

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Architecture

Option : Architecture et environnement

The green Learning Center à Tizi-Ouzou



Elaboré par :

IGLOULI Manal

KACHETEL Nawel

Encadrées par :

Mr AIT KACI Zouhir

Année universitaire : 2019/2020

Remerciement

*Tout d'abord nos remerciements vont au dieu tout puissant
qui nous a donné la santé, la force et le courage de bien mener ce travail à terme.*

Nous remercions nos chers parents pour leur soutien, leur patience et leur encouragement.

*Nous remercions également Mr Ait Kaci pour son encadrement, son aide, sa présence et sa
disponibilité. Qu'il trouve ici notre profonde reconnaissance.*

*Nous remercions les membres du jury de soutenance à savoir : Mr Selmi et Mme Larabi pour
avoir accepté d'examiner notre travail et de nous évaluer, qu'ils trouvent ici l'expression de
notre respect le plus profond.*

*Nous remercions également tous les enseignants du département d'architecture de Tizi-Ouzou
pour nous avoir formées et accompagnées tout au long de notre cursus.*

*Nous adressons également nos remerciements à tout le personnel de la bibliothèque du
département d'architecture.*

*Enfin, nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à
l'accomplissement de ce travail.*

Dédicaces

A ma très chère maman, que j'aime plus que tout au monde, merci pour ton amour, ta tendresse, ton affection, ton incontestable soutien, tes encouragements et tes nombreux douaas pour que je réussisse. Que dieu te guérisse inchallah et te garde pour nous.

A mon cher papa, tu m'as encouragée depuis le premier jour où tu m'as accompagné à l'école et depuis le primaire je voyais dans tes yeux l'importance que tu accordais à mes études, tu m'as toujours soutenue, tu ne m'as jamais rien refusé, tu m'as toujours conseillé et demandé de faire passer mes études avant toutes autres choses.

Papa et maman, Puisse le tout puissant dieu vous donner santé, bonheur et longue vie. Je vous aime.

A mes chers sœurs Zaina, Kahina, Ania et Sabrina et à mon cher frère Lyes pour votre disponibilité, votre encouragement et votre soutien moral, je vous remercie infiniment et je vous souhaite la plus grande réussite dans vos vies. Puisse Dieu le tout puissant exhausser tous vos vœux.

Sans oublier mon cher ami Anis et mes chères amies Nabila et Sonia qui m'ont toujours aidé, écouté et ont toujours été à mes côtés, je n'oublierai jamais tout ce que vous avez fait pour moi.

A ma très chère amie et binôme Manal, avec qui j'ai partagé les joies et les peines des études en architecture. Je te souhaite toute la réussite dans ta vie professionnelle.

Et enfin à toute personne ayant participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Nawel

Dédicaces

C'est avec un sentiment de profonde gratitude et sincère reconnaissance que je dédie ce travail à :

Mes très chers parents pour tout leur dévouement et leur sacrifice. Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mon amour pour tous les efforts qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien-être. Que cette réussite soit l'exaucement de vos vœux et puisse dieu, le tout puissant, vous prêter longue vie.

A mes très chères sœurs, Rym et Chanez, et mon cher frère Fayçal pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'amour et l'affection que je vous porte.

A mon encadreur, Mr AIT KACI Zouhir, pour sa bienveillance, sa disponibilité sans failles et ses précieux conseils pour mener à bien ce projet. Je vous souhaite un plein succès dans vos entreprises futures.

A Mme MAMMERY Thinhinane, vous êtes l'enseignante qui a réussi à m'inspirer, à me donner confiance en moi et en mes capacités, mais aussi qui a réussi à me donner l'envie d'apprendre. Merci pour tous ce que vous avez fait.

A mes très chères amies, Sara, Yasmine, Assia, Thinhinane, Linda, pour leur précieuse amitié, merci d'avoir toujours été là pour me soutenir et m'encourager.

Je n'oublie pas de citer Thiziri, Céline, Zahra, Nina, Riadh, Amine, Hocine, Yanis et tant d'autres que j'ai connu grâce à l'architecture et auxquels je souhaite toute la réussite.

A ma chère amie et binôme Nawel avec qui j'ai partagé des moments de joie et d'autres de détresse. Je te souhaite tout le succès professionnel et personnel que tu mérites.

Enfin, à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Manal

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la ville de TIZI-OUZOU	9
Figure 2 : Vue aérienne sur la ville de T.O	9
Figure 3 : Topographie et hydrographie de la ville de Tizi-Ouzou	10
Figure 4 : Carte du réseau routier de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	10
Figure 5 : Gare ferroviaire de la ville de Tizi-Ouzou	10
Figure 6 : Téléphérique de la ville de Tizi-Ouzou.....	11
Figure 7 : Température moyenne	11
Figure 8 : Humidité moyenne.....	12
Figure 9 : Durée d'ensoleillement moyenne.....	13
Figure 10 : Précipitations moyennes	13
Figure 11 : Vitesses moyennes du vent	14
Figure 12 : directions des vents.	15
Figure 13 : Classification Koppen Geiger	15
Figure 14 : situation du quartier au niveau de la ville de Tizi-Ouzou.	16
Figure 15 : contexte du quartier.....	17
Figure 16 : voiries du quartier.	17
Figure 17 : rue Boufella Arezki du côté nord-est.	17
Figure 18 : rue Kerrad Rachid du côté sud-est.	17
Figure 19 : rue Boufellah Arezki du côté ouest.....	17
Figure 20 : rue de Timo du côté sud-ouest.	17
Figure 21 : rue Amraoua du côté nord.....	17
Figure 22 : gabarit.	18
Figure 23 : gabarit en 3D.....	18
Figure 24 : annexe de droit.	19
Figure 25 : école privée.	19
Figure 26 : institut de l'hôtellerie.	19
Figure 27 : environnement immédiat.	19
Figure 28 : immeubles.	19
Figure 29 : CEM Lotfi.	19
Figure 30 : lycée Stambouli.....	19
Figure 31 : maison de jeunes.	19
Figure 32 : cadastre.....	19

Figure 33 : annexe de l'académie.	19
Figure 34 : : académie.	19
Figure 35 : qualification du terrain.	20
Figure 36 : dimensions du terrain.	20
Figure 37 : Limites du terrain.	21
Figure 38 : coupe schématique du terrain (nord-sud-ouest).	22
Figure 39 : trait de coupe.	22
Figure 40 : carte d'état des lieux.	23
Figure 42 : 1ère entrée au sud.	23
Figure 42 : 2ème entrée au nord.	23
Figure 51 : arbres et plantes.	24
Figure 51 : arbres.	24
Figure 51 : serre.	24
Figure 51 : parcours de la 2ème entrée.	24
Figure 51 : vue aérienne du site.	24
Figure 51 : parcours de la 1ère entrée.	24
Figure 51 : cabane en bois.	24
Figure 51 : serre.	24
Figure 51 : végétation.	24
Figure 52 : pinus taeda.	25
Figure 53 : phœnix sanctifiera.	25
Figure 54 : pin blanc.	25
Figure 55 : larch.	25
Figure 56 : platane.	25
Figure 57 : attalea speciosa.	25
Figure 58 : Course du soleil durant la journée.	30
Figure 59 : Diagramme solaire de Tizi-Ouzou.	31
Figure 60 : Diagramme solaire de Tizi-Ouzou.	31
Figure 61 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 juin à 9h.	32
Figure 62 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 juin à 12h.	32
Figure 63 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 juin à 15h.	32
Figure 64 : Ensoleillement de la zone d'intervention le 21 juin à midi.	32
Figure 65 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 décembre à 15h.	32
Figure 66 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 décembre à 12h.	32

Figure 67 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 décembre à 9h.	32
Figure 68 : Ensoleillement de la zone d'intervention le 21 décembre à midi.	32
Figure 69 : Ensoleillement de la zone d'intervention le 21 mars à midi.	32
Figure 70 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 mars à 15h.	32
Figure 71 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 mars à 12h.	32
Figure 72 : Ensoleillement du site d'intervention le 21 mars à 9h.	32
Figure 73 : bruits et nuisances sonores.	33
Figure 74 : phoenix sactylifera.	33
Figure 75 : larch.	33
Figure 76 : pinus serotina.	33
Figure 77 : sapin.	33
Figure 78 : pin blanc.	33
Figure 79 : Pinus taeda.	33
Figure 80 : filtration et ralentissement du vent par l'arbre.	34
Figure 81 : rafraichissement de l'air par la végétation.	34
Figure 82: Synthèse représentant le microclimat du site.	34
Figure 83 : les différentes activités dans le Learning center.	35
Figure 84 : l'échange entre les différentes activités.	36
Figure 85 : les principaux objectifs du Learning center.	37
Figure 86 : apprentissage des étudiants.	38
Figure 87 : travail collectif avec des outils informatiques et multimédias.	38
Figure 88 : Learning center (Lille).	39
Figure 89 : bibliothèque et Learning center (vienne).	39
Figure 90 : espace de détente.	39
Figure 91 : étudiants et enseignants.	40
Figure 92 : Situation du projet dans le monde.	41
Figure 93 : Situation du projet dans la ville.	41
Figure 94 : Situation du projet dans le quartier.	41
Figure 95 : Le Rolex Learning Center.	42
Figure 96 : Route des Noyettes.	42
Figure 97 : Avenue François-Alphons.	42
Figure 98 : Accessibilité vers le Rolex Learning Center.	42
Figure 99 : Figure : Route de Blévallaire.	42
Figure 100 : Route Cantonale.	42

Figure 101 : Service de promotion des sciences de l'EPFL.....	43
Figure 102 : Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).....	43
Figure 103 : Centre d'imagerie biomédical (CIBM) EPFL.....	43
Figure 104 : Le contexte du Rolex Learning Center.	43
Figure 105 : EPFL EMBA Program.	43
Figure 106 : ArtLab EPFL.....	43
Figure 107 : UNIL- Batochime.	43
Figure 108 : Restaurant	43
Figure 109 : Résidences individuelles.....	43
Figure 110 : Starling hôtel Lausanne.....	43
Figure 111 : Accès Nord.....	44
Figure 112 : accès parking et piéton a l'ouest.	44
Figure 113 : plan masse du projet.....	44
Figure 114 : 2ème accès sud.....	44
Figure 115 : 1er accès sud.	44
Figure 116 : accès parking et piéton à l'est.	44
Figure 117 : Entrée Est.	44
Figure 118 : Entrée principale Nord.	44
Figure 119 : Entrée Ouest.....	44
Figure 120 : Entrée sud.....	44
Figure 121 : La forme du Rolex Learning Center.	45
Figure 122 : vue sur le lac Léman les alpes.....	45
Figure 123 : Façade principale avec store.	46
Figure 124 : Stores à lames mobiles (brise soleil).....	46
Figure 125 : vue sur les façades des patios.....	46
Figure 126 : Vue sur la façade principale.....	46
Figure 127 : porche d'entrée.....	46
Figure 128 : Plan du sous-sol.	47
Figure 129 : Plan RDC.	47
Figure 130 : Coupe A-A.	48
Figure 131 : plan du RDC aménagé montrant le fonctionnement des différents espaces.	49
Figure 132 : Le parcours de l'extérieur vers l'intérieur.....	49
Figure 133 : Le parcours à l'intérieur du Learning center.....	49
Figure 134 : Collection de recherche.....	50

Figure 135 : Places de travail.	50
Figure 136 : Bulles de travail.	50
Figure 137 : Salle de formation.	50
Figure 138 : Café « Le Klee by Takinoa».	51
Figure 139 : Bureau AGE poly, centre de carrière et Alumni A3.	51
Figure 140 : Restaurant « La Table de Vallotton ».	51
Figure 141 : Restaurant self-service « Le Hodler ».....	51
Figure 142 : Librairie.....	51
Figure 143 : Exposition.	51
Figure 144 : Amphithéâtre.....	51
Figure 145 : Bureaux administratifs.	52
Figure 146 : Plan de toiture.	52
Figure 147 : Luminaires suspendus.	52
Figure 148 : Rampe.	52
Figure 149 : ascenseur horizontal.....	52
Figure 150 : Dispositifs bioclimatiques.....	53
Figure 151 : La halle aux sucres.....	54
Figure 152 : Situation géographique	55
Figure 153 : Plan de situation.....	55
Figure 154 : Plan de situation.....	55
Figure 155 : Façade Sud.....	56
Figure 156 : Plan de Masse de la halle aux sucres	56
Figure 157 : Façade Nord.....	56
Figure 158 : Façade Est	56
Figure 159 : Réhabilitation de la halle.....	57
Figure 160 : La halle en pleins travaux	57
Figure 161 : faille traversant l'édifice	57
Figure 162 : Accès principal à la halle	58
Figure 163 : Façade à triple vitrage	58
Figure 164 : Entrée principale de la halle.....	58
Figure 165 : Coupe schématique de la halle aux sucres	58
Figure 166 : Coupe schématique du Learning Center	59
Figure 167 : Coupe schématique	59
Figure 168 : Le forum de l'extérieur	59

Figure 169 : Le forum de l'intérieur	59
Figure 170 : L'espace d'exposition	60
Figure 171 : Muséographie.....	60
Figure 172 : Le patio de la halle	60
Figure 173 : Terrasse / Restaurant.....	60
Figure 174 : Le patio	60
Figure 175 : L'auditorium de la halle.....	60
Figure 176 : principales zones d'activités du Learning center.	62
Figure 177 : Principaux axes Source : auteurs.	66
Figure 178 : Formalisation du projet	66
Figure 179 : Matérialisation du projet	67
Figure 180: ????......	68
Figure 181 : coupe d'implantation du projet.	68
Figure 182 : entrée principale à l'Ouest	70
Figure 183 : entrée principale au Sud-Ouest	70
Figure 184 : l'accès du côté Nord.....	70
Figure 185 : parking	70
Figure 186 : cour intérieure	71
Figure 187 : parcours de la promenade architecturale.....	71
Figure 188 : aire de jeux	72
Figure 189 : Parking avec abris-auto	72
Figure 190 : espace de travail extérieur.....	72
Figure 191 : façade principale du côté Ouest.	73
Figure 192 : façade principale du côté Sud.	74
Figure 193 : façade principale du côté sud.	74
Figure 194 : façade secondaire Nord.....	74
Figure 195 : façades intérieures du patio central.....	74
Figure 196 : plan de RDC.....	75
Figure 197 : plan du R+1.....	77
Figure 198 : plan du 2 ^{ème} étage.....	78
Figure 199 : plan de circulation verticale.....	79
Figure 200 : course apparente du soleil en hémisphère Nord.	80
Figure 201 : Le patio, distributeur d'air, d'ombre et de soleil.....	80
Figure 202 : Schéma de fonctionnement climatique d'un patio.	81

Figure 203 : stratégie de rafraîchissement.....	81
Figure 204 : stratégie de chauffage.....	82
Figure 205 : puits de lumière.....	82
Figure 206 : puits de lumière.....	83
Figure 207 : Verre trempé translucide.....	83
Figure 208 : cloisons de bureau vitrées sur allège.....	83
Figure 209 : Double toiture.....	83
Figure 210 : Double toiture.....	84
Figure 211 : L'orientation des lames de brise soleil selon les saisons.....	84
Figure 212 : Brise soleil orientable vertical à l'Ouest.....	85
Figure 213 : pergola bioclimatique.....	85
Figure 214 : végétation et confort thermique.....	86
Figure 215 : fonctionnement de la pergola bioclimatique.....	86
Figure 216 : filtration de l'air.....	86
Figure 217 : végétation et confort acoustique.....	86
Figure 218 : Fonctionnement de la façade double peau en été et en hiver.....	87
Figure 219 : Fonctionnement des façades double peau en été.....	87
Figure 220 : Fonctionnement des façades double peau en hiver.....	88
Figure 221 : Composante de la toiture végétalisée.....	88
Figure 222 : Système de récupération des EP.....	88
Figure 223 : fonctionnement de la serre bioclimatique.....	89
Figure 224 : Serre bioclimatique.....	89
Figure 225 : Fonctionnement du lampadaire solaire durant la journée.....	90
Figure 226 : Eclairage solaire pour jardin extérieur.....	90
Figure 228 : éclairage solaire pour jardin extérieur.....	90
Figure 227: Fonctionnement du lampadaire solaire à la tombée de la nuit.....	90
Figure 229 : Vitrage solaire photovoltaïque.....	91
Figure 230 : semelle filante.....	92
Figure 231 : voile (mur de soutènement).....	92
Figure 232 : schéma d'ancrage du pied de poteau métallique dans la fondation.....	92
Figure 234 : Détails constructif de l'assemblage de la structure métallique tubulaire.....	93
Figure 233 : liaison entre les tiges et la platine.....	93
Figure 235 : joint de dilatation.....	93
Figure 236 : revêtement d'un poteau tubulaire.....	94

Figure 237 : poutres alvéolaires.	94
Figure 239 : plancher collaborant.	95
Figure 238 : liaison poteau et poutre métallique.	95
Figure 240 : carreaux en béton cellulaire.	96
Figure 241 : cloison en carreaux de béton cellulaire.	96
Figure 242 : cloisons mobiles.	96
Figure 243 : cloisons amovibles vitrées.	97
Figure 244 : cloisons amovibles semi-vitrées.	97
Figure 245 : brique monomur avec isolant aérogel de silice.....	97
Figure 246 : performance thermique de la brique monomur.....	98
Figure 247 : parement en pierre de quartz.	98
Figure 248 : façade déchirée en pierre.....	98
Figure 249 : Figure : structure d'un port à faux.	98
Figure 250 : Siège social de Swatch à Bienne (Suisse).	99
Figure 251 : Centre Pompidou à Metz (France).	99
Figure 252 : panneaux en bois lamellé collé	99
Figure 253 : double vitrage avec isolant.....	100
Figure 254 : performances du double vitrage.....	101
Figure 255 : Mur rideau Ech : 1/20	101
Figure 256 : Mur rideau Ech : 1/10	102
Figure 257 : Mur rideau pour façade inclinée.	102

Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyennes mensuelles des températures à Tizi-Ouzou.....	11
Tableau 2 : Moyennes mensuelles d'Humidité Relatives minimales, moyenne et maximale de Tizi-Ouzou.....	12
Tableau 3 : Moyennes mensuelles des durées d'Insolation à Tizi-Ouzou	13
Tableau 4 : Moyennes mensuelles des cumuls de précipitations à Tizi-Ouzou	13
Tableau 5 : Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou	14
Tableau 7 : programme quantitatif et qualitatif du projet.....	64

Sommaire

Introduction	1
I. Problématique générale	4
II. Choix de la zone d'intervention	4
III. Problématique spécifique	5
IV. Hypothèses	6
V. Objectifs	7
VI. Méthodologie.....	7
VII. Structure du mémoire	8
I. Présentation de la ville de Tizi-Ouzou	9
I.1. Situation	9
I.2. Le relief.....	9
I.3. Accessibilité.....	10
I.3.1. Le réseau routier	10
I.3.2. La ligne ferroviaire	10
I.3.3. La ligne téléphérique	11
II. Climat de la ville de Tizi-Ouzou	11
II.1. Données climatiques	11
II.1.1. Température.....	11
II.1.2. Humidité	12
II.1.3. Ensoleillement	13
II.1.3. Pluviométrie	13
II.1.4. Vent	14
II.2. Selon Koppen Geiger.....	15
II.3. Vocation de la commune de Tizi-Ouzou	15
III. L'analyse du site d'intervention	16
III.1. A l'échelle du quartier.....	16

III.1.1.	Situation et contexte	16
III.1.2.	Accessibilité	17
III.1.3.	Gabarit	18
III.1.4.	Environnement immédiat	19
III.2.	A l'échelle du site d'intervention	20
III.2.1.	Affectation du terrain.....	20
III.2.2.	Forme e et dimensions du terrain	20
III.2.3.	Limites du terrain	21
III.2.4.	Morphologie du terrain.....	22
III.2.5.	Etat des lieux	22
IV.	Analyse bioclimatique du site d'intervention.....	26
IV.1.	Diagramme de GIVONI.....	26
IV.1.1.	L'interprétation.....	26
IV.1.2.	Synthèse.....	29
IV.2.	Le diagramme solaire	30
IV.3.	Facteurs d'ambiances	33
IV.3.1.	Nuisances sonores	33
IV.3.2.	La flore	33
IV.4.	Carte synthétique.....	34
I.	L'éducation dans la ville de Tizi-Ouzou	35
I.1.	Qu'est qu'un Learning center	35
I.2.	Objectifs du Learning center.....	37
□	Public ciblé.....	37
I.3.	Le Learning center peut-il remettre en cause la démarche éducative ?	37
I.4.	Nouvel équipement pour de nouveaux besoins ?.....	38
I.4.1.	Une complémentarité de services	38
I.4.2.	Une nouvelle architecture pour un équipement nouveau	39

I.4.3.	Un équipement à multiservice innovant, personnel qualifié et polyvalent	40
I.4.4.	Viser la réussite des étudiants.....	40
II.	Analyse des exemples	41
II.1.	Le Rolex Learning Center.....	41
II.1.1.	Présentation du projet	41
II.1.2.	Description du projet	42
II.1.3.	Accessibilité	42
II.1.4.	Contexte et délimitation	43
II.1.5.	Plan masse	44
II.1.6.	Etude architecturale	45
III.	Exemple n°2 : La halle aux sucres	54
III.1.	Learning Center, un mode d'accès contemporain à la connaissance.	54
III.1.1.	Présentation du projet	54
III.1.2.	Situation géographique	54
III.1.3.	Analyse du projet.....	57
IV.	Synthèse.....	61
IV.1.	La comparaison entre les deux projets	61
IV.2.	Organigramme des zones d'activités principales	62
V.	Programme qualitatif et quantitatif	63
I.	Démarche du projet	65
I.1.	Idéation	65
I.2.	Conceptualisation.....	65
I.3.	Le processus de conception	65
II.	Description du projet.....	68
II.1.	Logique d'implantation	68
II.2.	Plan de masse.....	69
II.2.1.	Accessibilité	69

II.2.2.	Aménagement extérieur.....	71
□	La cour intérieure.....	71
□	Le parcours / La promenade architecturale.....	71
□	Aire de jeux.....	72
□	Parking.....	72
□	Salle de lecture extérieure.....	72
II.3.	Lecture des façades.....	73
III.	Fonctionnement intérieur.....	75
III.1.	Description du plan intérieur.....	75
III.1.1.	Description du plan du rez-de-chaussée.....	75
III.1.2.	Description du plan du 1 ^{er} étage.....	77
III.1.3.	Description du plan du 2 ^{ème} étage.....	78
III.1.4.	Circulation verticale.....	79
IV.	Approche bioclimatique.....	79
IV.1.	Orientation et implantation.....	80
IV.2.	Ventilation naturelle.....	80
IV.3.	Stratégie de rafraîchissement.....	81
IV.4.	Stratégie de chauffage.....	82
IV.5.	L'éclairage naturel.....	82
IV.5.1.	Le puits de lumière.....	82
IV.5.2.	Vitrage.....	83
IV.5.3.	Protection solaire.....	83
IV.6.	La façade double peau ventilée.....	87
IV.7.	Usage des toitures végétalisées.....	88
IV.8.	Dispositifs bioclimatiques actifs.....	88
□	Récupération des eaux pluviales.....	88
IV.8.1.	La serre bioclimatique agricole.....	89

IV.8.2. L'éclairage public solaire	90
Dans notre projet, nous avons opté pour ce type d'éclairage au niveau des espaces extérieurs.	90
IV.8.3. Le vitrage photovoltaïque transparent	91
V. Système constructif	91
V.1. Choix du système constructif.....	91
V.2. Infrastructure.....	92
V.2.1. Fondation	92
V.2.2. Voile	92
V.2.3. Ancrage des poteaux.....	92
V.2.4. Joint de dilatation	93
V.3. Superstructure	94
V.3.1. Poteaux	94
V.3.2. Poutres	94
V.3.3. Assemblage poteaux poutres	94
V.3.4. Plancher	95
V.3.5. Murs intérieurs.....	95
V.3.6. Murs extérieurs	97
V.3.7. Porte à faux	98
V.3.8. Double toiture	99
V.3.9. Le bois	99
V.3.10. Le vitrage.....	100
V.3.11. Le double vitrage	100
V.3.12. Le mur rideau.....	101

Résumé

Dans la ville de Tizi-Ouzou, un manque accru de nouveaux équipements éducatifs se fait ressentir. Les Learning center s'imposent comme des équipements du futur, qui brisent les stéréotypes des bibliothèques traditionnelles ou la pédagogie laisse place à l'échange, la rencontre, la convivialité et l'épanouissement des usagers. Son seul mot d'ordre, favoriser la mixité sociale, transformer le lieu dis conventionnel en un lieu public qui inspire à l'évolution permanente et à la communication.

Afin de poursuivre dans cette logique de changement et de progrès, le Learning center doit s'inscrire dans une politique générale du développement durable et d'éducation environnementale, dont la nécessité d'avoir des espaces aux actions écologiques et responsables.

Nous avons donc décidé de concevoir un Learning Center sur le terrain de la pépinière se situant à côté de l'académie. Un terrain laissé à l'abandon mais qui jouit d'un potentiel immense caractérisé par sa dense végétation profitant d'un riche microclimat. Un très bel exemple qui sera en total adéquation avec l'esprit et le caractère attribué à notre projet.

Dans un premier lieu, le défi était de s'inscrire dans une approche de conception contemporaine révolutionnaire soucieuse des nouveaux besoins et exigences de l'homme, de l'environnement et de son contexte afin de valoriser notre site et mettre en avant sa richesse floristique dont il bénéficie. En second lieu, dans le but de procurer aux différents utilisateurs un cadre idéal pour assurer leurs réussites et investir dans leurs confort, le Learning center rentre dans une démarche d'architecture bioclimatique qui s'appuie sur la consommation d'énergie propre établie selon les dispositifs bioclimatiques actifs et passifs. Notre projet se veut donc comme un lieu public d'apprentissage et de partage conciliant l'architecture, l'homme et la nature.

Mots-clés : Learning Center, développement durable, richesse floristique, échange, apprentissage, architecture bioclimatique, dispositifs bioclimatiques actifs et passif.

Abstract

In Tizi-Ouzou's city, a feeling of a considerable uprising lack and unsatisfied need of new educational facilities is prevailing. The Learning Centers are establishing themselves as equipments of the future. They undermine the stereotypes of traditional libraries where pedagogy gives way to exchange, meeting, conviviality and the users' development. Their only motto is promoting social diversity. In other words, it is the transformation of the so-called conventional place into a public place that inspires permanent development and communication. In order to carry on in this logic transformation and logic, the Learning Center needs to be part of a general policy of sustainable development and environmental education; wherein it is of a crucial necessity including the need to have grounds of ecological and responsible actions. We, therefore, decided to design a Learning Center on the nursery grounds located next to the education department. An abandoned land, nevertheless, it is advantaged with an immense potential characterized by its dense vegetation, on the one hand, and a rich microclimate, on the other. It is, therefore, a good example in terms of adequacy with the spirit and the character attributed to our project.

First, the challenge was to set up a revolutionary contemporary design approach conforming to the new needs and requirements of man, the environment and his context in order to foster our site and shed light on its rich flora he benefits from. Second, the Learning Center is part of a bioclimatic architecture approach which is based on the consumption of clean energy established according to active and passive bioclimatic devices. Its utmost aim is providing the users' variety and ideal ground that guarantees their success and invests in their comfort. As a matter of fact, our project is meant as a public place for learning and sharing, reconciling architecture, man and nature.

Keywords: Learning Center, sustainable development, flora richness, exchange, learning, bioclimatic architecture, active and passive bioclimatic devices.

CHAPITRE

INTRODUCTIF

Introduction

L'homme a toujours essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités tout en essayant de contrôler son environnement. Aujourd'hui et suites à la révolution industrielle, les procédés se sont développés, de nouveaux dispositifs technologiques consommateurs de différentes énergies contribuent aux évolutions du confort des habitants. Cependant, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable pour assurer la qualité de vie des générations futures. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tous les intervenants : décideurs politiques, maitres d'ouvrage, urbanistes, architectes, ingénieurs, paysagistes... la sensibilisation de ces derniers aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique est nécessaire.

Le rapport Brundtland (1987) est resté célèbre pour sa définition du développement durable toujours utilisée aujourd'hui qui le pose comme « un développement qui répond aux besoins du futur sans compromettre les capacités des générations futures et répondre aux leurs »¹.

Il y'a peu de temps, l'Algérie, le plus grand pays d'Afrique, n'avait pas encore saisi les opportunités non négligeables du développement durable, et ce, malgré la splendeur de ses sites, la fertilité de ses plaines et la fécondité de ses montagnes ainsi que son soleil ardent. Mais aujourd'hui, consciente des enjeux que l'environnement représente pour un développement durable, elle adopte des stratégies pour la préservation de l'environnement dans différents secteurs, celles-ci reposent sur plusieurs axes, entre autres : la préservation de l'eau, des sols et des forêts, des écosystèmes sensibles (littoral, steppe, Sahara), la dépollution industrielle, la protection du patrimoine archéologique, des espaces naturels et espèces animales et végétales et les aires marines². Ces stratégies adoptées visent l'application des principes de durabilité à travers ses instruments de planification dans un souci de maintenir l'équilibre entre les impératifs de son développement socio-économique et l'utilisation de ses ressources naturelles.

¹ Géo. Le rapport Brundtland pour le développement durable [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.geo.fr/environnement/le-rapport-brundtland-pour-le-developpement-durable-170566>>

² Algérie 360°. L'Algérie face aux enjeux environnementaux avec une stratégie intégrant le développement durable [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.algerie360.com/lalgerie-face-aux-enjeux-environnementaux-avec-une-strategie-integrant-le-developpement-durable-2/>>

De nos jours, l'éducation revêt une importance critique pour ce qui est de promouvoir un développement durable et d'améliorer la capacité des individus de s'attaquer aux problèmes d'environnement et de développement³. Les systèmes éducatifs occidentaux ont adopté la démarche E3D, il s'agit de l'engagement d'un établissement dans une démarche globale de développement durable qui apporte des solutions concrètes face aux objectifs du développement durable dans le monde de fonctionnement de l'établissement et à travers les enseignements délivrés. Les élèves sont au cœur de la démarche qui consiste à les former aux besoins pratiques permettant de vivre ensemble dans un monde aux ressources limitées, mais aussi à leur transmettre les connaissances, les compétences et la culture qui leur permettront tout au long de leur vie de comprendre, décider et agir en fonction des enjeux du développement durable⁴.

On comprend alors que l'éducation au développement durable donne aux apprenants les moyens de prendre des décisions en connaissance de cause et d'entreprendre des actions responsables en vue de l'intégrité environnementale, de la viabilité économique et d'une société juste pour les générations présentes et à venir, et ce dans le respect de la diversité culturelle. Liée à l'apprentissage tout au long de la vie, L'EDD fait partie intégrante de l'éducation de qualité, il s'agit d'une éducation holistique et transformationnelle qui concerne les contenus et les résultats de l'apprentissage, la pédagogie et l'environnement éducatif.

Cet apprentissage consiste à intégrer aux programmes d'enseignements les questions capitales qui sont : le changement climatique, la biodiversité, la réduction de catastrophes et la consommation de la production durable, etc. L'EDD atteint donc son but en transformant la société, en donnant aux apprenants de tout âge, quel que soit le contexte éducatif qui est le leur, de se transformer et de transformer la société dans laquelle ils vivent, les doter des compétences nécessaires aux « emplois verts » et les inciter à adopter des modes de vie durable⁵.

³ Agenda 21, article 36, paragraphe 3, 1992 [en ligne]. Disponible sur : <https://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action36.htm>

⁴ ÉDD. É3D. La démarche et le Label E3D, c'est quoi ? Pourquoi s'engager ? [en ligne]. Disponible sur : <https://edd.ac-versailles.fr/spip.php?article434>

⁵ UNESCO. Feuille de route pour la mise en œuvre du programme d'action globale pour l'éducation en vue du développement durable [en ligne]. Publié en 2014 par l'organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France. Format PDF. Disponible sur : <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0081/Temis-0081292/21781.pdf>

Tout au long de notre parcours scolaire, nous entendions parler du développement durable sans pour autant connaître véritablement son origine et ses objectifs. Notre société n'a pas encore pensé à prendre des initiatives de sensibilisation ou d'information liée à ce dernier de manière profonde. Aujourd'hui et suite à nos recherches et nos documentations, on estime qu'il soit nécessaire de réfléchir à de nouvelles formes d'espaces et d'équipement adaptés aux besoins de notre société et aux enjeux de l'éducation environnementale des futurs écocitoyens. L'éducation est souvent assimilée au contexte des salles de classe. Dans le cadre de l'EDD cependant, « l'apprentissage » s'inscrit dans un large éventail d'environnements sociaux. Il englobe les apprentissages du système éducatif formel, mais s'étend aussi à la vie quotidienne et professionnelle (UNESCO, 2004). Tout le monde peut donc bénéficier de l'éducation au développement durable.

La littérature est néanmoins massivement dominée par les expériences d'EDD menées dans le cadre de l'enseignement primaire, secondaire et supérieur et d'autres contextes éducatifs ciblés (classes de nature, musées, parcs nationaux, etc.). Les expériences sociales, professionnelles et institutionnelles d'apprentissage en EDD qui se produisent hors de ces systèmes sont largement passées sous silence. Les modes d'apprentissages communautaires sont depuis peu cités par la littérature sur le développement durable, tout comme les possibilités d'apprentissages offertes par les réseaux sociaux, mais beaucoup d'autres espaces d'apprentissage demeurent négligés⁶. Aujourd'hui, et grâce à de belles architectures conçues avec un soin particulier porté à la forme, aux matériaux et au mobilier, nous pouvons avoir accès à des espaces qui s'adaptent aux nouveaux usages et qui proposent une image capable de susciter l'intérêt des publics variés. Ceci dit, la conception d'un édifice qui servira de pôle pour le développement durable ne peut qu'être bénéfique pour la transformation de notre société. Un véritable lieu de sensibilisation et de réflexion où élèves, étudiants et enseignants trouveront dans les différents espaces du bâtiment, des ressources multiples qui leur permettront de développer un projet pédagogique, susciter le questionnement et le débat et nourrir une réflexion.

Les architectes, par leur diversité et pertinence, ont proposé des solutions pour faire face aux exigences de la société du savoir, ouvrant de nouvelles perspectives sur l'évolution

⁶ Daniella Tilbury. *Éducation pour le développement durable*. Étude réalisée par des experts sur le processus et l'apprentissage [en ligne]. Publié en 2012 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France. Disponible sur : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191442_fre

de notre société entre espaces physiques et virtuels. Des solutions qui répondent à de nombreuses problématiques à savoir ; quelle flexibilité donner au bâtiment pour qu'il puisse s'adapter aux évolutions rapides de l'information et des méthodes d'apprentissage, et comment concilier le calme exigé par les conditions d'études avec la volonté de stimuler les échanges.

I. Problématique générale

De ce fait, nous nous sommes concentrés sur le cas de la ville de Tizi-Ouzou, ou on relève qu'il existe plusieurs bibliothèques publiques ou universitaires au sein de la wilaya de Tizi-Ouzou qui sont assez semblables les unes que les autres caractérisées par une forme classique et académique de la bibliothèque traditionnelle. Par exemple, on trouve la bibliothèque principale publique de la maison de la culture au centre-ville, ou bien une autre au niveau du boulevard Stiti Ali. On distingue également des bibliothèques universitaires de Mouloud Mammeri.

On a l'habitude d'avoir en tant qu'architecte, étudiant ou simple citoyen, une vision conventionnelle de cet établissement pédagogique qui doit être seulement un lieu de travail, calme et silencieux. Mais toute architecture a besoin de changer et d'évoluer vers l'ouverture et la communication qui sont les éléments clés d'une architecture moderne et contemporaine d'aujourd'hui.

Face à ce défi, nous avons proposé cette problématique :

- Comment concevoir un nouveau type de bibliothèque complètement différent et unique, riche d'apprentissage, d'information et de vie pour satisfaire au mieux les besoins des utilisateurs dans la ville de Tizi-Ouzou à travers un équipement intégrant à la fois, une architecture durable, un lieu de mixité sociale, de sensibilisation aux enjeux du développement durable et d'éducation environnementale ?

II. Choix de la zone d'intervention

La population urbaine ne cesse d'augmenter dans la ville de Tizi-Ouzou. Cette situation influe sur la problématique de gestion de l'habitat urbain. C'est pourquoi, les constructions anarchiques gagnent du terrain en périphérie de la ville, elles s'expliquent par le manque de

planification urbaine et le non-respect des normes environnementales, urbanistiques et de construction⁷.

Par ailleurs, ces constructions désordonnées ont engendré des terrains mal exploités, ou bien délaissés. L'exemple le plus signifiant est celui du terrain de la pépinière situé à côté de l'académie. Après les recherches effectuées et une première visite sur site, nous savons maintenant que ce terrain est entouré de plusieurs équipements éducatifs n'offrant guère des lieux de rencontre, d'interactions ou de mixité sociale entre les différents usagers du quartier à savoir les étudiants, les collégiens, les administrateurs, les fonctionnaires, ...etc. A l'excepté, des commerces, restaurants et cafétérias qui seuls ont un esprit fédérateur.

Néanmoins, il abrite une richesse incroyable de végétation déclinée en toutes ses formes et couleurs qui, malheureusement, est renfermée et cachée derrière une clôture. Il recèle un potentiel extraordinaire laissé à l'abandon. Un terrain jouissant d'une très bonne accessibilité, d'une grande surface et d'une somptuosité florale, offrant ainsi des possibilités infinies pour la réalisation d'un projet idéal pour les citoyens.

III. Problématique spécifique

Après le constat effectué précédemment sur le terrain et son environnement, nous avons jugé opportun de projeter une nouvelle forme d'équipement, à l'échelle de la ville, qui va répondre aux exigences actuelles de la société, et qui s'adaptera parfaitement au site. Cet équipement sera un « Learning Center » dont le nom signifie centre d'apprentissage. En effet, il est apparu à la fin des années 2000 en Angleterre pour désigner un nouveau type de bibliothèques universitaires, proposant une offre de services enrichies. Aux États-Unis, ce type d'équipement est également désigné sous l'appellation d'"Information Commons". Ces établissements, modèles anglo-saxons de la pédagogie, se positionnent comme des acteurs de l'accompagnement pédagogique, au service de la réussite des étudiants et des utilisateurs grâce aux moyens des bibliothécaires et des nouvelles technologies. Ainsi, Ils constituent un pôle de ressources, d'expertise et d'apprentissage dans un contexte, où, la vocation éducative

⁷ Infos Grands Lacs. Les constructions anarchiques, une bombe à retardement [en ligne]. Disponible sur : <https://www.infosgrandslacs.info/productions/les-constructions-anarchiques-une-bombe-retardement>

Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales Insaniyat. L'urbain non planifié en Algérie : un signe avant-coureur de la reconfiguration de la ville [en ligne]. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/insaniyat/5476>

est fortement dominante, contribuerait efficacement à promouvoir l'éducation au développement durable et à répondre à ses objectifs⁸.

Au-delà d'un espace de ressource, ce lieu met à disposition des étudiants, de la communauté scientifique, des entreprises et des citoyens, des infrastructures, des services et des compétences qui optimisent l'accès à l'information. Le travail est relié à la détente, la convivialité, le partage d'idées et le rapprochement des cultures professionnelles. C'est donc un espace d'échanges et de réflexion entre tous ceux qui font la ville d'aujourd'hui et imaginent celle de demain⁹. Alors :

- Comment peut-on intégrer de la meilleure façon le concept du Learning center à travers l'adaptation de son architecture et de son programme dans le contexte de la ville de Tizi-Ouzou ?
- De quelle manière le projet de Learning center valorisera-t-il le site de la pépinière en exploitant au mieux ses avantages tout en s'intégrant dans une architecture dite durable qui contribuera à favoriser l'échange et la rencontre entre les individus ?

IV. Hypothèses

Afin de répondre aux problématiques soulevées nous avons émis les hypothèses suivantes :

- Le site choisi présente un environnement idéal pour la réalisation d'un Learning Center accueillant plusieurs catégories d'utilisateurs. Etant un établissement pédagogique offrant des services enrichis ce qui le caractérise en bibliothèque pluridisciplinaire, Alors on s'inscrita dans la vocation du quartier qui est majoritairement éducative.
- L'utilisation des principes et dispositifs de l'architecture bioclimatique dans la conception du Learning center tout en créant un lien étroit avec la nature et ses composants (le soleil, la végétation, et l'air pur, ...), par conséquent, le projet prendra

⁸ Bulletin des bibliothèques de France. Les presses de l'Enssib. Learning center [en ligne]. Disponible sur : <[https://www.enssib.fr/le-dictionnaire/learning-center#:~:text=L'expression%20\"learning%20center\",une%20offre%20de%20services%20enrichie](https://www.enssib.fr/le-dictionnaire/learning-center#:~:text=L'expression%20\)>

⁹ Baan, B., Gafsou, M. & Hable, R. *Views Rolex Learning Center* [en ligne]. Édité par Philip Jodidio, EPFL Press. Disponible sur: <<https://books.google.dz/books?id=aRYGDQAAQBAJ&pg=PA46&dq=learning+center+architecture+d%C3%A9finition&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwj3L7etpTqAhWy6uAKHfrRBksQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=learning%20center%20architecture%20d%C3%A9finition&f=false>>

tout son sens. En outre, construire avec la nature en la mettant en scène, permettra de préserver la végétation de la pépinière et de l'exploiter de la meilleure manière en apportant aux utilisateurs calme, détente et relaxation.

V. Objectifs

Tous le long du processus de conception, notre projet visera les objectifs suivants :

- L'insertion du projet dans une démarche globale de développement durable en appliquant les principes et les concepts de l'architecture bioclimatique.
- Réaliser un projet qui s'intègre parfaitement au contexte du site et qui assure le confort et le bien-être des usagers à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement tout en réduisant la consommation d'énergie.
- Concevoir un équipement qui sache relier un lieu d'étude au lieu de vie et d'échanges afin de répondre au mieux aux besoins des usagers.
- Exploiter au mieux la lumière naturelle et la nature pour créer une sorte de connexité et de continuité entre l'environnement extérieur et intérieur.
- La sensibilisation à l'éducation environnementale et l'écocitoyenneté.

VI. 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 suivrons une approche méthodologique que l'on répartira en trois parties. Tout d'abord, Nous avons procédé à la première partie qui 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 GIVONI et du diagramme solaire).

Puis nous avons également cerné tous les aspects théoriques et conceptuels du site grâce au travail sur le terrain, où des sorties sur site sont programmées et des reportages photographiques sont réalisés, 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 consacrée à la partie thématique qui reflète 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 Learning center 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.

Enfin, la synthèse de ces deux grandes parties nous a permis de développer notre démarche conceptuelle qui a abouti à notre projet architectural.

VII. Structure du mémoire

Le mémoire comporte quatre chapitres :

Le chapitre introductif qui introduit notre travail à travers une introduction générale, problématiques générales et spécifiques, le choix de la zone d'intervention, les hypothèses, les objectifs et la méthodologie.

Trois chapitres complémentaires s'organisent comme suit :

1. Le premier chapitre portera sur l'approche contextuelle ou on procédera par la présentation de la ville puis la présentation de la zone d'intervention et enfin l'analyse bioclimatique.
2. Le deuxième chapitre portera sur le thème, sa définition, ses objectifs, et principes ainsi que l'analyse d'exemples.
3. Le troisième et dernier chapitre traitera la conception architecturale, passant par la programmation, le processus de conception, les concepts bioclimatiques et les détails constructifs.

CHAPITRE I

APPROCHE

CONTEXTUELLE

I. Présentation de la ville de Tizi-Ouzou

Tizi-Ouzou est une commune algérienne de la wilaya de Tizi-Ouzou dont elle est le chef-lieu.

La ville de Tizi-Ouzou est située en Kabylie, 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.

I.1. Situation

Située au centre-Ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou, la commune de Tizi-Ouzou touche :

- **À l'Ouest** : les communes de Draâ Ben Khedda et Tirmatine
- **Au Sud-Ouest** : les communes de Maâtkas
- **Au Sud** : les communes de Souk el Thenine, Ath Zmenzer et Ath Aïssi
- **Au Sud-Est** : les communes d'Irdjen
- **À l'Est** : les communes d'Ouaguenoun et Tizi Rached
- **Au Nord-Est** : Ath Aïssa Mimoun.

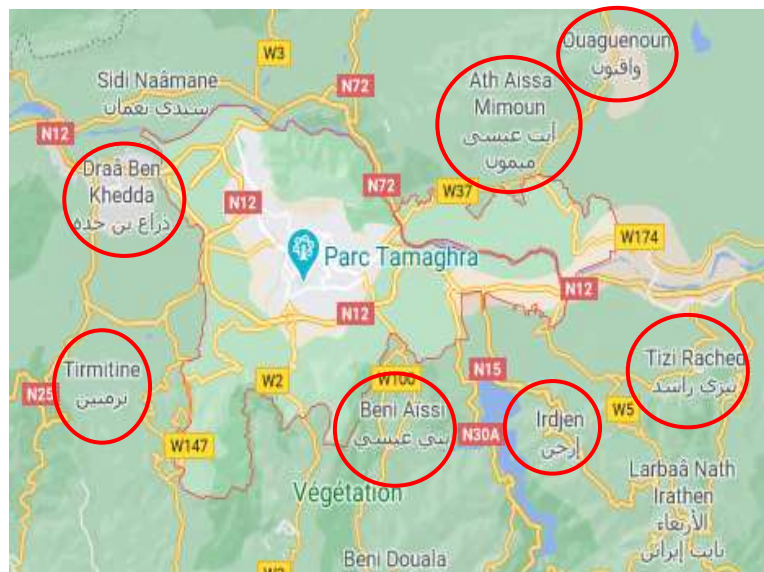


Figure 1 : Situation géographique de la ville de TIZI-OUZOU
Source : Google Maps, traitée par auteurs.

I.2. Le relief

Tizi-Ouzou est située dans la vallée de l'Oued Sebaou. Elle occupe un col et, est, entourée de montagnes.

En avant plan, la vallée de l'Oued Sebaou, à droite, le mont Belloua, à gauche, le mont Hasnaoua et la rocade Sud, en arrière-plan la zone de Draa Ben Khedda, au centre, le Bordj et sa couronne verse culminant sur le col des genêts.



Figure 2 : Vue aérienne sur la ville de T.O
Source : Google Earth

La ville est construite à une altitude de 200 m et s'étale au pied du mont Sidi Belloua auquel s'adosse une partie de la vieille ville, dite la Haute ville. Ce massif culmine à plus de 600 m. les villages de Redjaouna sont rattachés à la commune de Tizi-Ouzou, ils sont situés sur les hauteurs du mont Sidi Belloua.

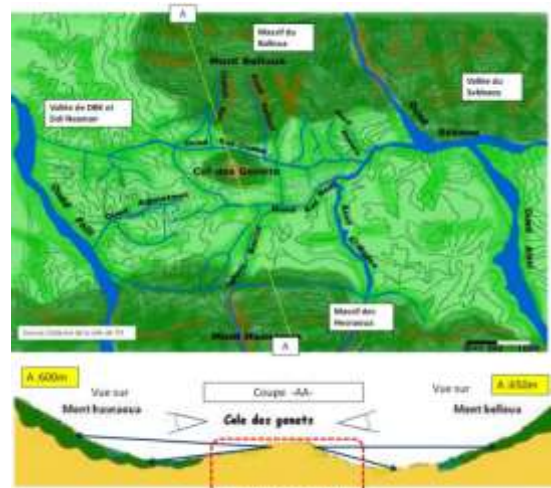


Figure 3 : Topographie et hydrographie de la ville de Tizi-Ouzou

I.3. Accessibilité

I.3.1. Le réseau routier

Le réseau routier de la wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur une longueur totale de 4965 km.

C'est un réseau relativement dense, constitué à 75% de chemins communaux desservant dans des conditions difficiles une multitude de villages et agglomérations en zone de montagne.

La ville de Tizi-Ouzou est accessible par :

La RN 12 : assurant la liaison Alger-Tizi-Ouzou

La RN 72 : reliant Tizi-Ouzou à Tizirt

La rocade Sud : permet de réduire le flux de circulation de la ville.



Figure 4 : Carte du réseau routier de la wilaya de Tizi-Ouzou
Source : www.andi.dz

I.3.2. La ligne ferroviaire

Le réseau ferroviaire dessert la wilaya sur une longueur de 18 km. La ligne ferroviaire dessert la ville à travers (03) arrêts : Boukhalfa ; Boulevard Stiti ; Gare multimodale de Tizi-Ouzou



Figure 5 : Gare ferroviaire de la ville de Tizi-Ouzou
Source : auteurs.

I.3.3. La ligne téléphérique

Cette année, l'accessibilité est renforcée par la mise en service d'une ligne téléphérique qui permet un gain de temps pour les déplacements à travers la ville. Celle-ci possède un tronçon de 2,5 km reliant la gare de Bouhinoune à celle du CEM Babouche à proximité du siège de la wilaya.



Figure 6 : Téléphérique de la ville de Tizi-Ouzou
Source : auteurs.

La réalisation d'un second tronçon allant du CEM Babouche au mausolée Sidi Belloua est envisagée. Néanmoins, de multiples oppositions ainsi que des problèmes géotechniques retardent encore cette partie du projet.

II. Climat de la ville de Tizi-Ouzou

La ville de Tizi-Ouzou possède un climat méditerranéen tempéré chaud, caractérisée par son hiver pluvieux et frais, qui peut parfois connaître des périodes très froides avec des chutes de neige en présence des massifs de Belloua et Hasnaoua qui l'entourent. Et, est caractérisée par son été chaud et humide, avec une chaleur parfois suffocante, due à ces deux massifs qui empêchent l'air marin d'atteindre la ville.

II.1. Données climatiques

II.1.1. Température

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Moy T°moy (°C)	10.8	11	13.3	16.3	19.6	24.2	28.1	28.2	24.3	20.6	15.0	21.0
Moy T°min (°C)	7	6.9	8.6	11.1	14.1	17.7	21.3	22	18.9	15.5	11.9	7.9
Moy T°max (°C)	16.1	16.3	19.2	22.6	26.3	31.6	36.1	35.3	31.3	27.5	19.8	16.8

Tableau 1 : Moyennes mensuelles des températures à Tizi-Ouzou
Source : ONM de Boukhalfa

Les données météorologiques recueillies et représenté par l'histogramme nous ont permis de constater que les températures varient durant l'année :

Les températures sont élevées durant la période estivale, le mois de Juillet considéré

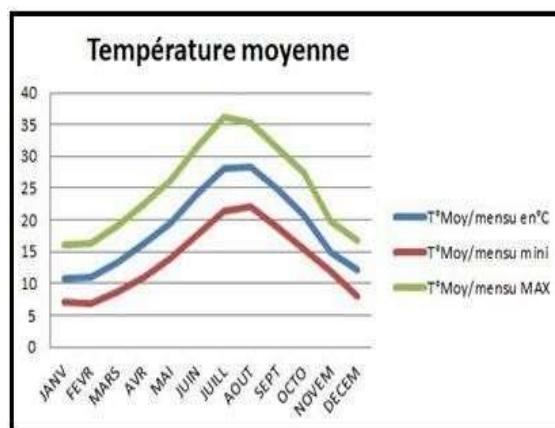


Figure 7 : Température moyenne
Source : Données ONM, traitées par auteurs.

comme étant le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 36.1 °C.

Durant la période hivernale les températures baissent. Le mois le plus froid de l'année est le mois de Février avec une température moyenne de 6.9 °C et une température de 7 °C pour le mois de Janvier.

Nous constatons que la ville de Tizi-Ouzou est caractérisée par deux périodes ; une période chaude allant du mois de Mai au mois d'Octobre, et d'une période froide allant du mois de novembre au mois d'Avril.

II.1.2. Humidité

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Moy Hr moy (%)	80	79	77	74	71	60	58	60	61	64	70	82
Moy Hr min (%)	56	53	49	48	45	37	32	33	39	43	54	58
Moy Hr max (%)	93	95	95	94	93	89	84	84	89	91	93	

Tableau 2 : Moyennes mensuelles d'Humidité Relatives minimales, moyenne et maximale de Tizi-Ouzou
Source : ONM de Boukhalfa

Selon les données météorologiques, la ville de Tizi-Ouzou est caractérisée par un degré hygrométrique assez élevé ne descendant jamais au-dessous de 58% durant toute l'année.

La valeur moyenne minimale de l'humidité est atteinte au mois de Juillet avec une valeur de 32%.

La valeur moyenne maximale de l'humidité est atteinte au mois de Décembre, Février et Mars avec une valeur de 95%.

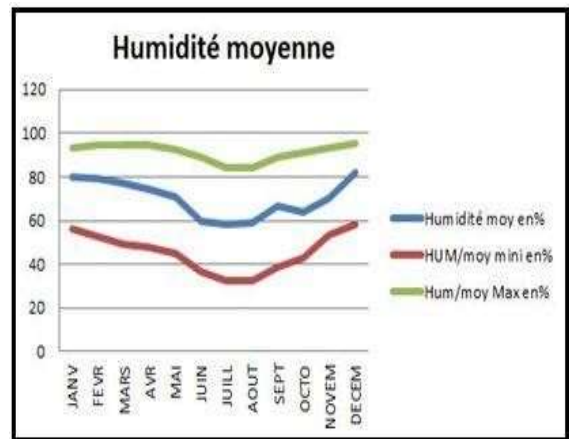


Figure 8 : Humidité moyenne
Source : Données ONM, traitées par auteurs.

Nous constatons qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre la température et l'humidité dans la ville de Tizi-Ouzou.

Durant la période hivernale, les températures sont basses mais le taux d'humidité est élevé. A l'approche de l'été, les températures montent, en revanche, le taux d'humidité baisse.

II.1.3. Ensoleillement

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Insolation (H)	153	146	204	246	283	319	357	339	261	233	155	153

Tableau 3 : Moyennes mensuelles des durées d’insolation à Tizi-Ouzou
Source : ONM de Boukhalfa

D’après l’analyse des données météorologiques de la ville de Tizi-Ouzou, l’insolation atteint un niveau assez important, notamment en période estivale. Le mois le plus ensoleillé est le mois de Juillet avec 357 heures. En revanche, la période d’insolation est moins importante en période hivernale. Le mois le moins ensoleillé est le mois de Février avec 146 heures.



Figure 9 : Durée d’ensoleillement moyenne
Source : Données ONM

La durée d’ensoleillement enregistré au cours de l’année est importante, elle est de 2849 h.

Ces données d’insolation doivent être prises en compte lors de la conception de notre projet car, en hiver, elles constituent un apport qu’il faudrait exploiter pour générer de l’énergie et de la chaleur passivement sans avoir recours aux énergies actives, tandis qu’en été, il faudrait éviter que cette insolation devienne une source de surchauffe et d’inconfort.

II.1.3. Pluviométrie

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P moy (mm)	130.5	114.1	101.6	68.0	55.7	16.2	1.8	5.8	33.1	54.9	100.9	101.1

Tableau 4 : Moyennes mensuelles des cumuls de précipitations à Tizi-Ouzou
Source : ONM de Boukhalfa

Les données météorologiques nous montrent que les précipitations dans la ville de Tizi-Ouzou connaissent deux périodes ; une période pluvieuse qui s’étend du mois de Novembre au mois d’Avril, qui coïncide avec la période hivernale durant

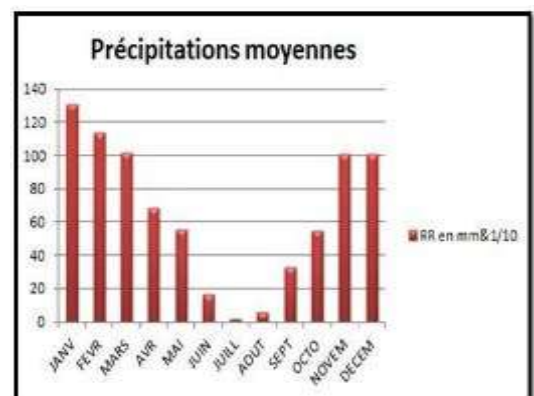


Figure 10 : Précipitations moyennes
Source : Données ONM, traitées par auteurs.

laquelle elles atteignent un taux maximal de 130 .5 mm en mois de Janvier.

Une période sèche qui s’étend du mois de Juin au mois d’Aout, qui coïncide avec la période estivale et durant laquelle les précipitations sont rares et atteignent un taux minimal de 1.8 mm en mois de Juillet.

Ces précipitations peuvent nous être bénéfiques en mettant en place des dispositifs de récupérations et utilisation de l’eau de pluie qui servira à des fins agricoles, esthétiques...etc.

Le site s’étend sur un terrain d’une pente de 8% orientée vers le Sud. Cette déclivité intervient dans le ruissellement et l’infiltration des eaux, elle conditionne la vitesse d’écoulement. La végétation s’oppose également au ruissellement et favorise l’infiltration. Les tiges constituent des obstacles à l’écoulement superficiel qui diminuent la vitesse des filets d’eau. Les racines augmentent la perméabilité du sol.

II.1.4. Vent

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Vit (m/s)	1.2	1.5	1.7	1.6	1.7	1.9	2	2	1.6	1.1	1.2	1.1

Tableau 5 : Moyennes mensuelles des vitesses du vent à Tizi-Ouzou
 Source : ONM de Boukhalfa

Les vents dominants de la région de Tizi-Ouzou sont de direction Ouest, Nord-Ouest en hiver et Ouest, Sud-Ouest en été. La vitesse du vent varie entre 1.1 m/s et 2 m/s.

Les vitesses moyennes minimales sont enregistrées au mois d’Octobre, Novembre, Décembre et Janvier. Les vitesses moyennes maximales sont enregistrées au mois de Juin, Juillet et Aout. Durant les mois chauds la vitesse du vent est plus importante.



Figure 11 : Vitesses moyennes du vent
 Source : Données ONM, traitées par auteurs.

La ville de Tizi-Ouzou n’est pas exposée à des vents violents de par sa topographie et sa forme de cuvette protégée par le mont Belloua et le mont Hasnaoua.

Les vents venant de nord-ouest et de l'ouest sont interceptés et filtrés par la végétation représentant une sorte de corridor de ces cotés là : donc une partie passe et une autre est réorientée, la rugosité urbaine contribue à cette opération.

Le vent contribue à la ventilation des bâtiments et à l'évacuation de l'humidité ambiante ou stockée dans les murs.



Figure 12 : directions des vents.
Source : auteurs.

II.2. Selon Koppen Geiger

Il s'agit d'un climat méditerranéen tempéré chaud :

- Été chaud : Température moyenne du mois le plus chaud $> 22^{\circ} \text{C}$
- Température moyenne du mois le plus froid est compris entre 3°C et 18°C
- Température moyenne du mois le plus chaud $> 10^{\circ} \text{C}$
- Les saisons été et hiver sont bien définies.
- Saison sèche en été : Précipitation du moins estival le plus sec $< 40\text{mm}$ et $< 1/3$.

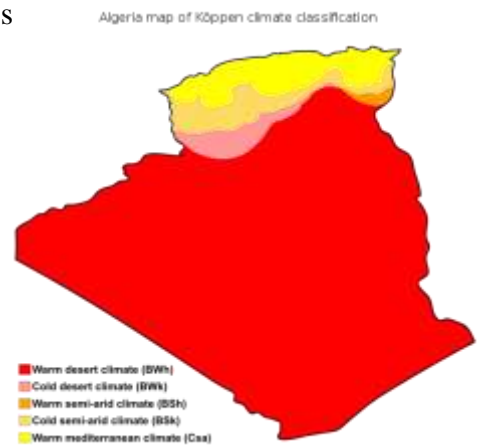


Figure 13 : Classification Koppen Geiger
Source : www.commons.wikimedia.org

II.3. Vocation de la commune de Tizi-Ouzou

Tizi-Ouzou est, avant tout, une ville de commandement administratif et secondairement, d'activité distributrice de biens et services. Elle est, accessoirement, une

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

La ville de Tizi-Ouzou est riche en équipements éducatifs, mais aucune de ces structures n'a encore franchi le pas de s'engager dans le domaine environnemental et d'entamer donc la réflexion sur l'introduction des thèmes environnementaux

En analysant la ville de Tizi-Ouzou, nous sommes vite interpellés par le manque flagrant de place, d'espaces verts, de lieux de rencontre et de dialogue social.

L'environnement connaît actuellement un déclin considérable à Tizi-Ouzou, la santé des écosystèmes dont nous dépendons ainsi que toutes autres espèces est en danger, elle ne cesse de se dégrader. Ce recul de la biodiversité est malheureusement imputable à l'activité de l'homme, c'est pourquoi, nous devons prendre conscience de cela et faire en sorte de le sauver et d'assurer sa préservation.

III. L'analyse du site d'intervention

III.1. A l'échelle du quartier

III.1.1. Situation et contexte

Le site d'intervention se situe au nord-ouest de la ville de Tizi-Ouzou.

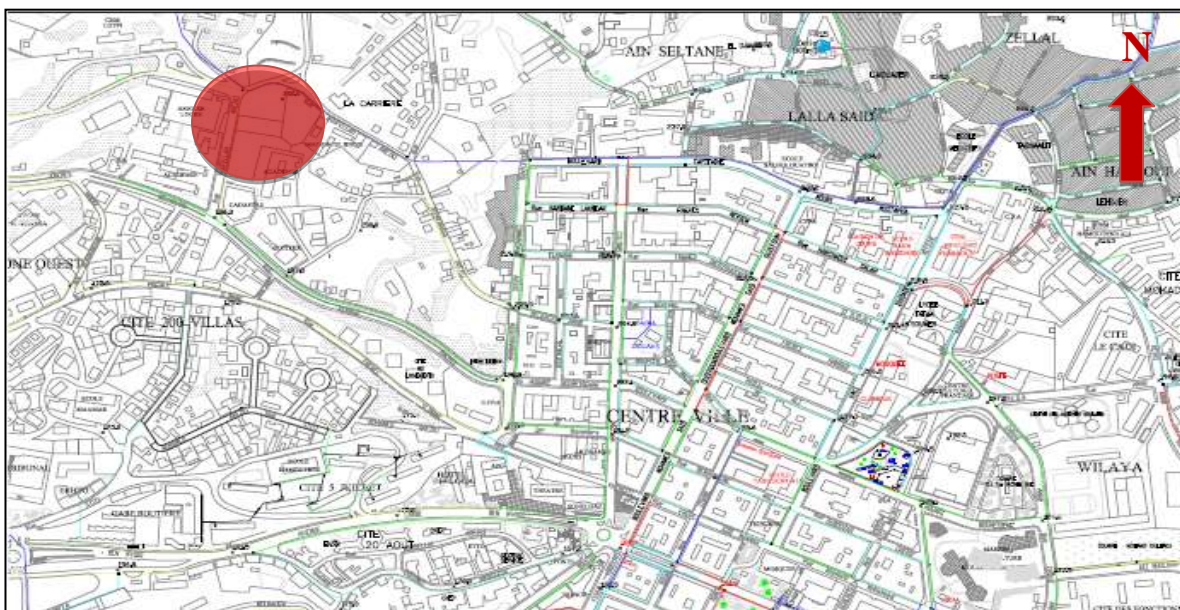


Figure 14 : situation du quartier au niveau de la ville de Tizi-Ouzou.
Source : carte DWG (échelle : 1/5000), traitée par auteurs.

Le quartier est délimité :



Figure 15 : contexte du quartier.
 Source : carte Google Earth traitée par auteurs.

- Au nord : par le mont Balloua.
- Au sud : par la cité des 204 logements, les tours villas et la cité des 60 logements.
- A l'est : par le village agricole d'Amraoua et cité Mokadem.
- A l'ouest : par le lotissement Dif Amirouche.

Notre quartier bénéficie d'une bonne situation dans la ville de Tizi-Ouzou situé dans le tissu post colonial.

III.1.2. Accessibilité

Le terrain est doté de plusieurs accès mécaniques et piétons.



Figure 21 : rue Amraoua du côté nord.
 Source : auteurs.



Figure 16 : voiries du quartier.
 Source : carte du cadastre (1/1000), traitée par auteurs.



Figure 17 : rue Boufella Arezki du côté nord-est.
 Source : auteurs.



Figure 20 : rue de Timo du côté sud-ouest.
 Source : auteurs.



Figure 18 : rue Kerrad Rachid du côté sud-est.
 Source : auteurs.



Figure 19 : rue Boufella Arezki du côté ouest.
 Source : auteurs.

- Le quartier est constitué de plusieurs rues principales au sein de la ville qui permettent l'accès au terrain à partir de directions différentes et qui donneront à notre projet une plus grande visibilité et importance.

III.1.3. Gabarit

Les gabarits qui entourent le terrain varient de RDC à R+8, caractérisés par la prédominance de l'architecture « moderne ».

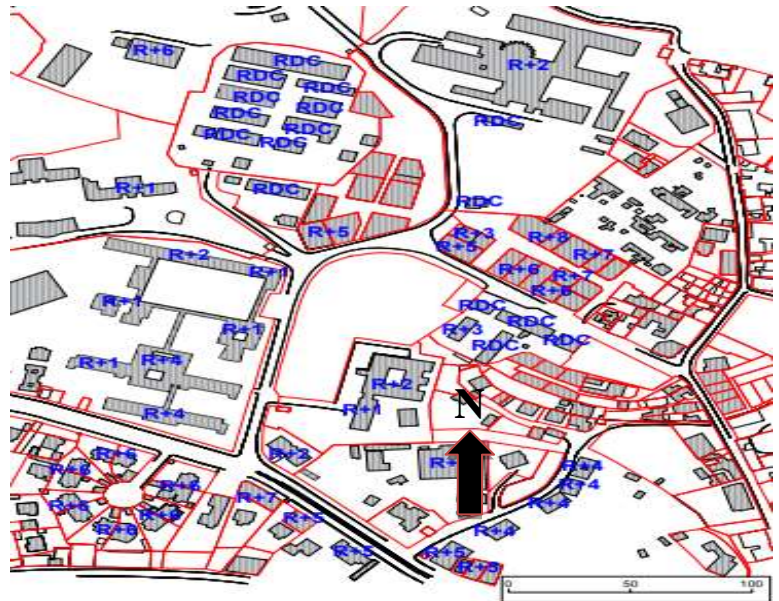


Figure 22 : gabarit.
Source : auteurs.

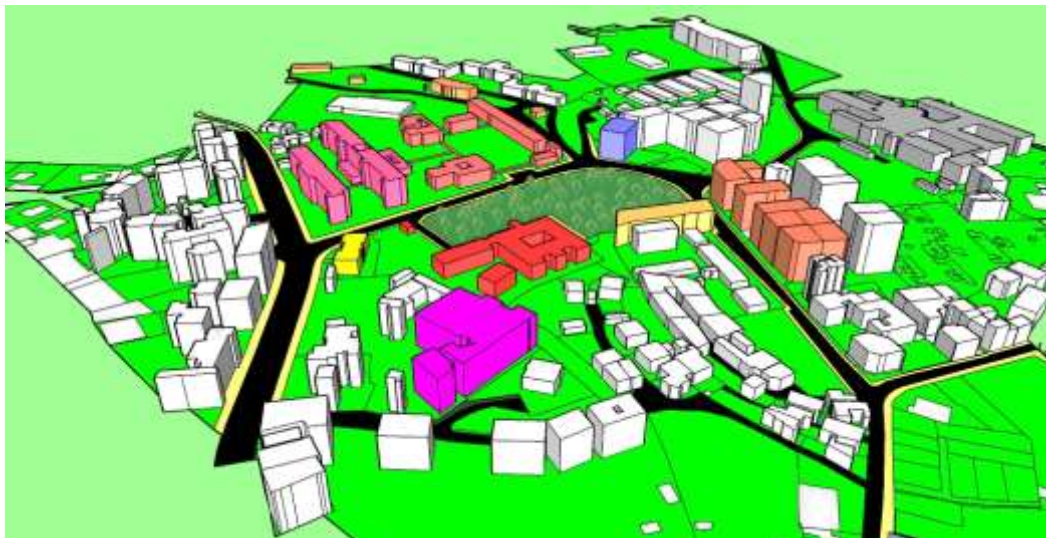


Figure 23 : gabarit en 3D.
Source : auteurs.

-Le terrain est entouré d'une mixité de gabarits dont des bâtiments de petite voir à moyenne hauteur majoritairement, avec une minorité d'immeubles de grande hauteur, par conséquent l'entourage ne sera pas gênant pour notre projet.

III.1.4. Environnement immédiat

Les images suivantes représentent l'environnement immédiat du site, dont il est marqué par la prédominance des équipements éducatifs. Notre projet de « Learning center » s'accordera parfaitement avec la vocation du terrain qui est essentiellement éducative.



Figure 24 : annexe de droit.
Source : auteurs.



Figure 25 : école privée.
Source : auteurs.



Figure 26 : institut de l'hôtellerie.
Source : auteurs.



Figure 29 : CEM Lotfi.
Source : auteurs.



Figure 27 : environnement immédiat.
Source : carte Google Earth traitée par auteurs



Figure 28 : immeubles.
Source : auteurs.



Figure 30 : lycée Stambouli.
Source : auteurs.



Figure 33 : annexe de l'académie.
Source : auteurs.



Figure 32 : cadastre.
Source : auteurs.



Figure 34 : : académie.
Source : auteurs.



Figure 31 : maison de jeunes.
Source : auteurs.

III.2. A l'échelle du site d'intervention

III.2.1. Affectation du terrain



Figure 35 : qualification du terrain.

Source : carte Google Earth, traitée par auteurs.

- Le secteur d'étude appartient à la période post coloniale qui est caractérisée par l'éclatement du noyau de la ville à l'est et l'ouest.
- Le terrain en question se situe dans la zone d'éclatement de la ville vers l'ouest.
- Le site d'intervention est pépinière qui appartenait au CADAT (URBAB) de Blida (agence foncière), qui est ensuite devenue AGRFU (agence de gestion et de régulation foncière urbaine de la wilaya de Blida). Dorénavant, cette pépinière est devenue une propriété de l'état sous la gestion de la commune de Tizi-Ouzou.

III.2.2. Forme e et dimensions du terrain

Le terrain se présente sous une forme irrégulière, avec une superficie de : $S=1\text{HA}$.

- Nous constatons une grande liberté dans le choix de l'emplacement du projet et de son intégration au site.

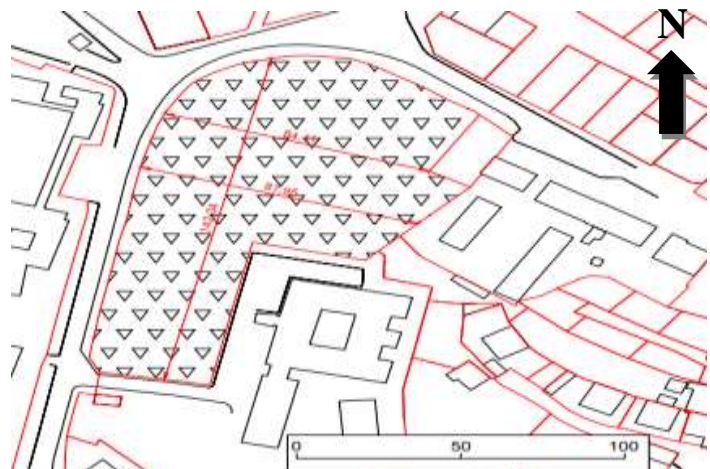


Figure 36 : dimensions du terrain.

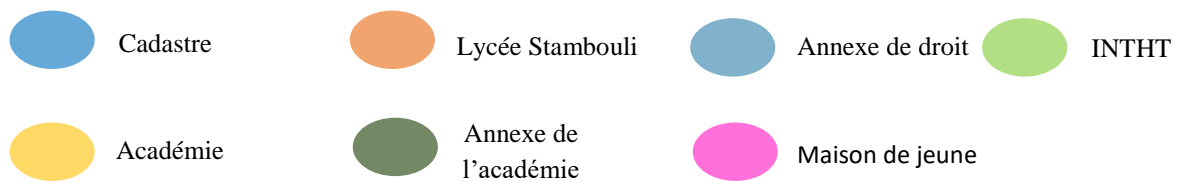
Source : carte DWG traitée par auteurs.

III.2.3. Limites du terrain



Figure 37 : Limites du terrain.

Source : carte du cadastre, traitée par auteurs.

Légende :

Les principales limites du terrain sont les suivantes :

- Le site est délimité au nord et au ouest par la rue Boufella Arezki, avec au nord, l'école privée et l'institut national d'hôtellerie.
- A l'est, avec la maison de jeunes et l'académie.
- A l'ouest, avec le lycée Stambouli et l'annexe de l'académie.
- Enfin au sud, avec le cadastre et rue Kerrad Rachid et rue Frères Belhocine.

III.2.4. Morphologie du terrain

D'après notre coupe schématique, le terrain présente une pente faible de 8%. Le terrain est d'une pente faible orientée vers le sud ce qui nous facilitera dans le drainage des eaux par exemple, dans notre projet.



Figure 38 : coupe schématique du terrain (nord-sud-ouest).

Source : auteurs.

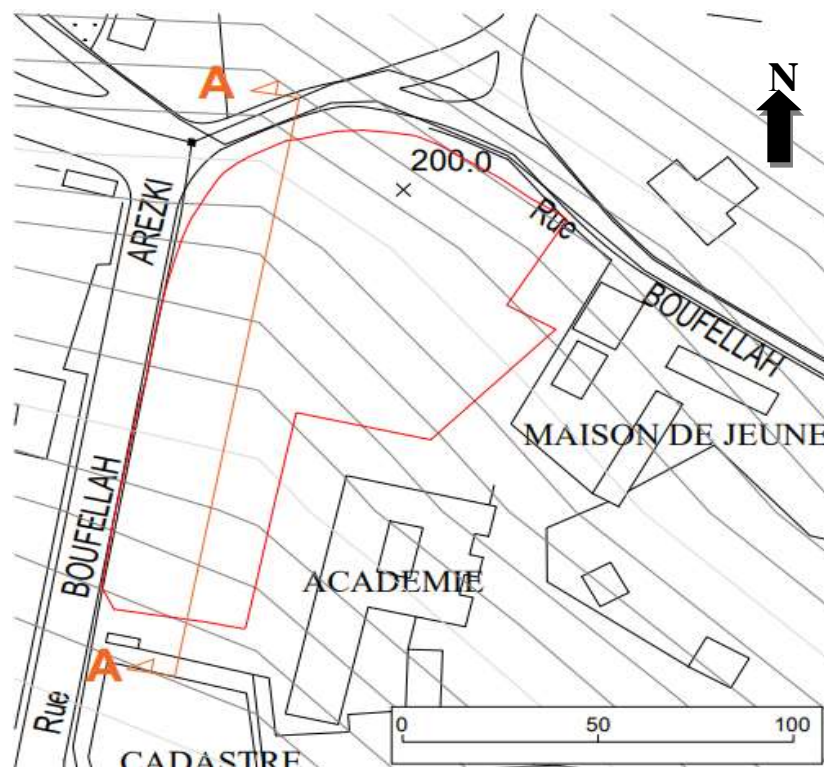


Figure 39 : trait de coupe.

Source : carte autocad traité par auteurs.

III.2.5. Etat des lieux

Le terrain est entouré de mur le long de la partie donnant sur la rue Boufella Arezki. Après plusieurs visites dans la zone d'étude, on constate qu'il existe trois (03) parties distinctes à l'intérieur du terrain :

1. La première partie est caractérisée par une végétation qui constitue un parcours végétal des cotés nord et ouest ;
2. La deuxième partie se distingue par une végétation faible au nord-est ;
3. Enfin la troisième partie souligne une végétation moyenne et variée au sud.



Figure 40 : carte d'état des lieux.
Source : auteurs.

On remarque également que le terrain est doté de deux entrées, dont la première est une porte et la seconde un portail métallique.



Figure 42 : 1ère entrée au sud.
Source : auteurs.

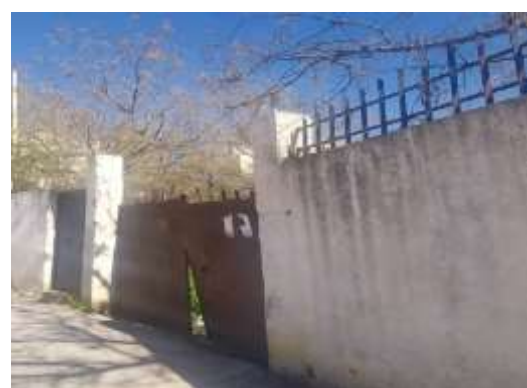


Figure 42 : 2ème entrée au nord.
Source : auteurs.

- Les deux entrées permettent de créer une hiérarchisation des accès donc la possibilité de séparer l'accessibilité publique et privée.

Les images suivantes montrent la végétation qui existe à l'intérieur de notre site :



Figure 51 : arbres et plantes.
Source : auteurs.



Figure 51 : arbres.
Source : auteurs.



Figure 51 : serre.
Source : auteurs.



Figure 51 : parcours de la 2ème entrée.
Source : auteurs.

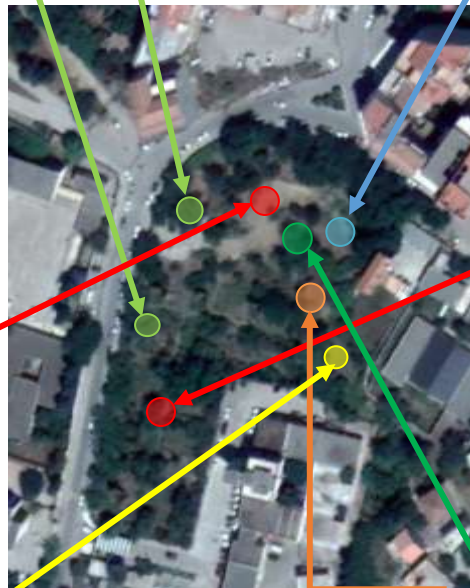


Figure 51 : vue aérienne du site.
Source : carte Google Earth, traitée par auteurs.



Figure 51 : parcours de la 1ère entrée.
Source : auteurs.



Figure 51 : cabane en bois.
Source : auteurs.



Figure 51 : serre.
Source : auteurs.



Figure 51 : végétation.
Source : auteurs.

Le terrain a une particularité d'avoir une flore extraordinaire qui constitue une immense richesse, celle-ci nous permettra d'avoir plusieurs possibilités de création architecturales pour notre projet du « Learning center » et cette dernière donnera un contexte idéal d'implantation en profitant de cette végétation qui procurera un environnement paisible pour la lecture, la détente et la plénitude.

Voici quelques arbres et arbustes qui existent dans la pépinière :



Figure 57 : attalea speciosa.
Source : auteurs.



Figure 56 : platane.
Source : auteurs.



Figure 55 : larch.
Source : auteurs.



Figure 54 : pin blanc.
Source : auteurs.



Figure 53 : phœnix sanctifera.
Source : auteurs.



Figure 52 : pinus taeda.
Source : auteurs.

IV. Analyse bioclimatique du site d'intervention

Dans ce qui suit, nous allons prendre en compte les données climatiques (citées précédemment) des dix dernières années relevées par l'Office National de Météologie pour la lecture et l'interprétation des différents diagrammes à savoir ; le diagramme de GIVONI et le diagramme solaire. Nous prendrons également en considérations les observations constatées suite à nos visites effectuées sur le site d'intervention, qui nous ont permis d'analyser ses principaux éléments. Cette démarche va nous permettre de révéler et d'indiquer les modes d'interventions et les grandes solutions architecturales à adopter pour la réalisation de notre projet.

IV.1. Diagramme de GIVONI

Elaboré par GIVONI et MILNE sur la base des travaux de GIVONI présentés dans son ouvrage 'l'homme l'architecture et le climat'. Le diagramme bioclimatique est un outil d'aide à la conception qui permet aux architectes, dès les premiers stades de conception, de déterminer quelles sont les meilleures solutions architecturales à choisir pour maintenir les conditions de confort à l'intérieur d'un bâtiment, et cela en fonction des données climatiques du site¹⁰.

L'interprétation du diagramme de GIVONI va nous permettre de connaître les différents moyens d'interventions passifs et actifs nécessaires pour maintenir le confort à l'intérieur du bâtiment en fonction des sollicitations du climat tout au long de l'année.

IV.1.1. L'interprétation

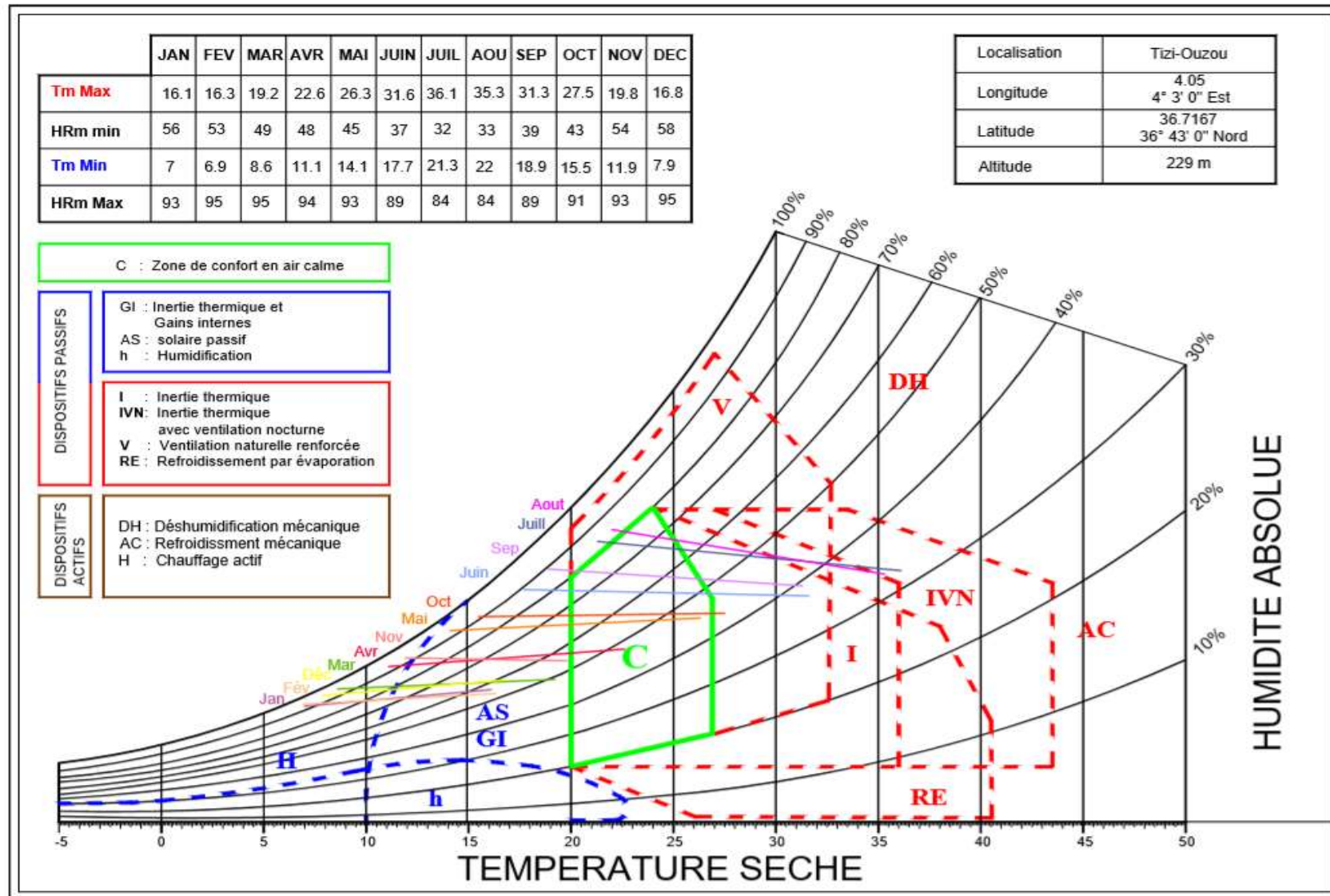
- **Mois de Décembre, Janvier, Février et Mars**

Ces mois-ci se positionnent sur deux zones distinctes ; AS/GI et H

La partie se trouvant sur la zone AS/GI correspond à la journée, durant cette période une optimisation des gains internes et du chauffage solaire passif associée à une forte inertie thermique des parois est nécessaire afin d'assurer le confort d'une manière passive.

Quant à la partie se trouvant sur la zone H, elle correspond à la nuit, dont l'utilisation d'un chauffage actif reste indispensable.

¹⁰ « Diagramme bioclimatique de GIVONI », cours de Monsieur AIT KACI ZOHIR, architecte, maître-assistant A, enseignant au département d'architecture de l'UMMTO et chercheur au (LAE) EPAU.



- **Mois d'Avril et Novembre**

Situés principalement sur la zone AS/GI, durant cette période, le confort peut être assuré par un captage solaire passif efficace et une optimisation des gains internes avec une forte inertie thermique des parois. Néanmoins, pour les deux mois, deux petites parties débordent sur la zone H, ce qui implique un éventuel recours à un système de chauffage actif durant certaines périodes de la nuit pour assurer le confort.

Par ailleurs, le mois d'Avril présente une partie dans la zone de confort C qui correspond à certaines périodes de la journée durant lesquelles le confort peut être obtenu naturellement sans aucun dispositif particulier.

- **Mois de Mai et Octobre**

Ces deux mois se positionnent principalement sur deux zones ; C et AS/GI. Cela signifie que durant cette période et pendant la journée, le confort est obtenu naturellement et ne nécessite aucune intervention particulière.

Durant la nuit, une forte inertie thermique des parois et une optimisation des gains internes sont indispensables pour assurer le confort.

- **Mois de Juin et Septembre**

Une partie considérable de ces deux mois se situe dans la zone de confort C, celle-ci correspond principalement à des moments de la journée pendant lesquels le confort est obtenu naturellement.

Par contre, le débordement des segments sur la zone I s'explique par les pics de température au milieu de la journée qui nécessitent une résistance thermique des parois pour éviter les surchauffes. Une ventilation naturelle renforcée peut être nécessaire le soir afin d'évacuer toute la chaleur cumulée durant la journée.

Quand la nuit présente des températures pratiquement confortables, l'inertie thermique des parois est largement suffisante pour assurer le confort thermique et éviter des situations de sous-chauffes.

- **Mois de Juillet et Aout**

Situés principalement sur la zone V, durant ces deux mois et pendant la journée, il faut prévoir une forte inertie thermique des parois pour assurer le confort. Une ventilation naturelle renforcée est recommandée le soir pour évacuer la chaleur cumulée durant la journée.

Pendant la nuit, le confort est obtenu naturellement et peut être renforcé par une stratégie de ventilation naturelle nocturne.

IV.1.2. Synthèse

Suite à la lecture du diagramme de GIVONI de la ville de Tizi-Ouzou, nous avons constaté que le climat de la région est tempéré et ne présente pas de conditions climatiques extrêmes. Notre projet sera donc confronté aux contrastes du climat méditerranéen, froid en hiver et chaud en été. Afin d'assurer un confort thermique au sein de notre projet, il est recommandé d'appliquer des principes de conception architecturale bioclimatique en favorisant une conception qui utilise au mieux les apports solaires, la ventilation naturelle et l'exploitation d'énergie renouvelables.

- **En période de sous-refroidissement (hiver), il faudra**

- Concevoir un projet de construction présentant une bonne compacité et répartissant les différentes pièces suivant les orientations des façades. Une orientation Sud est recommandée pour permettre un meilleur ensoleillement, réduisant les besoins en chauffage ;
- Isoler avec soin pour conserver la chaleur et limiter les déperditions thermiques (vitrage à isolation renforcée) ;
- Répartir et concevoir les ouvertures de façon à apporter la lumière et la chaleur (grandes baies vitrées au Sud, puits de lumière) ;
- Stocker l'énergie dans la masse du bâtiment et amortir les variations de température grâce à l'inertie thermique ;
- Limiter les infiltrations d'air parasites et prévoir un renouvellement de l'air en utilisant au mieux la lumière naturelle ou une ventilation contrôlée efficace.
- Utiliser des matériaux écologiques d'isolation.

- **En période de surchauffe (été), il faudra**

- Isoler avec soin pour éviter que la chaleur pénètre à l'intérieur de notre projet de construction. Pour limiter les surchauffes d'été, on peut opter pour des fenêtres de toit réduites notamment sur la façade Sud, la mise en place de protections solaires (auvents, rebords de toit, paroi végétale...);
- Bénéficier d'une ventilation naturelle et cela en favorisant une construction à double exposition, positionner les prises d'air neuf sur la façade Nord du bâtiment (zone fraîche), éviter les grandes ouvertures sans protections sur la façade Ouest (protections verticales) et sur la façade Sud (protections horizontales, brises soleil);
- La mise en place de dispositifs passifs (Atrium, Patio) qui permettent de remplir de nombreuses fonctions en amenant de la lumière naturelle notamment. Ils jouent également un rôle dans la ventilation naturelle.
- Adopter la stratégie de végétalisation aux abords du bâtiment qui impacte le confort des espaces extérieurs-intérieurs et affecte la gestion des ressources en eau, la biodiversité du site et d'autres impacts paysagers et climatiques;
- Utiliser des matériaux à forte inertie thermique (Adobe, le pisé, la terre, la pierre) ou une combinaison de ces matériaux pour obtenir « un puisard de chaleur ».

IV.2. Le diagramme solaire

Le diagramme solaire est une forme de représentation graphique de la course du soleil. Il constitue un outil facile et pratique pour repérer, depuis un point quelconque de la surface terrestre, le trajet du soleil à travers le ciel¹¹.

Le diagramme solaire est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil perçue depuis un point de la surface terrestre¹².

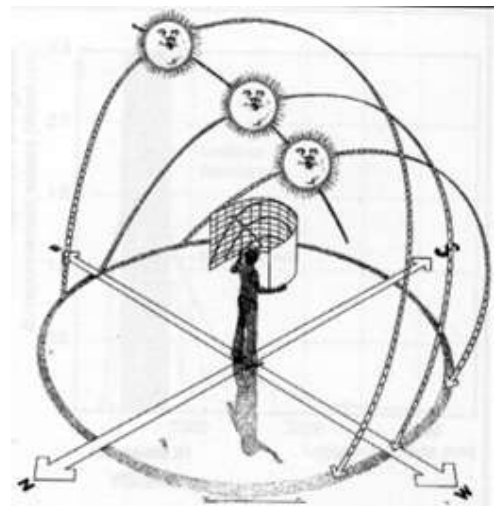


Figure 58 : Course du soleil durant la journée.
Source : Cours 2^{ème} année Master

¹¹ CHABI Mohammed, l'architecture et les paramètres du climat, cours 2^{ème} année Master, UMMTO, 2020.

¹² Ibid

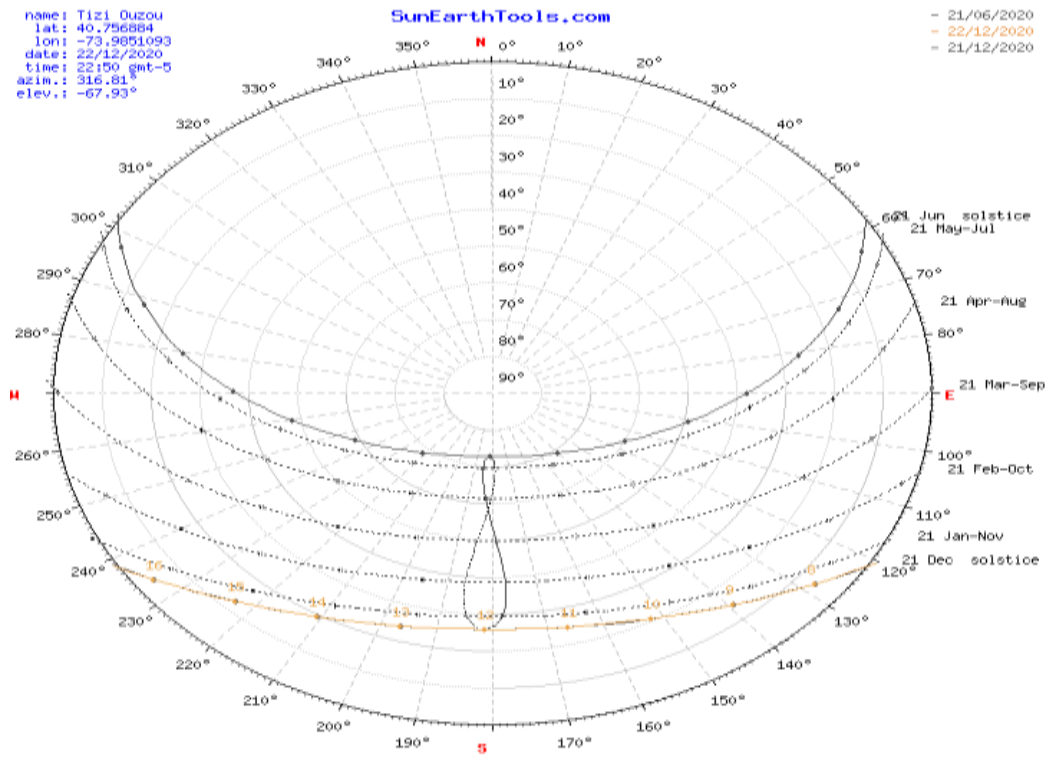


Figure 59 : Diagramme solaire de Tizi-Ouzou
 Source : Sun Earth Tools, réalisé par auteurs

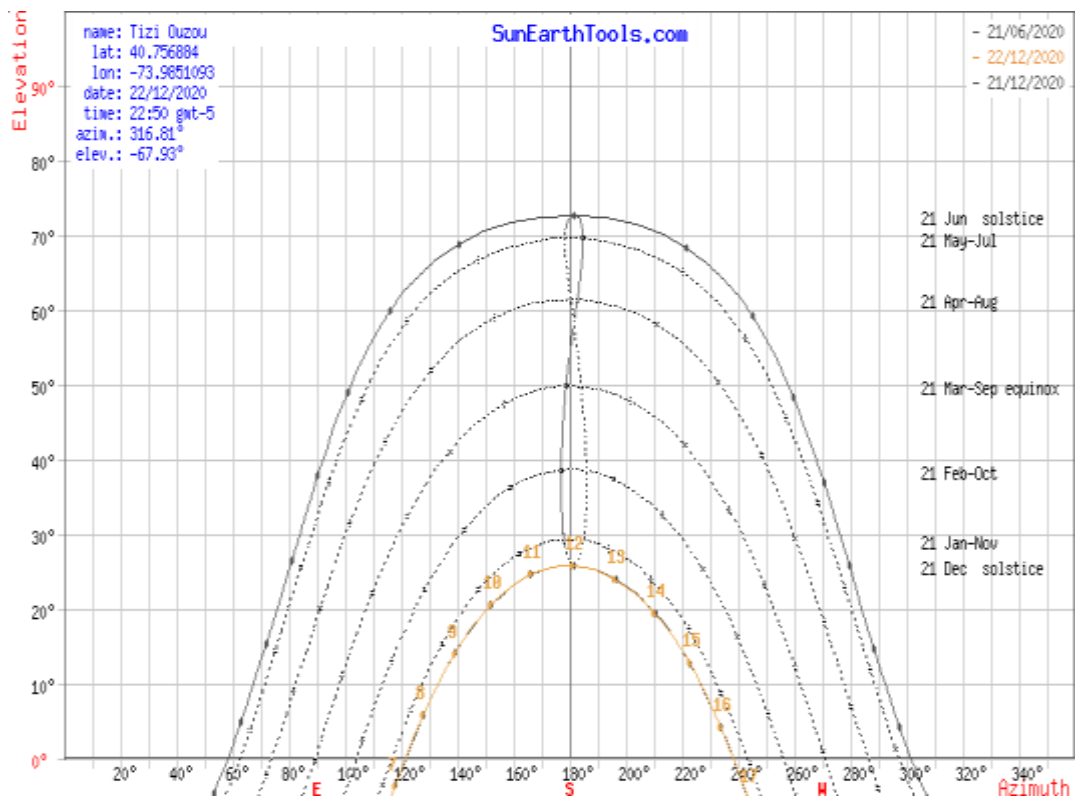


Figure 60 : Diagramme solaire de Tizi-Ouzou
 Source : Sun Earth Tools, réalisé par auteurs

• **En été**

- Le soleil se lève au Nord-Est et se couche au Nord-Ouest ;
- Le soleil est plus haut dans le ciel ;
- Les rayons de soleils tombent verticalement, chauffent et éclaire davantage ;
- Les journées sont trop longues, contrairement aux nuits qui sont courtes ;
- Le 21 juin est la journée la plus longue.

• **En hiver**

- Le soleil se lève au Sud-Est et se couche au Sud-Ouest ;
- Le soleil est plus bas dans le ciel ;
- Les rayons tombent horizontalement, chauffent, éclairent et pénètrent le bâtiment de manière étendue et profonde ;
- Les façades orientées au Sud profitent plus de l'enseillement ;
- Les journées sont courtes et les nuits sont longues ;
- Le 21 décembre, la journée la plus courte, L'enseillement est assuré au niveau de notre terrain à midi en après-midi. L'ombrage est assuré par la végétation dense.

• **A l'équinoxe**

- Le 21 Mars et le 21 Septembre, le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest ;
- Les rayons de soleil chauffent et éclairent moins qu'en été et plus qu'en hiver ;
- La durée du jour et celle de la nuit sont égales ;
- La végétation présente au niveau de notre site crée de l'ombrage et le protège des rayons solaires.

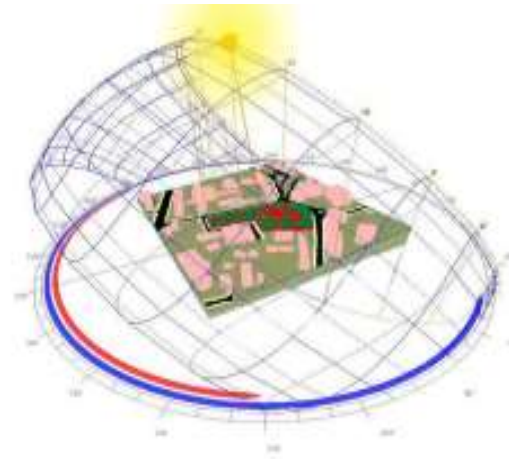


Figure 64 : Enseillement de la zone d'intervention le 21 juin à midi.
Source : Logiciel ECOTECT, réalisée et traitée par auteurs.

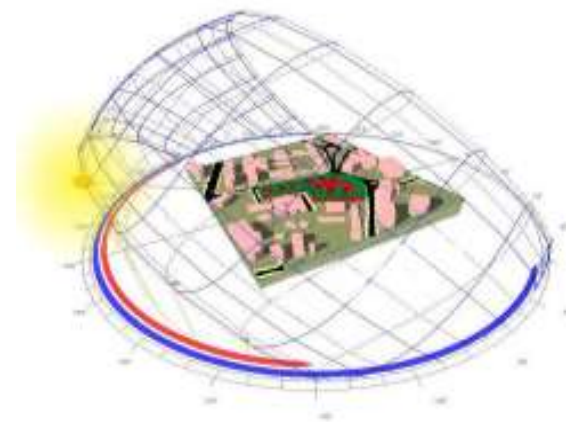


Figure 68 : Enseillement de la zone d'intervention le 21 décembre à midi.
Source : Ibid.

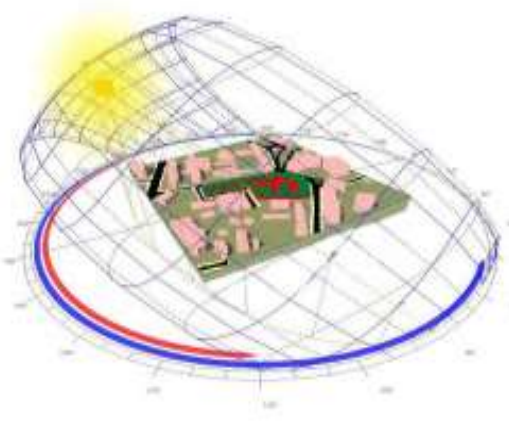


Figure 69 : Enseillement de la zone d'intervention le 21 mars à midi.
Source : Ibid.

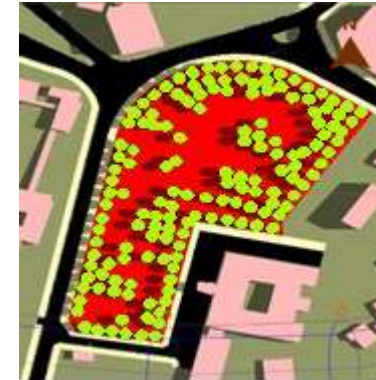


Figure 61 : Enseillement du site d'intervention le 21 juin à 9h.
Source : Ibid.



Figure 62 : Enseillement du site d'intervention le 21 juin à 12h.
Source : Ibid.

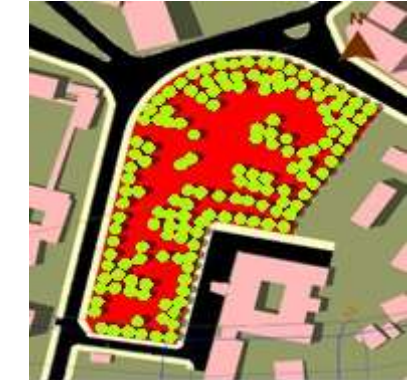


Figure 63 : Enseillement du site d'intervention le 21 juin à 15h.
Source : Ibid.



Figure 67 : Enseillement du site d'intervention le 21 décembre à 9h.
Source : Ibid.



Figure 66 : Enseillement du site d'intervention le 21 décembre à 12h.
Source : Ibid.

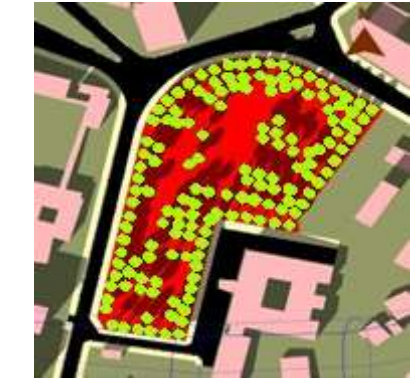


Figure 65 : Enseillement du site d'intervention le 21 décembre à 15h.
Source : Ibid.



Figure 72 : Enseillement du site d'intervention le 21 mars à 9h.
Source : Ibid.

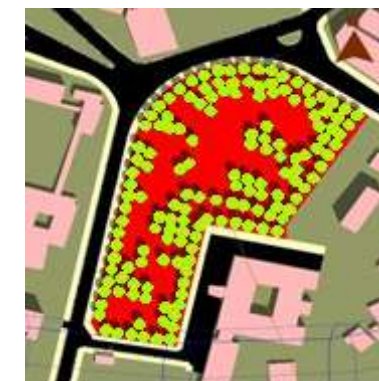


Figure 71 : Enseillement du site d'intervention le 21 mars à 12h.
Source : Ibid.

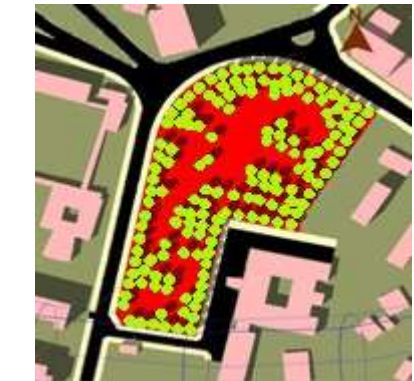


Figure 70 : Enseillement du site d'intervention le 21 mars à 15h.
Source : Ibid.

On note une absence totale des masques des constructions qui entourent notre terrain, celui-ci est parfaitement enseillement durant la période estivale et se trouve, partiellement enseillement durant la période hivernale. La végétation dense crée certaines zones d'ombrages.

Notre objectif est :

- De tirer profit des apports solaires en période hivernale ;
- De faire valoir le gisement de lumière naturelle ;
- Assurer la protection du côté Sud en été.

IV.3. Facteurs d'ambiances

IV.3.1. Nuisances sonores

Le site d'intervention se trouve dans un quartier calme, mais le bruit s'entend surtout dans les heures de pointes à savoir le matin à 8h, à midi et à 16h qui renvoient aux heures d'entrée et de sortie des collégiens et des lycéens se trouvant du côté ouest.



Figure 73 : bruits et nuisances sonores.
Source : auteurs.

Le terrain est délimité par des voies de 3^{ème} hiérarchie donc le bruit émanant de celles-ci n'affectera pas énormément le confort des usagers du projet qui sera implanté dans ce site.

Par conséquent, La végétation jouera un rôle très important, en effet, elle atténuera les nuisances sonores en agissant comme une éponge qui absorbe le bruit et l'étouffe.

IV.3.2. La flore



Figure 75 : larch.
Source : auteurs.



Figure 74 : phoenix sactylifera.
Source : auteurs.



Figure 76 : pinus serotina.
Source : auteurs.



Figure 78 : pin blanc.
Source : auteurs.



Figure 77 : sapin.
Source : auteurs.



Figure 79 : Pinus taeda.
Source : auteurs.

La végétation existante sur le terrain d'intervention aura une action rafraichissante sur l'air lors des pics de canicule, mais également une action filtrante lors des épisodes de pollution.

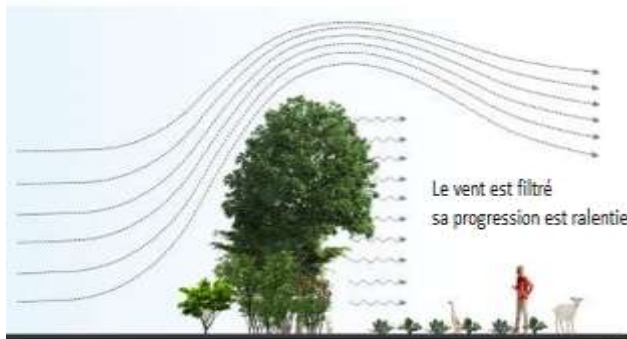


Figure 80 : filtration et ralentissement du vent par l'arbre.
Source : www.permaculturedesign.fr

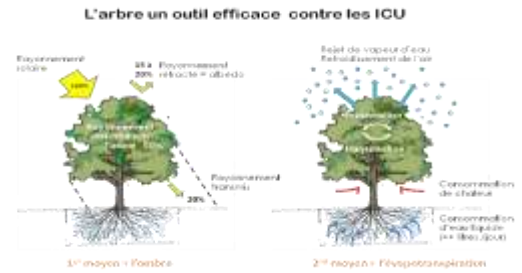







Figure 81 : rafraichissement de l'air par la végétation.
Source : www.arbre-en-ville.fr

Cette richesse végétale qui représente une sorte de corridor autour de notre terrain offre des fonctions écologique, assure une partie du confort des usagers du projet qui sera implanté dans le site en jouant un rôle psychologique car elle provoque des sentiments d'apaisement, atténue les émotions négatives telles que la peur, la colère et la tristesse et diminue aussi les nuisances sonores.

IV.4. Carte synthétique

- Légende :
-  Vent traversant
 -  Vent réorienté
 -  Nuisances sonores
 -  Déclivité vers le sud
 -  Corridor végétal

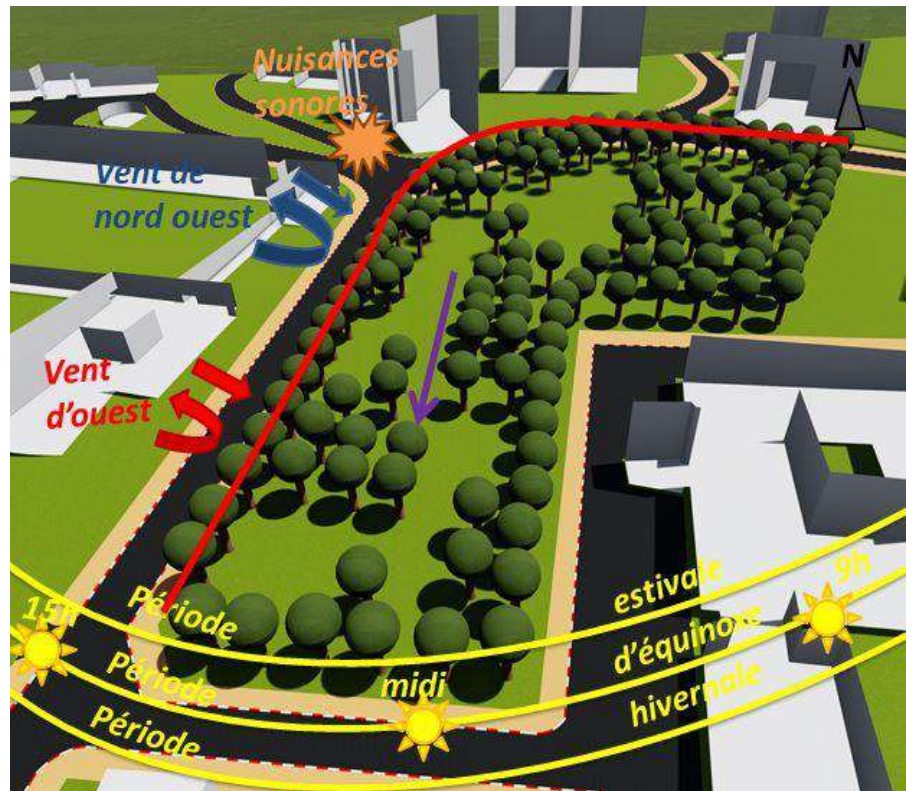


Figure 82: Synthèse représentant le microclimat du site.
Source : auteurs.

CHAPITRE II
APPROCHE
THEMATIQUE

I. L'éducation dans la ville de Tizi-Ouzou

Rappelons-le que la ville de Tizi-Ouzou compte beaucoup de jeunes, un potentiel important qu'on doit prendre en considération.

La ville dispose de nombreux primaires, collèges, lycées ainsi que des universités. Malgré la présence de ces équipements éducatifs, nous relevons un manque d'équipement de soutien et de savoir tel que les « Learning center », qui sont nécessaires pour un meilleur rendement des écoliers, élèves et étudiants, ou d'un simple citoyen.

L'éducation a toujours été primordiale dans cette ville, c'est pourquoi elle est constamment à la recherche de l'excellence afin d'augmenter la réussite des jeunes dans l'apprentissage ou bien dans l'amélioration des travailleurs en dépassant largement les compétences dont elle a légalement la charge.

Notre parcelle est l'endroit parfait pour ce genre d'équipement car elle est située à proximité de divers équipements éducatifs.

I.1. Qu'est qu'un Learning center

Dépassant les modèles classiques de la transmission des savoirs par des centres de ressources documentaires, les Learning Centers sont des lieux de rencontre autour des savoirs, appuyés sur une bibliothèque « hybride » qui mêle papier et numérique. L'infrastructure, les services et les compétences rassemblées permettent d'optimiser l'accès à la connaissance, y compris à distance. En plus des étudiants et de la communauté scientifique, les Learning Centers visent les entreprises et les citoyens.



Figure 83 : les différentes activités dans le Learning center.

Source : www.issuu.com

La fonction documentaire s'intègre à un environnement pédagogique composé de dispositifs d'accueil et d'accompagnement des différents publics, où la notion de convivialité, qui passe par la création de véritables lieux de vie, est essentielle.¹³

Un Learning Center, c'est un centre qui allie la recherche à la formation. La documentation, les livres sont toujours au cœur de ces nouvelles bibliothèques mais elles proposent en plus des formations aux nouvelles technologies, et des cours peuvent s'y dérouler puisqu'on y trouve en quantité un équipement informatique et technologique de qualité, tels que des salles de formation spécifiques équipées de télévisions, de TNI (Tableaux Numériques Informatiques) et d'ordinateurs.

Le travail en groupe, la production de documents multimédias, la production participative et l'apprentissage autonome par le biais d'Internet y sont fortement encouragés.

La logique pédagogique à mettre en œuvre passe par les exercices plus que par la transmission de contenu, car le but est l'acquisition d'un savoir-faire. Toutes sortes d'ateliers y trouvent donc leur place : sur les métiers, les outils numériques, la documentation, l'insertion professionnelle, la gestion du stress et la réussite aux examens...¹⁴



Figure 84 : l'échange entre les différentes activités.
Source : issuu.com

La bibliothèque devient une « bibliothèque augmentée », « un lieu dynamique qui stimule l'acquisition des connaissances en donnant aux étudiants des moyens d'effectuer des

¹³ Learning Center, un mode d'accès contemporain à la connaissance [en ligne]. Disponible sur : <http://learningcenters.nordpasdecals.fr/ville-durable/fr/quest-ce-quun-learning-center>

¹⁴ Le Learning center, avenir des bibliothèques universitaires ? [en ligne]. Disponible sur : <https://mondedulivre.hypotheses.org/3406>

recherches, de collaborer, d'échanger leurs points de vue et de consulter les personnes susceptibles de leur apporter une aide ».¹⁵

I.2. Objectifs du Learning center

- Il représente un appui aux étudiants durant leurs cursus universitaires ainsi que pour les élèves et les écoliers (documentation, bibliothèque multimédia, lieu de travail individuel et collectif, formation initiale et permanente). Avec toutes les conditions qui permettent leurs développements et leurs réussites.
- Il permet de mettre à la disposition de ses utilisateurs un lieu de convivialité, ainsi que des installations propices à l'étude, à la réflexion et à la consultation.
- Il offre un lieu de partage, de dialogue et de rencontre entre les différentes catégories d'utilisateurs tout en confortant leurs savoirs.¹⁶

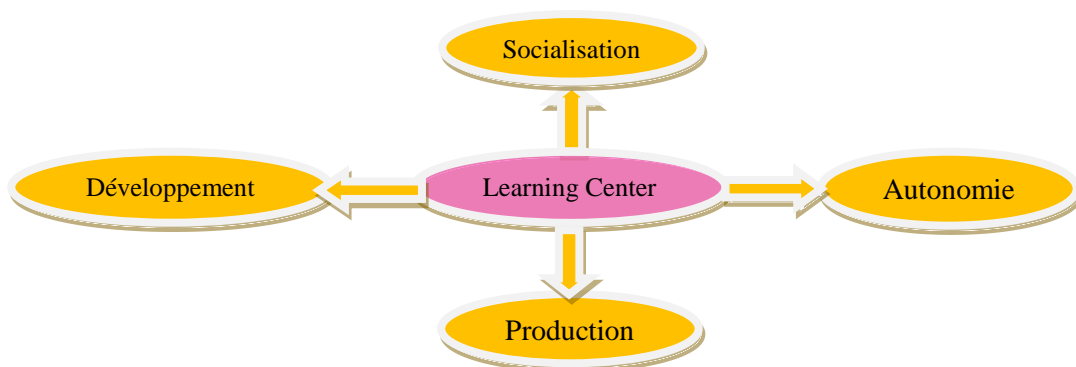


Figure 85 : les principaux objectifs du Learning center.

Source : auteurs.

- **Public ciblé**

Notre Learning center accueille plusieurs catégories de population : des étudiants, des élèves, des travailleurs...etc.

I.3. Le Learning center peut-il remettre en cause la démarche éducative ?

Pas vraiment, mais il est vrai que ce concept est innovant et efficace parce qu'il questionne la place de la bibliothèque universitaire dans la mission de transmission du savoir

¹⁵ Rapport de fin d'étude architecture. Learning center [en ligne]. Disponible sur : <https://issuu.com/sarahbensafia/docs/rapport_projet_fin_d_etude_architecture_bensafia_s?fbclid=IwAR2zQw6TgTMOCjOaL1Ur8yYuIa3Nbio13S4vbTywpG0lZVLgVcJpraLLIdE>

¹⁶ Rapport de fin d'étude architecture. Learning center [en ligne]. Disponible sur : <https://issuu.com/sarahbensafia/docs/rapport_projet_fin_d_etude_architecture_bensafia_s?fbclid=IwAR2zQw6TgTMOCjOaL1Ur8yYuIa3Nbio13S4vbTywpG0lZVLgVcJpraLLIdE>

et les modalités de construction de la connaissance. C'est en écoutant les demandes des usagers que ce modèle d'apprentissage s'est construit.

La demande principale des étudiants est d'avoir un lieu dans lequel ils peuvent travailler. La question de l'accessibilité maximale, y compris à distance, est résolue dans les Learning Centers par des horaires d'ouverture étendus, mais aussi par des collections en accès libre et des ressources numériques.¹⁷

I.4. Nouvel équipement pour de nouveaux besoins ?

S'adapter aux nouveaux modes de travail des étudiants : telle est la mission confiée aux Learning centers, appelés à remplacer peu à peu les bibliothèques traditionnelles. Un concept aux contours un peu flous, qui s'articule autour de quelques éléments clés liés à la dimension collaborative de ces lieux où la convivialité est de mise.¹⁸



Figure 86 : apprentissage des étudiants.
Source : www.archimag.com

I.4.1. Une complémentarité de services

Désacraliser la bibliothèque, améliorer le confort des étudiants, offrir un espace de travail multifonctions, « travailler dans des postures différentes » comme l'explique Sarah Hurter, directrice du Learning Centre Sophia Tech; proposer des services dans l'esprit d'un guichet unique, des formations spécifiquement ciblées pour les étudiants (insertion professionnelle, orientation, nouvelles technologies), des espaces ressources favorisant l'autonomie de l'étudiant (prêt d'ordinateurs, multimédia en libre accès, préparation d'exposés sur tableau blanc interactif...), telles sont les ambitions de ces nouvelles bibliothèques universitaires.¹⁹



Figure 87 : travail collectif avec des outils informatiques et multimédias.
Source : www.letudiant.fr

¹⁷ Le Learning center, avenir des bibliothèques universitaires ? [en ligne]. Disponible sur : <https://mondedulivre.hypotheses.org/3406>

¹⁸ Les Learning centers, ces BU nouvelle génération [en ligne]. Disponible sur : <https://www.letudiant.fr/educpros/enquetes/les-learning-centers-ces-bu-nouvelle-generation.html>

I.4.2. Une nouvelle architecture pour un équipement nouveau

Les Learning centers apparaissent donc dans le cadre de projets architecturaux innovants, fluide et original favorisant l'attractivité. Ces projets architecturaux visent évidemment à mettre en valeur l'importance de la documentation, mais ils tentent aussi d'anticiper l'évolution rapide des technologies et des comportements en concevant des espaces de travail flexibles et modulables pour favoriser les échanges entre pairs en y intégrant des zones de silence pour le travail individuel, des salles de travail en groupe, des espaces de détente, des zones silencieuses, etc. Ces projets architecturaux facilitent l'utilisation d'ordinateurs portables et de tablettes par l'installation de réseaux wifi sécurisés. Ils veillent ainsi à rendre compatible une multiplicité d'usages au sein de la bibliothèque (Anjeaux, 2011).



Figure 89 : bibliothèque et Learning center (vienne).
Source : archello.com



Figure 88 : Learning center (Lille).
Source : www.archimag.com

Les Learning centers apparaissent donc dans le cadre de projets architecturaux innovants, fluide et original favorisant l'attractivité. Ces projets architecturaux visent évidemment à mettre en valeur l'importance de la documentation, mais ils tentent aussi d'anticiper l'évolution rapide des technologies et des comportements en concevant des espaces de travail flexibles et modulables pour favoriser les échanges entre pairs en y intégrant des zones de silence pour le travail individuel, des salles de travail en groupe, des espaces de détente, des zones silencieuses, etc. Ces projets architecturaux facilitent l'utilisation d'ordinateurs portables et de tablettes par



Figure 90 : espace de détente.
Source : www.lilliad.univ-lille.fr

¹⁹ Les Learning centers : bibliothèques universitaires de demain ? [en ligne]. Disponible sur : <https://bibliomnivoressite.wordpress.com/2018/04/11/les-learning-centers-bibliotheques-universitaires-de-demain/>

l'installation de réseaux wifi sécurisés. Ils veillent ainsi à rendre compatible une multiplicité d'usages au sein de la bibliothèque (Anjeaux, 2011).

Les Learning Centers sont conçus comme des lieux de vie étudiante. D'où la présence indispensable d'un self-service ou cafétéria mais aussi d'espaces de détente et de convivialité, où sont mis à disposition journaux, romans et bandes dessinées, voire des ouvrages pratiques tels que des méthodes d'apprentissage des langues ;²⁰

I.4.3. Un équipement à multiservice innovant, personnel qualifié et polyvalent

L'ensemble du personnel doit être en mesure de répondre aux sollicitations de premier niveau (renseignements, dépannage de matériel, orientation du public, recherches documentaires), puis des bibliothécaires spécialisés peuvent répondre aux demandes plus spécifiques (formation, soutien et accompagnement personnalisé, accueil des étudiants étrangers, conception de tutoriels...).

La formation des personnels à la philosophie du Learning center est néanmoins incontournable. Travailler dans ce nouveau concept de bibliothèque universitaire nécessite une montée en compétences, une nouvelle organisation, un travail d'équipe plus important.²¹

I.4.4. Viser la réussite des étudiants

Ce qui caractérise spécifiquement les Learning centers, c'est qu'ils provoquent un rapprochement avec la pédagogie par une offre de soutien à l'apprentissage. Cette nouvelle approche vise à réduire les frontières entre enseignement et documentation en permettant des modes de travail dynamiques et partagés.

« Les étudiants n'apprennent plus de la même façon. Ils travaillent à plusieurs. Ils construisent ensemble leurs savoirs et leurs compétences, ils ne sont plus consommateurs, mais acteurs de leurs apprentissages. [...] Les relations



Figure 91 : étudiants et enseignants.
Source : www.portaildoc.univ-lyon1.fr

²⁰ Learning center – innovation ou évolution des bibliothèques universitaires ? [en ligne]. Disponible sur : <https://www.innovation-pedagogique.fr/>

²¹ Les Learning centers : bibliothèques universitaires de demain ? [en ligne]. Disponible sur : <https://bibliomnivoressite.wordpress.com/2018/04/11/les-learning-centers-bibliotheques-universitaires-de-demain/>

entre étudiants, enseignants et bibliothécaires doivent se développer dans une logique de coopération » (Bitrou 2016). Les Learning Centers ont aussi une fonction de vitrine de la recherche universitaire.²²

II. Analyse des exemples

II.1. Le Rolex Learning Center

II.1.1. Présentation du projet

- **Fiche technique**

Nom: le Rolex Learning Center.

Situation : campus de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Ecublens, district ouest lausannois, Suisse.

Architectes-Concepteurs : Kazuyo Sejima et Ryue Nishizawa

Bureau d'étude : SANAA

Architectes suisses : Walther, Mory & Maier et Bollinger & Grohmann

Concepteurs en structure : SAPS / Sasaki and partners

Entrepreneur général : Losinger Construction SA

Usage principal : Centre pour étudiants et publics

Surface du site : 880 000m²

Surface totale de plancher : 37 000m²

Structure : Béton armé, ossature d'acier et partiellement de bois

Etage : 1

Nombre d'usagers : plus de 1121 personnes.

Période de conception : Mai 2005 à juillet 2007

Période de construction : Aout 2007 à Décembre 2010

Ouverture : 22 février 2010

Cout total de l'ouvrage : 110 000 000 CHF HT



Figure 92 : Situation du projet dans le monde.

Source : Google earth.



Figure 93 : Situation du projet dans la ville.

Source : Google Earth.

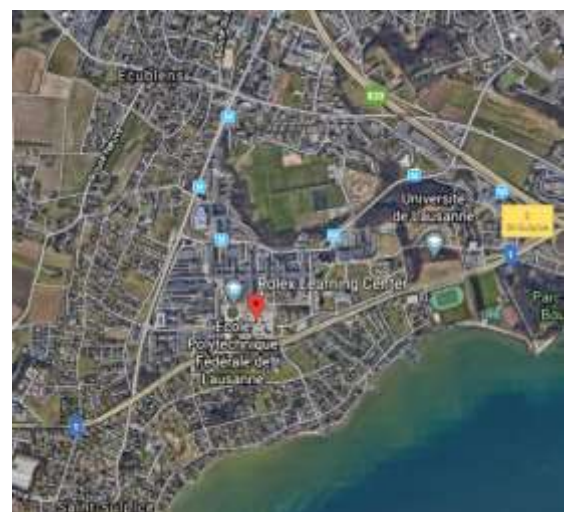


Figure 94 : Situation du projet dans le quartier.

Source : Google Earth.

²² Gilles Jacovetti Veille, op.cit.

II.1.2. Description du projet

Bâti sur le campus de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) à Ecublens en Suisse, une des meilleures universités au monde, en particulier dans les domaines des sciences, de l'ingénierie et de l'informatique, le Rolex Learning Center est à la fois un laboratoire d'apprentissage, une bibliothèque et un centre culturel international, ouvert aussi bien aux étudiants qu'au public. Le bâtiment a été conçu par le bureau d'architecture japonais de renommée internationale SANAA, créé par Kazuyo Sejima et Ryue Nishizawa. A une sobriété esthétique, le projet allie un savoir-faire exceptionnel et un perfectionnement technique inédit.

Ainsi le bâtiment cherche à être une nouvelle référence sur le campus. L'idée principale du projet est de devenir un point de rencontre entre les élèves et les enseignants de toutes les écoles, créant un espace public vivant.²³



Figure 95 : Le Rolex Learning Center.
Source : www.architecpassion.canalblog.com.

II.1.3. Accessibilité



Figure 96 : Route des Noyerettes.
Source : Google earth, street view.



Figure 98 : Accessibilité vers le Rolex Learning Center.
Source : Google Earth.



Figure 97 : Avenue François-Alphons.
Source : Google earth, street view.



Figure 100 : Route Cantonale.
Source : Google earth, street view.

Le Rolex Learning Center peut être accessible par plusieurs routes. Il est entouré de 4 routes importantes dans la ville d'Ecublens dont la route nationale cantonale.



Figure 99 : Route de Blévallaire.
Source : Google earth, street view.

²³ ROLEX LEARNING CENTER [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.arper.com/>>

II.1.4. Contexte et délimitation



Figure 102 : Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).
Source : Google earth, street view.



Figure 103 : Centre d'imagerie biomédical (CIBM) EPFL.
Source : cibm.ch.



Figure 101 : Service de promotion des sciences de l'EPFL.
Source : Google earth, street view.



Figure 108 : Restaurant
Source : Google earth, street view.



Figure 104 : Le contexte du Rolex Learning Center.
Source : Google earth.



Figure 107 : UNIL- Batochime.
Source : Google earth, street view.



Figure 106 : ArtLab EPFL.
Source : google earth, street view.



Figure 105 : EPFL EMBA Program.
Source : google earth, street view.



Figure 110 : Starling hôtel Lausanne.
Source : google earth, street view.

Le quartier est principalement éducatif avec la présence d'une zone résidentielle et contient également quelques équipements administratifs, culturels et de loisir.



Figure 109 : Résidences individuelles.
Source : Google earth, street view.

II.1.5. Plan masse



Figure 112 : accès parking et piéton a l'ouest.
Source : www.tublogdearchitectura.com



Figure 111 : Accès Nord.
Source : www.archiobjects.org.



Figure 116 : accès parking et piéton à l'est.
Source : www.bollinger-grohmann.com



Figure 114 : 2ème accès sud.
Source : www.architecturalrecord.com



Figure 113 : plan masse du projet.
Source : Google earth.



Figure 115 : 1er accès sud.
Source : www.architecturalrecord.com



Figure 118 : Entrée principale Nord.
Source : fr.tripadvisor.ch



Figure 117 : Entrée Est.
Source : www.concrete-hub.com



Figure 120 : Entrée sud.
Source : constructalia.arcelormittal.com

Il n'y a pas d'accès direct, c'est les patios de plus grandes tailles qui servent d'entrées au bâtiment. Les arrivants doivent passer sous le couvert bétonné afin d'entrer à l'intérieur.

Donc, les cinq accès du bâtiment convergent vers une entrée principale commune.



Figure 119 : Entrée Ouest.
Source : www.Mapio.net

II.1.6. Etude architecturale

- **Forme**

L'édifice a une forme rectangulaire s'étendant sur un seul espace fluide de 20 000 mètres carrés, mais à cause de son toit ondulé et de son sol parallèle, il semble avoir une forme plus organique. Inspiré du paysage environnant des alpes, la forme représente une plaque horizontale ondulée.



Figure 121 : La forme du Rolex Learning Center.
Source : www.perraultarchitecture.com

Les pentes, vallées et plateaux du bâtiment, ainsi que les formes créées par les patios contribuent tous à une transition sans barrière d'une zone à l'autre. La forme se soulève alors en vague, ainsi à partir des zones les plus élevées, les visiteurs peuvent bénéficier d'une vue sur le campus, le lac Léman et les Alpes.

Le toit est accentué par quatorze patios vitrés qui sont des puits de lumière, et avec les façades vitrées, le bâtiment est largement éclairé par la lumière du jour et bénéficie d'une ventilation naturelle permettant la faible consommation d'énergie.²⁴

- **Le bâtiment paysage**

Derrière les intentions architecturales, il y a la création d'un espace qui est perceptible par plusieurs sens. Où l'on peut choisir sa vue, sur le lac Léman ou sur le campus. On peut gravir les pentes, glisser le long des pentes. Le paysage intérieur procure une sensation de bien-être, de lumière, et une continuité entre le dedans et le dehors.²⁵



Figure 122 : vue sur le lac Léman les alpes.
Source : fr.tripadvisor.ch

- **Façades**

La mise en place du double vitrage de haute qualité sur toutes les façades continues qui suivent les courbes du bâtiment, permet un éclairage naturel de jour, ainsi qu'une

²⁴ Centre d'apprentissage Rolex [en ligne]. Disponible sur : <https://archello.com/>

²⁵ ÉTUDE D'UNE PENSÉE CONSTRUCTIVE D'ARCHITECTE [en ligne]. Disponible sur : <https://www.arc.ulaval.ca/>

ventilation entièrement naturelle. Ainsi, grâce au choix conceptuel des architectes de vitrer entièrement les façades et les patios, la mécanique du bâtiment est en grande partie naturelle.

Des stores à lames mobiles sont alors mis, dont le déploiement est automatique en fonction de l'ensoleillement, permettent de limiter le réchauffement solaire. Par conséquent, il intègre le système de bâtiment passif.²⁶



Figure 124 : Stores à lames mobiles (brise soleil).
Source : www.projets.batidoc.ch



Figure 123 : Façade principale avec store.
Source : www.tripadvisor.fr



Figure 126 : Vue sur la façade principale.
Source : www.2019.architectes.ch



Figure 125 : vue sur les façades des patios.
Source : www.architectes.ch

Il existe également des porches d'entrée au niveau des différents patios servant d'abris contre la lumière directe du soleil tout en marquant l'accès vers l'intérieur du bâtiment.²⁷



Figure 127 : porche d'entrée.
Source : www.zir.fr

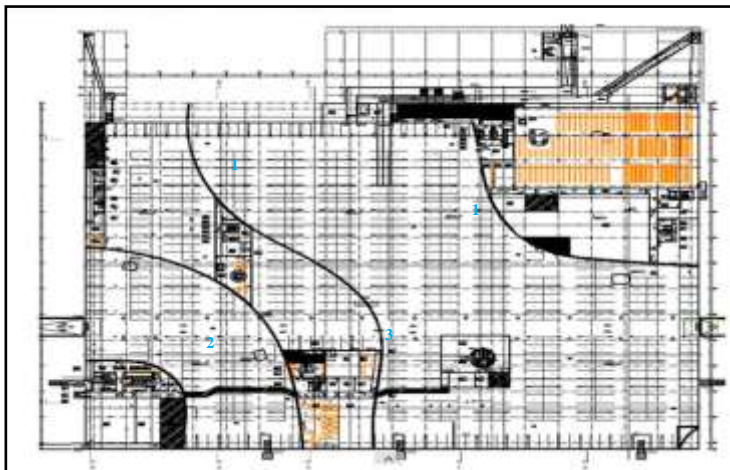
²⁶ ROLEX LEARNING CENTER [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.architectes.ch/> >

²⁷ Centre d'apprentissage Rolex [en ligne]. Disponible sur : < <https://dac.dk/> >

- Plans
 - Sous-sol

Le parking du Rolex Learning Center est un parking au sous-sol et il contient 500 places avec des locaux techniques et des réserves de stockages.

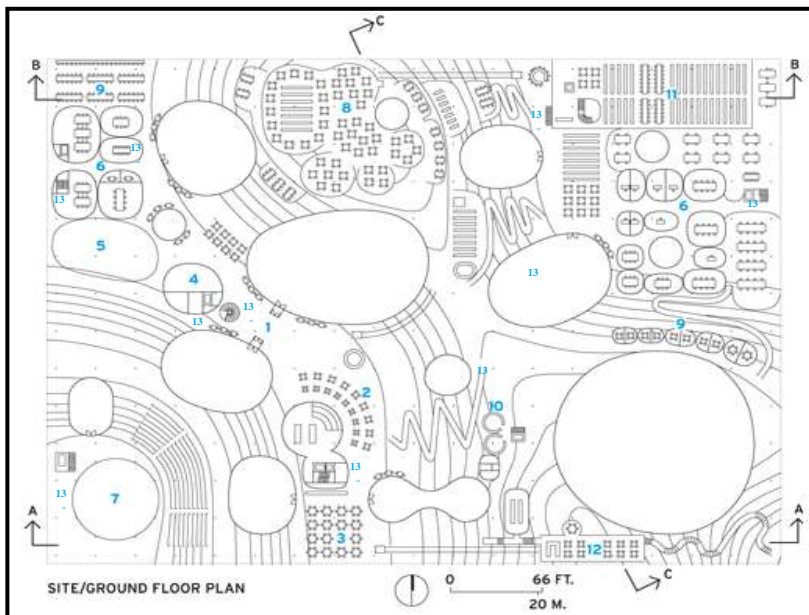
Il bénéficie de deux accès au sud-est et au sud-ouest du bâtiment qui sont à la fois des entrées et sorties.²⁸



- 1- Espaces parking
- 2- Locaux techniques
- 3- Reserve de stockage

Figure 128 : Plan du sous-sol.
Source : www.slideplayer.fr

- RDC



- 1- Accueil
- 2- Bar à café Le Klee
- 3- Self-service Le Hodler
- 4- Banque crédit suisse
- 5- Librairie La fontaine
- 6- Différents services
- 7- Forum Rolex (salle polyvalente)
- 8- Bibliothèque
- 9- Salles de travail (bulles)
- 10- Collection de livres anciens
- 11- Collection de recherches (réserve)
- 12- Restaurant
- 13- Sanitaires

Figure 129 : Plan RDC.
Source : www.housevariety.blogspot.com

²⁸ Le projet du Rolex Learning Center de l'EPFL [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.academia.edu/>>

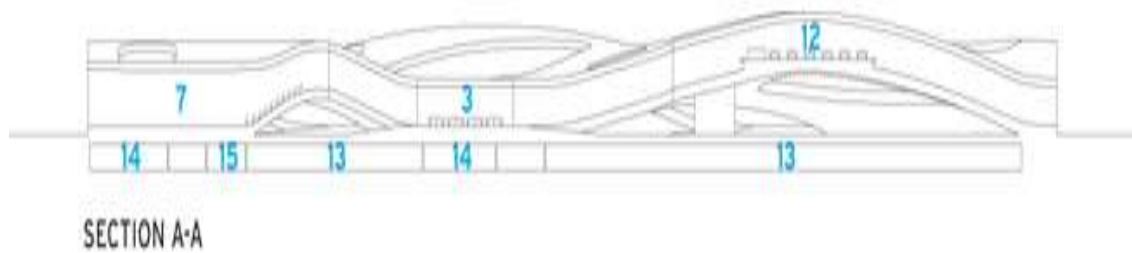


Figure 130 : Coupe A-A.
Source : www.housevariety.blogspot.com

Chaque zone d'activité est clairement délimitée par rapport aux autres zones, sans qu'aucun mur ne les sépare afin de maintenir dans l'espace, l'idée de perméabilité. Les architectes ont opté pour un seul espace ouvert en songeant à la forme spatiale qui favorise l'interaction et l'échange entre les personnes se consacrant à des activités fonctionnelles différentes qui sont regroupées autour des patios ultra-transparents.

Tous les usages du bâtiment se trouvent liés de manière organique par un plan ouvert. Les activités se distinguent les unes des autres, mais sont naturellement reliées ensemble, pour former un cadre unique et cohérent.²⁹

Des rampes et des ascenseurs horizontaux ont été prévus à la place des escaliers car ils rappellent, avec leur pente douce, le paysage naturel suisse.

Mais ce qui rend le Rolex Learning Center si unique, c'est l'espace commun qui relie toutes ces activités appelé espace vide structurant ou espace vierge qui n'ont pas de fonction précise mais c'est à l'utilisateur de lui donner une, c'est pourquoi ces espaces sont utilisés différemment comme lieu d'interaction sociale et d'échange entre les utilisateurs, lieu pour s'allonger, faire une pause, ou bien dormir.

Ils deviennent des espaces publics où les élèves de l'École polytechnique de Lausanne et d'autres utilisateurs du bâtiment peuvent les investir, les transformer ou les réinventer.³⁰

²⁹ Rolex Learning Center par SANAA [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.architecturalrecord.com/>>

³⁰ ÉTUDE D'UNE PENSÉE CONSTRUCTIVE D'ARCHITECTE [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.arc.ulaval.ca/>>

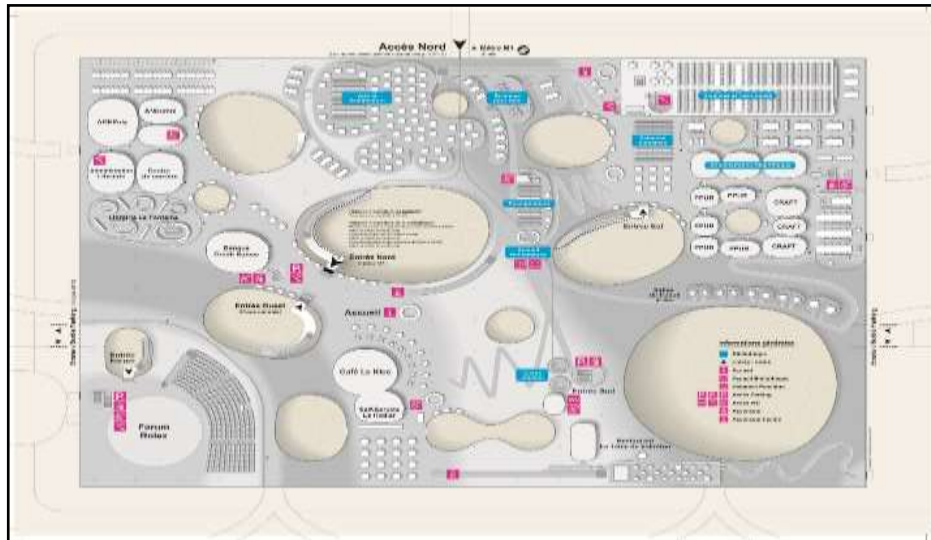


Figure 131 : plan du RDC aménagé montrant le fonctionnement des différents espaces.

Source : www.aasarchitecture.com

• Circulation

L'entrée vers le Rolex Learning Center ne se fait pas directement car il n'y a pas de porte d'entrée en façade. C'est pourquoi, des passages se créent à partir des cinq côtés du bâtiment en passant au-dessous des espaces ouverts engendrés par les ondulations du bâtiment qui guide les personnes vers l'entrée principale.

Les fonctions sont distribuées à partir du centre dans un rapport égal. Une fois à l'intérieur, le visiteur déambule, passe d'une colline à l'autre puis redescend vers une vallée, il fabrique son propre chemin comme dans un parc.

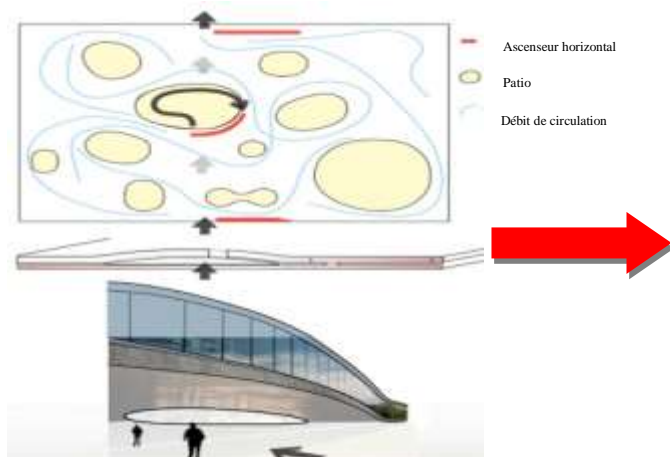


Figure 132 : Le parcours de l'extérieur vers l'intérieur.

Source : www.arc531.blogspot.com

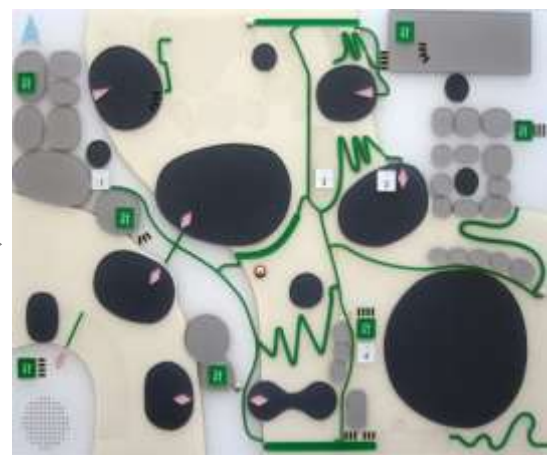


Figure 133 : Le parcours à l'intérieur du Learning center.

Source : www.sixsixh.com

La déambulation causée par l'ondulation n'est pas hiérarchisée : aucun espace n'est d'une amplitude plus grande que l'autre. L'utilisateur est invité à faire une promenade dans le savoir, une promenade qui n'a rien d'un parcours bien défini ou d'une trajectoire.³¹

- **Espaces intérieurs et fonctionnement**

La bibliothèque

La bibliothèque constitue l'élément majeur du programme, abritant des ouvrages scientifiques. Les nouvelles technologies sont intégrées dans le bâtiment.

Cette bibliothèque contient également quatre espaces d'étude, des bureaux, ainsi que des espaces d'enseignement, dont 10 « bulles de travail ».



Figure 134 : Collection de recherche.
Source : www.flickr.com



Figure 136 : Bulles de travail.
Source : www.bubblemania.fr



Figure 135 : Places de travail.
Source : www.flickr.com

Ce type de bibliothèque favorise l'interaction permanente entre les individus qui permet de stimuler la recherche et l'apprentissage. Elle devient plus ouverte et flexible à l'image de l'Internet.

- **Espace d'enseignement et de formation**

La Bibliothèque offre des formations sur les stratégies de recherche, la gestion et l'utilisation de l'information scientifique et technique, ainsi que sur les enjeux et modalités de l'édition scientifique. Elle offre également des formations linguistiques destinées aux étudiants.



Figure 137 : Salle de formation.
Source : www.popupmag.ch

³¹ Topographie habitée – Le Rolex Learning Center de SANAA [en ligne]. Disponible sur : <https://voirenvrai.nantes.archi.fr/>

Le bâtiment propose une approche avant-gardiste de la pédagogie, parmi les technologies déjà développées, on trouve du mobilier interactif ou des systèmes de suivi du regard, mais aussi une lampe interactive intégrée aux tables de travail, qui permet au public de projeter de brefs messages sur les murs ou le plafond du bâtiment.

• **Espace de vie**

Il est constitué de l'accueil principal, d'un restaurant gastronomique « La Table de Vallotton », d'un bar à café « Le Klee », d'un restaurant libre-service « Le Holder »

avec des terrasses extérieures ainsi que des bureaux.



Figure 139 : Bureau AGE poly, centre de carrière et Alumni A3.
Source : trivialmass.ch



Figure 138 : Café « Le Klee by Takinoa».
Source : www.takinoa.com



Figure 141 : Restaurant self-service « Le Hodler »
Source : www.foursquare.com



Figure 140 : Restaurant « La Table de Vallotton ».
Source : shangrila-wtc.ch

• **Espaces culturels**

Le RLC abrite un amphithéâtre, « Le Forum Rolex » a été aménagé pour pouvoir y organiser conférences, cours magistraux, ...etc. En outre, le bâtiment renferme des espaces réservés aux expositions culturelles, une librairie-billetterie et un PPUR.



Figure 142 : Librairie.
Source : morewithlessdesign.com



Figure 144 : Amphithéâtre.
Source : www.batimag.ch



Figure 143 : Exposition.
Source : Ventedescimes

- **Espaces de service**

Le bâtiment contient un parking au sous-sol avec des espaces de stockages et des locaux techniques. Au niveau du RDC, il existe des services de livraisons et de poste, ainsi que des bureaux administratifs.



Figure 145 : Bureaux administratifs.
Source : www.flickr.com

- **Plan de toiture**

Un toit de forme rectangulaire épousant la forme du sol tout en ondulant, constitué d'une charpente mixte bois et acier, couvre d'un seul tenant l'unique niveau. Le toit est percé de 14 patios aux dimensions et formes irrégulières. Avec une isolation de 20cm, il permet de réduire l'impact des changements de température et aider à garder l'intérieur frais.³²



Figure 146 : Plan de toiture.
Source : Google earth.

L'éclairage artificiel est indirect et reste discret. Les luminaires suspendus ont été montés de manière isolée ou par groupes de deux ou trois selon les espaces.



Figure 147 : Luminaires suspendus.
Source : www.zumtobel.com

Un support pivotant permet d'obtenir différents angles avec un plafond réfléchissant une lumière diffuse dont des plafonniers encastrés à LED ou bien des lampadaires minimalistes.³³



Figure 148 : Rampe.
Source : www.divisare.com

Le projet est constitué les différents patios ainsi qu'une rampe serpentine qui épouse parfaitement les courbes du bâtiment ainsi que des ascenseurs horizontaux appelés « funicules » placés sur les pentes les plus inclinées.³⁴



Figure 149 : ascenseur horizontal.
Source : lebelandrebibliothecophile.wordpress.com

³² Rolex Learning Center : une forme de toit innovante [en ligne]. Disponible sur : <https://constructalia.arcelormittal.com/>

³³ EPFL Rolex Learning Center de Lausanne [en ligne]. Disponible sur : <https://www.zumtobel.com/>

- **Dispositifs bioclimatiques**

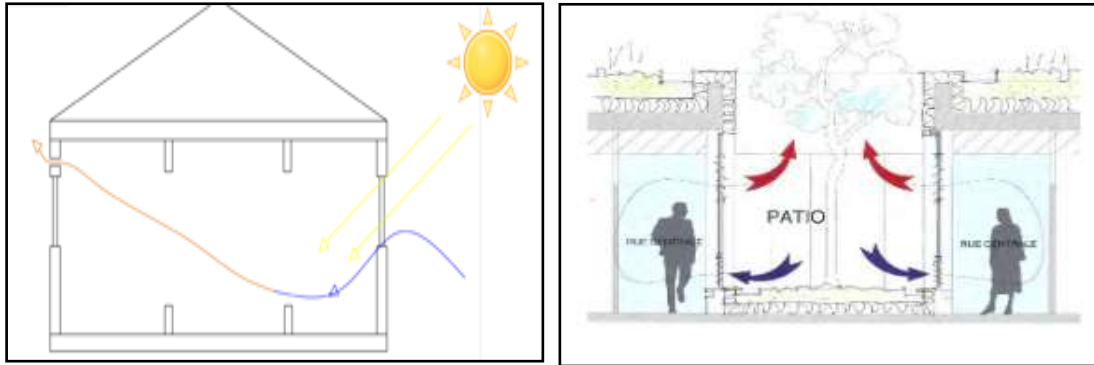


Figure 150 : Dispositifs bioclimatiques.

Source : slideplayer.fr/docplayer.fr

- Le Rolex Learning center est caractérisé par sa faible consommation d'énergie, a reçu le label Minergie – norme utilisée en Suisse pour mesurer l'excellence environnementale dans les bâtiments.
- Il affiche une très bonne efficacité énergétique, Le bâtiment est largement éclairé par la lumière du jour.
- Il comporte des systèmes de ventilation naturelle soigneusement contrôlés, à l'exception du restaurant et de la bibliothèque multimédia, qui comportent des plafonds froids.
- Sa consommation d'énergie s'élève à 38,5 kWh/m² car l'éclairage est principalement naturel. Elle pénètre abondamment grâce aux patios et aux façades extérieures, sachant que les fenêtres sont à double vitrage de grande qualité, avec une isolation de 20 cm au toit et de près de 35 cm au sol, et des stores externes.
- Le bâtiment profite également d'une installation de thermopompe, construite à l'EPFL il y a 25 ans, qui utilise l'eau du lac pour tempérer le campus. La société d'ingénierie Sorane SA a assuré l'efficacité énergétique du bâtiment.
- Il respecte la norme SIA 380/1 qui correspond à une consommation de chaleur inférieure à 125 J6 m⁻² an⁻¹. Le chauffage est fourni par des pompes à chaleur au sol.³⁵

- **Principes de conception architecturale**

L'horizontalité -Patios – Continuité et fluidité – Flexibilité et légèreté – Mouvement – Ensoleillement et protection solaire – Ventilation et éclairage naturel.

³⁴ EPFL Lausanne - Rolex Learning Center [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.funimag.com/>>

³⁵ SANAA : centre de formation Rolex à Lausanne [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.designboom.com/>>

III. Exemple n°2 : La halle aux sucres

III.1. Learning Center, un mode d'accès contemporain à la connaissance.

III.1.1. Présentation du projet

La halle aux sucres est parmi les derniers bâtiments témoignant de l'activité du port de marchandises de Dunkerque dans la seconde moitié du 19^{ème} siècle. Situé sur le môle 1, juste en face de la citadelle, l'« Entrepôt réel des sucres indigènes » destiné au stockage du sucre cultivé dans la grande région du Nord a été construit en 1898.³⁶



Figure 151 : La halle aux sucres
Source : www.static.actu.fr

Le bâtiment entièrement rénové abrite un pôle de ressources et d'expertises unique en France appelé Learning Center, sur le thème des villes durables. Aujourd'hui, le Learning Center librement accessible au public est le lieu de travail permanent des professionnels de la ville.

Lieu d'exposition, d'ateliers, de conférences, la Halle aux sucres propose toute l'année une programmation dense et accessible, et aussi, un centre de ressources, un panorama exceptionnel, un restaurant, des spectacles...etc.

Dans les murs de cet ancien entrepôt portuaire du XIX^{ème} siècle, l'exposition villes durables est consacrée à la ville de demain. L'équipe du Learning Center durable accompagne les apprenants dans la construction de leurs projets éducatifs par le biais de visites menées par un médiateur, des ateliers, des projets spécifiques ou des visites libres.

III.1.2. Situation géographique

- À l'échelle du pays

La halle aux sucres est située à Dunkerque, commune française, sous-préfecture du département du Nord.

³⁶ Hall aux sucres, Dunkerque, Learning Center, ville durable. Histoire [en ligne]. Disponible sur : <<https://www.halleauxsucres.fr/learning-center/histoire>>

Elle est la cinquième ville la plus peuplée de la région Hauts-de-France, la seconde hors de la métropole lilloise après Amiens.



Figure 152 : Situation géographique
Source : Google image

- À l'échelle de la ville

Située dans une partie de l'ancien port de commerce, dans le Nord de Dunkerque (Nord), secteur le plus proche du centre-ville historique.



Figure 153 : Plan de situation
Source : Google Earth.



Figure 154 : Plan de situation
Source : Google Earth

- **Accessibilité**

La halle aux sucres est accessible par :

- Le côté Sud de la Rue du Magasin Général (N353)
- La 3^{ème} sortie du rond-point sur Rue du Magasin Général (N353)
- À droite sur Quai Freycinet 4

- **Plan de masse**

L'accès principal à la halle aux sucres se fait du côté Sud.



Figure 156 : Plan de Masse de la halle aux sucres
Source : Google Earth



Figure 155 : Façade Sud
Source : Google Earth

On retrouve un accès secondaire du côté Nord de la halle.

On retrouve deux accès secondaires de chacun des côtés Est et Ouest de la halle aux sucres.



Figure 158 : Façade Est
Source : Google Earth



Figure 157 : Façade Nord
Source : Google Earth

- **Analyse climatique de la ville**

Le climat de la ville de Dunkerque est tempéré océanique, il est généralement frais et humide, pluvieux et venteux toute l'année, mais surtout en automne et en hiver.

III.1.3. Analyse du projet

Cet immeuble anciennement dédié à des besoins logistiques du port de la ville représente, aujourd'hui, après rénovation, un nouveau centre de gestion, d'information et de recherche au sujet de la ville durable.

Le projet imposait de construire dans le construit. Pierre-Louis Faloci assume cette prise de parti franche qui se théâtralise par une faille centrale révélant l'ancienne et la nouvelle histoire constructive du lieu.³⁷



Figure 160 : La halle en pleins travaux
Source : www.halleauxsucres.fr



Figure 159 : Réhabilitation de la halle
Source : www.halleauxsucres.fr

Cette phrase faille traverse, dans la longueur, les murs du bâtiment original.

Les murs de l'édifice ont été entièrement évidés pour laisser place au nouveau programme.

Le projet ne conserve que l'enveloppe et génère quatre planchers au lieu de trois initialement.

L'architecte y crée également une rue montante devenant un accès d'apparat où piéton l'on redécouvre peu à peu le paysage singulier du port.



Figure 161 : faille traversant l'édifice
Source : www.static.actu.fr

³⁷ Architecture et Design magazine. Pierre-Louis Faloci : Halle-aux-sucres [en ligne]. Disponible sur : <https://www.muuz.com/magazine/rubriques/architecture/47917-pierre-louis-faloci-halle-aux-sucres.html>

La pente de pavés de 10 % qu'il faut emprunter pour accéder à l'entrée du lieu cisailé en deux permet de mesurer les transformations intérieures et surtout la place donnée à la lumière naturelle, grâce à de larges surfaces vitrées.



Figure 163 : Façade à triple vitrage
Source : www.halleauxsucres.fr



Figure 162 : Accès principal à la halle
Source : www.halleauxsucres.fr



Figure 164 : Entrée principale de la halle
Source : www.halleauxsucres.fr

L'architecte explique : « Nous utilisons du triple vitrage et nous pompions l'eau de la mer pour chauffer le bâtiment par les planchers. La consommation de ce système, qui comprend deux pompes de chaleur, représente le quart de la consommation d'une chaudière classique. ».

La faille centrale au projet permet d'apporter de la lumière et de l'air nécessaire à la nouvelle destination du lieu.

D'un côté, on aperçoit des agents en réunion, dans la partie réservée aux professionnels de la ville : l'agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque, le Centre de mémoire urbaine de l'agglomération, le centre national de la fonction publique, l'institut national spécialisé d'études



Figure 165 : Coupe schématique de la halle aux sucres
Source : www.cnfpt.fr

territoriales et des services de la communauté urbaine de Dunkerque.

De l'autre, on saisit quelques éléments des différents niveaux qui composent le Learning Center, un pôle de ressources et d'expertises de la ville durable. Les archives de Dunkerque, au sous-sol, et le restaurant près de l'entrée formant le pont entre les deux ailes du nouveau bâtiment.



Figure 166 : Coupe schématique du Learning Center
Source : www.cnfpt.fr

Divisé en deux, le programme est réparti ainsi :

Le côté des professionnels de la ville dispose de quatre niveaux de travail, bureaux et salles de cours ; De l'autre, les archives du territoire, utilisent quatre plateaux d'exposition et un centre de ressources accueillant tous les publics.



Figure 167 : Coupe schématique
Source : www.cnfpt.fr

Le Forum, situé en bout de rampe au R+1 réunit les deux ailes, comme une place publique, pour inviter aux échanges entre publics et professionnels. Des salles de travail, un auditorium et un belvédère avec une vue imprenable sur le port et la ville de Dunkerque.



Figure 169 : Le forum de l'intérieur
Source : www.fermadour.com



Figure 168 : Le forum de l'extérieur
Source : www.lepoint.fr

Les espaces composant cet édifice sont

Songes de jardin ;

Espaces publics numériques ;

Auditorium ;

Espaces de travail ;

Salle de visio-conférence ;

Patio ; Centre de la Mémoire Urbaine de l'agglomération.

Terrasse ; Centre de ressources ; Belvédère.



Figure 170 : L'espace d'exposition
Source : www.loisiramag.fr



Figure 172 : Le patio de la halle
Source : www.lepoint.fr

Un écran tactile et rotatif à 360° installé en haut du belvédère permet de lire la ville en réalité augmentée.



Figure 171 : Muséographie
Source : www.formation-exposition-musee.fr

La halle aux sucres donne à voir et à découvrir la ville. Une exposition permanente à la muséographie ludique et aérée invite chacun à s'interroger sur ce qu'est une ville. Maquettes, vidéos, témoignages, jeux de devinettes, ouvrages mis à disposition interrogent sur les transports, l'urbanisation, l'écologie et le temps.



Figure 173 : Terrasse / Restaurant
Source : www.halleauxsucres.fr



Figure 175 : L'auditorium de la halle
Source : www.lamm.it



Figure 174 : Le patio
Source : www.jepi-dunkerque.fr

L'intuition du Learning Center, c'est de pouvoir travailler en se promenant. Il est toujours possible de s'installer sur des coussins ou fauteuils dans les surfaces d'expositions ou à une table du centre de ressources riches de 8 000 ouvrages. Les thèmes abordés permettent de réfléchir aux défis de la transition énergétique, environnementale, économique et sociale de la ville de demain.

D'ici 2050, 75 % de la population mondiale sera urbaine. « Nous voulons sensibiliser la population, insiste Patrice Vergriete. Que ce ne soit surtout pas un lieu vide, sans âme. Nous aimerions accueillir des chercheurs en résidence. »

Conçue selon des **critères de haute qualité environnementale**, la réhabilitation de la Halle aux sucres par l'architecte Pierre-Louis Faloci privilégie de façon remarquable :

- Un éclairage naturel généralisé du bâtiment ;
- Un système de chauffage et réfrigération à partir de deux pompes à chaleur alimentées par l'eau de mer, qui distribue la température à travers les planchers et plafonds.
- La construction de quatre niveaux dans un bâtiment qui en comptait trois a permis de disposer de volumes compacts, garants d'une meilleure efficacité énergétique.

Enfin, la conception a également pris en compte :

- L'emprise du vent ;
- Le confort hygrométrique ;
- L'isolation acoustique ;
- La qualité de l'air.

IV. Synthèse

IV.1. La comparaison entre les deux projets

- Les deux projets représentent la bibliothèque du futur qui réinvente l'apprentissage en proposant une approche avant-gardiste de la pédagogie avec l'utilisation de nouvelles technologies.
- Ils contiennent différents espaces comme le forum, des espaces d'expositions, des espaces de travail, des espaces numériques, ainsi que des terrasses.
- Ils favorisent l'interaction et l'échange permanent entre les individus ce qui permet de stimuler la recherche et l'initiation.

- L'idée principale des deux projets est de devenir un point de rencontre entre les différents utilisateurs afin de créer un espace public vivant.
- Les espaces intérieurs sont conçus de manière à voir une certaine hiérarchie.
- La gestion de la lumière est un point essentiel dans les deux projets, on remarque l'utilisation des patios et des brises soleils.
- Ils prônent tous les deux l'économie d'énergie, le développement durable ainsi que le respect de l'environnement, en offrant un bon confort thermique et acoustique, une ventilation naturelle et un éclairage naturel, devenant ainsi des bâtiments à basse consommation d'énergie.

IV.2. Organigramme des zones d'activités principales

A travers les analyses effectuées, nous avons construit le programme de notre projet « le Learning Center » autour de ces quatre activités principales.

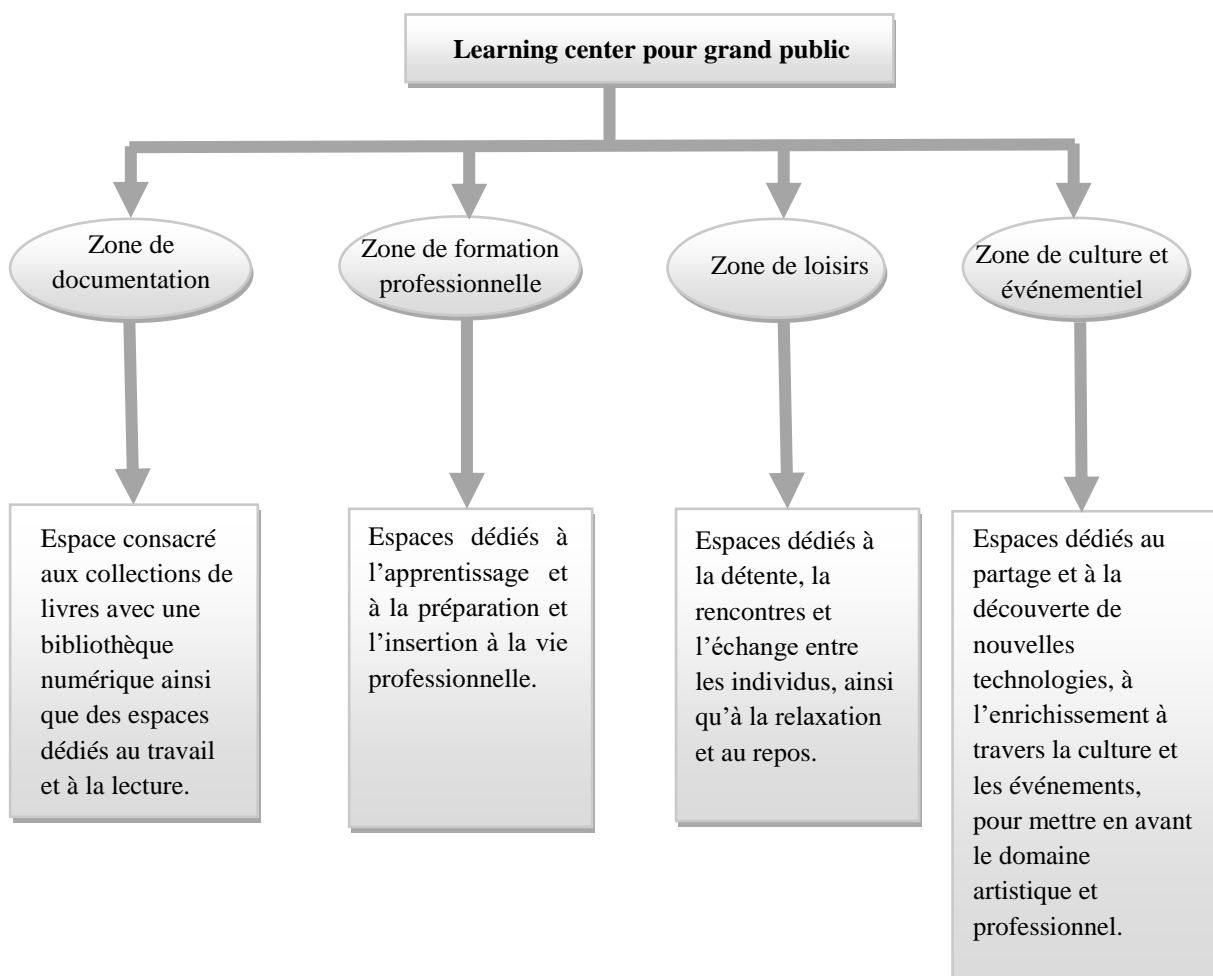


Figure 176 : principales zones d'activités du Learning center.

Source : auteurs.

V. Programme qualitatif et quantitatif

Activité principale	Espaces	Indice surfacique (m ²)	Utilisateurs	Ambiances et exigences fonctionnelles
Accueil	Hall d'accueil Espace de réception et d'orientation	25-30 15-25	Grand public	Espace ouvert, ensoleillé et bien aéré
Documentation	Accueil Bibliothèque multimédia Collection de livres scientifiques et littéraires	10-15 70-80 50-70	Elèves Etudiants Formateurs Grand public	De grands Espaces ouverts, flexibles, aérés et éclairés par des façades vitrées avec un contrôle de lumière (brises soleil) (lumière naturelle diffuse et indirecte)
	Espace de lecture intérieur Espace de lecture extérieur (l'espace nature) Bulles de travail	100-150 350-450 (5-10) × 8		Pénétrer la nature à l'intérieur de l'espace. Espace extérieur en pleine nature
Enseignement et formation	Bureau d'insertion professionnelle Ateliers de formation et d'insertion professionnelle Salles informatiques Salle serveur Salle d'innovation pédagogique	15-25 15-50 60-70 25-35 120-135	Elèves Etudiants Formateurs Grand public	Salles spacieuses, fermées ou ouvertes, bien éclairées, modulables avec des cloisons amovibles, criblés de végétation et munis de matériels adéquats
Loisirs	Espaces intérieurs : Espaces de détente Terrasse de rencontre et d'échange Espaces extérieurs : Jardin Pépinière Espace de détente et de consommation Aire de jeux Espace Buvette	30-95 500-600 150-160 100-150 200-300 400-500 200-300	Grand public Elèves Etudiants Formateurs Grand public Grand public Elèves Etudiants Administrateurs	Espaces libres et flexibles qui sont liés entre eux Diversité d'espaces pour une diversité d'activités Espace extérieur de détente imprégné de végétation
Culture et événementiel	Auditorium Espaces écocitoyenneté et environnement Boxe de réalité virtuelle	150-200 35-45 15-20	Grand public	Espaces fermés avec un contrôle de lumière plus pointu (éclairage spécifique)

	Espaces d'expositions Espace dédié à la culture locale kabyle Librairie	70-80 60-70 25-30	Grand public	Espaces ouverts, spacieux avec un éclairage naturel contrôlé par les brises soleil associés à l'éclairage artificiel
Consommation	Bar à café Self-service : Espace de consommation Cuisine Espace de stockage	5-10 110-150 20-25 10-15	Grand public Elèves Etudiants Administrateurs	Espaces ouverts, lumineux et spacieux avec un confort
Office	Accueil Salle d'attente Bureau d'inscription Bureau du directeur Bureau de secrétaire Service des ressources humaines Salle de réunion Salle d'Archives	5-10 15-25 10-15 10-20 5-15 10-20 15-20 10-20	Personnels Administrateurs	Espaces définis, bien séparés et modulables munis du matériel nécessaire et mobilier adéquat
Support et logistique	Locaux techniques : Chaufferie Groupe électrogène Maintenance et dépôt Salle d'entretien Salle technique	30-40 20-25 25-30 5-10 5-10	Personnels techniques	Espaces inaccessibles pour le public
Services	Vestiaire Sanitaires : hommes/femmes publics Sanitaires : hommes/femmes privé	10-15 15-20 5-10	Etudiants Grand public Administrateurs Enseignants	Espaces fermés et bien aérés munis de mobiliers adéquats
Circulation	Hall Circulation horizontale : Couloirs Circulation verticale : Escalier public Escalier et ascenseur publics Escalier et ascenseur privés	20-30 2m de largeur minimum 25-35 25-35 25-35	Grand public Elèves Etudiants Personnels Grand public Personnels	Espaces doivent être larges, éclairés et bien aérés Espaces dégagés et lumineux
Stationnement	Parking	250-280	Grand public Personnels	Grand espace accessible pour tous

Tableau 6 : programme quantitatif et qualitatif du projet.
Source : auteurs.

CHAPITRE III

CHAPITRE

ARCHITECTURALE

I. Démarche du projet

I.1. Idéation

Notre site d'intervention est un terrain rare et réservé au centre de la ville de Tizi-Ouzou, sa flore très diverse constitue une véritable richesse. Notre volonté est de préserver le maximum de cette végétation et de concevoir un projet qui puisse profiter de son immersion dans un paysage botanique pour offrir aux occupants une expérience visuelle et auditive en constante évolution.

Notre idée de base est donc de créer une architecture qui réconcilie l'humain et son bâti avec la nature, notre projet permettra de reconnecter les personnes avec les systèmes et les processus naturels car cela présente de nombreux avantages pour le bien-être.

Se fondre dans le contexte de verdure rarement vu dans notre ville est le but ultime de ce projet.

I.2. Conceptualisation

Les concepts phares de notre projet :

La fusion entre le naturel et l'artificiel : L'idée est d'intégrer le projet sans nuire à l'image paysagère et, de ce fait, repenser formes et fonctionnalités au profit d'une symbiose harmonieuse entre nature et civilisation.

La fluidité : Elle permet de caractériser un espace qui de manière métaphorique « coule ». En des termes plus concrets, un espace où la déambulation est continue, sans limite matérielle traditionnelle et qui ne suivrait pas nécessairement une logique orthogonale mais au contraire organique.

I.3. Le processus de conception

Cette étape repose sur la matérialisation des synthèses précédentes en mettant en avant les principes et les méthodes d'élaboration de notre projet, qui s'appuie sur :

- Les données physiques et climatiques du site sont à prendre en considération pour définir les axes et les directions.
- Les stratégies bioclimatiques.

En partant du principe de préserver la riche végétation existante sur notre terrain, notamment les grands arbres centenaires et les palmiers majestueux de différentes hauteurs,

présentant des stipes massifs allant jusqu'à près de 20m de diamètre et de 6 à 8m de haut gracieusement annelés, nous avons, dans un premier temps, localiser la zone entièrement recouverte de cette végétation qui formera le noyau central de notre projet.

➤ **Etape 01 : Lignes directrices et axe de promenade**

A partir du centre de ce noyau, nous avons créé trois axes selon trois directions différentes qui nous permettront de savoir comment concevoir un projet qui s'intègre parfaitement dans son contexte naturel et qui révèle sa richesse végétale.

Un axe fort de visibilité qui se projette jusqu'à la partie basse de notre terrain (côté sud) et qui s'allonge en une ligne déformée créant ainsi un parcours sinueux.

Un axe qui se développe du côté Nord-Ouest

Un axe qui se développe du côté Nord

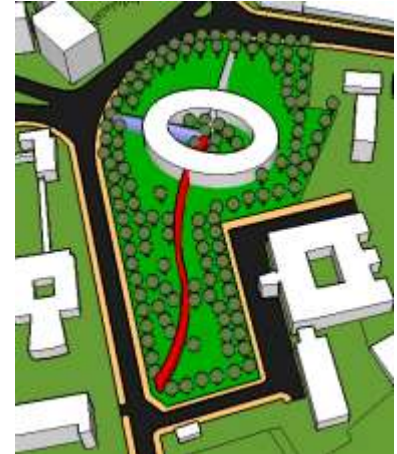


Figure 177 : Principaux axes
Source : auteurs.

Ces trois principaux axes forment une véritable connexion et continuité entre les différentes parties du terrain et marqueront les points forts de notre projet.

➤ **Etape 02 : Formalisation du projet**

Nous avons pensé à une forme qui protégera et mettra en avant la nature car elle devient le sujet principal de notre architecture. C'est pourquoi, notre projet vient se développer autour du noyau central, ainsi, un patio se dessinera en forme d'ellipse.

Partant du concept de fusion, de fluidité et de mouvement, nous nous sommes penchées pour une forme organique.

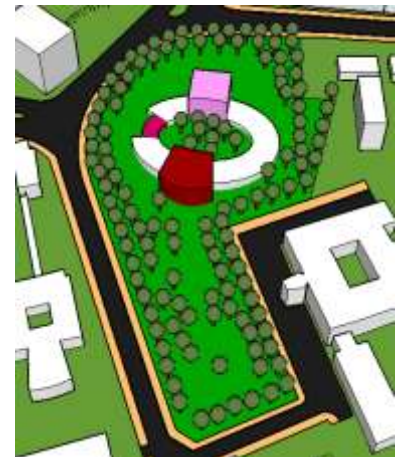


Figure 178 : Formalisation du projet
Source : auteurs.

➤ **Etape 03 : Matérialisation de la forme**

Pour la matérialisation de la forme lors du premier essaie nous nous sommes orientées vers la création d'un volume compacte et unie qui découle du centre et qui l'entoure. Ce volume s'étend en horizontalité.

Afin d'atténuer cette horizontalité qui résulte selon l'orientation Est-Ouest, nous avons fait émerger des volumes qui se développent en verticalité suivant les directions des trois principaux axes de notre terrain en créant des décrochements selon les exigences fonctionnelles.

Cependant l'aspect massif et lourd de la forme, nous a incités à l'alléger et à l'aérer pour créer un mouvement et assurer la fluidité recherchée dans notre projet. Pour cela, nous avons créé des courbures convexes et concaves qui permettent de percevoir le projet d'une manière continue et sans limite ressemblant à celui de la nature.

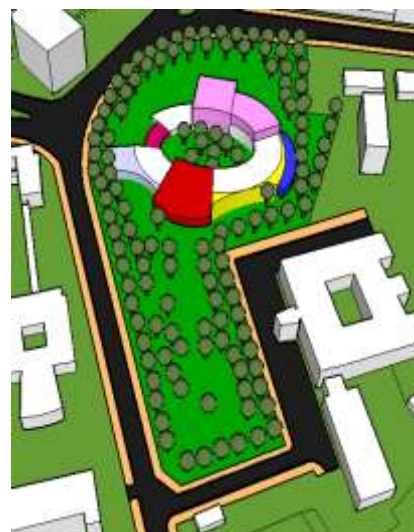


Figure 179 : Matérialisation du projet
Source : auteurs.

➤ Etape 04 : Projection de l'entité du projet en fluidité

L'entité créée autour du noyau central dans la partie haute du terrain sera exploitée pour intégrer les différentes activités du programme imaginé dans le projet, à différents niveaux, où l'utilisateur est invité à faire une promenade dont le but est de retrouver ce principe de continuité émis à l'extérieur, également à l'intérieur du projet.

Chaque niveau représente des activités distinctes à caractère pédagogique, culturel, administratif et de loisirs, tous connectés les uns aux autres.

Nous avons aussi défini des espaces à l'extérieur du projet, avec diverses activités liées à la pédagogie et aux loisirs en prenant en compte les espaces végétalisés et non-végétalisés du terrain.

➤ Etape 05 : Traitement de la volumétrie selon les exigences bioclimatiques

Le patio central permettra à la construction de bénéficier de lumière naturelle et de ventilation entièrement naturelle ainsi de contribuer au chauffage naturel en hiver, et de disséminer les surchauffes provoquées par les grandes ouvertures en été.

Adopter la stratégie de végétalisation au niveau du toit et des terrasses qui permettra le confort des espaces extérieurs-intérieurs.

II. Description du projet

Notre projet architectural Learning Center présente une structure qui répond au besoin de concevoir un projet homogène, innovant dans sa forme, mais aussi, pratique dans son usage. Il s'inscrit dans une démarche d'intégration dans son contexte naturel qui constitue le support d'inspiration pour son élaboration.

Il est d'une superficie de 2500m², implanté sur un terrain d'1ha et présente des gabarits qui varient entre R+1 et R+2.

C'est un ensemble formé de plusieurs parties animées par une cour intérieure (un patio central) dans l'optique de préserver sa végétation et de renforcer la mixité sociale et la notion d'échange convivial. Marcher dans les bois et brouiller l'expérience intérieure/extérieure est l'attraction conçue pour ce projet.



Figure 180: The green Learning Center
Source : auteurs.

II.1. Logique d'implantation

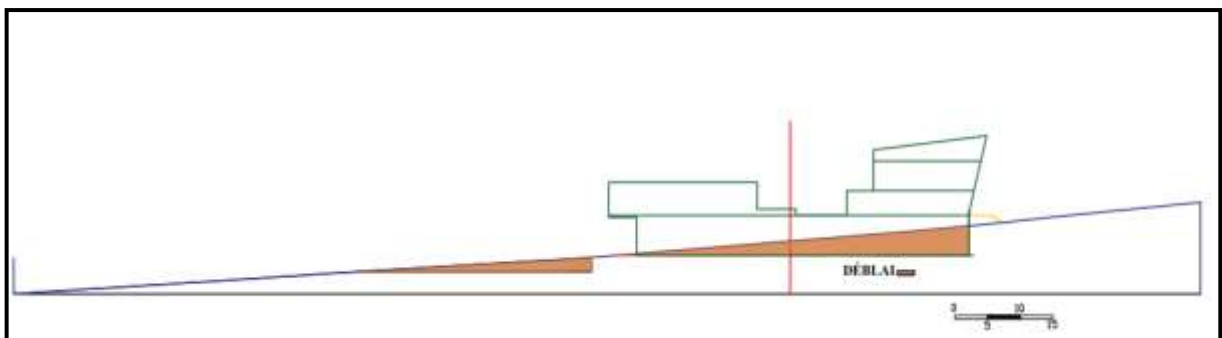
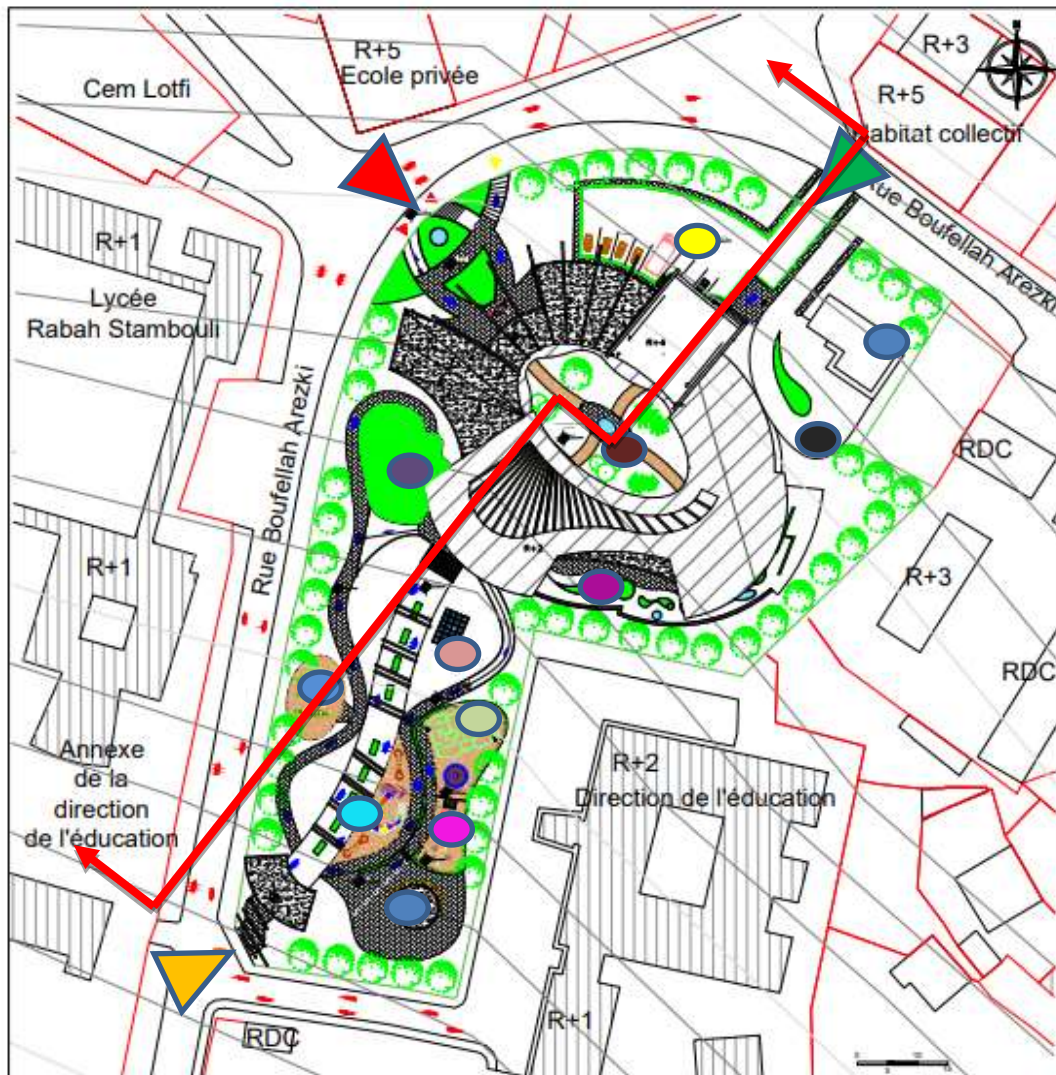


Figure 181 : coupe d'implantation du projet.
Source : auteurs.

II.2. Plan de masse



- | | | | | | |
|--|--------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------|
| | Accès mécanique | | Parking | | Serre |
| | Accès | | Locaux techniques | | Labyrinthe |
| | Accès grand public | | Aire de | | Aire de jeux |
| | Promenade architecturale | | Espace de travail extérieur | | Buvette |
| | | | Jardin botanique | | Aire de détente |
| | | | | | Patio |

II.2.1. Accessibilité

Notre projet occupe une place stratégique car il peut être considéré comme étant le point d'articulation entre les différents équipements éducatifs qui se trouvent à proximité de notre zone d'intervention.

Notre projet est accessible par la rue Arezki Bouffelah qui le borde des deux côtés Nord et Ouest.

Il est desservi par trois accès ; 2 accès piétons ; l'un du côté Ouest, l'autre du côté Sud-Ouest et un accès mécanique du côté Nord.

L'accès principal dédié au grand public s'effectue du côté Ouest, l'entrée à notre projet est matérialisée par des éléments en bois qui ressortent et qui marquent le seuil, qui constitue la condition spatiale de la rencontre et du dialogue entre des espaces d'ordres différents.



Figure 182 : entrée principale à l'Ouest
Source : auteurs.

L'accès secondaire dédié au grand public se fait du côté Sud-Ouest et marque le point de départ de la promenade architecturale que nous avons voulu créée dans notre projet.



Figure 183 : entrée principale au Sud-Ouest
Source : auteurs.

L'accès du côté Nord est prévu pour le personnel, les véhicules de livraison et de secours.

Le parking est dégagé à la périphérie du projet dans le but de réduire le flux de circulation mécanique au sein de notre projet et d'assurer un maximum de confort acoustique.



Figure 185 : parking
Source : auteurs



Figure 184 : l'accès du côté Nord
Source : auteurs

II.2.2. Aménagement extérieur

Le besoin biologique des humains de maintenir une connexion avec la nature est assuré dans notre projet, sa végétation riche et particulière procure aux gens une variété sensorielle qui les invite à faire une pause, à toucher, à regarder et à écouter...

C'est pourquoi nous avons aménagé plusieurs espaces extérieurs ;

- **La cour intérieure**

Notre projet Learning Center se déploie autour d'une cour intérieure riche en végétation. Le vitrage généreux au Rez-de-chaussée et à l'étage permet de créer une connexion visuelle entre les différentes parties du projet.



Figure 186 : cour intérieure
Source : auteurs.

Il permet aussi la connexion avec l'extérieur depuis les aires de circulations. La cour nous offre également une connexion avec les changements de soleil et des nuages, tout en contribuant au sentiment de cocon de protection.

Le bois est mis en valeur pour créer des espaces chaleureux et protecteurs, son utilisation a pour but de renforcer le lien de chaque personne avec la nature, il s'agit d'un matériau naturel qui permet de répondre aux critères de durabilité et de résistance qu'exigerait notre projet.

- **Le parcours / La promenade architecturale**

On retrouve une allée fleurie ombragée qui se faufile entre les arbres pour conduire d'une section du jardin à une autre, il s'agit d'une passerelle contemporaine en arc et pergola qui ajoute un intérêt visuel et définit l'espace dans le jardin.



Par ce geste, on soulève l'intérêt du **Figure 187** : parcours de la promenade architecturale
Source : auteurs.

parcours, de la déambulation et de la promenade architecturale qui ont le pouvoir de générer du savoir, d'accentuer les perceptions sensorielles, d'expérimenter l'espace ou le territoire différemment ou d'intensifier sa découverte.

- **Aire de jeux**

Il est nécessaire de garder à l'esprit qu'une aire de jeux pour enfants doit être un environnement stimulant, interactif, multifonctionnel et sûr.

Notre aire de jeux est bordée par une ceinture verte qui agit comme un bouclier visuel et acoustique. L'ensemble de la surface se caractérise par la présence de jeux multifonctionnels et créatifs destinés à divertir les enfants de tous âges avec des capacités motrices différentes.

Notre aire de jeux se présente de la façon suivante :

- Le labyrinthe
- Les jeux classiques (Balançoires, toboggans, petites maisons, jeux d'escalades...)



Figure 188 : aire de jeux
Source : auteurs.

- **Parking**

Des abris-auto sont prévus pour le parking plein air, ils protègent les voitures des intempéries telles que la pluie, le vent ou la grêle sur une grande surface.



Figure 189 : Parking avec abris-auto
Source : auteurs.

- **Salle de lecture extérieure**

Nous avons projeté des espaces de travail extérieur afin que les étudiants puissent profiter de la nature tout en travaillant.



Figure 190 : espace de travail extérieur
Source : auteurs.

II.3. Lecture des façades

Les traitements des façades sont inspirés du contexte du site, on retrouve :

- La végétation au niveau des toits et des terrasses (le projet fusionne avec la nature)
- Des façades en mouvement et en fluidité, avec un traitement d'ouvertures horizontales, sur lesquelles sont posés des éléments horizontaux qu'on retrouve au niveau des différentes façades du projet.
- Des éléments verticaux arborescents en bois viennent structurer nos façades et font références aux branches et troncs d'arbres qui tendent à casser cette régularité.
- Des lamelles en bois au niveau des façades de la cour intérieure (patio central), ainsi que sur les toits créant un certain esthétisme au projet et des ambiances filtrées à l'intérieur des espaces.
- La pierre est utilisée suivant le principe des façades déchirées. Elle renvoie à la montagne et à la maison traditionnelle kabyle. Ainsi, ces parties des façades expriment l'émergence de la pierre à partir du sol, donnant l'impression que le projet est né des entrailles du site.
- La double toiture percée par des pergolas bioclimatiques qui allège la forme et permet de poursuivre cet effet de mouvement.

A travers la façade principale on aperçoit l'entrée vers le Learning center :



Figure 191 : façade principale du côté Ouest.
Source : auteurs.

A travers la façade principale du coté sud on aperçoit le parcours menant vers l'entrée au Learning center.



Figure 192 : façade principale du côté Sud.
Source : auteurs.



Figure 193 : façade principale du côté sud.
Source : auteurs.

On aperçoit à travers la même façade, l'entrée et l'espace de lecture extérieur.



Figure 194 : façade secondaire Nord.
Source : auteurs.



Figure 195 : façades intérieures du patio central.
Source : auteurs.

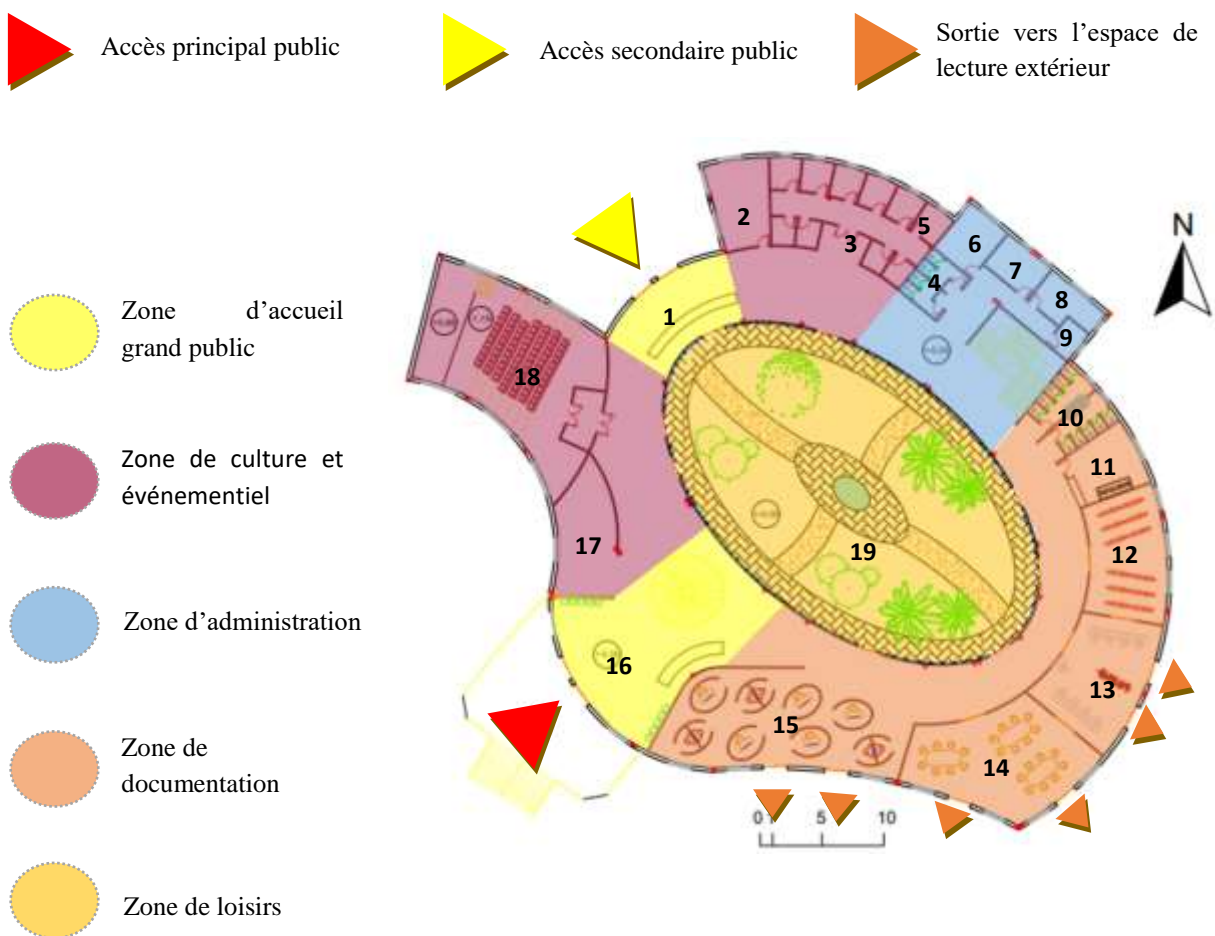
On aperçoit également à travers la façade secondaire nord, l'accès privé ainsi que le parcours vers le parking. On distingue aussi des façades du patio donnant sur la cour intérieure dédié à la rencontre.

III. Fonctionnement intérieur

III.1. Description du plan intérieur

Notre projet est composé de plusieurs zones d'activités disposés selon l'orientation des façades, les exigences fonctionnelles et spatiales des espaces, et les besoins des utilisateurs, à savoir : zones d'accueil, zone d'éducation et de formation, zone de culture et de loisirs, zone d'administration.

III.1.1. Description du plan du rez-de-chaussée



Légende :

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Accueil et réception du public | 12. Collection de livres |
| 2. Espace écocitoyenneté et environnement | 13. Bibliothèque multimédia |
| 3. Box de réalités virtuelles | 14. Salle de lecture intérieure |
| 4. Sanitaires | 15. Bulle de travail |
| 5. Salle technique | 16. Espace d'accueil et d'exposition |
| 6. Bureau d'inscription | 17. Espace dédié à la culture kabyle |
| 7. Salle serveur | 18. Auditorium |
| 8. Salle d'archive | 19. Patio |
| 9. Salle d'entretien | |
| 10. Sanitaires homme/femme | |
| 11. Librairie | |

Figure 196 : plan de RDC.

Source : auteurs

Le plan du RDC est de forme organique, avec un patio central sous forme de sphère d'où s'articule autour une entité sphérique et arquée, percée par quelques volumes géométriques.

Le RDC accueille le grand public à savoir : les étudiants, les élèves, les employés, ou de simples citoyens cherchant un besoin particulier dans le programme proposé.

Au niveau du RDC, il existe deux entrées principales vers l'intérieur : la première venant de l'entrée sud du terrain, et la deuxième venant de l'entrée nord-ouest du terrain. Chacune d'elle donne sur un hall d'accueil dédié au grand public.

Le niveau se compose de plusieurs zones d'activités, séparées par des cloisons amovibles, qui s'organisent autour du patio central (cour intérieure), et qui se fondent dans un flux continu ou il n'y a pas de réelles barrières entre les différents espaces. Par conséquent, ils deviennent modulables selon les besoins et comforts des utilisateurs.

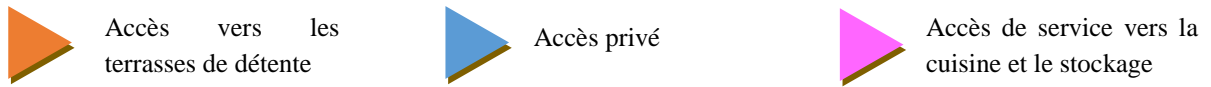
Le plan contient **deux zones d'accueil**, dont une est orienté au nord-ouest et une autre au sud. Elles permettent de recevoir le grand public, de l'orienter et de lui communiquer les informations nécessaires selon ses besoins.

On retrouve **la zone d'administration** qui est constitué d'un bureau d'inscription, d'un bureau d'insertion professionnelle, et d'une salle d'archive qui sont tous orientés vers le nord pour des raisons de confort thermiques et acoustiques.

On a **la zone de documentation** qui regroupe la collection de livres littéraires, scientifiques et techniques, la bibliothèque multimédia, ainsi qu'un grand espace de lecture, ces espaces nécessitent le calme et la concentration. Ils sont accompagnés de huit bulles de travail individuel ou collectif. Ces espaces sont orientés vers le nord-est et le sud-est profitant alors du soleil et de la ventilation naturelle.

On a également **la zone de culture et événementielle** qui réunit dix boxes de réalité virtuelle orientés vers le nord car le besoin en lumière est minime. Puis on a l'auditorium, l'espace dédié à l'artisanat kabyle, et l'espace d'exposition caractérisé par son plan libre qui sont à eux orientés vers le sud et sud-ouest. On distingue aussi **des espaces de services** qui se trouvent dans les différentes zones, tel que : la salle technique, la salle serveur, et la salle d'entretien.

III.1.2. Description du plan du 1^{er} étage



Légende :

1. Accueil
2. Salle d'attente
3. Sanitaire
4. Stockage
5. Cuisine
6. Self-service
7. Bar à café
8. Espace de consommation
9. Sanitaires
10. Salle d'innovation pédagogique
11. Bureau d'insertion professionnelle
12. Ateliers de formation
13. Vestiaire
14. Salle informatique
15. Espace de détente intérieur
16. Terrasse de détente

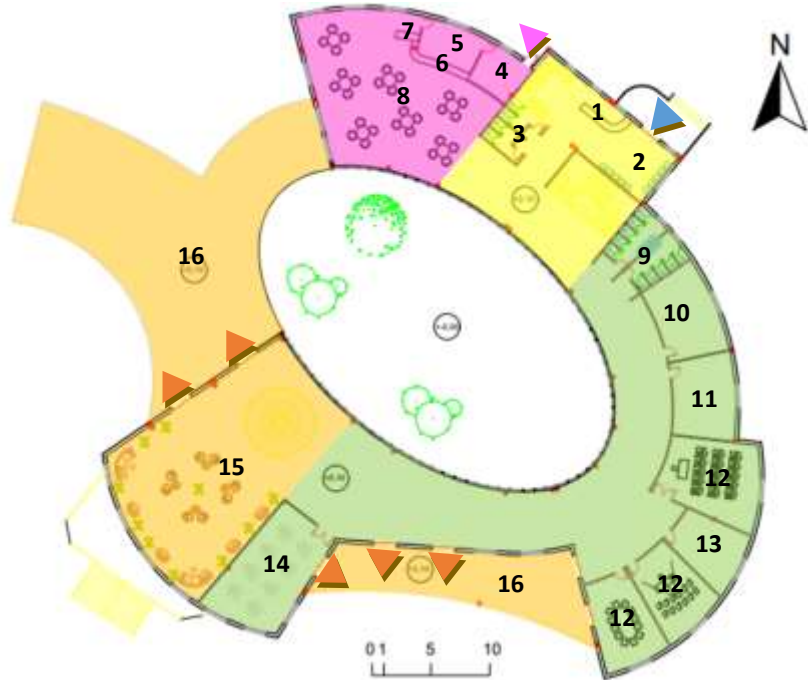


Figure 197 : plan du R+1.
Source : auteurs.

Le plan du premier étage est une continuité du principe de mouvement qu'on retrouve au niveau du RDC, avec des arcs créés à partir de la spirale centrale. La forme a été évidée dans certaines parties afin d'ériger des terrasses.

On trouve dans le plan du premier étage plusieurs zones d'activités accessibles pour le grand public et pour le personnel.

On retrouve dans **la zone d'accueil**, un espace de réception réservé aux personnels administratifs du Learning center et une salle d'attente qui sont orientés vers le nord.

On a **la zone d'enseignement et de formation** qui regroupe plusieurs grands ateliers modulables dans le but d'acquérir des connaissances dans divers domaines professionnels tel que les formations en informatique, en gestions, en langues...etc. Ainsi qu'une salle informatique, une salle d'innovation pédagogique qui nécessite d'adapter l'environnement de

travail des étudiants et des enseignants en utilisant l'internet et les écrans numériques pour l'apprentissage, et un bureau d'insertion professionnelle. Ces espaces sont orientés vers le sud-est et le sud-ouest.

On a aussi **la zone de loisirs** qui est constitué d'un espace de détente orienté vers le nord, et de deux terrasses accessibles orientées vers le sud, qui sont consacrées à la détente, à l'échange et aux rencontres entre les utilisateurs

On a également **la zone de consommation** qui se compose d'un espace de stockage, d'une cuisine, d'un bar à café, d'un self-service et d'un grand espace de consommation caractérisé par un plan libre. Ces espaces sont orientés vers le nord et le nord-est.

III.1.3. Description du plan du 2^{ème} étage

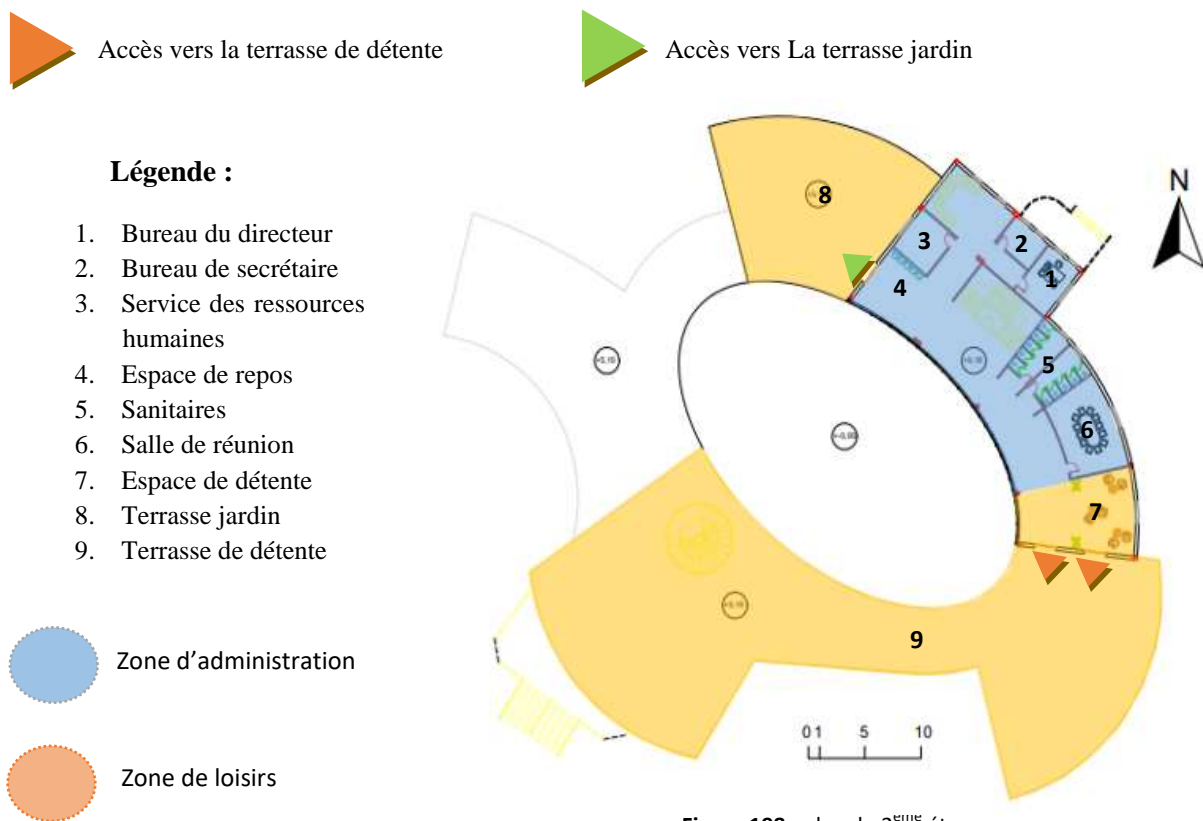


Figure 198 : plan du 2^{ème} étage.
Source : auteurs.






Le dernier étage est composé d'un seul bloc et d'une grande terrasse.

Ce plan du deuxième étage représente principalement dont : **la zone administrative** qui regroupe le bureau du directeur, le bureau de secrétaire, le bureau des ressources humaines, et la salle de réunion.

Quant à **la zone de loisirs**, elle représente l'espace de détente et de convivialité ainsi qu'une immense terrasse couverte dédié au calme et à la relaxation.

III.1.4. Circulation verticale

Légende

-  Escalier public qui mène vers les différents espaces du RDC
-  Escalier privé du personnel qui mène vers l'accueil administratif.
-  Escalier privé qui mène vers les espaces administratifs.
-  Escalier et ascenseur public qui mènent vers la zone de formation, de consommation et de loisirs.
-  Escalier public qui mène vers les espaces de loisirs et de formation.

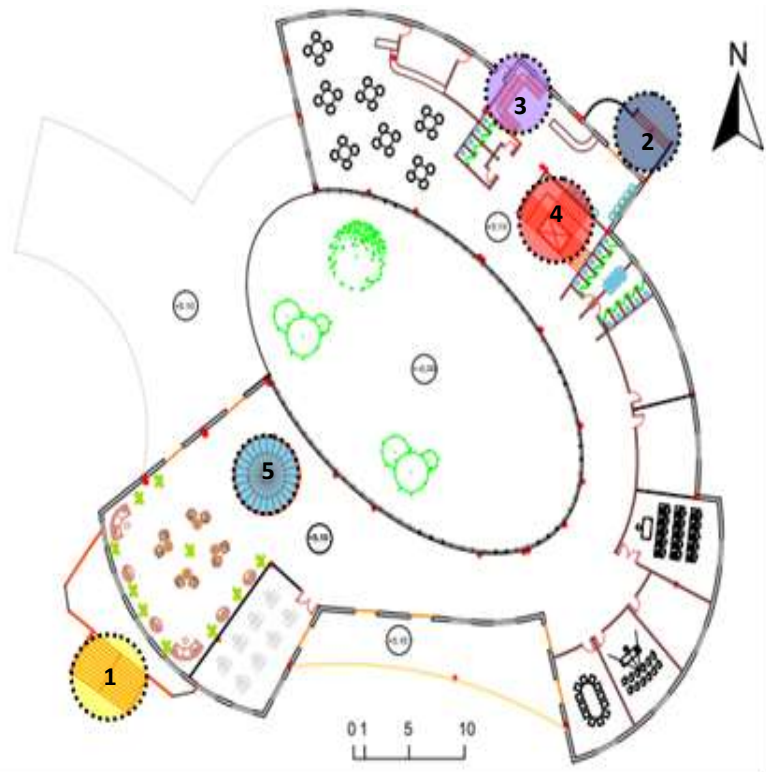


Figure 199 : plan de circulation verticale.
Source : auteurs.

IV. Approche bioclimatique

Dans le but d'inscrire notre projet dans une démarche de développement durable et d'avoir une construction bioclimatique qui permet de minimiser la consommation d'énergie et d'assurer à la fois les besoins de confort thermique et hygrothermique, nous avons mis en place différents procédés bioclimatiques dès la conception de notre projet, de la stratégie de son implantation jusqu'au choix des matériaux qui constituent son enveloppe.

Ces dispositifs de chauffage, de protections et de ventilations sont naturels et ne nécessitent pas d'équipements spéciaux pour exploiter l'énergie.

IV.1. Orientation et implantation

L'orientation du projet du côté Est-Ouest est synonyme de dégager de grandes façades exposées au Sud qui représente la partie la plus ensoleillée de notre site avec les espaces tampons au nord.

Elle permet d'assurer une efficacité énergétique par l'optimisation des apports solaires gratuits et le confort thermique des espaces sera atteint avec le minimum d'énergie consommée.

En tirant parti du terrain s'il est en pente, par une partie du projet qui sera enterré et ainsi profiter de l'inertie thermique de la terre : les déperditions seront réduites en hiver et le projet bénéficiera d'un rafraîchissement en été.

IV.2. Ventilation naturelle

Le patio, en étant le cœur et le centre de notre projet, est un espace structurant qui nourrit et se nourrit de la construction. Il représente une sorte de microcosme qui met l'entité architectural en relation avec l'extérieur, le soleil, l'air frais, la végétation et l'eau qui influent d'une manière positive sur le microclimat du patio surtout pendant la période chaude.

Il représente un outil principal dans la régulation thermique. Il permet d'imprégner les espaces intérieurs de lumière naturelle et une protection aux rayons solaires et à l'air frais, la construction de son côté, participe au confort du patio en le réchauffant par les déperditions calorifiques par rayonnement, et lui assure l'ombre et l'ensoleillement selon un rythme journalier et saisonnier.

Sur le plan architectural, il permet par sa disposition centrale d'avoir une gestion des flux cohérents et adaptés aux fonctions projetées.

Une conséquence de ce rythme des saisons est le mouvement apparent du Soleil dans le ciel :

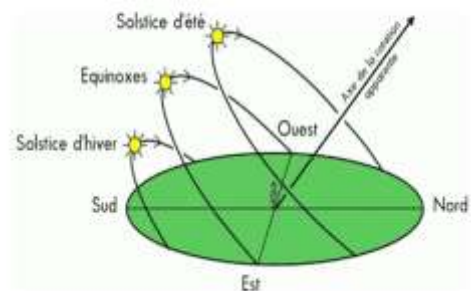


Figure 200 : course apparente du soleil en hémisphère Nord.

Source : www.slideplayer.fr

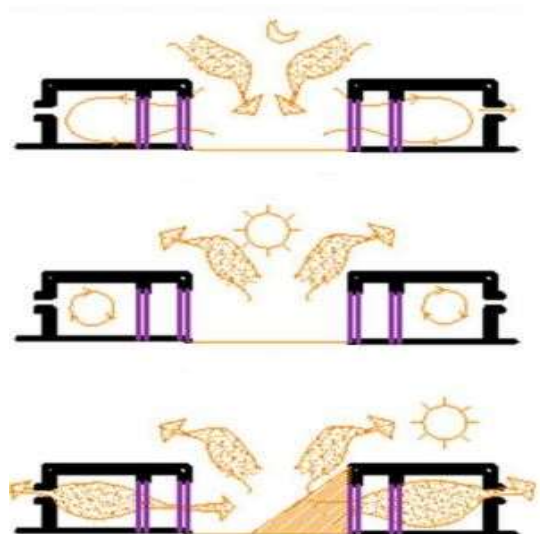


Figure 201 : Le patio, distributeur d'air, d'ombre et de soleil

Source : www.dl.ummtto.dz

Nous avons également choisi la pergola bioclimatique, dont la fonction principale est d'éviter l'effet de serre. Le but est de tirer le meilleur parti du rayonnement émis par le soleil et de laisser circuler naturellement l'air. Elle est donc une solution conçue pour réguler la température de notre terrasse de détente de manière naturelle. C'est un dispositif qui permet d'améliorer la qualité de l'air et d'assurer le confort thermique en diminuant les besoins de chauffage et de refroidissement.

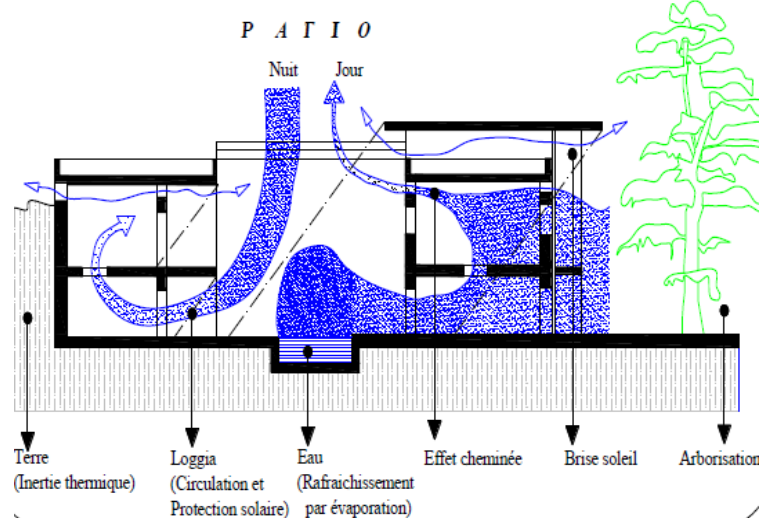


Figure 202 : Schéma de fonctionnement climatique d'un patio.
Source : CHABIM,2009

IV.3. Stratégie de rafraîchissement

La configuration géométrique du patio en forme de cuvette génère une sorte de microclimat. L'air frais qui s'y rassemble la nuit repousse l'air chaud vers le haut, autrement dit vers l'extérieur. Grâce à l'ouverture du patio au ciel, le rayonnement du sol vers le zénith renforce alors la baisse de température. Durant la journée, l'air dans le patio devient plus chaud, il remonte et s'évacue à travers les ouvertures.

Par conséquent, il permet une bonne circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment adjacent. Par contre, pendant la nuit, le processus est inversé, l'air frais ambiant circule dans le patio et entre dans les espaces intérieurs à travers les ouvertures en partie basse. Cela provoque des flux d'air dans les espaces et l'air refroidi devient chaud, puis il remonte et d'évacue à travers les ouvertures en partie haute.

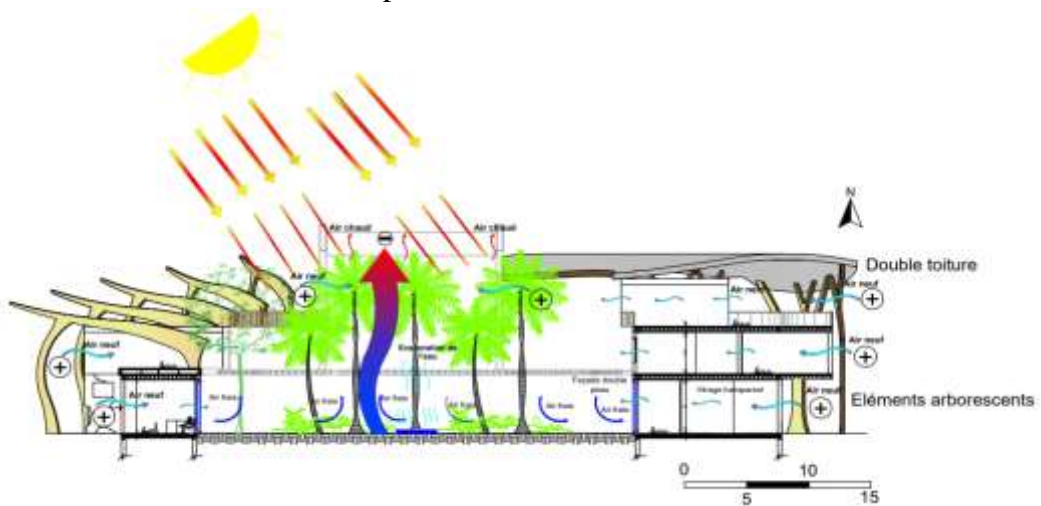


Figure 203 : stratégie de rafraîchissement.
Source : auteurs.

Ainsi, l'été, une température agréable est conservée pendant un long moment, d'autant plus que la cour est protégée de l'ensoleillement une bonne partie de la journée grâce aux ombres portées des murs périphériques.

Cependant la végétation et l'eau jouent un rôle primordial dans le patio. La végétation permet de bloquer les rayonnements solaires (créer l'ombre), quant à l'eau, grâce à son évaporation, il engendre une humidification donc un refroidissement de l'air. Ce qui implique, la diminution de la température extérieure (dans le patio), de ce fait, la réduction de la température intérieure (dans l'espace habitable).

IV.4. Stratégie de chauffage

En hiver, puisque la surface du patio central est assez grande, cela provoque une exposition des parois et le sol au soleil, donc le rapport permet de chauffer l'intérieur du patio et les espaces adjacentes à travers les murs et le vitrage. Il est considéré comme un puits de lumière car l'exposition au soleil est à son maximum. Par conséquent, un piégeage radiatif est créé.

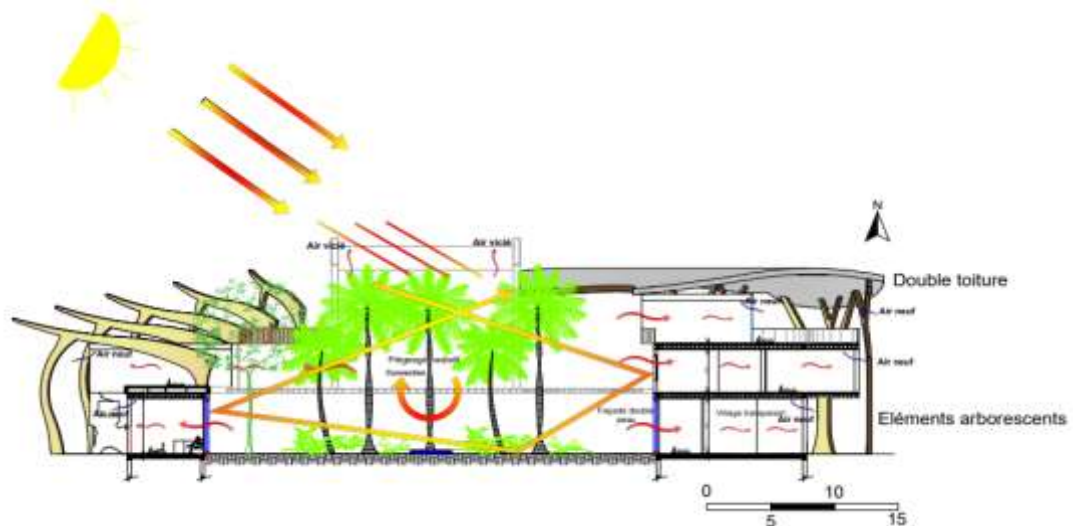


Figure 204 : stratégie de chauffage.

Source : auteurs.

IV.5. L'éclairage naturel

IV.5.1. Le puits de lumière

Le puits de lumière est un dispositif qui permet d'améliorer le confort visuel dans une construction en faisant pénétrer la lumière naturelle et par conséquent, réduire le besoin de lumière artificielle.



Figure 205 : puits de lumière

Source : veranbaie.com



Figure 206 : puits de lumière
Source : auteurs.

IV.5.2. Vitrage

• Le verre trempé translucide

Délicatesse, luminosité, intimité et protections, caractérisent parfaitement un verre trempé translucide.

Ce dernier laisse pénétrer la lumière tout en protégeant des regards indiscrets.

Ce type de verre est utilisé pour les cloisons intérieures de notre projet afin que certains espaces puissent profiter pleinement de la lumière provenant de la cour intérieure.

Nous avons également opté pour des cloisons de bureau vitrées sur allège qui assurent une luminosité entre les espaces cloisonnés comme c'est le cas pour le bureau d'inscriptions.



Figure 207 : Verre trempé translucide
Source : coteverre.fr



Figure 208 : cloisons de bureau vitrées sur allège
Source : www.espace-cloisons-alu.fr

IV.5.3. Protection solaire

• Double toiture

Le toit, aussi appelé cinquième façade d'un bâtiment, joue un rôle tant pratique qu'esthétique et garantit la protection de la construction, Néanmoins, c'est la partie qui reçoit



Figure 209 : Double toiture
Source : auteurs.

le plus de rayonnement solaire en été, pour cela, nous avons opté pour une double toiture.

Cette double toiture assure :

- La protection contre les rayonnements solaires pour éviter les surchauffes en été
- La protection contre les diverses intempéries
- Limite les échanges thermiques intérieur/extérieur.
- Sa couleur permet de réfléchir la lumière et repousse donc tous les rayons en été.



Figure 210 : Double toiture
Source : auteurs.

• Brise-soleils

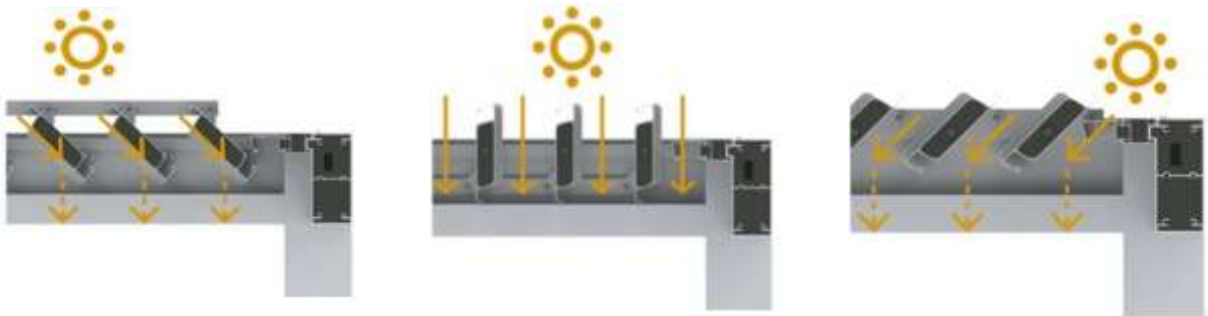


Figure 211 : L'orientation des lames de brise soleil selon les saisons.
Source : www.pergolabioclimaticasaxun.com

Le brise-soleil orientable est un dispositif bioclimatique très intéressant, il permet d'éviter l'éblouissement et d'améliorer le confort dans un équipement du point de vue thermique en été.

Dans notre projet nous avons utilisé deux types de brise-soleil orientable à savoir ; le brise-soleil vertical et le brise-soleil horizontal.

Le brise soleil vertical sera le plus utile pour les orientations Est et Ouest car il va permettre une protection efficace même pour le soleil très bas. En revanche, pour l'orientation Sud, l'avancée de toit ou une pergola bioclimatique s'avère être le plus efficace car elle permet de se protéger du soleil en été et de laisser passer les rayons solaires en hiver.

Le brise-soleil orientable est composé d'un ensemble de lames en aluminium prélaqué maintenues par des échelles de cordes et guidées latéralement dans des glissières en aluminium. Ces lames peuvent s'incliner en fonction de la protection solaire voulue.

Pour calculer les brises soleil, nous appliquons la formule suivante :

$$\text{Tg } 17^\circ = B/H / B = H * \text{Tg } 17^\circ = 0.3\text{cm}$$

Dans notre cas, nous avons opté pour un débord de la double toiture comme brise soleil horizontal pour la façade Sud.

Le diagramme solaire nous a permis de déterminer la hauteur du soleil et de calculer les avancés architecturales horizontales (débords de toit).

Le 21 juin, le soleil forme un angle maximum de 73° avec l'axe horizontal vers midi.

Pour calculer le débord de toi, nous appliquons la formule suivante ;

$$\text{Tg } 17^\circ = B/H$$

$$B = H * \text{Tg } 17^\circ = 3\text{m}$$

H ; la hauteur entre le toit et la partie basse de la plus grande ouverture du côté Sud.

Le débord de toi est de : 3m.

- **Pergola bioclimatique**

Lors de périodes de forte chaleur, la pergola bioclimatique offre la possibilité de créer un déplacement d'air sous la pergola en utilisant des phénomènes physiques naturels, permettant ainsi une régulation notable de la température ressentie. Elle sert également à diminuer les rayonnements solaires et à créer des ombrages afin de se protéger du soleil.

Les pergolas bioclimatiques permettent, durant la



Figure 212 : Brise soleil orientable vertical à l'Ouest

Source : auteurs.



Figure 213 : pergola bioclimatique

Source : auteurs.

période froide, de faire pénétrer les rayons solaires à l'intérieur des espaces et la terrasse de détente ainsi de réchauffer ces espaces tout en fournissant aux utilisateurs un environnement agréable.

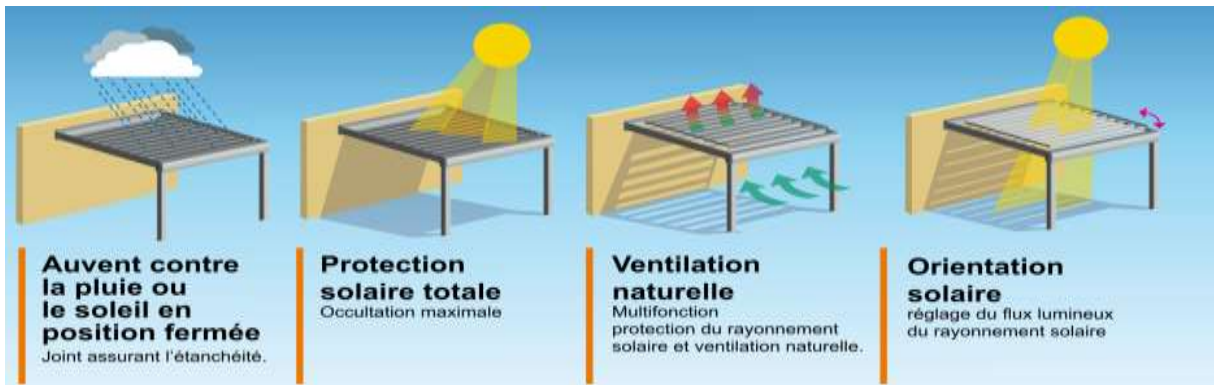


Figure 215 : fonctionnement de la pergola bioclimatique.
Source : www.geshabitat.com

• **Végétation**

La végétation participe à la protection solaire. Elle apporte un ombrage et crée un microclimat par évapotranspiration.

Le feuillage d'un arbre peut filtrer de 60% à 90% du rayonnement solaire et un tapis de végétation réduit également le rayonnement solaire réfléchi par le sol.

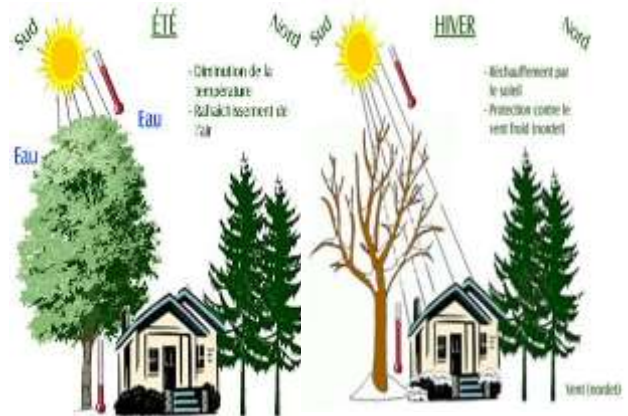


Figure 214 : végétation et confort thermique.
Source : fr2.slideshare.net (végétation et confort).

La végétation est donc un outil efficace de protection solaire et de contrôle du rayonnement.

Elle permet de stabiliser la température de l'air par rétention d'eau dans ses feuilles et par évaporation de l'eau à leur surface. Elle permet également de limiter la pollution sonore.

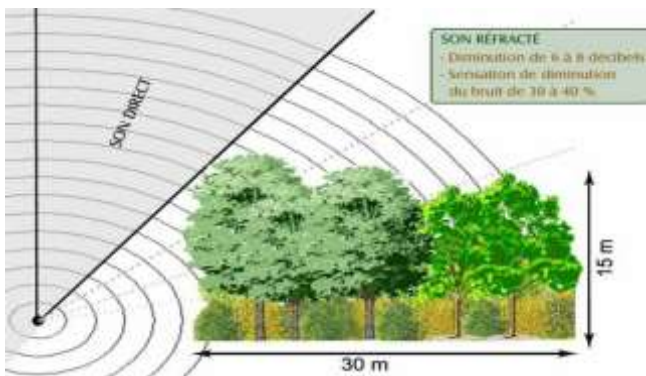


Figure 217 : végétation et confort acoustique.
Source : fr2.slideshare.net (végétation et confort).

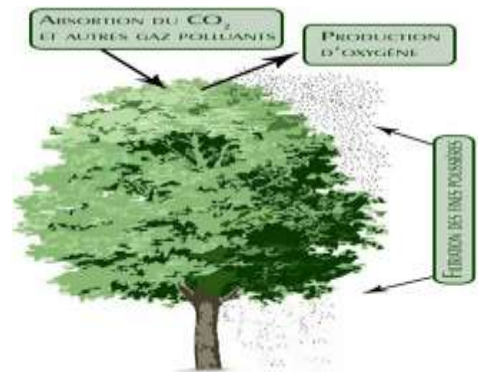
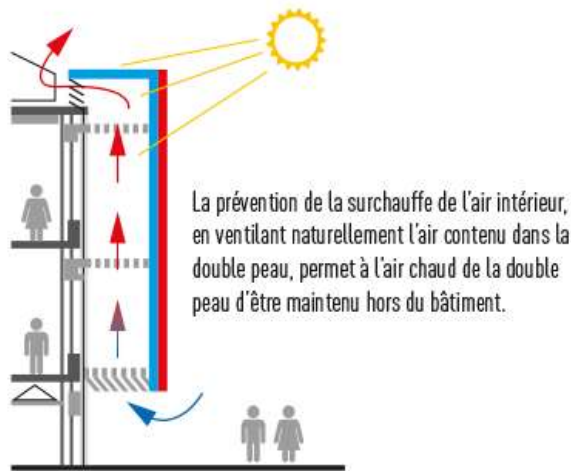


Figure 216 : filtration de l'air.
Source : fr2.slideshare.net.

Ajoutant à cela que la végétation filtre les poussières en suspension, fait écran aux vents tout en favorisant la ventilation, oxygène l'air et le rafraîchit par évapotranspiration.

IV.6. La façade double peau ventilée

FAÇADE DOUBLE PEAU EN ÉTÉ



FAÇADE DOUBLE PEAU EN HIVER

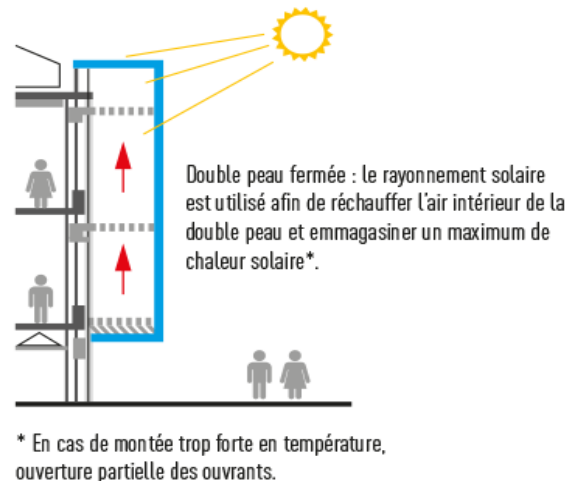


Figure 218 : Fonctionnement de la façade double peau en été et en hiver.

Source : www.adexsi.fr

La façade bioclimatique ou façade double peau permet au bâtiment de profiter de son environnement afin de tirer des avantages thermiques sans sacrifier le confort de ses occupants.

Elle favorise les apports naturels. Réduit, par son principe d'espace tampon, l'utilisation de climatisation, de chauffage ou encore de lumière artificielle, limite l'émission de gaz à effet de serre.

- **Son fonctionnement**

En été : L'air entre en partie basse de la façade par des seuils appelés les clapets. Cet air une fois devenu chaud, ressort par les seuils en partie haute de la paroi extérieure ; ce mécanisme permet de ventiler.

En hiver : Les clapets se referment pour créer un effet de serre et stocker un maximum de chaleur. Été :

- 1- Rayons solaires
- 2- Effet de serre
- 3- Diffusion de la chaleur par rayonnement
- 4- Clapet fermé.

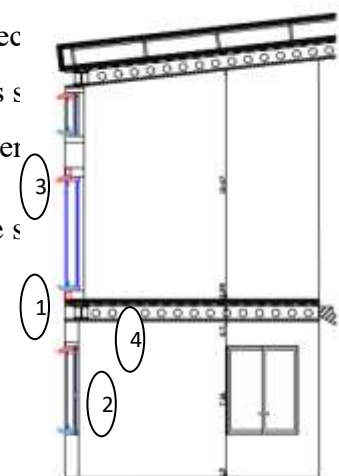


Figure 219 :
Fonctionnement des
façades double peau en été.
Source : auteurs.

Hiver :

- 1- Entrée de l'air froid
- 2- Ventilation de la lame d'air
- 3- Sortie de l'air chaud
- 4- Clapet ouvert.

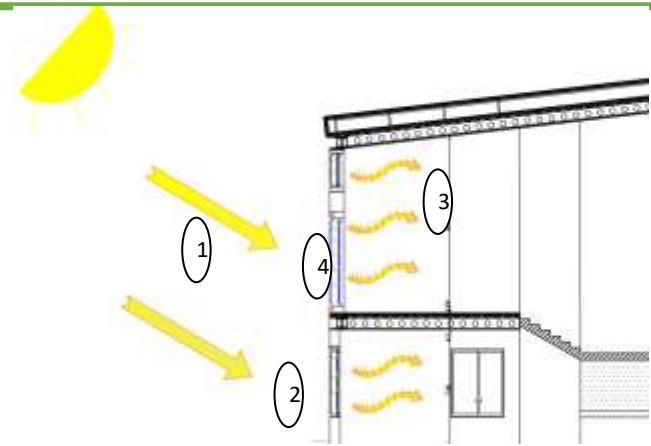


Figure 220 : Fonctionnement des façades double peau en hiver.
Source : auteurs.

IV.7. Usage des toitures végétalisées

Une toiture végétalisée est un espace vert créé en installant plusieurs couches de substrat de croissance et des plantes sur une couverture traditionnelle.

Le concept de végétalisation de toiture véhicule une image écologique et esthétique qui masque des intérêts loin d'être négligeables.



Figure 221 : Composante de la toiture végétalisée
Source : toiture-vegetalisee.architecteo.com

L'été, les plantes d'un toit vert protègent l'immeuble contre les rayons solaires

et, grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent atténuer voire éliminer les gains thermiques, ce qui contribue à rafraîchir et à réduire les besoins énergétiques en climatisation du bâtiment.

L'hiver, l'isolation supplémentaire fournie par le substrat contribue à réduire les besoins énergétiques en chauffage de l'immeuble.

Nous avons intégré une toiture verte extensive (TVE) au niveau de notre projet qui va permettre d'améliorer ses caractéristiques thermiques, acoustiques, la durabilité de l'étanchéité de sa toiture et ainsi, de protéger le bâti.

IV.8. Dispositifs bioclimatiques actifs

- Récupération des eaux pluviales

La récupération de l'eau de pluie s'inscrit dans une démarche écocitoyenne visant à la



Figure 222 : Système de récupération des EP
Source : Le moniteur

protection des ressources naturelles, car l'eau se fait de plus en plus rare et permet de faire des économies financières significatives.

Notre projet comportera un système de récupération des eaux pluviales qui permettra la collecte des eaux de pluie à l'aval des toitures, l'écoulement s'effectue suivant les formes inclinées de la toiture.

Fonctionnement de la cuve enterrée :

L'eau de pluie collectée au niveau de la gouttière doit tout d'abord passer par un préfiltre qui retient les feuilles et les débris. Ensuite, l'eau traverse un filtre (externe ou intégré à la cuve) qui évacue les impuretés vers le réseau pluvial. Puis elle s'écoule dans la cuve à travers un dispositif anti-remous, évitant de perturber le dépôt généré par la décantation.

Enfin, un système de pompage (en surface ou immergé) achemine l'eau vers les points d'usage.

IV.8.1. La serre bioclimatique agricole

Une serre est une structure close ou semi-ouverte translucide, en verre ou en plastique, soutenue par une structure métallique ou en bois, destinée à la production agricole.

La serre bioclimatique, dite serre solaire passive, stocke l'énergie solaire (1) durant la journée (2). Elle la restitue la nuit ou lors de séquences nuageuses (3). Elle est isolée pour réduire les pertes thermiques (4) et ne nécessite aucun panneau solaire.

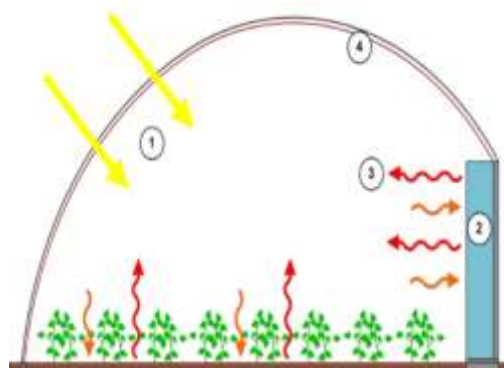


Figure 223 : fonctionnement de la serre bioclimatique.

Source : www.agrithermic.fr

Cette serre vise à protéger les plantes des éléments climatiques, d'en améliorer la production, d'en accélérer la croissance et de les produire indépendamment des saisons grâce à un gain de température par blocage de la convection (et non pas par effet de serre) sous la structure.

Pour ces raisons, nous avons rénové la



Figure 224 : Serre bioclimatique

Source : auteurs.

serre existante sur notre terrain, dégradée et dévastée par le temps.

IV.8.2. L'éclairage public solaire



Figure 225: Fonctionnement du lampadaire solaire à la tombée de la nuit.
Source : Fonroche éclairage



Figure 226 : Fonctionnement du lampadaire solaire durant la journée.
Source : Fonroche éclairage

L'éclairage solaire utilise une énergie propre et inépuisable, la lumière solaire composée de particules appelées Photon qui sont projetés en permanence sur notre planète, lorsqu'elles sont projetées sur un panneau photovoltaïque, elles permettent une production électrique sans répercussion sur l'environnement, l'éclairage solaire est un geste pour la planète, pour un développement durable.



Figure 227 : Eclairage solaire pour jardin extérieur
Source : www.objetsolaire.com

Dans notre projet, nous avons opté pour ce type d'éclairage au niveau des espaces extérieurs.



Figure 228 : éclairage solaire pour jardin extérieur
Source : auteurs.

IV.8.3. Le vitrage photovoltaïque transparent

Les vitrages photovoltaïque ou verrières photovoltaïque, sont des matériaux et dispositifs utilisant des panneaux de verre dit photovoltaïque (pouvant être plus ou moins transparent ou coloré).

Ce verre permet de produire de l'électricité à partir d'une partie du spectre visible ou non visible de la lumière solaire. Dans notre projet, ce type de vitrage est utilisé pour la couverture de la serre bioclimatique.



Figure 229 : Vitrage solaire photovoltaïque.

Source : Verre & protection mag.

V. Système constructif

• Introduction

Dans cette partie du chapitre, nous allons parler sur le type de système constructif utilisé dans la réalisation du projet, ainsi que sur le choix de l'infrastructure et la superstructure.

V.1.Choix du système constructif

Le choix du système constructif est déterminant dans la phase de réalisation du projet, et doit répondre à des exigences fonctionnelles, spatiales et formelles tout en assurant la durabilité, la stabilité et l'économie, et en respectant les normes et les règlements structurels. Ce choix s'est porté sur « les structures métalliques » pour les raisons suivantes :

- Le coût d'une construction à structure métallique revient de 10 à 30 % moins cher que les constructions en béton armé.
- La rapidité de la construction d'une structure métallique.
- La structure métallique à l'avantage d'assurer une économie d'eau.
- La structure métallique est durable dans le temps.
- La structure métallique est légère et s'adapte à toutes les formes architecturales.

V.2. Infrastructure

Le choix du système de fondation dépend de la résistance du sol et du résultat de calcul des descentes de charges, elles permettent l’encrage de la structure au sol, de limiter les tassements différentiels et les déplacements horizontaux.

V.2.1. Fondation

Dans notre cas, nous avons opté pour les semelles filantes qui permettent de supporter des charges importantes et les transmettre au bon sol.

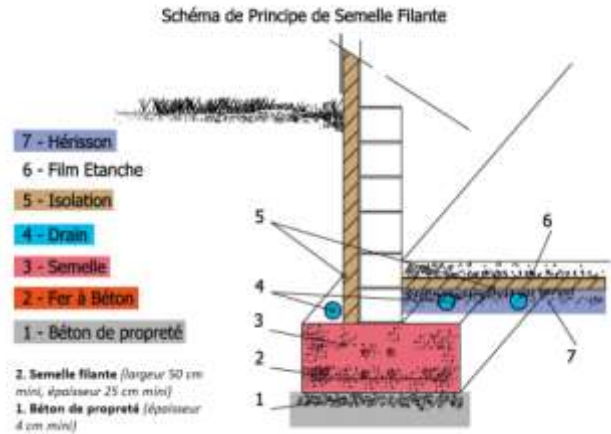


Figure 230 : semelle filante.

Source : www.ecoconstruction.rpn.univ-lorraine.fr

V.2.2. Voile

Suite à des terrassements à certains niveaux du projet, des voiles en béton armé sont alors disposés. Ils permettent de répondre à plusieurs exigences comme la résistance a les poussées de terres et éviter les infiltrations d’eau. Ces voiles exigeront un drainage périphérique.

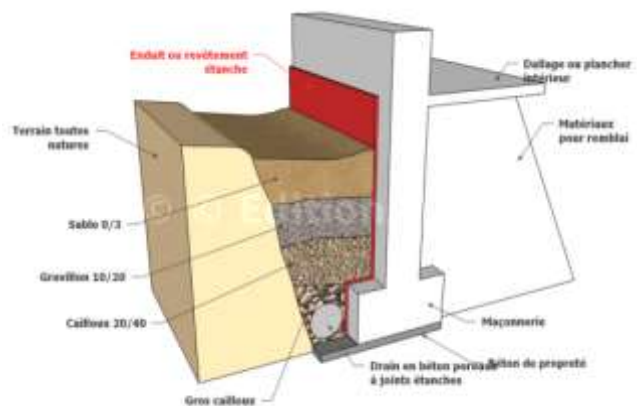


Figure 231 : voile (mur de soutènement).

Source : www.civilmania.com

V.2.3. Ancrage des poteaux

Les poteaux reposent sur le sol par l’intermédiaire de massifs en béton, auxquels ils sont ancrés par des boulons. La jonction des poteaux se fera par une platine à l’aide de tiges filtrées.

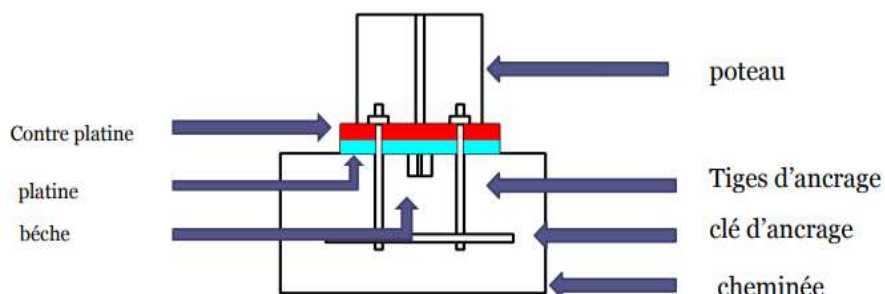


Figure 232 : schéma d’ancrage du pied de poteau métallique dans la fondation.

Source : fr2.slideshare.net

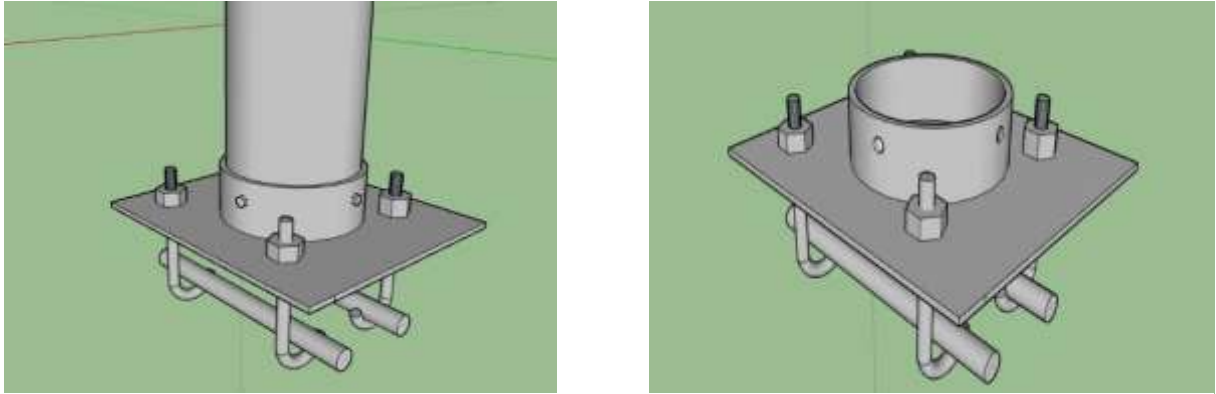


Figure 233 : liaison entre les tiges et la platine.
Source : auteurs.

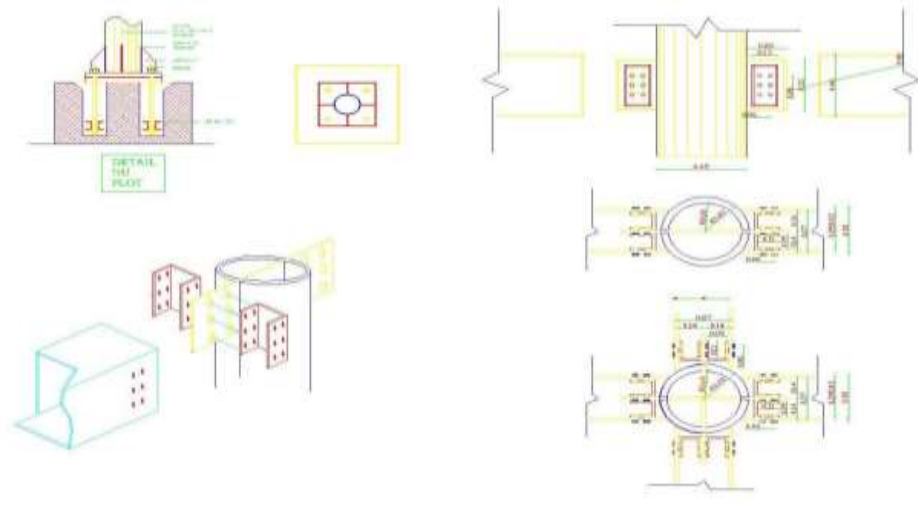


Figure 234 : Détails constructif de l'assemblage de la structure métallique tubulaire.
Source : auteurs.

V.2.4. Joint de dilatation

Un joint de dilatation est un joint destiné à absorber les variations de dimensions des matériaux d'une structure sous l'effet des variations de température. Dans notre cas, on a trois joints qui sont disposés à chaque 50 m de distance car la structure est métallique et ont une largeur qui varient entre 5 cm et 10 cm environs.

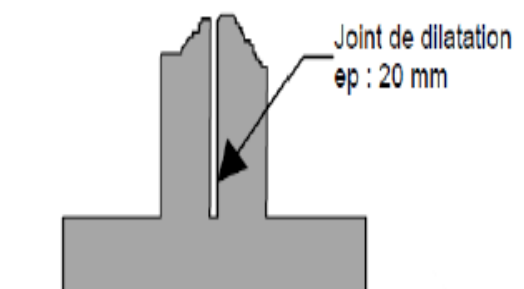


Figure 235 : joint de dilatation.
Source : fr.slideshare.net

Les joint de dilatation descendent jusqu'aux fondations, mais la semelle n'est pas fractionnée. Ils ont une épaisseur de 20mm et ils sont généralement réalisés en mastic souple.

V.3. Superstructure

V.3.1. Poteaux

Notre choix c'est porté sur des poteaux tubulaires ronds à profils creux, pour une meilleure adaptation a la forme du projet.

- Poteau en acier
- Couche CBC anti humidité
- Fibres céramiques contre feux
- Emballage par une feuille d'aluminium
- Plenum de retour d'air
- Habillage en aluminium

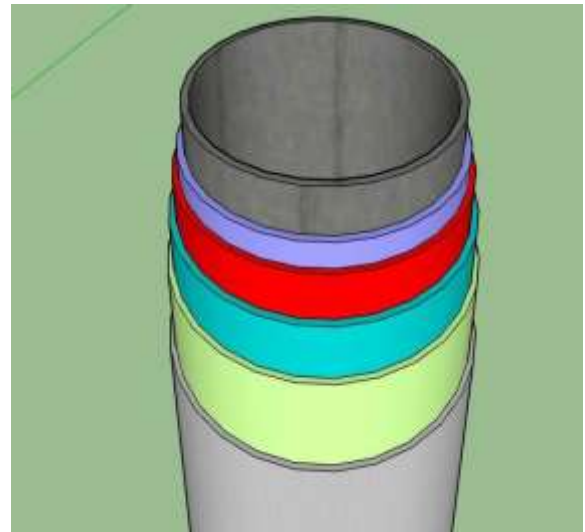


Figure 236 : revêtement d'un poteau tubulaire.
Source : auteurs.

V.3.2. Poutres

Ce sont des éléments porteurs horizontaux qui transmettent les charges et surcharges aux poteaux, la nécessité de les développer sur une grande portée pour dégager des espaces flexibles.

En raison de grande portée dans notre projet et pour permettre le passage d'installations des techniques, tout en allégeant notre structure au maximum, notre choix s'est porté sur les poutres alvéolaires.



Figure 237 : poutres alvéolaires.
Source : www.archiexpo.fr

V.3.3. Assemblage poteaux poutres

L'assemblage désigne un dispositif constructif destiné à réunir ensemble deux ou plusieurs pièces de sorte à assurer la bonne transmission des efforts. Le type d'assemblage choisi est l'assemblage par boulonnage avec des éclisses soudées sur le poteau, Cette dernière qui est une platine soudée à l'extrémité de poteau.

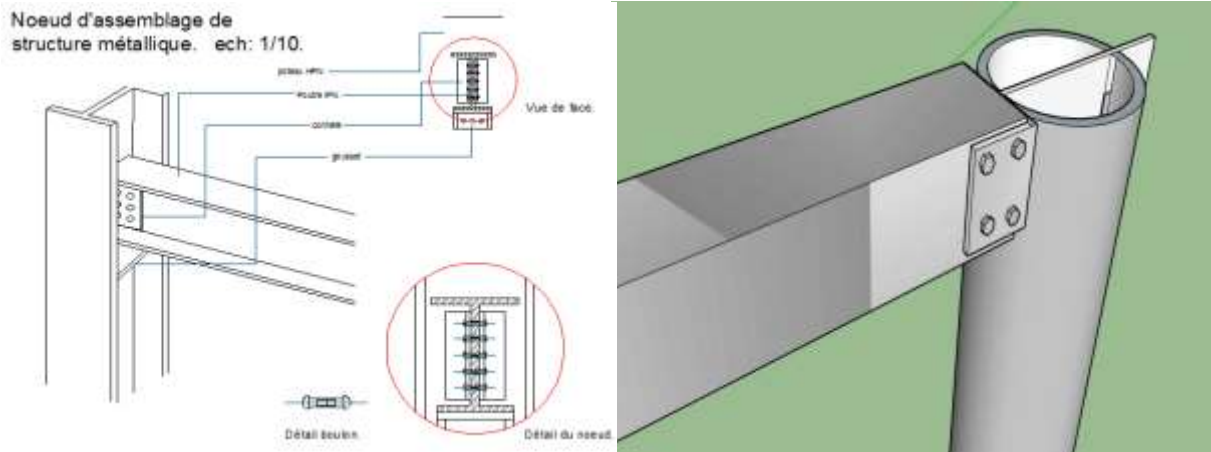


Figure 239 : liaison poteau et poutre métallique.

Source : auteurs.

V.3.4. Plancher

Il est constitué de bacs acier en tôle mince nervurés utilisés en guise de coffrage, d'armatures et d'une dalle en béton coulée sur place.

L'acier et le béton collaborent pour offrir une résistance et une capacité portante élevée.

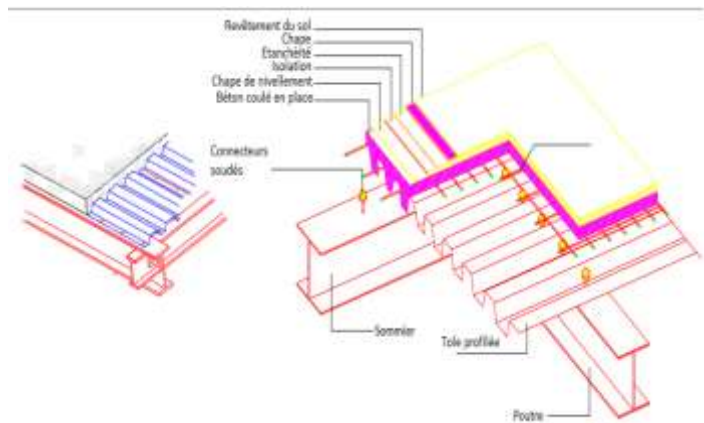


Figure 238 : plancher collaborant.

Source : auteurs.

V.3.5. Murs intérieurs

En plus de leur fonction évidente qui est le cloisonnement, dont la délimitation physique de l'espace, les cloisons ont d'autres rôles :

- Isolation acoustique et thermique.
- Séparation visuelle (totale ou partielle).
- Support d'équipements techniques.

- **Cloisons fixes**

Le béton cellulaire également appelé thermo pierre (62,5 x 50 cm et 62,5 x 25 cm) avec une épaisseur (15 cm, 20cm). C'est du silicate de calcium hydrate qui existe de façon naturelle qui est reproduit en industrie.

C'est un matériau sain et écologique, il est composé uniquement de matières premières naturelles comme l'eau, le ciment, le sable, la chaux, le gypse, et légèrement d'aluminium.

C'est l'association de ces matériaux qui lui confèrent ses qualités microporeuses car il contient 80% d'air.

La cloison en béton cellulaire est généralement composée de blocs ou de carreaux de béton encastrés les uns sur les autres. Il suffit de sceller les blocs avec des joints de 2 mm grâce au mortier-colle spécifique pour ce type de béton. Il présente plusieurs atouts :

Il est à la fois très léger et très résistant, il offre une bonne isolation thermique et phonique car sa structure emprisonne l'air dont les microcellules sont réparties de façon très homogène. C'est un

matériau non polluant et recyclable, il est ininflammable, incombustible et hydrofuge. C'est pourquoi, il est inoffensif pour la santé car il ne dégage aucune fumée ni de gaz toxique.

- **Cloisons amovibles**

Dans de souci de donner un maximum de flexibilité des espaces, on a opté pour l'utilisation des cloisons amovibles. (C'est le cas des ateliers de formation, des espaces de



Figure 240 : carreaux en béton cellulaire.
Source : www.leguidedelamaison.com

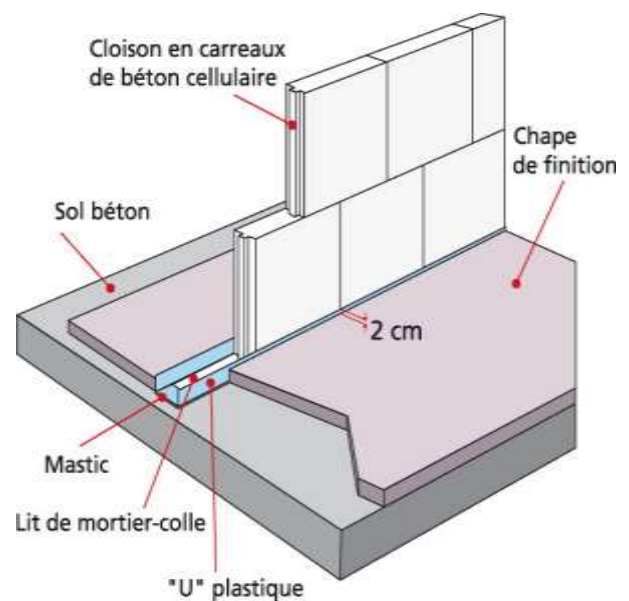


Figure 241 : cloison en carreaux de béton cellulaire.
Source : www.batirama.com



Figure 242 : cloisons mobiles.
Source : www.attaca.fr

documentation, et des bulles de travail). Ces cloisons peuvent être pleine, vitrée ou semi-vitrée, sont fixées au plafond, au sol et éventuellement à des murs, via un cadre en aluminium.

Les murs mobiles sont constitués de panneaux suspendus à un rail fixé au plafond, qui peuvent se désolidariser les uns des autres, coulisser et pivoter pour venir se « coller » les uns sur les autres le long d'un mur ou dans une sorte de sas.



Figure 244 : cloisons amovibles semi-vitrées.
Source : www.kreconcept.fr



Figure 243 : cloisons amovibles vitrées.
Source : www.hoyez.com

V.3.6. Murs extérieurs

Utilisation de la brique monomur pour l'enveloppe, conçue en terre cuite, elle est caractérisée par sa conception alvéolée.

Pour une isolation renforcée, ces briques sont remplies d'aérogel de silice qui est un isolant issu des nanotechnologies, il permet une rupture complète des ponts thermiques grâce à une isolation en continue.

La brique monomur présente une résistance à la compression importante. Elle offre de nombreux avantages :

- Une bonne isolation thermique et phonique
- Amélioration du bien-être intérieur
- Régulateur hygrothermique et Economiseur d'énergies
- Construction salubre
- Limitation des ponts thermique



Figure 245 : brique monomur avec isolant aérogel de silice
Source : www.scoop.it

- Séchage et finition rapide de la construction

En été, le monomur préserve la fraîcheur de l'atmosphère intérieure.

En hiver, le monomur permet une économie en chauffage.

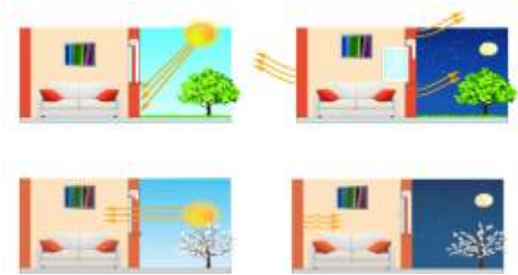


Figure 246 : performance thermique de la brique monomur

Source : www.biobric.com

Utilisation des parements de pierre naturelle de « quartz » qui est un matériau solide et résistant, afin d'habiller et décorer les murs extérieurs de la façade principale au principe des façades déchirées.



Figure 247 : parement en pierre de quartz.

Source : www.brucjardi.com



Figure 248 : façade déchirée en pierre.

Source : www.bedandbreakfast.eu

V.3.7. Porte à faux

Un système de fermes et de contreventements métalliques va être adopté pour quelque partie du projet principalement pour les éléments en porte à faux. Pour renforcer la structure des plancher en porte à faux un système de trépid a été mis en place.



Figure 249 : Structure d'un port à faux.

Source : www.fayat.com

V.3.8. Double toiture



Figure 251 : Centre Pompidou à Metz (France).
Source : www.dezeen.com



Figure 250 : Siège social de Swatch à Bienne (Suisse).
Source : www.dezeen.com

La toiture possède une géométrie non régulière, de forme organique, tout en courbes et contre-courbes, qui enveloppent la grande terrasse jardin.

Nous avons opté pour une structure de charpente qui est faite de bois lamellé-collé, qui rappelle un usage de matériaux locaux. Il est écologique et durable, et hautement résistant en offrant des longueurs hors normes. Par conséquent, il est adapté à toutes les formes architecturales.

Ce maillage permet de franchir des portées importantes d'environ 40 mètres, et de faire de la toiture un élément autoportant, qui repose sur quelques appuis seulement.

Pour l'enveloppe de la toiture, nous avons choisi des tôles d'acier inoxydable afin de couvrir toute la charpente en bois.

V.3.9. Le bois

Nous avons utilisé le bois appelé « le lamellé collé » pour les brises soleils, ainsi que pour les différents éléments insérés dans notre projet. C'est un matériau durable et écologique. Il a plusieurs atouts :

- Séchage maîtrisé
- Une bonne isolation



Figure 252 : panneaux en bois lamellé collé
Source : www.hornbach.lu

- Stabilité dimensionnelle
- Dimensionnement précis
- Association possible (acier, béton...)
- Matériau résistant au feu et une hygrométrie maîtrisée
- Liberté de forme, et matériau esthétique.

V.3.10. Le vitrage

Afin d'intensifier l'effet de transparence sur les façades nous avons utilisé deux types de verres suivant l'orientation des parois et selon le besoin en quantité de lumière dans les espaces. On retrouve donc :

- Le simple vitrage : favorise les déperditions de chaleur, malgré la quantité importante d'énergie qu'il laisse passer.
- Le double vitrage à contrôle solaire : permet une isolation efficace et compense la perte en transmission solaire préférable avec une isolation thermique renforcée.
- Le triple vitrage : augmente l'isolation, mais son coût est élevé.

V.3.11. Le double vitrage

Le double vitrage est un élément essentiel à l'herméticité d'une construction, car il améliore le confort thermique, participe à l'isolation phonique, et il est écologique et économique.

Grâce à ses performances, la consommation de chauffage et la sensation de froid sont immédiatement réduites. Facile et rapide, il permet une économie d'énergie de 10% à 15%.

Le principe d'un double-vitrage est donc simple : 2 vitres sont isolées par un vide (espace creux) appelé « lame d'air » qui est calibré de 12 à 16 millimètres, remplies d'air ou de gaz à savoir :

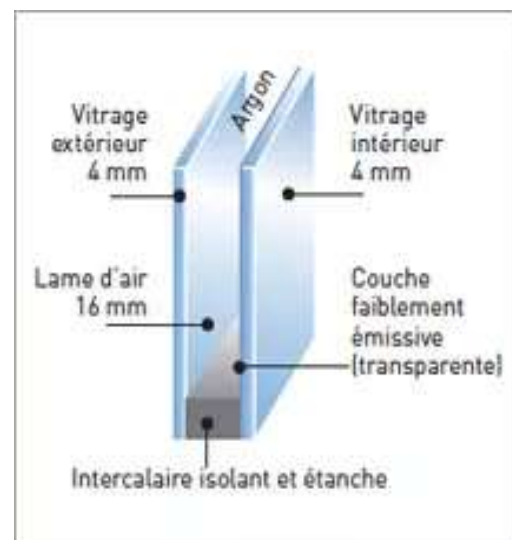


Figure 253 : double vitrage avec isolant.

Source : www.k-line.fr

l'argon ou le krypton qui sont de très bons isolants, c'est-à-dire qu'ils ne conduisent pas la chaleur.

Le double vitrage offre plusieurs avantages :

- Un meilleur confort thermique.
- Une économie de chauffage et de climatisation.
- Une meilleure isolation acoustique.
- Une sécurité renforcée.
- Une élimination des problèmes de condensation sur les vitres.

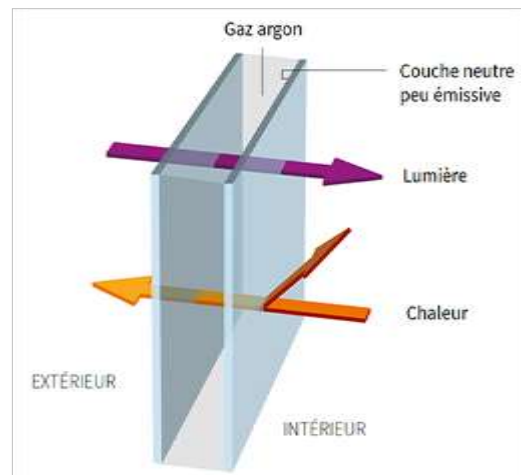


Figure 254 : performances du double vitrage.
Source : www.conseils-thermiques.org

V.3.12. Le mur rideau

On fera usage de ce type sur les façades suggérant le principe de transparence d'ouverture et de continuité de notre projet. Les murs rideaux sont réalisés avec des vitrages isolants et fixes à une structure secondaire fixée à celle du bâtiment, ils se composent de :

- Profilés en aluminium anodisés, polis.
- Châssis vitrées fixées ouvrants en glace.

Les murs rideaux sont en effet des murs de façade non porteurs qui se caractérise par :

- Leurs poids propres ainsi la pression des vents sont transmis à l'ossature pas l'intermédiaire d'attache.
- La légèreté qui présente une bonne isolation phonique et acoustique.
- Les éléments sont raccordés entre eux pas joints.

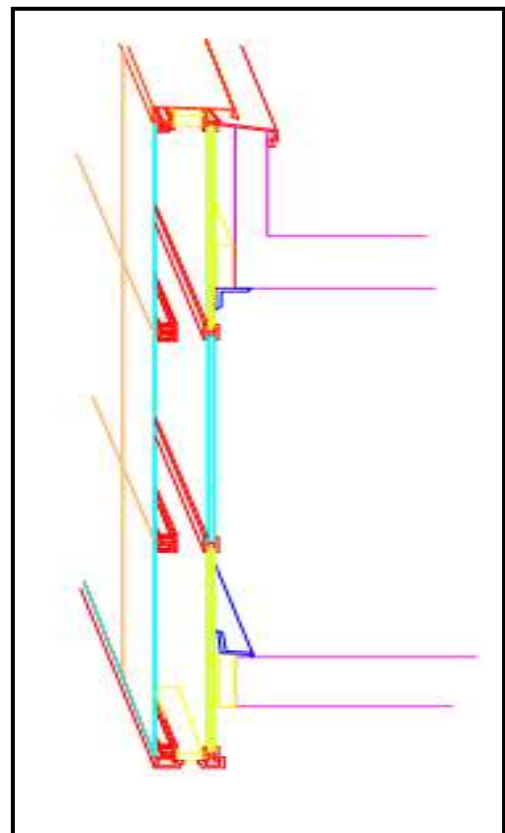


Figure 255 : Mur rideau Ech : 1/20
Source : auteurs.

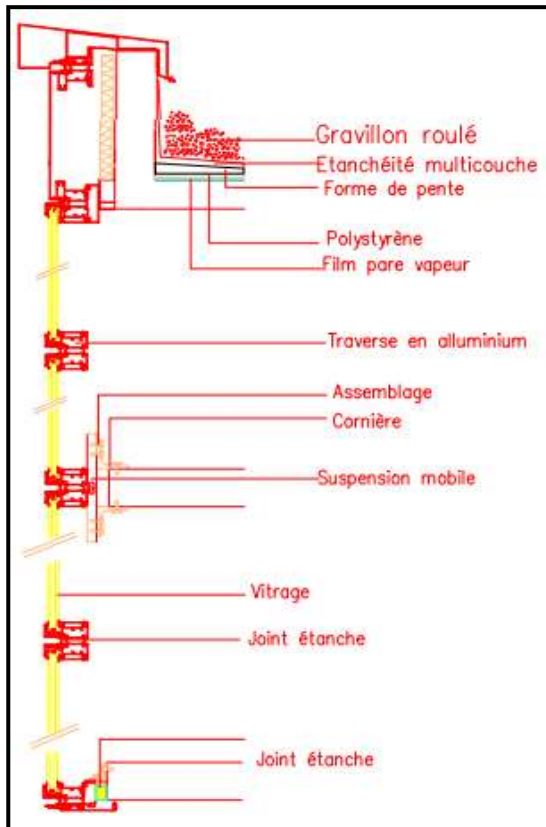


Figure 256 : Mur rideau Ech : 1/10
Source : auteurs.

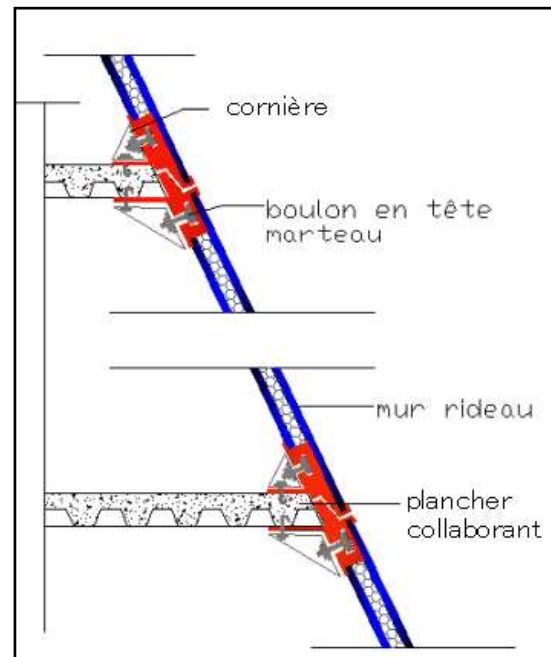


Figure 257 : Mur rideau pour façade inclinée.
Source : auteurs.

Conclusion

Dans la partie « approche architecturale » que nous avons établie, nous avons pu définir notre projet architectural en suivant une logique de conception architecturale qui prend appui sur différents paramètres du site, à savoir : les données physiques, naturelles ainsi que les données climatiques. L'ensemble de ces données nous a servi à penser le projet à partir de l'idéation à la formalisation en passant par la conceptualisation en faisant appel aux différents concepts dressés tout au long de notre travail.

Ensuite, cette partie permet aux lecteurs de cerner et de comprendre le projet à travers une description que nous avons réalisée et qui met en avant les aspects formel, fonctionnel et structurel du projet, en outre des aspects bioclimatiques qui caractérisent notre projet et qui font que ce dernier s'inscrit dans l'option qui est : « Architecture Bioclimatique et Environnement ». Notre objectif principal a été de concilier respect, protection de l'environnement et aspects techniques de conception.

CONCLUSION
GENERALE

Le travail réalisé durant toute cette année de recherches et de documentation et d'analyses effectuées à l'échelle de la ville et du site d'intervention, nous a permis d'enrichir nos connaissances mais surtout d'imaginer une conception d'un Learning Center au niveau de la pépinière du côté de l'académie à Tizi-Ouzou, qui s'intègre parfaitement à son contexte tout en satisfaisant les questions environnementales liées au développement durable et à une architecture bioclimatique à consommation énergétiques modérée. Nous avons pu, par ailleurs, apporter des éléments de réponses à nos problématiques énoncées au tout début du travail et confirmer dans certaines mesures les hypothèses que nous y avons émises.

L'implantation d'un Learning Center dans la ville de Tizi-Ouzou était un choix audacieux, une opportunité de redonner vie à notre site et de redorer l'image du quartier. D'ailleurs, il est considéré comme le premier équipement de grande envergure envisagée dans un tel secteur urbanistique. C'était donc pour nous un défi d'aller au-delà des idées académiques qu'on a d'un équipement éducatif plus particulièrement d'une bibliothèque.

Notre Learning Center a été créé pour qu'il se fonde dans son contexte naturel qui influence directement la forme et le fonctionnement de notre projet. La connaissance multidimensionnelle du site et de la thématique nous a permis de créer un bâtiment durable et écologique, qui fournit un confort optimal et répond aux exigences du programme et désirs de ses usagers. Ces derniers pourront alors bénéficier et profiter au mieux des avantages qu'offre cet équipement moderne et original, du point de vue fonctionnel, ainsi que sur le plan environnemental, partant d'une architecture à faible empreinte carbone, qui s'inscrit dans une démarche respectueuse de l'environnement et basée sur des principes et dispositifs architecturaux bioclimatiques actifs et passifs, qui assurent l'efficacité énergétique. Ces procédés deviennent donc d'actualité avec une évolution contemporaine des performances et des technologies. Nous avons veillé à ce que le projet reflète l'exemple vivant de la nature, illustrant le modèle idéal d'un établissement public, afin d'incarner une alternative au schéma traditionnel de la bibliothèque et donner un nouveau souffle au secteur éducatif.

En définitive, ce projet a été imaginé comme un lieu public confortable qui prône la mixité sociale. Il permet d'engendrer un réel changement dans la ville de Tizi Ouzou, donnant une nouvelle ère aux équipements publics tout en inspirant au renouveau et à l'embellissement urbain des établissements à vocation éducative.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Cours

ˆ« Diagramme bioclimatique de GIVONI », cours de Monsieur AIT KACI ZOHIR, architecte, maitre-assistant A, enseignant au département d'architecture de l'UMMTO et chercheur au (LAE) EPAU.

ˆCHABI Mohammed, l'architecture et les paramètres du climat, cours 2^{ème} année Master, UMMTO, 2020.

Organismes

-La direction de cadastre de Tizi-Ouzou de Tizi Ouzou

-La subdivision d'urbanisme et de construction de la wilaya de Tizi-Ouzou

-O.N.M (Office National Météorologique) Station de Boukhalfa, Tizi-Ouzou

-Service d'urbanisme de la commune de Tizi-Ouzou

Ouvrages

-ALAIN CHATELET, PIERRE LAVIGNE, PIERRE FERNANDEZ. Architecture climatique – une contribution au développement durable, tome 2 : concepts et dispositifs. Edisud, 1998, 160.

-B. GIVONI. « L'homme, l'architecture et le climat ». Édition, Le Moniteur, 1978.

-GERARD GARNIER, YVETTE VEYRET, « Développement durable. Quels enjeux géographiques ». Dossier n° 8053, Paris, la documentation française, 3^e trimestre 2006.

-JEAN LOUIS IZARD, ALAIN GUYOT, Archi Bio. Édition. Parenthèses, 1979.

Webographie

-< <https://dac.dk/>>

ˆ< <https://edd.ac-versailles.fr/spip.php?article434>>

-< <https://www.architectes.ch/>>

ˆ<<http://learningcenters.nordpasdecals.fr/ville-durable/fr/quest-ce-quun-learning-center>>

-<<http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0081/Temis-0081292/21781.pdf>>

-<<https://archello.com/>>

-<<https://constructalia.arcelormittal.com/>>

-<https://issuu.com/sarahbensafia/docs/rapport_projet_fin_d_etude_architecture_bensafia_s?fclid=Iw_AR2zQw6TgTM0CjOaL1Ur8yYuIa3Nbio13S4vbTywpG0lZVLgVcJpraLLidE>

-<https://issuu.com/sarahbensafia/docs/rapport_projet_fin_d_etude_architecture_bensafia_s?fclid=I>

-<<https://journals.openedition.org/insaniyat/5476>>

-<<https://mondedulivre.hypotheses.org/3406>>

-<<https://mondedulivre.hypotheses.org/3406>>

-<<https://www.algerie360.com/lalgerie-face-aux-enjeux-environnementaux-avec-une-strategie-integrant-le-developpement-durable-2/>>

-<<https://www.architecturalrecord.com/>>

-<[https://www.enssib.fr/le-dictionnaire/learning-center#:~:text=L'expression% 20"learning% 20center",une% 20offre% 20de% 20services% 20enrichie](https://www.enssib.fr/le-dictionnaire/learning-center#:~:text=L%20%22learning%20center%2C,une%20offre%20de%20services%20enrichie)>

-<<https://www.geo.fr/environnement/le-rapport-brundtland-pour-le-developpement-durable-170566>>

-<<https://www.halleauxsucres.fr/learning-center/histoire>>

-<<https://www.infosgrandslacs.info/productions/les-constructions-anarchiques-une-bombe-retardement>>

-<<https://www.letudiant.fr/educpros/enquetes/les-learning-centers-ces-bu-nouvelle-generation.html>>

-<<https://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action36.htm>>

-<<https://www.zumtobel.com/>>

-Gilles Jacovetti Veille, op.cit.

-<http://www.funimag.com/>

-<https://bibliomnivoressite.wordpress.com/2018/04/11/les-learning-centers-bibliotheques-universitaires-de-demain/>

-<https://bibliomnivoressite.wordpress.com/2018/04/11/les-learning-centers-bibliotheques-universitaires-de-demain/>

<https://books.google.dz/books?id=aRYGDQAAQBAJ&pg=PA46&dq=learning+center+architecture+d%C3%A9finition&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwj3L7etpTqAhWy6uAKHfrRBksQ6AEwAHoECAAQA#v=onepage&q=learning%20center%20architecture%20d%C3%A9finition&f=false>

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191442_fre

-<https://voirenvrai.nantes.archi.fr/>

-<https://www.academia.edu/>

-<https://www.arc.ulaval.ca/>

-<https://www.arc.ulaval.ca/>

-<https://www.arper.com/>

-<https://www.designboom.com/>

-<https://www.innovation-pedagogique.fr/>

-<https://www.muuz.com/magazine/rubriques/architecture/47917-pierre-louis-faloci-halle-aux-sucre.html>

wAR2zQw6TgTM0CjOaL1Ur8yYuIa3Nbio13S4vbTywpG0IZVLgVcJpraLLIdE

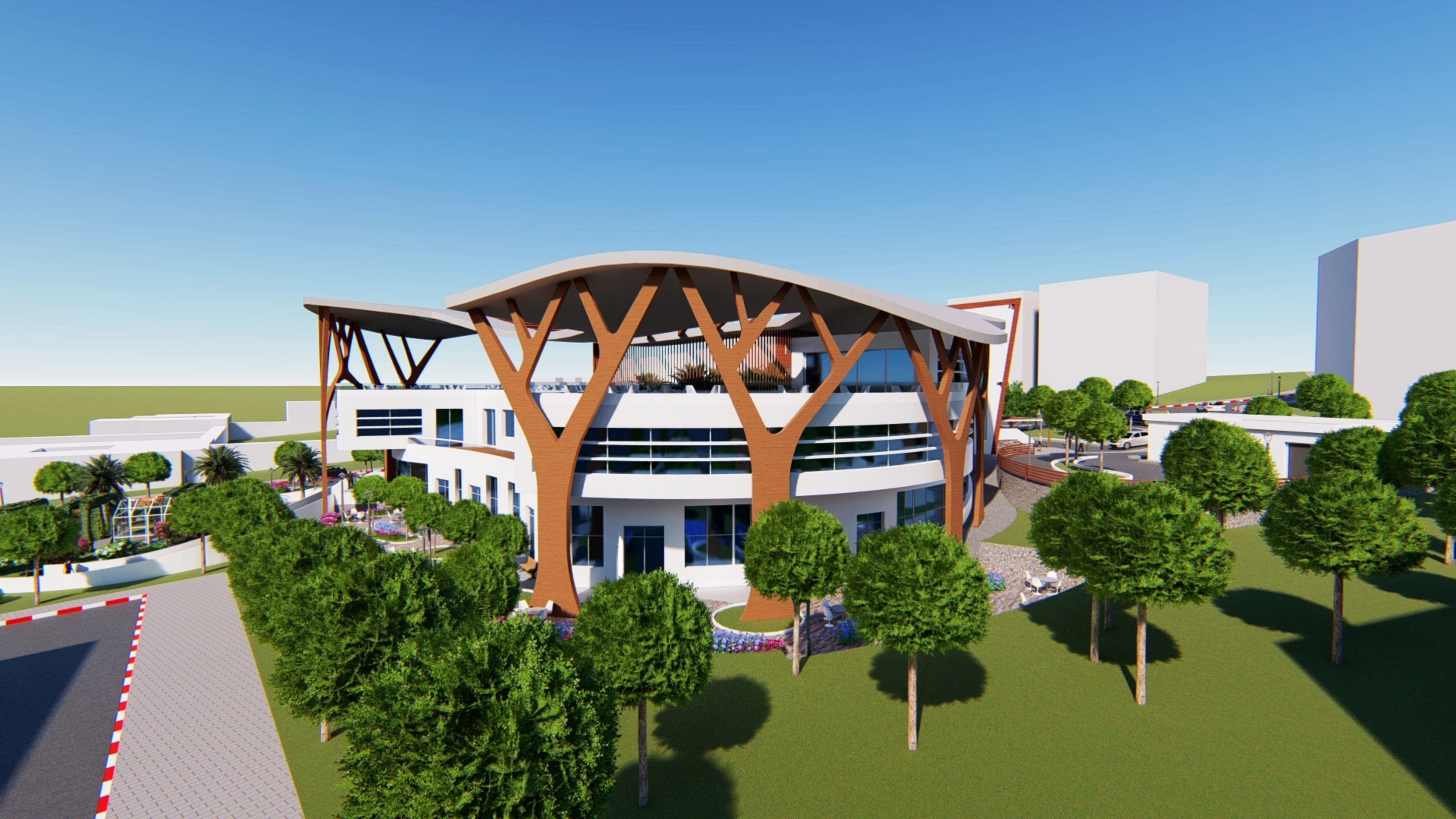
ANNEXES

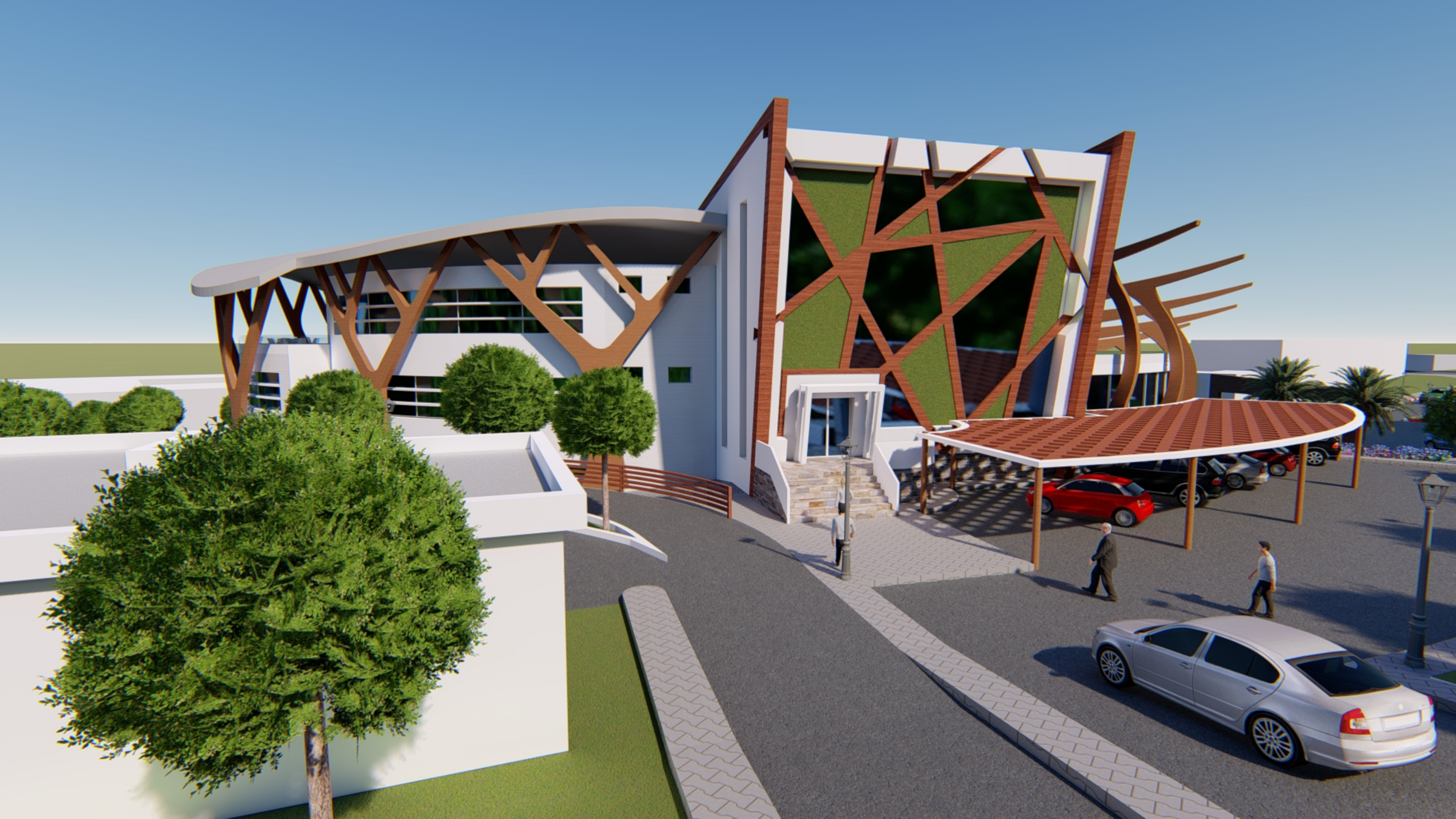
- **Programme qualitatif et quantitatif du RLC :**

Espace principal	Les différents espaces qui le constituent	Surface
Bibliothèque / Espace d'information scientifique	<ul style="list-style-type: none"> - Accueil-réception - Bibliothèque multimédia - Collections : recherche et sciences, livres anciens - 700 places de travail, seul ou en groupe - Places de travail pour env. 40 collaborateurs 	6,160m ²
Espaces d'enseignement et de formation	<ul style="list-style-type: none"> - Salle pour formation des utilisateurs - Salles pour conférences professionnelles - Bureaux du CRAFT (Centre de Recherche et d'Appui pour la Formation et ses Technologies) 	1,150m ²
Espace de vie	<ul style="list-style-type: none"> - Hall d'entrée principal - Café, libre-service, restaurant, food-court - Bureaux de l'Agépoly - Bureaux du Centre de carrière - Bureaux et salon de l'A3 	1,850m ²
Espaces culturels	<ul style="list-style-type: none"> - Forum Rolex : Espace multifonctions (conférences, spectacles 600 places, ...) - Espace d'expositions - Billetterie - Librairie - PPUR (Presses Polytechniques Universitaires Romandes) 	1,690m ²
Espaces de service	<ul style="list-style-type: none"> - Bancomat, courrier, livraisons – Bureaux administratifs - Locaux techniques Parking souterrain de 500 places – Parking extérieur – Réserves 	3,500m ²











THE GREEN LEARNING CENTER



THE GREEN LEARNING CENTER





THE GREEN LEARNING CENTER











THE GREEN LEARNING CENTER

