique par une différence de pression entre deux espaces et supprime l'effet de serre de l'atrium et de la serre. Ce dispositif est basé sur le simple fait que l'air chaud monte pour être évacué automatiquement par des ouvertures disposées à des endroits stratégiques (ouvertures en partis hautes).



Figure 173: Rendu démontrant la serre et l'atrium
Source: Auteurs

- L'introduction des brises soleil pour protéger les façades est et ouest

Les rayons directs du soleil l'été sur les vitrages sont responsables d'une partie non négligeable des surchauffes estivales, s'en protéger permet de réduire ces apports de chaleur excessifs, grâce à une répartition astucieuse des vitrages et une bonne gestion des surfaces de mur soumises au rayonnement solaire, et nécessité de mettre des brises soleil dans les façades exposées.



Figure 174: Utilisation des brises soleil verticaux du coté est, pour protéger le bâtiment du soleil en été .
Source: Auteurs



Figure 175: Utilisation des brises soleil verticaux du coté ouest, pour protéger le bâtiment du soleil en été .
Source: Auteurs

Etude bioclimatique de l'entité pédagogique 1

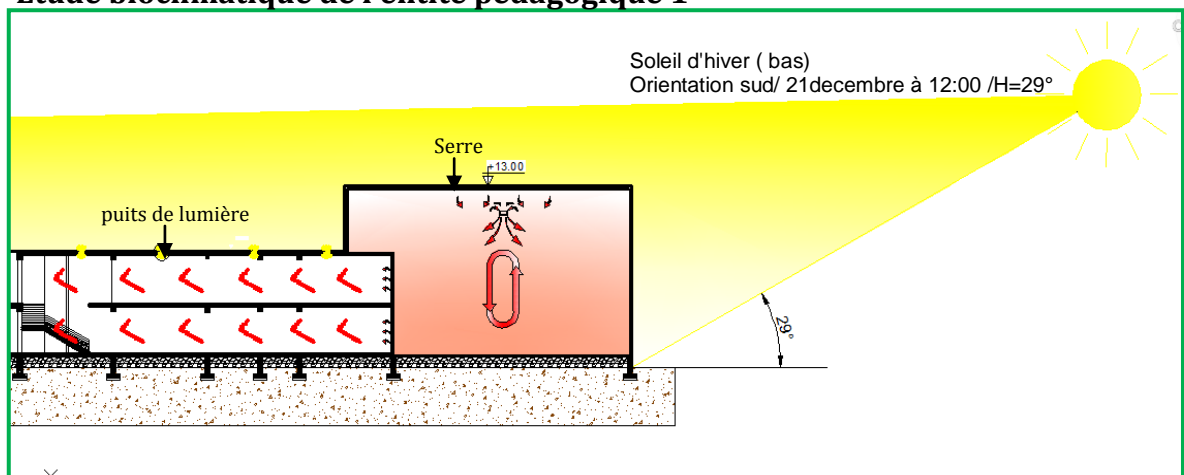


Figure 176: Principe de fonctionnement de la serre bioclimatique emboîtée avec le Bloc c.
Source, Auteurs

En hiver

- Serre

le confort est assuré par une serre bioclimatique comme on l'a vu dans les schémas précédant.



- Le confort visuel

Le confort visuel est assuré par puits de lumière ,qui sont des ouvertures situées en toiture qui permettent d'éclairer naturellement les espaces ou les étages inférieurs.

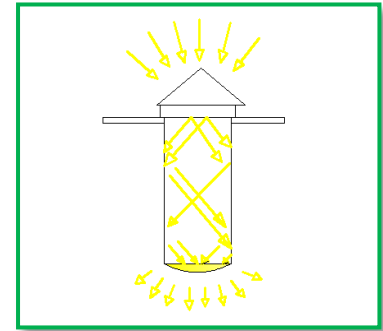


Figure 177: puits de lumière
source: Auteurs

- Solutions bioclimatique active

- La vmc double flux

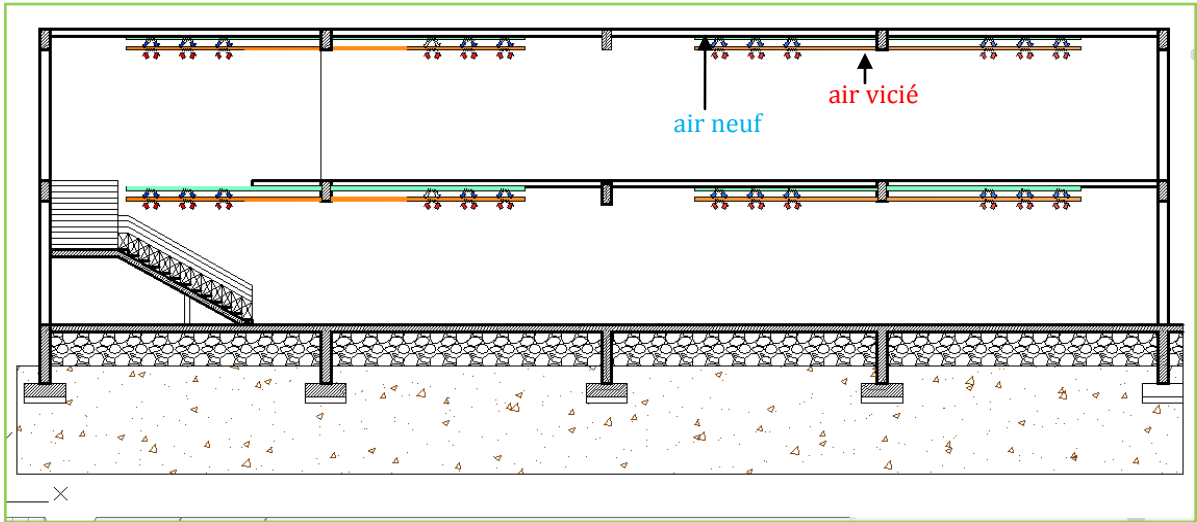


Figure 178: Principe de fonctionnement de la VMC double Flux
Source: Auteurs

En été

- La ventilation traversante

- Description et mode de fonctionnement

repose sur uniquement le phénomène de convection qui améliore le confort d'un bâtiment en créant des courants d'air, c'est à dire en mettant l'air en mouvement sans force mécanique. Ce principe utilise la circulation de l'air entre des points d'entrée et de sortie .

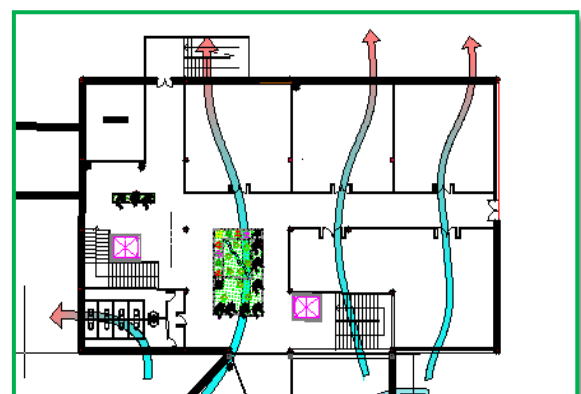


Figure 179: principe de fonctionnement de la ventilation transversale .
source: auteurs

Application et mis en œuvre dans le projet

Nous avons choisis ce type de procédé pour le bloc C et cela par l'exploitation de l'air provenant du côté ouest, rafraîchis par des bassins d'eau , ce microclimat permet de rafraîchir les espaces intérieurs (ateliers pédagogique); il s'agit tout d'abord d'avoir des ouvertures dans

la façade opposée, qui encourage la circulation de l'air . L'air de la façade ouest étant plus frais , ce dernier va pénétrer à l'intérieur et rafraichir l'espace puis ressortir de l'autre coté .

Etude bioclimatique de l'entité pédagogique 2

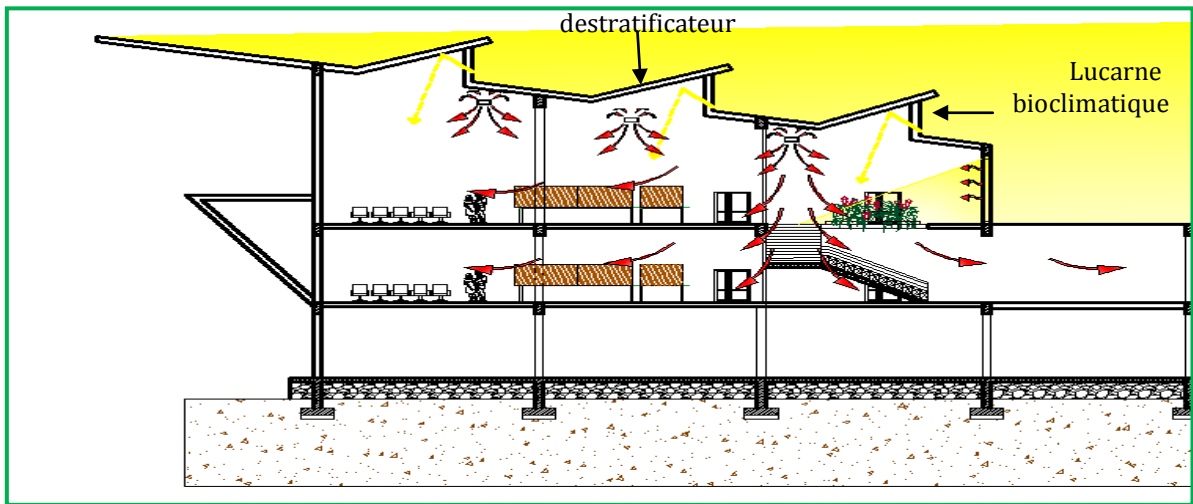


Figure 180: Etude bioclimatique du Bloc E

Source: Auteurs

- Solutions bioclimatiques passives

En hiver

- L'orientation au sud

Est privilégiée avec de grandes baies protégées du rayonnement direct du soleil par un "auvent réflecteur" qui permet un éclairage optimal des ateliers pédagogique.



- Lucarnes bioclimatique

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

Application est mis en œuvre du projet

On a intégré des lucarnes bioclimatique au niveau des toitures du bloc E , l'intérêt est capter d'avantages de rayonnements solaire, ces dernières sont orientées vers l'orientation la plus favorable qui est l'orientation sud.

- Solutions bioclimatiques passives

- Destratificateur

intégration de certificateur au niveau du plafond; ce dernier permettra de projeter l'air chaud traversé a travers les lucarnes vers le bas créant ainsi une température d'ambiance

homogène .

- Ventilation par double Flux

En été

- Ventilation naturelle

- Calcul des débords de toitures

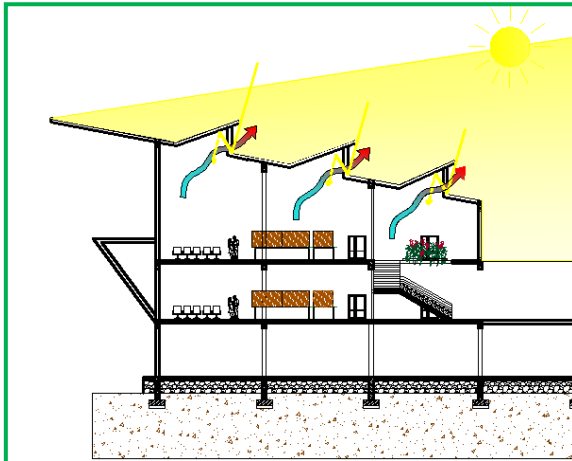


Figure 181: principe de ventilation traversante.
Source: Auteurs.

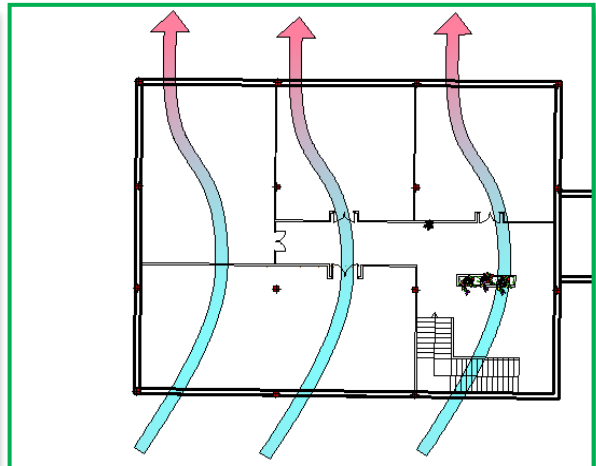


Figure 182: ventilation par effet de tirage thermique.
Source: Auteurs.

(lucarnes)

En été il faut occulter le rayonnement solaire directe et minimiser les apports à travers les parois. La période de surchauffe couvre le mois de juin à septembre. Ils sont calculés pour les mois les plus chauds et ensoleillés. Après avoir interprété la projection stéréographique de la trajectoire du soleil le 15 mai à 12h, ainsi connaissant la hauteur des différents étages on a pu calculé les dimensions des débords .

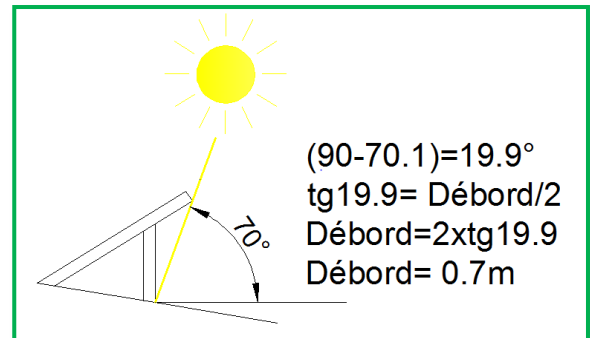


Figure 183: Calcul des débords de toitures (lucarnes).



Figure 184: Vue sur les débords de lucarnes
Source: Auteurs.

- Étude bioclimatique des entités administration et pédagogiques

Une partie de ces blocs donne sur le côté Sud, cette partie profite du potentiel de chauffage solaire passif, et une autre façade nord où y a plus de rayons solaires ce qui nécessite d'opter pour un autre système de régulation de température.

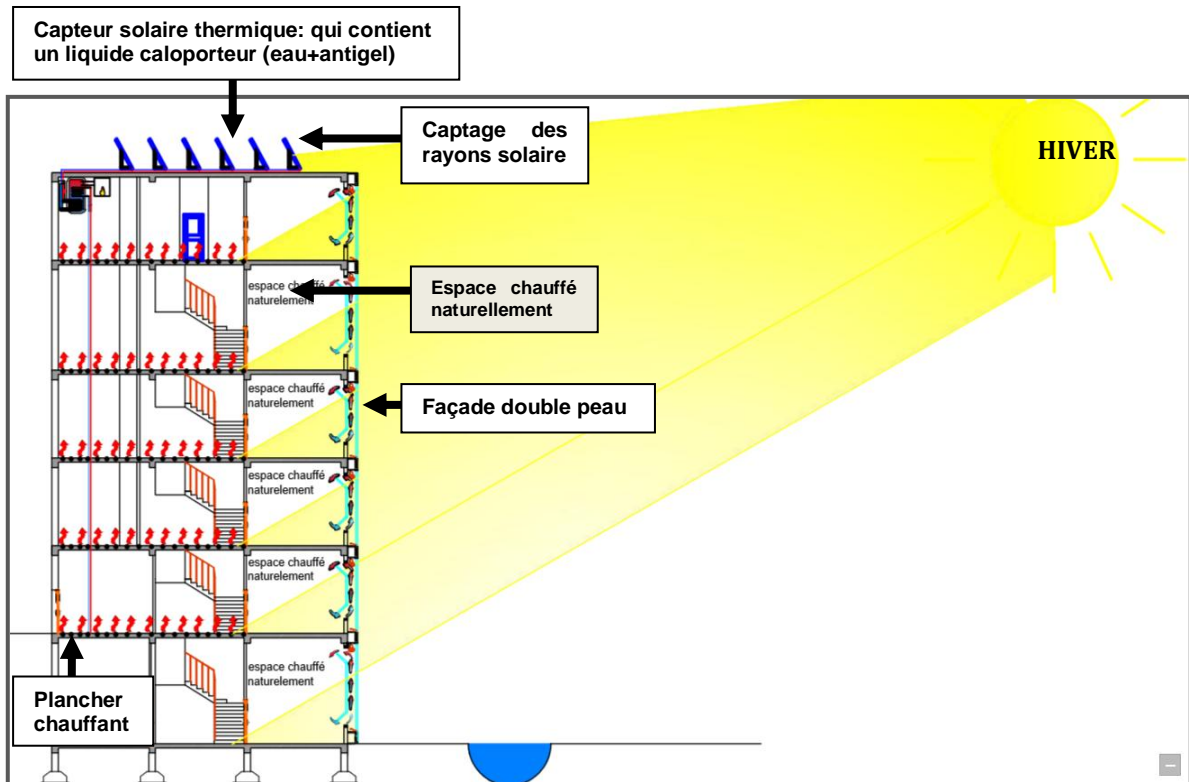
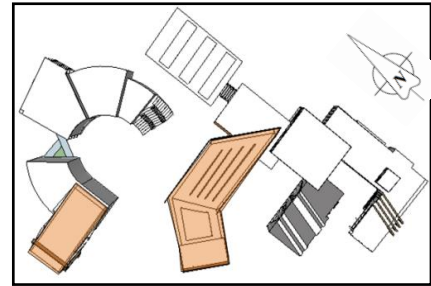


Figure 185: Le confort d'été au niveau de l'entité administration.
Source: Auteurs.

Le confort d'hiver est assuré dans ses deux entités par un captage des gains solaires au sud et par un plancher chauffant au nord.

- Le plancher chauffant

Description du système

Le plancher chauffant est un procédé d'émission de chaleur destiné à chauffer un bâtiment utilisant la surface du sol pour chauffer l'air intérieur ; il fonctionne sur le principe du rayonnement.

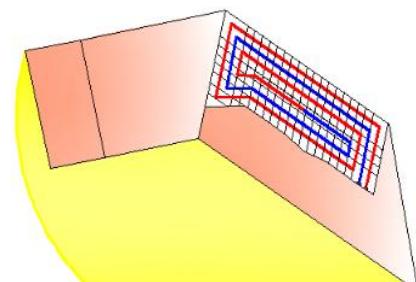


Figure 186 : vue en plan de l'entité pédagogique.
Source: Auteurs

Application et mise en œuvre dans le projet

Les deux entités sont alimentées par un plancher chauffant à circulation d'eau: un circuit d'eau chaude serpente dans le plancher pour chauffer la surface du sol orienté nord qui ne reçoit pas de rayons solaires.

Il est alimenté grâce à des capteurs solaires positionné sur le toit qui fonctionnent grâce à l'énergie solaire.

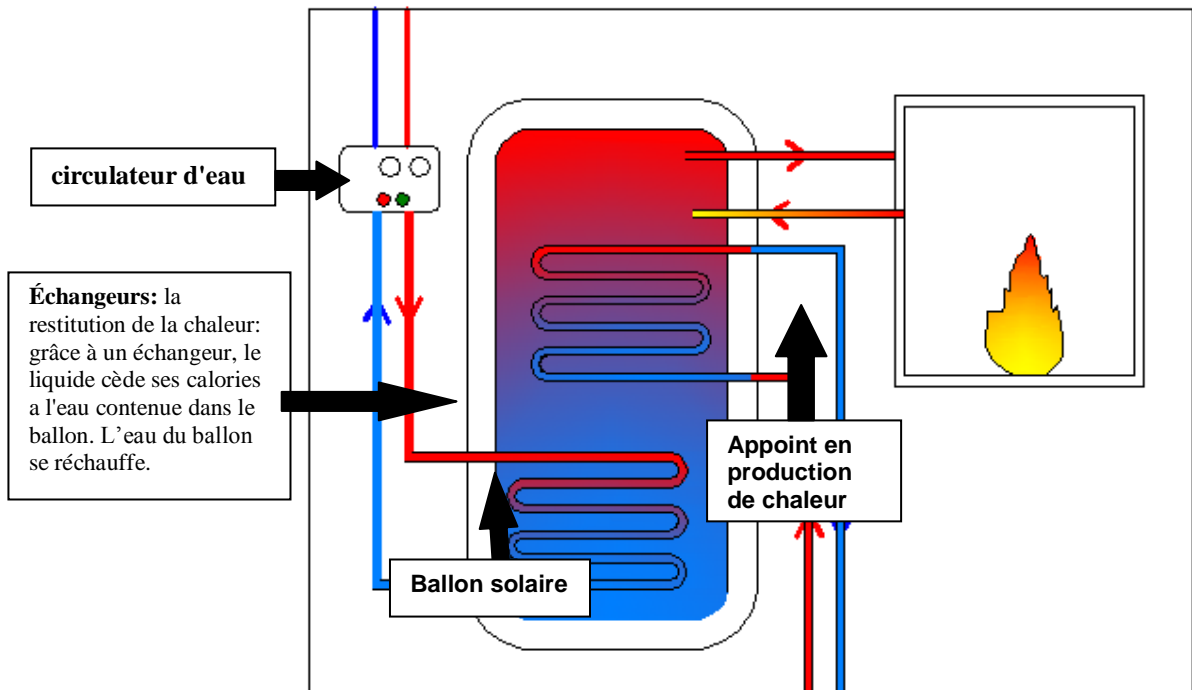


Figure 187: principe de fonctionnement du plancher chauffant
Source: Auteurs

- Façade double peau

Description du système

est un système de construction composé de deux peaux, ou façades, placées de telle sorte que l'air circule dans la cavité intermédiaire. L'objectif d'une telle façade est multiple: diminuer les déperditions thermiques, créer une isolation phonique. Mais la principale utilisation est en général l'utilisation de l'effet de serre générée par la façade vitrée pour réchauffer les pièces et créer une ventilation naturelle du bâtiment.

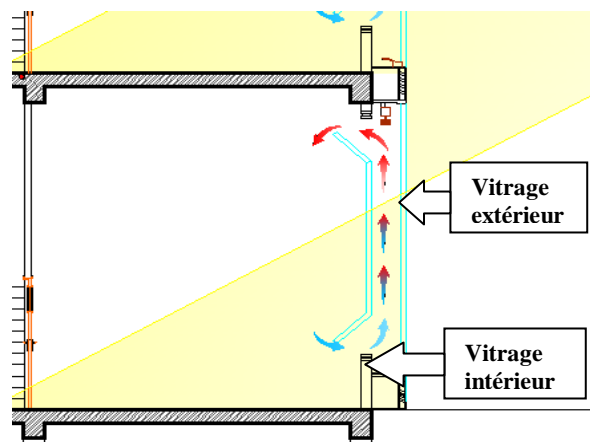


Figure 188 : Principe de fonctionnement de la façade double peau.
Source: Auteurs

Application et mise en œuvre dans le projet

On a opté pour l'utilisation de l'énergie solaire en intégrant un système passif. Ce système consiste à laisser pénétrer le rayonnement solaire en hiver à travers la façade double peau. La distribution de cette chaleur sera facilitée par le fait de disposer des ouvertures en hauteur et en bas du vitrage intérieur.

L'air entre les deux lame de verre se réchauffe par effet de serre, il monte parce qu'il devient léger et rentre dans l'espace par les petites ouvertures positionner en hauteur, ainsi que l'air frais passe par des ouvertures placé en bas pour qu'il soit réchauffer par effet de serre grâce a la façade double peau.

Le confort d'été

- Plancher chauffant

On a opté pour un plancher chauffant rafraîchissant, c'est-à-dire réversible, qui permet de bénéficier d'un confort total en toute saison : chaleur l'hiver, fraîcheur l'été grâce a un liquide caloporteur

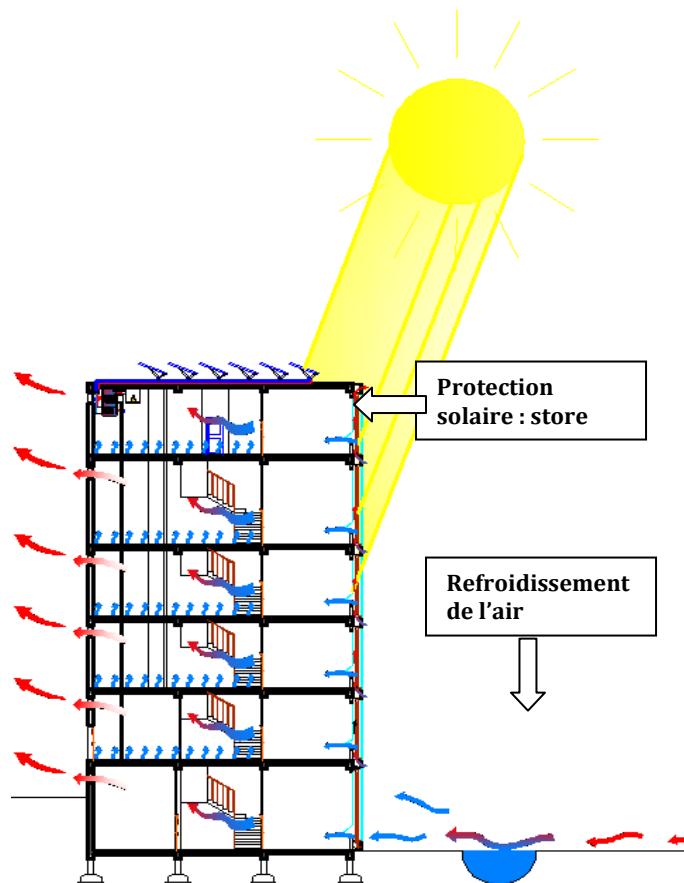


Figure 189 : coupe sur l'entité administration (été) / Source: Auteurs.

- **Double peau** : Pour des raisons de protection et d'extraction de chaleur pendant la période de refroidissement, des dispositifs d'ombrage solaire (les stores) sont placés à l'intérieur de la cavité. Plus que la lame d'air doit être ventilée afin d'éliminer l'effet de serre. Elle peut l'être de façon naturelle, grâce à des vanelles placées en parties basse et haute de la façade.

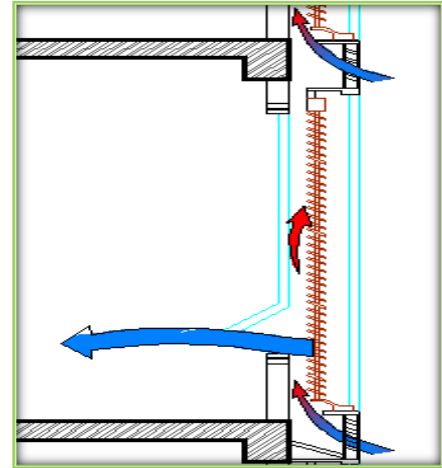
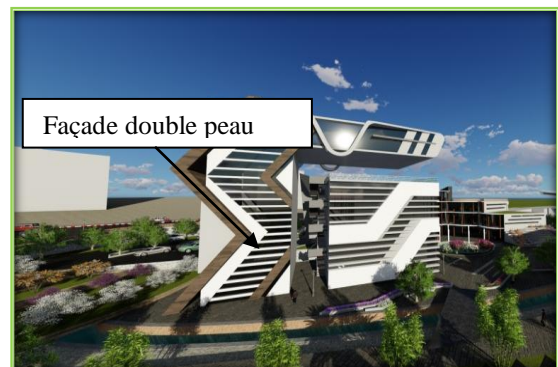
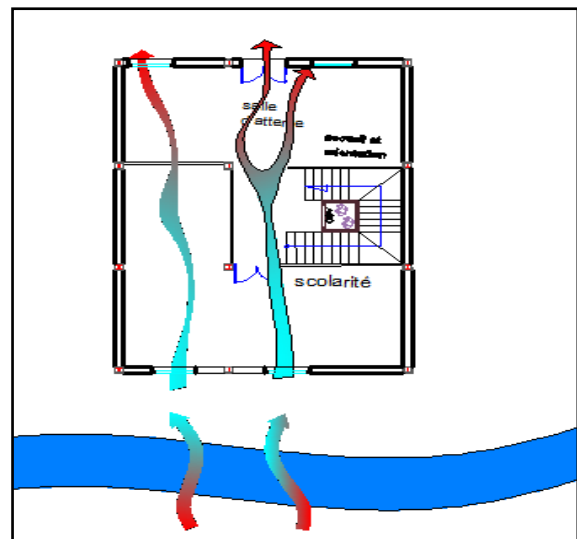


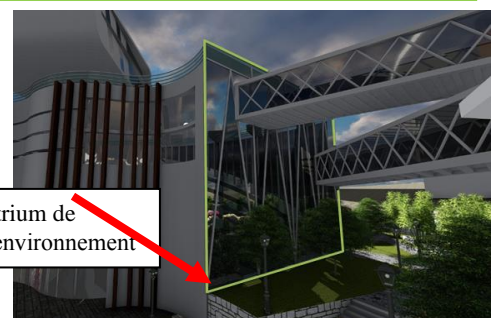
Figure 190: fonctionnement de la façade double peau en été / source: auteurs

- **La ventilation**: Pour ces deux entités le type de ventilation est la ventilation transversal repose sur uniquement le phénomène de convection qui améliore le confort d'un bâtiment en créant des courants d'air, c'est à dire en mettant l'air en mouvement sans force mécanique. Ce principe utilise la circulation de l'air entre des points d'entrée et de sortie. Cela par l'exploitation du cours d'eau et des plans d'eau, ce microclimat permet de rafraichir les espaces intérieurs de ces deux entités, il s'agit tout d'abord d'avoir des ouvertures dans la façade opposée, qui encourage la circulation de l'air.



L'entité art

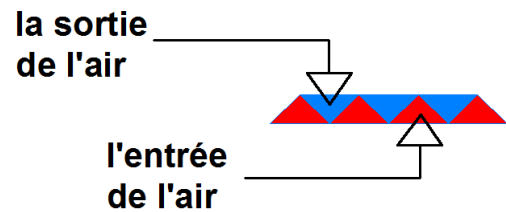
c'est un bloc qui n'a pas de grande façade orientée au sud ; et le captage de soleil ne peut pas se faire aussi par la toiture ; c'est pour cette raison qu'on a opté pour un autre système qui assurera le



chauffage et le refroidissement de cette entité ; ce système est appelé **atrium de l'environnement**.

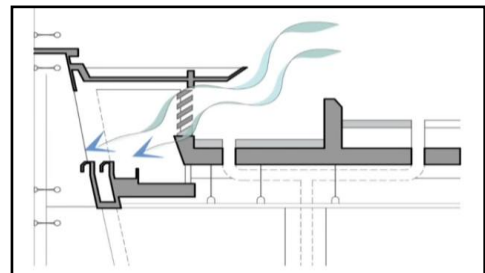
Description du système

c'est un système passif, hybride et multifonctionnel car il assure une ventilation, un confort d'été, un confort d'hiver et aussi la filtration de l'air. Il est composé d'une série de prismes en verre appelés arbre de l'air, qui fonctionnent collectivement dans son utilisation d'éléments passifs, actifs et organiques pour fournir une condition améliorée et une qualité d'air à l'intérieur.

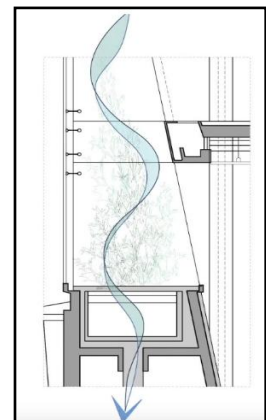


Application et mise en œuvre dans le projet

Première étape (prise d'air extérieur) : le point d'entrée de l'air assure une filtration et une trempe primaires. L'admission est protégée de l'entrée de pluie et intègre la première étape de la filtration.

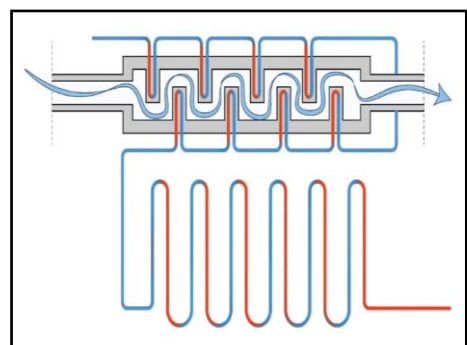


Deuxième étape: (bio-filtre) : Les plantes et la biomasse contribuent à la deuxième étape de la filtration de l'air et l'amélioration de la qualité de l'air. La qualité de l'air était une initiative clé en raison de la nature du bâtiment, qui est utilisé comme école (où la vigilance des occupants peut aider à l'apprentissage).

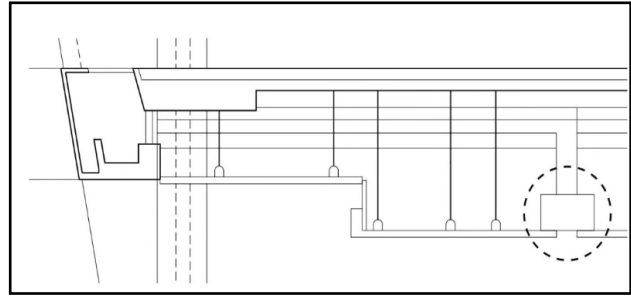


Troisième étape: utilisation des ventilateurs pour aider à conduire l'air ; Bien que ces ventilateurs utilisent de l'électricité, un ensemble de cellules photovoltaïques montées sur le toit a été inclus pour compenser la puissance requise pour cette partie du système.

Quatrième étape: L'air est alors dirigé à travers le labyrinthe thermique ; ce dernier est utilisé pour distribuer de l'air à différents points, il est construit avec un arrangement de maçonnerie simple, thermiquement massif, qui a permis d'obtenir un tempérât continu passif de l'air grâce à l'énergie géothermique (échangeur de chaleur géothermique).



Cinquième étape: L'air est livré directement dans le bâtiment par l'intermédiaire de «cellules» alternées dans la façade nord,



Cette air Entre dans les zones occupées par des grilles qui sont positionnées dans

le plancher puis il sera projeté a l'aide des unités de ventilateur (VRF: Routage et Transfert Virtuel) Pour faciliter la ventilation par flux.

- Enfin, l'air est principalement libéré naturellement de l'immeuble.

Le confort d'été

La série d'arbres d'air triangulaires et effilés de l'atrium de l'environnement attire l'air extérieur chaud, ce dernier est conduit vers le bio-filtre (le bas de l'atrium) à l'aide des ventilateurs. Il sera ensuite refroidit passivement au niveau du labyrinthe thermique (ralentir la circulation de l'air) grâce a l'énergie géothermique.

Cet air chaud passe par des conduites isolées puis il sera projeté par des ventilateurs placer dans le faux plafond (VRP).

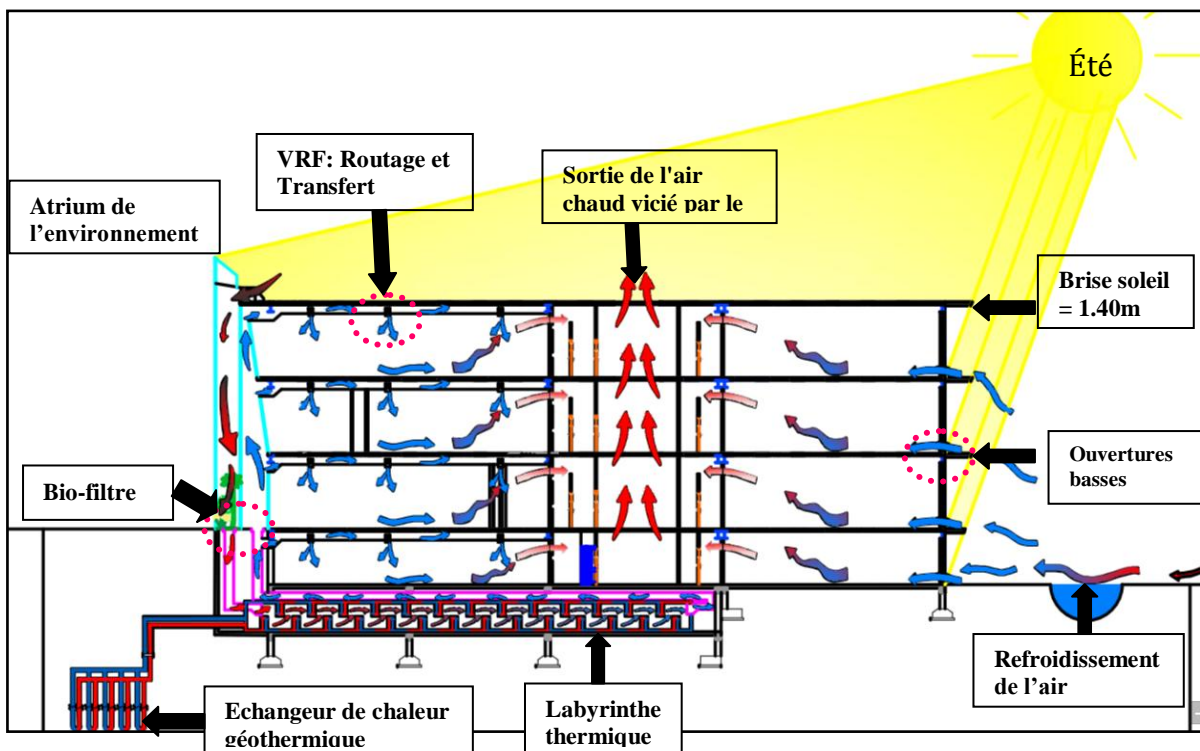


Figure 191: Le confort d'été au niveau de l'entité administration.
Source: Auteurs.

Le confort d'hiver

L'air frais en hiver subit la même procédure qu'en été la seule différence est que l'air sera réchauffé au niveau du labyrinthe thermique car la température des couches profondes de l'écorce terrestre est stable.

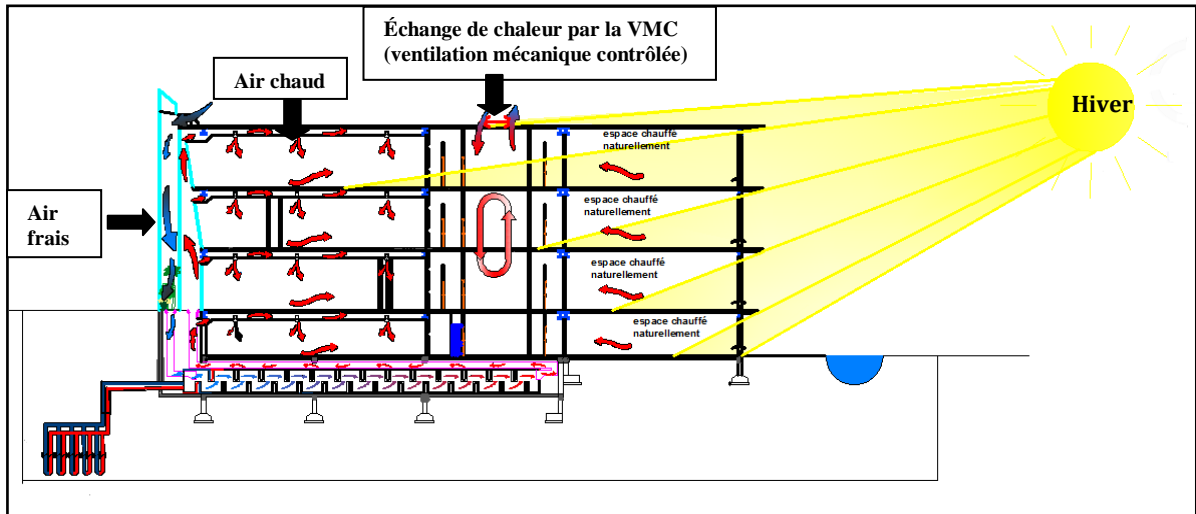


Figure 192: Le confort d'hiver au niveau de l'entité administration. Source: Auteurs.

- La ventilation

Ce système assure une ventilation mixte (c.-à-d. en été et en hiver).

L'air est principalement libéré naturellement de l'immeuble en points élevés (air chaud) puis par le patio vers l'extérieur par effet thermosiphon.

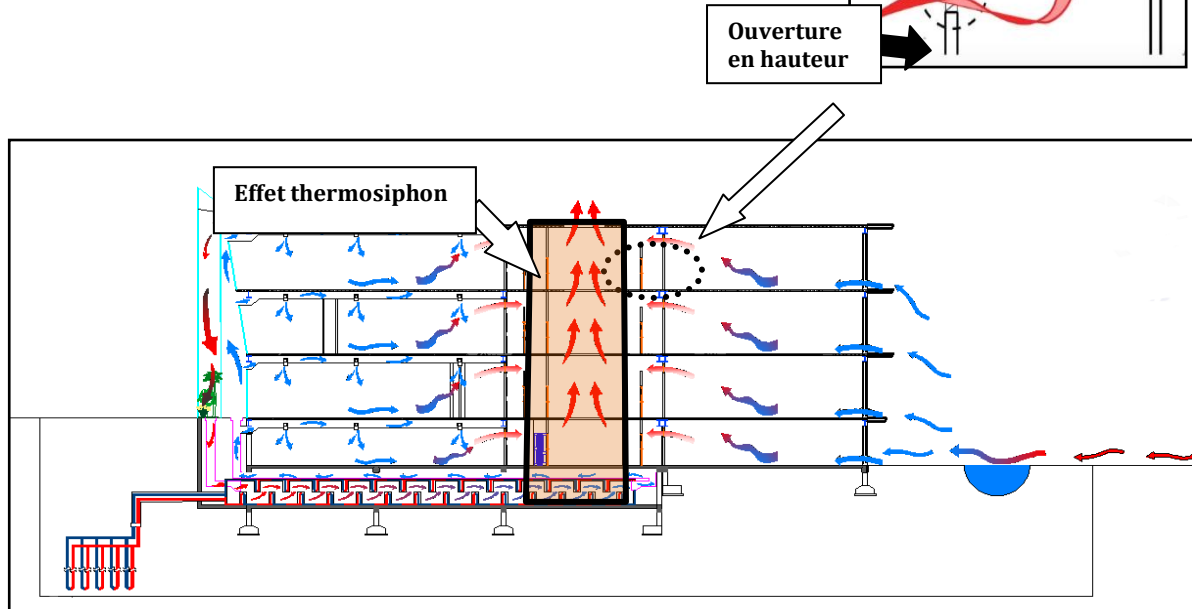


Figure 193: Mode de fonctionnement en été/ Source: Auteurs

En hiver la ventilation se présente aussi source de déperdition thermique c'est pour cette raison qu'une ventilation mécanique double flux (VMC) est nécessaire.

Synthèse : ce système a prouvé son efficacité dans le projet de la Bibliothèque **Surry Hills en Australie** qui présente le même climat et aussi la même fonction que celle de notre projet (l'apprentissage).



Figure 194: Bibliothèque Surry Hills en Australie

L'entité pédagogique

Le confort d'hiver

Le confort d'hiver est assuré dans cette entité par une orientation sud et des façades vitrées avec une séparation intérieure qui permet de transformer l'espace de circulation en serre qui chauffe les salles de TD et les amphis.

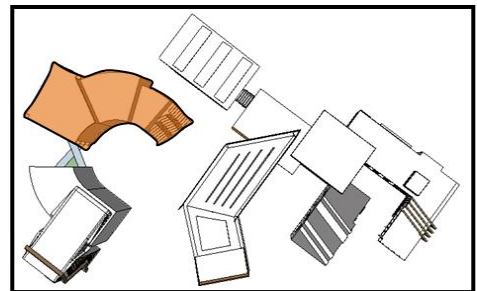


Figure 195: Entité pédagogique
Source: Auteurs

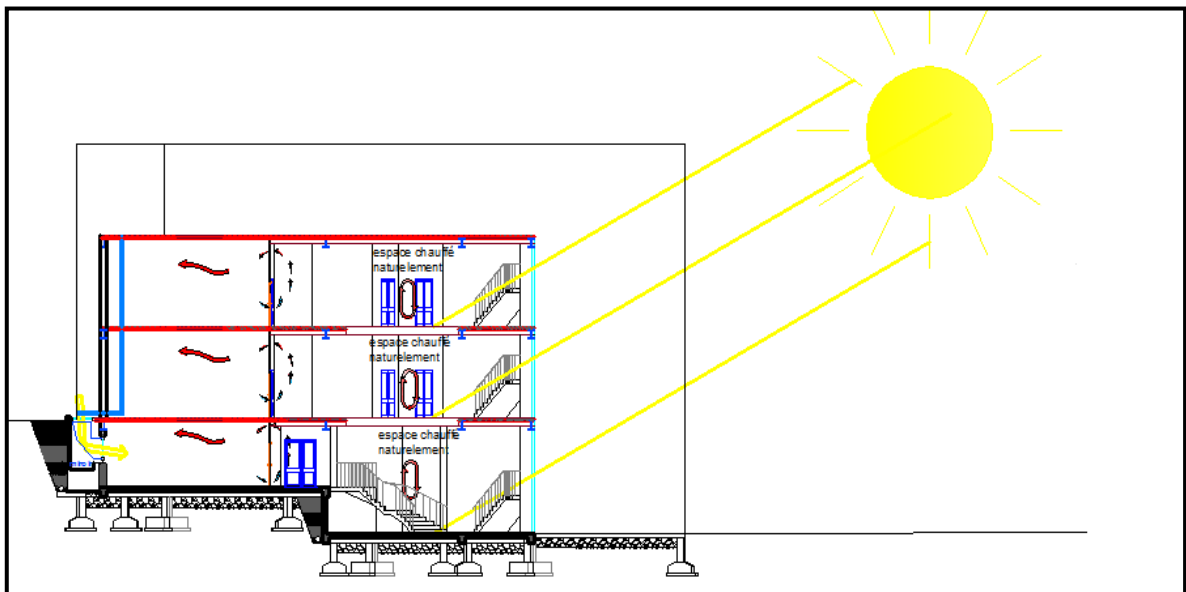
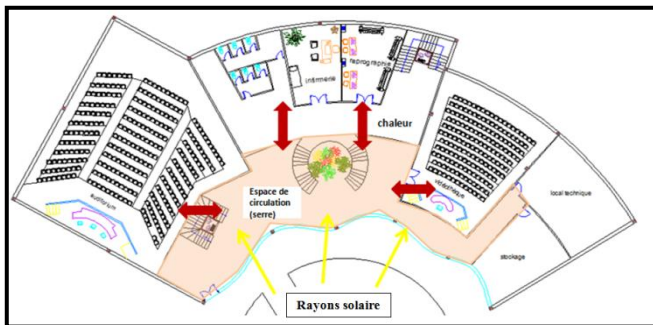


Figure 196: Le confort d'hiver pour l'entité pédagogique . / Source: Auteurs.

Plus d'un puits canadien : est un procédé géothermique qui apporte une ventilation naturelle au bloc.

Il profite de la température quasi constante du sol pour réchauffer ou refroidir cet air de renouvellement avant de l'insuffler dans le bloc.

Le confort d'été

Le confort d'été est assuré par une ventilation transversale qui utilise la circulation de l'air entre des points d'entrée et de sortie. Nous avons choisis ce type de procédé et cela par l'exploitation d'une cour bordée de plan d'eau, ce

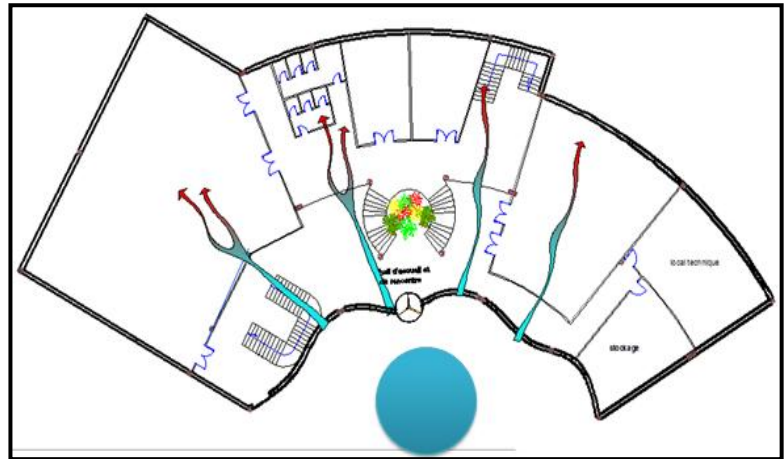


Figure 197: Ventilation traversante au niveau de l'entité pédagogique
Source: Auteurs.

microclimat permet de rafraîchir l'air ce dernier va pénétrer à l'intérieur du bâtiment et rafraîchir l'espace puis ressortir de l'autre côté.

Le confort visuel

- Apporter la lumière du jour dans le sous sol (arbre de lumière de jour)

Le principe est à la fois simple et ingénieux ; un module garni de miroir de haute qualité ; il fournit des niveaux élevés de lumière combiné avec de l'air frais.

Une atmosphère entièrement nouvelle se répand dans le sous sol rempli de lumière.

- Récupération des eaux pluviales

L'eau de pluie est collectée en aval de toiture, elle est stockée dans une cuve après ruissellement sur le toit.

Cette eau va contribuer d'avantage à une

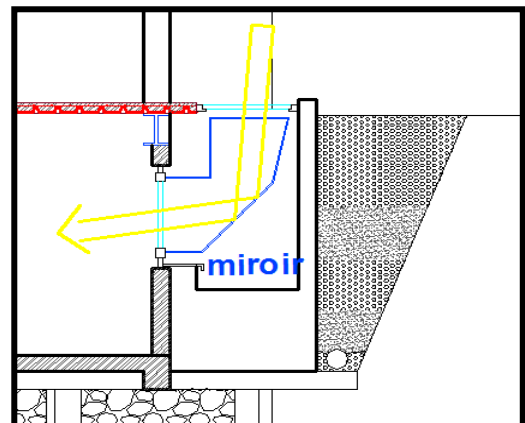


Figure 198: Arbre de lumière du jour
Source: Auteurs

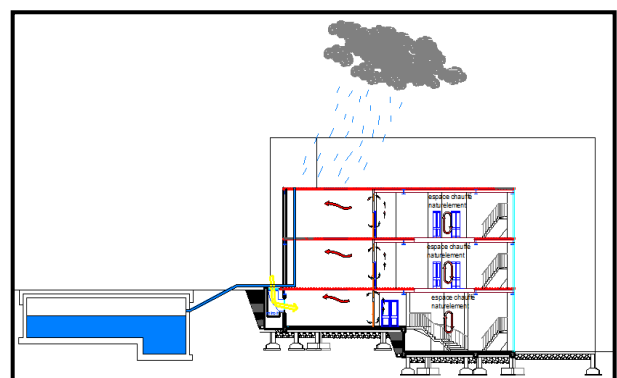


Figure 199 : Coupe démontrant le système de récupération des eaux pluviales.
Source: Auteurs

meilleure économie et gestion de l'eau.

Toitures jardins

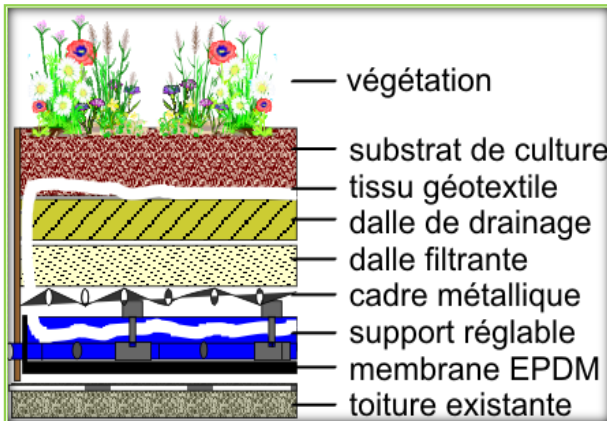


Figure 200 : Détail des terrasses végétales.
Source : wikhydro.developpement-durable.gouv.fr

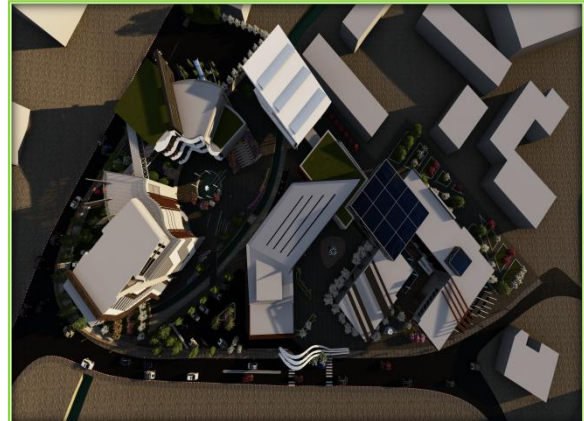


Figure 201 : rendu démontrant les toitures végétalisées / Source: auteurs

Toitures végétalisées permettant : l'amélioration de l'esthétique des toitures et la participation à la protection de l'environnement et ce grâce aux végétaux qui améliorent la qualité de l'air, renforcent le confort thermique et phonique et régulent les eaux pluviales.

- Préservation du patrimoine végétal et son renforcement

La préservation des éléments biotiques existants comme la végétation et les arbres anciens fait partie de la démarche environnementale et du développement durable, rajouter des arbres à feuillages non permanents pour les façades Sud pour créer un microclimat.



Figure 32: photo des arbres d'eucalyptus existants
Source: auteurs



Figure 203: rendu 3D démontrant la préservation des Arbres.
Source: auteurs

La végétation est une solution très adaptée pour se protéger du soleil puisque le feuillage vas tomber l'hiver et va laisser passer la lumière et les apports solaires . Notre travail s'est basé sur l'intégration et la sauvegarde de la végétation existante au niveau ,des cours et des jardins elles permettent:

- De freiner les vents dominants d'hiver provenant du nord-ouest.
- d'améliorer l'isolation contre le froid en hiver et contre la chaleur en été.
- Réduction de l'émission de CO2.
- Une isolation acoustique.
- Création d'un microclimat permettant de rafraichir l'espace (dans les jardins et les cours).

IV.8. Autres solutions bioclimatique

Le confort olfactif

Un oued permanent passe au milieu de notre site d'intervention situé du coté nord et nord-ouest, ce dernier n'est pas irrigué ni entretenu du moment qu'il continue a recevoir les eaux usées, ce qui peut être néfaste pour l'environnement.

Il est nécessaire de prévoir des dispositifs afin de mettre un terme aux mauvaises odeurs.

- Assainissement des eaux usées

- Station d'épuration

A proximité de notre site d'intervention nous avons constaté la présence d'une station d'épuration qui a été désaffecté l'idée nous est venu de demander la réaffectation de cette dernière afin de mettre un terme a l'impact néfaste des eaux polluées sur l'environnement.



Figure 204 : Station d'épuration désaffectée
Source: Auteurs.

- Micro station d'épuration

Afin de renforcer la station d'épuration qui est a proximité de notre zone d'intervention on propose également des la micro-station s d'épuration à l'intérieur de notre site, qui sont des dispositifs complets d'épuration des eaux usées.

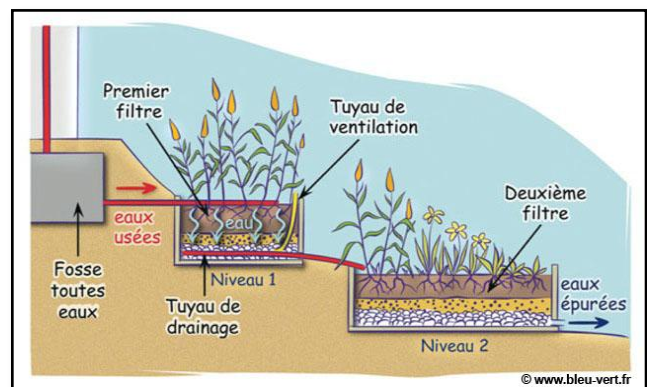


Figure 205 : Phytoépuration
Source: Google image.

- La phytoépuration

est au sens large l'épuration par les plantes. Celles-ci peuvent contribuer à épurer ou dépolluer les trois grands milieux que sont l'air, les sols et l'eau .



Figure 206: Phytoépuration au niveau du projet
Source: Auteurs.

- Matériaux

-Utilisation des matériaux locaux tels que le bois et la ainsi que des matériaux a forte inertie thermique tel le béton cellulaire et le bois lourd .

-Utilisation du verre pour apporter la transparence, visibilité et laissé pénétrer la nature à l'intérieur, tirer profit de la lumière et de la chaleur naturelle, tel le double et triple vitrage, double peau; ainsi que le verre trompé.

- Le béton cellulaire (un matériau performant saint et écologique)

description et mode de fonctionnement

Le béton cellulaire est un type de bloc de béton, tout comme le parpaing. Il permet la réalisation de murs porteurs ou non porteurs. Ce bloc de béton respecte l'environnement : il est 8 fois plus isolant que le parpaing.



Figure 4: Béton cellulaire .
Source: Google image

Application et mis en œuvre dans le projet

Dans notre projet on a opté pour le béton cellulaire pour ses nombreux avantages a savoir

-Les constructions en béton cellulaire

peuvent se passer d'un système d'isolation intérieur. Les ponts thermiques sont limités lorsque la pose est réalisée dans les règles de l'art. Ce type de construction offre un gain de place significatif : entre 4 et 6 % par rapport à une construction traditionnelle en béton avec



Figure 208: Béton cellulaire .
Source: Google image

doublage intérieur isolant (20 cm de mur + 6 cm de doublage).

-Le béton cellulaire équilibre la température à l'intérieur de la construction son importante inertie thermique lui permet de réguler naturellement la variation de la température à l'intérieur du bâtiment, contribuant ainsi aux économies de chauffage et de climatisation.

-La structure ne laisse pas passer l'eau tout en laissant circuler la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur. L'habitat est sain, sans risque d'apparition de moisissure.

-Sa fabrication est non polluante, elle bénéficie d'ailleurs de la certification ISO 14001 sur l'environnement et nécessite très peu d'énergie.

- Le bois lourd

Performant et polyvalent, le bois s'adapte à toutes les situations. En structures, aménagements ou encore en isolation, le bois est un matériau d'avenir.

- Matériau solide et léger
- Matériau chimiquement résistant
- Matériau hygroscopique et anisotrope
- Matériau biodégradable
- Facilité de mis en œuvre
- Matériau durable
- Le bois est hygroscopique.



Figure 209: Bois lourd
Source: Google image

À condition de ne pas être recouvert d'une finition filmogène, il régule en partie la production de vapeur d'eau par les habitants. En effet, quand il y a trop d'humidité, le bois, qui a une grande capacité hygroscopique, absorbe cet excès pour le retransmettre à son environnement quand les circonstances l'exigent

-Le bois est le moins radioactif de tous les matériaux de construction

-le bois est un piètre isolant phonique. Il ne peut opposer de masse importante à la transmission des bruits aériens. On corrige ce défaut en ajoutant des matériaux isolants dans la composition de la paroi. Néanmoins, le bois absorbe les sons et il est utilisé pour répondre aux exigences des salles de concert.

- Le verre trompé

Quant au verre utilisé au niveau de la serre , il s’agit d’un verre trompé pour les parois, apprécié pour sa résistance, sa transparence et l’isolation thermique et acoustique maximale. C’est un matériau résistant à la corrosion et aux pluies acides et qui nécessite assez peu d’entretien. Le toit sera intégralement en polycarbonate alvéolaire, reconnu pour son caractère isolant, sa légèreté et sa résistance aux chocs et à la grêle.

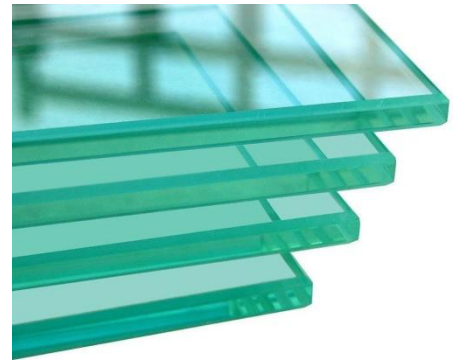


Figure 210: Le verre trempé
Source: Google image

- Utilisation du double et triple vitrage

afin de capter me maximum de rayonnement solaire en hiver et assurer le confort visuel.

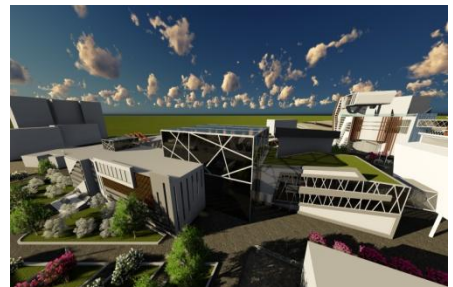


Figure 211: Le verre trempé au niveau de la serre.
Source: Google image

- Renforcement de la stratégie bioclimatique par l'apport de nouvelles technologies.

- Les matériaux a changement de phase

Plaque de plâtre qui renferment de la cire stockée a l'intérieur de microsphères ; ce sont des matériaux a changement de phase qui passent de l'état solide a l'état liquide sous la chaleur émise par le soleil , donc l'énergie émise va être stockée par ce phénomène de changement de phase , le matériau va fondre et ensuite le soir lorsqu'il ny a plus de soleil ce dernier va se resolidifier et va reliberer cette énergie stockée , ce procédés permet une meilleur inertie thermique et une bonne isolation.

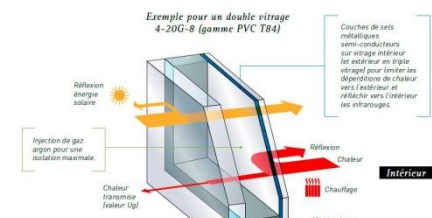


Figure 212: Double vitrage



Figure 213: Double vitrage

Conclusion

Les éléments traités précédemment dans cette approche : façades, matériaux, systèmes passifs, et l'implantation du bâtiment, confèrent à l'ensemble du projet son caractère bioclimatique.

L'orientation de l'édifice, de ses ouvertures, et le dimensionnement de celles-ci pour la captation solaire et la protection contre les vents dominants et les températures extrêmes, les

systèmes d'ombrage, les éléments d'inertie thermique (toiture végétale), l'évaporation naturelle de la strate végétale en toiture confèrent à la construction une adaptation naturelle à son milieu.

Conclusion générale

Ce mémoire de fin d'études avait pour objectif principal de redonner une âme et un nouveau souffle au site dit « Ex habitat » du département d'architecture de l'université de Tizi Ouzou tout en perpétuant la mémoire de ce lieu et en préservant son identité et aussi afin de solutionner les différents dysfonctionnements qu'il présente. Pour répondre à cette problématique, nous avons établi un état des lieux, qui nous a permis de faire ressortir les carences et les potentialités du site et de fixer les lignes directrices de notre projet. De plus, un état des connaissances de la thématique traitée dans le projet a été minutieusement dressé et exploré. Le but était pour nous d'améliorer l'image de l'ex-habitat et de lui redonner son identité initiale en gardant la mémoire du lieu.

En plus d'une réhabilitation fonctionnelle, spatiale et thermique, nous avons organisé notre démarche autour d'une nouvelle extension purement bioclimatique. Pour la meilleure prise en charge de la conception architecturale du projet, ce protocole d'action et cette méthodologie de travail adoptés nous ont permis de d'apporter qualitativement des éléments de réponse aux problématiques de dégradation et d'inconfort que présente l'établissement de l'ex habitat, mais aussi à la problématique globale de l'environnement et de la consommation énergétique.

L'enjeu crucial était de réussir une œuvre le respectueuse de l'environnement et énergétiquement performante. La nouvelle école d'art et d'architecture répond concrètement à ces critères de qualité, à moyen et à long terme, en offrant les conditions et les moyens pour la sensibilisation des étudiants en architecture à respecter la nature en développant un programme adapté à l'enseignement de l'architecture et initiateur aux bases du bioclimatisme.

En définitive, nous pouvons humblement affirmer que nous avons grandement atteint les objectifs, vérifié les hypothèses émises dès l'entame du travail et de maîtriser le terrain et son environnement immédiat naturel et physique. Cette école fera elle même guise d'une leçon grandeur nature d'architecture bioclimatique pour tous les étudiants qui fréquenteront ses

Conclusion générale

Ce mémoire de fin d'études avait pour objectif principal de redonner une âme et un nouveau souffle au site dit « Ex habitat » du département d'architecture de l'université de Tizi Ouzou tout en perpétuant la mémoire de ce lieu et en préservant son identité et aussi afin de solutionner les différents dysfonctionnements qu'il présente. Pour répondre à cette problématique, nous avons établi un état des lieux, qui nous a permis de faire ressortir les carences et les potentialités du site et de fixer les lignes directrices de notre projet. De plus, un état des connaissances de la thématique traitée dans le projet a été minutieusement dressé et exploré. Le but était pour nous d'améliorer l'image de l'ex-habitat et de lui redonner son identité initiale en gardant la mémoire du lieu.

En plus d'une réhabilitation fonctionnelle, spatiale et thermique, nous avons organisé notre démarche autour d'une nouvelle extension purement bioclimatique. Pour la meilleure prise en charge de la conception architecturale du projet, ce protocole d'action et cette méthodologie de travail adoptés nous ont permis de d'apporter qualitativement des éléments de réponse aux problématiques de dégradation et d'inconfort que présente l'établissement de l'ex habitat, mais aussi à la problématique globale de l'environnement et de la consommation énergétique.

L'enjeu crucial était de réussir une œuvre respectueuse de l'environnement et énergétiquement performante. La nouvelle école d'art et d'architecture répond concrètement à ces critères de qualité, à moyen et à long terme, en offrant les conditions et les moyens pour la sensibilisation des étudiants en architecture à respecter la nature en développant un programme adapté à l'enseignement de l'architecture et initiateur aux bases du bioclimatisme.

En définitive, nous pouvons humblement affirmer que nous avons grandement atteint les objectifs, vérifié les hypothèses émises dès l'entame du travail et de maîtriser le terrain et son environnement immédiat naturel et physique. Cette école fera elle même guise d'une leçon grande nature d'architecture bioclimatique pour tous les étudiants qui fréquenteront ses bords.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

- Atlas solaire Algérien.
- Alain CHATELET, Pierre FERNANDEZ, Pierre LAVIGNE .architecture climatique : une contribution au développement durable .tome 2.édition : EDISUD .Aix en Provence - France .1998. Page 19.
- ALILI Sonia, mémoire de magister en architecture option : Architecture et Développement.
- Baruch GIVONI, « L’homme, le climat et l’Architecture », traduction Jean-Louis IZARD ; Editions du Moniteur, Paris, 1978.
- Construction et énergie
- 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, (2016), page 80.
- JEAN-LOUIS IZARD., « le diagramme bioclimatique du bâtiment »,Laboratoire ABC, ENSA-Marseille.
- Jean Coignet, "Réhabilitation, Arts de bâtir traditionnels, Connaissance et techniques." Edi. Sud, 1989. P. 23
- L’architecture écologique, 29 exemples européens. Edition Le moniteur.
- Mémoire de magistère, intitulé «Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public: cas du département d'architecture de Tamda»
- Michel Platze, Mesurer la qualité environnementale des bâtiments, méthode globale, page 48.
- NEUFERT, Ernst. (2010) Les éléments des projets de construction. Paris : Dunod
- Sophie Mauro Chassagne, "Développement durable et réhabilitation, étude de cas à Annecy", travail de fin de formation continue « l’architecture à haute qualité environnementale HQE », école national d’architecture de Lyon, janvier 2007, page4.
- Traité d’architecture et d’urbanisme bioclimatique, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. d’Alain Liébard, et André de herde.

Dictionnaire en ligne

-LAROUSSE.fr Dictionnaire Mediadico, disponible sur :
http://dictionnaire.tv5.org/dictionnaire_reverso.com

-Dictionnaire français, disponible sur :
http://www.lexilogos.com/francais_langue_dictionnaires.htm Centre National des Ressources
Textuelles et Lexicales, disponible sur : [http://www.cnrtl.fr/Textuelles et Lexicales](http://www.cnrtl.fr/Textuelles_et_Lexicales),
disponible sur : <http://www.cnrtl.fr/>

Site internet

- <https://www.pinterest.com/pin/408912841143312807/>
- <http://www.energie2.arch.ucl.ac.be/donn%C3%A9es%20climatiques/1.3.3.3.htm>
- Google maps
- Google Earth
- Le Grain, atelier de pédagogie sociale. <https://www.legrainasbl.org/index.php?option=com>.
- Nantes ensa., L'école, la ville > 20 ensa dont l'ensa nantes.,
<http://www.nantes.archi.fr/fr/20-ensa-dont-lensa-nantes>.
- Nantes - Ecole d'Architecture., http://www.explorations-architecturales.com/data/new/fiche_109.htm.
- <http://www.lacatonvassal.com/?idp=55>
- Méandre, atelier d'architecture, urbanisme et environnement - Construction de l'Ecole du Centre « ZERO ENERGIE » et HQE à Pantin, PDF. Disponible sur le site:
<https://fr.scribd.com/document/259143790/ECP-icebcafeoct2010lt-pdf>
- <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/concepts/7.1.htm>
- <http://www.bouveron-architecte.com/tag/architecture-bioclimatique/>
- <http://www.energies-renouvelables.org/hqe.asp>
- <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>

Organismes

- APC de Tizi Ouzou.
- Direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Tizi Ouzou
- Office nationale de météorologie de Boukhalfa à Tizi Ouzou
- Le cadastre de Tizi Ouzou.

Liste des figures

Chapitre I: Lecture du contexte

Figure 1: Vue globale sur la ville de Tizi-Ouzou	7
Figure 2: carte de l'Algérie situant la ville de Tizi-Ouzou	8
Figure 3: carte de la wilaya de Tizi-Ouzou	8
Figure 4: le réseau hydrographique de la ville de Tizi-Ouzou	8
Figure 5: coupe AA montrant le relief de la ville de Tizi-Ouzou	8
Figure 6: rappel historique	9
Figure 7: humidité relative moyenne a Tizi Ouzou.....	10
Figure 8: Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou.....	10
Figure 9: température mensuelle a Tizi Ouzou	11
Figure 10: précipitations moyennes mensuelle a TiziOuzou	11
Figure 11: Insolation moyenne mensuelle à Tizi Ouzou.....	12
Figure 12: Diagramme de Givoni de la ville de Tizi Ouzou	13
Figure 13: localisations du soleil à divers moments de la journée	14
Figure 14: Diagramme solaire pour la ville de Tizi Ouzou.....	15
Figure 15: Diagramme solaire pour la ville de Tizi Ouzou.....	16
Figure 16: carte du potentiel naturel de la ville de Tizi Ouzou.....	17
Figure 17: carte du potentiel naturel de la ville de Tizi Ouzou.....	17
Figure 18: carte de la structure de la ville de Tizi Ouzou	18
Figure 19: Accessibilité a la ville de Tizi Ouzou	18
Figure 20: Système viaire de la ville de Tizi Ouzou	19
Figure 21: Situation de l'ex habitat par rapport a la ville de TiziOuzou.....	20
Figure 22: Carte représentant accessibilité immédiate vers l'ex habitat	21
Figure 23: Carte du site et son environnement immédiat physique	22
Figure 24: Carte du site et son environnement naturel.....	23
Figure 25: Morphologie du site d'intervention.....	23
Figure 26: Relief du site d'intervention.	23
Figure 27 : Vue sur la parcelle d'intervention.....	24
Figure 28: Carte cadastrale de la zone de l'ex habitat	25
Figure 29: Vitesse moyenne et direction des vents dominants pour la région de Tizi-Ouzou entre 1990 et 2006.....	25

Figure 30: Histogramme des vitesses moyennes mensuelles des vents au niveau de Tizi-Ouzou entre 1990 et 2006.....	25
Figure 31: Direction des vents dominants à l'échelle du site d'intervention	26
Figure 32: Course du soleil à l'échelle du site d'intervention.....	26
Figure 33: Coupe le 21 dec à 11h.....	27
Figure 34: le 21 dec à 10h	28
Figure 35: le 21 juin à 14h.....	28
Figure 36 : Analyse fonctionnelle du site d'intervention.....	29
Figure 37: Plan RDC du Bloc A et B	29
Figure 38: Plan de l'étage.....	30
Figure 39: Hall du bloc A.....	30
Figure 40: Entrée du bloc A	30
Figure 41: Structure des blocs A et B.....	31
Figure 42: Façade principale du bloc A	32
Figure 43: Vue depuis les ateliers	33
Figure 44 : Evaluation du confort thermique des blocs A et B.....	33

Chapitre II: thématique du projet

Figure 45: Evolution des écoles à travers le temps.	35
Figure 46: Classe maternelle.	37
Figure 47: Ecole à Liège (Belgique)	37
Figure 48: École secondaire au Québec	37
Figure 49: école nationale supérieur de commerce	37
Figure 50: Ecole d'architecture Marne la vallée.....	38
Figure 51: Ecole d'art à Singapour	38
Figure 52: école d'architecture, Nantes.....	38
Figure 53: ile de Loire	39
Figure 54: situation de l'ENSA	39
Figure 55: les limites de L'ENSA	39
Figure 56: l'accès principal de L'E	39
Figure 57 : l'accès secondaire de L'ENSA.....	40
Figure 58: la rampe de l'ENSA	40
Figure 59: Plan du RDC	40
Figure 60: Plan du 1er étage.....	41

Figure 61: Plan du 2me étage	41
Figure 62: Plan de toiture	42
Figure 63: Espaces intérieurs	42
Figure 64: L'aspect technique	43
Figure 65: Aspect bioclimatique	43
Figure 66: concepts utilisés dans l'école	44
Figure 67: Groupe scolaire à énergie positive Saint-Exupéry è pantin.....	44
Figure 68: Accessibilité à l'école Saint-Exupéry a Pantin.....	45
Figure 69: Implantation des bâtiments	45
Figure 70: Les différents blocs constituant l'école	46
Figure 71: Implantation selon la trame urbaine / trame solaire.....	46
Figure 72: Implantation selon la trame urbaine / trame solaire (Concours).....	47
Figure 73: Isolation du bâtiment	47
Figure 74: Matériau bois	47
Figure 75: Le confort acoustique.....	47
Figure 76: L'éclairage naturelle dans l'école	48
Figure 77: Cheminé solaire	48
Figure 78: Stores extérieurs.....	48
Figure 79: Le travail sur l'optimisation des brise-soleils	48
Figure 80: Capteurs photovoltaïques.....	49
Figure 81: Gestion des eaux pluviales.....	49
Figure 82: l'école d'architecture austine knowlton.....	50
Figure 83: l'éclairage artificiel	50
Figure 84: le parcours.....	50
Figure 85: L'articulation	50
Figure 86: l'école d'architecture austin e. knowlton	50

Chapitre III : matérialisation du projet

Figure 87: Nouvelle Zélande La Maison.....	57
Figure 88: L'école résiliente	57
Figure 89: rendu 3d démontrant l'ensemble du projet	66
Figure 90: rendu 3d démontrant le seuil du projet.....	66
Figure 91: rendu 3d démontrant l'entité pédagogique d'architecture.....	67
Figure 92: rendu 3d démontrant l'entité pédagogique	68

Figure 93: rendu 3d démontrant l'entité pédagogique commune.....	68
Figure 94: rendu 3d démontrant l'entité administrative.....	68
Figure 95: rendu 3d démontrant la serre bioclimatique.	68
Figure 96: rendu 3d démontrant l'entité recherche.	69
Figure 97: rendu 3d démontrant l'entité consommation	69
Figure 98: rendu 3d démontrant les traitements de façade du projet.	70
Figure 99: rendu 3d démontrant le concept de contraste de couleur.....	70
Figure 100 : Modélisation de la structure de l'administration et la bibliothèque.....	90
Figure 101: Type de fondations profondes (pieux)	90
Figure 102: Coupe transversale sur semelle et poteau	90
Figure 103: Mise en œuvre d'une poutre avec retombée.....	90
Figure 104: photo d'un profile métallique HEA	91
Figure 105: photo de poutres alvéolaires.....	91
Figure 106: détail de plancher collaborant.....	91

Chapitre IV : solutions et procédés bioclimatique

Figure 107: L'architecture bioclimatique.....	93
Figure 108 : Surélévation et réhabilitation de 5 logements à Rouen.....	94
Figure 109: les phases d'un processus de réhabilitation.....	94
Figure 110: Eco-réhabilitation énergétique, introduction de techniques innovantes.on de techniques innovantes.....	95
Figure 111: Figure : la terrasse végétalisée afin de récupérer les eaux.....	95
Figure112: les perspectives d'une éco réhabilitation.....	95
Figure 113: Principes de la démarche HQE.....	96
Figure 114: Extension par superposition.....	67
Figure 115 : Extension par superposition.....	67
Figure 116: Surélévation des immeubles.....	68
Figure 117: l'extension se différencie de l'existant.....	68
Figure 118: L'extension s'inscrit dans la continuité des bâtiments existants.....	99
Figure 119: Pergola en bois en période estivale.....	99
Figure 120: principe de l'efficacité énergétique	99

Figure 121: Le solaire thermique	100
Figure 122: Solaire photovoltaïque	100
Figure 123: La géothermie.....	100
Figure 124: Concepts de la stratégie du chaud.....	100
Figure 125: Orientation d'une construction bioclimatique	101
Figure 126: Double vitrage.....	101
Figure 127: triple vitrage	101
Figure 128: Serre Bioclimatique	101
Figure 129: Mur capteur, le mur trombe	102
Figure 130: Puis canadien	102
Figure 131: matériaux a forte inertie thermique.....	102
Figure 132: Les Types d'isolants.	102
Figure 133: Thermo circulation de l'air	103
Figure 134: Concepts de la stratégie du Froid.....	103
Figure 135: La fenêtre, lien vers le monde extérieur .arch. Corbusier.....	105
Figure 136: composantes du rayonnement solaire	105
Figure 137: Réflexion du soleil sur un plan d'eau extérieur.	106
Figure 138: Profondeur de la zone Éclairée naturellement	106
Figure 139: Des parois de couleurs claires, Favorisent la répartition de la lumière. ...	106
Figure 140: position et transparence des parois	106
Figure 141: Comportement des ouvertures latérales et zénithales	107
Figure 142: « Clerestory ».....	107
Figure 143: Les réflecteurs et « lightshelves ».....	107
Figure 144: L'atrium.....	107
Figure 145: Conduits solaires.....	107
Figure 146: Puis de lumière.....	108
Figure 147: Les laines minérales	108
Figure 148: La laine de verre	108
Figure 149: La mousse composite de polyuréthane	108
Figure 150: La ouate de cellulose giclée	108
Figure 151: laine de roche	108
Figure 152: Double vitrage.....	109
Figure 153: Triple vitrage.....	109

Figure 154: façade orientée vers le Sud	109
Figure 155: volumétrie démontrant l'orientation du projet.	110
Figure 156: Implantation des Blocs.....	110
Figure 157: Comportement des vents à travers la composition spatiale de notre projet	111
Figure 158: Comportement des vents à travers la composition spatiale de notre projet.	111
Figure 159: conseils pratiques pour un meilleur effet de venturi et couloir.....	112
Figure 160: Plan d'eau	112
Figure 161: Plan d'eau	112
Figure 162: Principe de fonctionnement de la serre bioclimatique emboîtée avec le Bloc A.	113
Figure 163: Principe de fonctionnement de la serre bioclimatique emboîtée avec le Bloc B.	113
Figure 164: Principe de fonctionnement du mur trombe.	115
Figure 165: principe de fonctionnement d'un déstratificateur.....	115
Figure 166: Calcul de l'inclinaison des panneaux solaire	116
Figure 167: diagramme solaire pour la latitude 36.4.....	116
Figure 168: Principe de fonctionnement de la VMC double Flux	116
Figure 169: Principe de fonctionnement de la VMC double Flux	116
Figure 170: ventilation du Bloc A par effet de tirage thermique	117
Figure 171: diagramme solaire pour la latitude 36.4.....	117
Figure 172: calcul des brises	117
Figure 173: Rendu démontrant la serre et l'atrium.....	118
Figure 174: Utilisation des brises soleil verticaux du coté ouest, pour protéger le bâtiment du soleil en été	119
Figure 175: Utilisation des brises soleil verticaux du coté est, pour protéger le bâtiment du soleil en été.....	119
Figure 176: Principe de fonctionnement de la serre bioclimatique emboîtée avec le Bloc c.	119
Figure 177: puits de lumière.....	120
Figure 178: Principe de fonctionnement de la VMC double Flux	120
Figure 179: principe de fonctionnement de la ventilation transversale.....	120
Figure 180: Etude bioclimatique du Bloc E.....	121

Figure 181: principe de ventilation traversante	122
Figure 182: ventilation par effet de tirage thermique.....	122
Figure 183: Calcul des débords de toitures	122
Figure 184: Vue sur les débords de lucarnes.....	122
Figure 185: Le confort d'été au niveau de l'entité administration.	123
Figure 186: vue en plan de l'entité pédagogique.	123
Figure 187: principe de fonctionnement du plancher chauffant.....	124
Figure 188: Principe de fonctionnement de la façade double peau.....	124
Figure 189: coupe sur l'entité administration (été)	125
Figure 190: schéma de l'atrium de l'environnement.....	126
Figure 191: Le confort d'été au niveau de l'entité administration.	128
Figure 192: Le confort d'été au niveau de l'entité administration	129
Figure 193: Mode de fonctionnement en été.....	129
Figure 194: Bibliothèque Surry Hills en Australie.....	130
Figure 195: Entité pédagogique	130
Figure 196: Le confort d'hiver pour l'entité pédagogique	130
Figure 197: Ventilation traversante au niveau de l'entité pédagogique	131
Figure 198: Arbre de lumière du jour.....	131
Figure 199: Coupe démontrant le système de récupération des eaux pluviales	131
Figure 200: Détail des terrasses végétales.....	132
Figure 201: rendu démontrant les toitures.....	132
Figure 202: photo des arbres d'eucalyptus	132
Figure 203: rendu 3D démontrant la préservation des Arbres	132
Figure 204: Station d'épuration désaffectée.....	133
Figure 205: Phytoépuration	133
Figure 206: Phytoépuration au niveau du projet	134
Figure 207: Béton cellulaire	134
Figure 208: Béton cellulaire	134
Figure 209: Bois lourd.....	135
Figure 210: Le verre trempé.....	136
Figure 211: Le verre trempé au niveau de la serre.	136
Figure 212: Double vitrage.....	136
Figure 213: Double vitrage.....	136

Liste des tableaux

Lecture du contexte

Tableau 1: humidité relative moyenne à Tizi Ouzou	11
Tableau 2: Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou.	12
Tableau 3: température mensuelle a Tizi Ouzou.....	12
Tableau 4: précipitations moyennes mensuelle à Tizi Ouzou.....	13
Tableau 5: Insolation moyenne mensuelle a Tizi Ouzou	13
Tableau 6: Tableau climatologique de Tizi-Ouzou.....	14