

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou
Faculté du génie de la construction
Département d'architecture

Mémoire de master en Architecture

Option : Architecture et environnement

Atelier : Archi-Bio

Intitulé :

Pour une ville nouvelle durable fondée sur le respect du patrimoine archéologique et naturel : institut d'architecture à TIPAZA



Encadré par

Mme MEHAOUED Karima

Réalisé par

ZEGHIAM Fouzia

Soutenu le : 09/12/2020

Promotion : 2019-2020

Remerciements

Dieu merci pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui ma accompagnés tout le long de la préparation et l'élaboration de mon travail.

On dit souvent que le trajet est plus important que la destination. Ce présent travail non seulement le résultat de mon courage, patience et endurance mais aussi une participation de plusieurs personnes qui me sont chères.

Je tiens d'abord à remercier infiniment ma promotrice Madame MEHAOUED KARIMA pour son encadrement exemplaire, pour ses conseils, son dévouement et sa disponibilité, je vous exprime toute ma gratitude.

J'adresse aussi mes remerciements aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'évaluer et d'examiner mon travail, et d'y apporter leur regard d'expert.

Je tiens à exprimer aussi ma profonde gratitude envers tous les enseignants du département d'architecture de Tizi-Ouzou qui ont contribué de près ou de loin à ma formation. Ainsi qu'a tout le personnel, administration.

Dédicaces

Un merci chaleureux à mes chers parents qui m'ont guidée, qui m'ont soutenu tout le long de mes études et leur patience dans mes moments difficiles.

A mon très cher frère Mohammed mes sœurs, Chahinaz, Naima et Hafida pour leurs présence et leurs soutiens inconditionnels depuis ma tendre enfance.

A mon cher fiancé Riyadh.

A ma famille, amies et proches, camarades avec qui j'ai surmonté des moments durs et vécu des moments inoubliables durant mon parcours.

Enfin, j'adresse mes plus sincèrement remerciement à toute personne qui a contribué à la réalisation de ce travail.

Résumé

Ces dernières années, le monde connaît une tendance vers une architecture durable, qui consiste principalement sur le respect de l'environnement, la réduction de la consommation d'énergie et l'exploitation des énergies renouvelables.

En Algérie, l'importance accordée à cette option et à l'enseignement de l'architecture en général se voit de plus en plus amoindrie, cela se constate à travers les conditions de l'enseignement et la qualité de la production architecturale.

Tipaza est une ville côtière possède des richesses paysagères exceptionnelles alliant harmonieusement mer et montagnes et un patrimoine culturel et archéologique présenté par les deux parcs Est et Ouest classés par l'UNESCO comme patrimoine de l'humanité en 1982 qu'il est important de protéger et de sauvegarder, mais aussi de préserver de l'oubli car il représente une partie de l'identité et la mémoire de la société et de la ville. Ces potentialités doit être prise en charge lors de l'intervention dans cette ville. Le bâtiment conçu doit intégrer au contexte économique, social, historique et aux conditions climatiques spécifiques de la région et aussi doit répondre aux besoins et activités de la ville, dans un souci d'insertion harmonieuse du projet dans son environnement. Il doit aussi contribuer à la sensibilisation du grand public sur l'importance du patrimoine et sa protection contre l'extension de la ville en direction des espaces situés au Sud-Est.

Dans ce travail on a proposé un institut d'architecture à Tipaza qui soit porté par des principes de développement durable et qui sera un exemple du respect du patrimoine et du contexte historique, naturel et culturel de la ville. Un institut d'architecture qui va former de meilleurs architectes et pour une meilleure production architecturale dans les nouveaux concepts de l'architecture durable.

Les mots clés : architecture durable, la réduction de la consommation, renouvelables, Tipaza, principes, patrimoine.

Abstract

In the last few years, the world is recognizing a trend towards sustainable architecture, which mainly consists of respecting the environment, reducing energy consumption and exploiting renewable energies.

In Algeria, the importance given to this option and to architecture education in general is increasingly diminished, this can be seen through the conditions of teaching and the quality of architectural production.

Tipaza is a coastal town that has exceptional landscape riches harmoniously combining sea and mountains and an archaeological heritage presented by the two parks East and West classified by UNESCO as world heritage in 1982 that it is important to protect and safeguard, but also to preserve from oblivion because it represents a part of the identity and the memory of the society and the city. These potentialities must be taken care of during the intervention in this city. The designed building must integrate into the economic, social, historical context and specific climatic conditions of the region and also must meet the needs and activities of the city, with a concern for the harmonious integration of the project into its environment. It must also raise the awareness of the general public on the importance of heritage and its protection against the expansion of the city towards areas located in the South-East.

In this work we proposed an architectural institute in Tipaza which is supported by the principles of sustainable development and which will be an example of respect for the heritage and the historical, natural and cultural context of the city. An architectural institute that will train better architectural production in new concepts of sustainable architecture.

Key words : sustainable architecture, reducing energy consumption, renewable, Tipaza, principles, heritage.

ملخص

في السنوات الأخيرة يشهد العالم اتجاها نحو العمارة المستدامة، و التي تتكون أساسا من احترام البيئة، التقليل من استهلاك الطاقة و استغلال الطاقات المتجددة.

في الجزائر، تتضائل الاهمية الممنوحة لهذا الاتجاه المعماري و الى الهندسة المعمارية بشكل عام، و يمكن ملاحظة ذلك من خلال ظروف التدريس و جودة الانتاج المعماري.

تبيازة هي مدينة ساحلية تتمتع بثروات طبيعية استثنائية تجمع بشكل متناغم بين البحر و الجبل و التراث الثقافي و الاثري المتمثل في المحمية الشرقية و المحمية الغربية المصنفة من قبل اليونسكو على انها تراث انساني في عام 1982 ومن المهم حمايته و صونه، و لكن ايضا للحفاظ عليها من النسيان لأنها تمثل تمثل جزءا من هوية و ذاكرة المجتمع و المدينة. يجب الاهتمام بهذه الامكانات اثناء التدخل في هذه المدينة. يجب ان يندمج المبنى المصمم في السياق الاقتصادي، الاجتماعي و التاريخي و الظروف المناخية المحددة للمنطقة و يجب ان يلبي ايضا احتياجات و أنشطة المدينة، بهدف التكامل المتناغم للمشروع في بيئته. كما يجب ان يساهم في توعية عامة الناس بأهمية التراث و حمايته من توسع المدينة نحو المناطق الواقعة في الجنوب الشرقي.

في هذا العمل تم اقتراح معهد معماري في تبيازة تحمله مبادئ التنمية المستدامة و الذي سيكون مثالا لاحترام التراث و السياق التاريخي، الطبيعي و الثقافي للمدينة. معهد معماري يقوم بتأهيل مهندسين معماريين افضل و لإنتاج معماري افضل في اطار المفاهيم الجديدة للعمارة المستدامة.

الكلمات المفتاحية: العمارة المستدامة، التقليل من استهلاك الطاقة، المتجددة، تبيازة، مبادئ، التراث.

Table des matières

Chapitre I : Etat de l'art

Introduction.....	02
I. Définition de l'architecture bioclimatique.....	02
II. L'évolution de l'architecture bioclimatique.....	03
III. Les stratégies bioclimatiques	04
III.1. La stratégie du chaud.....	04
III.2. La stratégie du froid.....	05
III.3. Stratégie de l'éclairage naturel.....	05
IV. Principes de l'architecture bioclimatique.....	06
IV.1. Implantation et intégration au site.....	06
IV.2. Orientation et ensoleillement.....	06
IV.3. La forme et la configuration architecturale.....	06
IV.4. la lumière naturelle.....	06
IV.5. Le choix des matériaux.....	07
IV.6. L'utilisation des énergies renouvelables.....	07
IV.7. L'isolation thermique.....	07
IV.7.1. Matériaux d'isolation thermique.....	08
IV.7.2. Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs.....	10
IV.7.3. Procédés d'isolation thermique des vitres.....	11
V. La ventilation.....	11
V .1. Définition.....	11
V .2. Les moteurs de la ventilation	11
V.3. La ventilation à l'échelle urbaine.....	12
V.3.1. Effet du vent sur le confort (échelle de BEAUFORT).....	12
V.3.2. Effet du vent sur les bâtiments selon l'implantation.....	13
V.3.3. Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain.....	13
V.4. La ventilation à l'échelle du bâtiment.....	16
V.4.1. La ventilation naturelle	16

V.4.2. Les modes de la ventilation.....	16
VI. Les dispositifs de l'architecture bioclimatique.....	19
VI.1. Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique.....	19
VI.1.1. La serre bioclimatique.....	19
VI.1.2. Protection solaires.....	20
VI.1.2.1. Les masques architecturaux.....	20
VI.1.2.2. Les protections mobiles.....	24
VI.1.3. Le mur capteur accumulateur.....	26
VI.1.4. Toiture végétale.....	27
VI.1.5. Le mur végétal intérieur et extérieur.....	28
VI.1.5.1. Effets de la végétation sur le climat.....	29
VI.1.5.2. Effets de la végétation sur le confort phonique.....	30
VI.1.5.3. L'effet de la végétation sur la vie sociale.....	31
VI.1.6. Le vitrage et ses performances.....	31
VI.1.6.1. Caractéristique principales des vitrages.....	32
VI.1.7. Façade double peau.....	35
VI.2. Les dispositifs bioclimatiques actifs.....	39
VI.2.1. Les panneaux solaires.....	39
VI.2.2. Chauffage chauffant rafraichissent.....	41
VI.2.3. La pompe à chaleur air-air.....	41
VI.2.4. La pompe à chaleur (PAC) air-eau.....	42
VI.2.5. La pompe à chaleur (PAC) géothermique.....	42
VI.2.6. L'éolienne.....	43
VII. Matériaux à changement de phase (MCP).....	43
VII.1. Les méthodes de stockages de l'énergie thermique.....	43
VII.2. Les mcp et leur principe de fonctionnement.....	43
VII.3. Domain d'application.....	45
VII.4. Classification des mcp.....	45
VII.5. Critères de sélection d'un mcp.....	46

VII.6. Procédures d'intégration des MCP.....	47
VII.7. Utilisations passives des mcp en bâtiment.....	48
VII.8.Utilisation active des mcp dans le bâtiment.....	51
Conclusion.....	53

Chapitre II : Analyse des projets modèles

Introduction	54
I. Le choix de thème.....	54
II. Initions sémantiques de l'enseignement supérieur en architecture.....	54
II.1.Définition.....	54
II.2.L'enseignement supérieur en Algérie.....	55
II.2.1.L'évolution de l'enseignement supérieur en Algérie.....	55
II.2.2.Type d'établissements universitaires.....	56
II.2.3. Le rôle de l'enseignement supérieur.....	57
III. Architecture et enseignement.....	58
III.1.Définition de l'architecture.....	58
III.2.Les différents types d'architectures.....	59
III.3.L'historique et styles de l'architecture.....	59
III.5. Historique des écoles d'architecture.....	63
III.6.Aperçu historique sur l'enseignement de l'architecture en Algérie.....	64
III.7 Définition d'une école d'architecture et ces objectifs.....	64
III.7.1 Définition d'une école d'architecture.....	64
III.7.2 Les objectifs.....	65
III.7.3 Les différents métiers de l'architecture.....	65
III.7.4 Les problèmes des écoles d'architecture d'un point de vue architectural.....	66
III.7.5 Aperçu sur quelques grandes écoles d'architecture.....	67
IV. Analyse des exemples modèles.....	70
IV.1.Le premier exemple : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg.....	70
IV.1.1.Fiche technique.....	70
IV.1.2.Le climat de Strasbourg.....	71

IV.1.3 Description du projet.....	71
IV.1.4 Étude de plan de masse.....	72
IV.1.5 La volumétrie.....	73
IV.1.6 Analyse des façades.....	74
IV.1.7 Analyse des plans.....	75
IV.1.8 La circulation.....	81
IV.1.10.Les ambiances intérieures.....	83
IV.1.11.Analyse de la structure.....	84
IV.2.Le deuxième exemple : Ecole d'architecture et d'urbanisme, Université d'État Morgan.	86
IV.2.1.Fiche technique.....	86
IV.2.2. Situation	87
IV.2.3. Plan de masse.....	87
IV.2.4. Le climat de Baltimore.....	88
IV.2.5. Volumétrie.....	89
IV.2.6. Analyse des façades.....	89
IV.2.7. Analyse des plans.....	90
IV.2.8. Circulation.....	92
IV.2.9 Dispositifs bioclimatiques.....	94
IV.2.10.Analyse de la structure.....	96
IV.2.11.Les ambiances intérieures.....	97
Conclusion.....	98

Chapitre III : Analyse du site d'intervention

Introduction.....	99
I. Le choix du site.....	99
II. Présentation de la ville de Tipaza.....	99
II.1. la situation de la ville de TIPAZA.....	99
II.2. Accessibilité de la ville de Tipaza.....	100
III. Lecture morphologique des éléments de composition urbaine.....	102
III.1.Les portes.....	102

III.2. Les voiries.....	103
III.3. Les nœuds.....	103
III.4. Les points de repères.....	104
IV. Environnement immédiat.....	105
IV.1. Système bâti.....	105
IV.2. Système non bâti.....	105
V. Potentialités de la ville.....	106
V.1. Potentialités paysagères.....	106
V.2. Potentialités historiques et culturelles.....	106
VI. Vocations de la ville.....	111
VII. Environnement socio-économique.....	112
VIII. Environnement naturel.....	112
VIII.1. Topographie et l'hydrographie.....	113
VIII.1.1. Relief.....	113
VIII.1.3. Hydrographie.....	114
VIII.2. Domaine littoral.....	114
VIII.3. La végétation.....	114
IX. Le climat.....	114
IX.1. Température.....	115
IX.2. Humidité.....	115
IX.3. Précipitations	116
IX.4. Vents.....	116
IX.5. Ensoleillement.....	117
X. Diagramme de Givoni.....	117
XI. Présentation de l'aire d'intervention	120
XI.1. Objectifs d'intervention	121
XI.2. Les limites	121
XI.3. L'accessibilité	122
XI.4. L'environnement immédiat.....	122

XII. Le choix de l'assiette d'intervention	125
XII.1. La situation de la parcelle.....	125
XI.2. L'environnement immédiat.....	126
XI.3.Accessibilité.....	128
XI.4. Forme et topographie.....	129
Conclusion	129
Chapitre IV : programmation et conception du projet d'étude	
I. Phase conceptuelle.....	131
I.1. Idéation.....	131
I.2. les concepts utilisés.....	131
I.3. Schéma de principe.....	133
I.3. Genèse de la forme.....	134
I.3. Programme quantitatif et qualitatif.....	135
III. Organisation fonctionnel.....	138
III.1.Plan de masse.....	138
II.2.Plan sous-sol.....	139
III.3.Plan de Rez de chaussée.....	140
III.4.Plan de 1 ^{er} étage.....	141
III.5.Plan de 2 ^{ème} étage.....	142
III.6.Plan de 3 ^{ème} étage.....	143
IV. Description des plans.....	144
IV.1.Plan de masse.....	144
IV.2.Plan de différents niveaux.....	146
V .Description de l'enveloppe.....	156
V.1.Façade principale	156
V.2. La façade postérieure.....	156
V.3.Façade latérale.....	157
V.4. Façade latérale	158
VI. Evaluation environnementale.....	159

A. Solutions bioclimatiques passives.....	161
B. Solutions bioclimatiques actives.....	162
V.2. stratégie du froid.....	163
A. Solutions bioclimatiques passives.....	163
B. Solutions bioclimatiques actives.....	165
VII. Le choix du système structurel.....	166
VII.1. La structure en béton armé.....	166
Conclusion générale.....	173

Liste des figures

Figure 1 : les paramètres affectant le confort thermique.....	4
Figure 2 : stratégie du chaud.....	5
Figure 3 : la stratégie du froid.....	5
Figure 4 : la stratégie de l'éclairage naturel.....	6
Figure 5: éclairage naturel.....	7
Figure 6 : Isolation thermique dans la lame d'air.....	10
Figure 7 : isolation thermique par l'extérieur.....	10
Figure 8 : isolation thermique par l'intérieur.....	10
Figure 9 : isolation thermique par l'intérieur.....	11
Figure 10 : effet cheminée.....	11
Figure 11 : effet du vent.....	12
Figure 12 : échelle de BEAUFORT.....	12
Figure 13 : influence de l'effet topographique.....	13
Figure 14 : utilisation de la végétation pour améliorer l'aération naturelle.....	13
Figure 15 : effet de trous sous immeuble.....	13
Figure 16 : effet de coin.....	14
Figure 17 : effet de sillage.....	14
Figure 18 : effet de barre.....	14
Figure 19 : effet de Venturi.....	15
Figure 20 : effet de canalisation.....	15
Figure 21 : effet de pyramide.....	15
Figure 22 : ventilation mono exposée.....	16
Figure 23 : ventilation transversale.....	17
Figure 24 : capteur de vent.....	17
Figure 25 : ventilation par conduit vertical.....	17
Figure 26 : ventilation par atrium.....	18
Figure 27 : Schéma de principe d'un puits canadien.....	18
Figure 28 : principe de fonctionnement d'une serre.....	19
Figure 29 : protection solaire durant l'année.....	20
Figure 30 : Self-shading sur L'immeuble à gradin d'H Sauvage.....	20
Figure 31 : l'auto-ombrage dans la nature.....	21
Figure 32 : fonctionnement de l'auto-ombrage.....	21
Figure 33: Mosquée du nord du Ghana.....	22
Figure 34: Bureaux solaires au Madrid.....	22
Figure 35: Immeuble de bureau en Suède.....	22
Figure 36: L'hôtel de ville de Tempe.....	22
Figure 37 : Parc informatique à Bangalore.....	22
Figure 38 Banque d'Israël, Jérusalem.....	22
Figure 39 : Les motifs de l'auto-ombrage.....	23
Figure 40 : parasols géants.....	25
Figure 41 : Sharifi-ha house.....	25
Figure 42 : Usine d'incinération d'Ivry-sur Seine.....	25
Figure 43 : Musée MAXXI.....	25
Figure 44 : processus de rotation de Scharifi-ha house.....	26
Figure 45 : schéma d'un mur trombe.....	27
Figure 46 : les différents composants d'une toiture végétalisée.....	27

Figure 47 : murs vivants.....	28
Figure 48 : Plants grimpantes	28
Figure 49 : îlot de fraîcheur urbain	29
Figure 50 : schéma montrant le rôle de végétation sur la variation de température.....	29
Figure 51 : purification de l'air par les arbres.....	30
Figure 52 : un microclimat plus confortable par la présence des arbres.....	30
Figure 53 : la diminution de la pollution sonore.....	30
Figure 54 : Jardin d'essai du Hamma.....	31
Figure 55 : schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'îlot de chaleur.....	31
Figure 56 : le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.....	32
Figure 57 : le vitrage isolant.....	33
Figure 58 : verre électro-chromique.....	33
Figure 59 : verre photovoltaïque.....	34
Figure 60 : principe de vitrage rétro-réfléchissant.....	34
Figure 61 : façade double peau et ses différents composants	35
Figure 62 : les types de façades double peau.....	36
Figure 63 les types de ventilation.....	38
Figure 64 : les modes de ventilation naturelle.....	38
Figure 65 : fonctionnement d'un panneau solaire	39
Figure 66 : fonctionnement du panneau solaire thermique.....	40
Figure 67 : fonctionnement d'un panneau solaire hybride.....	40
Figure 68 : plancher chauffant rafraichissant.....	41
Figure 69 : fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air.....	41
Figure 70 : fonctionnement d'une pompe à chaleur air /eau.....	42
Figure 71 : fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique.....	42
Figure 73 : le principe de fonctionnement des MCP	44
Figure 72 : Schéma comparatif des inerties thermiques.....	44
Figure 74 : classification des MCP.....	45
Figure 75 : Procédures d'intégration des MCP dans le bâtiment.....	47
Figure 76 : Configuration d'un modèle de mur trombe MCP.....	48
Figure 77 : fenêtre GlassX fabriqué par Dietrich.....	48
Figure 78 : panneau à base de MCP fabriqué DuPont.....	49
Figure 79 : les blocs de béton à base de MCP.....	49
Figure 80 : rideaux à MCP mis au point par Harald Melhing.....	49
Figure 81 : premier système d'intégration des MCP dans le sol.....	50
Figure 82 : deuxième système d'intégration des MCP dans le sol.....	50
Figure 83: schéma du système de chauffage solaire.....	51
Figure 84 : applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP.....	51
Figure 85 : unité de rafraîchissement des bâtiments par ventilation.....	52
Figure 86 : concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol.....	52
Figure 86 : l'établissement universitaire en Algérie.....	55
Figure 87 : Parthénon.....	59
Figure 88 : Basilique Sainte Sabine,Rome.....	60
Figure 89 : Saint-Laurent-de-l'Escorial, façade principale, Madrid.....	60
Figure 90 : Palais de la Sécession, Vienne, Autriche, 1897–1898.....	61
Figure 91 : La Manufacture Omega de Villeret (Suisse).....	62
Figure 92 : l'enseignement de l'architecture en Algérie.....	64
Figure 93 : vue sur l'école D''architecture Lyon.....	68

Figure 94 : Ecole d'architecture BAUHAUS ; Allemagne.....	68
Figure 95 : Ecole d'architecture Knowlton, USA.....	69
Figure 96 : l'ensemble de ENSAS (le garage et la fabrique).....	70
Figure 97 : le tableau climatique de Strasbourg.....	71
Figure 98 : situation et repère à Strasbourg.....	71
Figure 99 : le bâtiment la Fabrique.....	72
Figure 100 : plan de masse d'ENSAS.....	73
Figure 101 : volumétrie de la nouvelle école d'architecture.....	74
Figure 102 : la vue de La Fabrique dans la nuit.....	75
Figure 103 : la vue de La Fabrique en plein jour.....	75
Figure 104 : plans de sous-sol, RDC et premier étage.....	77
Figure 105 : plans de deuxième, troisième et quatrième étage.....	78
Figure 106 : plans de cinquième, sixième et plan de toiture.....	79
Figure 107 : coupe montre les relations spatiales et fonctionnelles entre les deux bâtiments.....	80
Figure 108 : laboratoire de simulation de lumière naturelle.....	80
Figure 109 : une coupe sur le bâtiment « La Fabrique ».....	81
Figure 110 : circulation horizontale.....	82
Figure 111 : la façade et la passerelle vitrée, La Fabrique.....	82
Figure 112 : les treillis d'aluminium sur la façade du bâtiment « La Fabrique ».....	82
Figure 113 : l'intérieur d'un atelier.....	83
Figure 114 : l'escalier au tour de l'atrium.....	83
Figure 115 : la sous face de la passerelle.....	84
Figure 116 : l'intérieur de la passerelle.....	84
Figure 117 : la structure du bâtiment La Fabrique de l'ENSAS.....	84
Figure 118 : la fixation d'une mantille en tôle sur les poutres métalliques.....	84
Figure 119 : la structure métallique sur les façades.....	85
Figure 120 : école d'architecture et d'urbanisme, université d'Etat Morgan.....	86
Figure 121 : la position de l'école d'architecture et d'urbanisme –Morgan-.....	87
Figure 122 : plan de masse.....	88
Figure 123 : le tableau climatique de Baltimore.....	88
Figure 124 : la volumétrie du projet.....	89
Figure 125 : façade est de l'école.....	90
Figure 126 : façade ouest de l'école.....	90
Figure 127 : façade sud de l'école.....	90
Figure 128 : plans de RDC et premier étage.....	91
Figure 129 : plan de deuxième étage.....	92
Figure 130 : la circulation horizontale et verticale au RDC.....	93
Figure 131 : la circulation horizontale et verticale au premier étage.....	93
Figure 132 : la circulation horizontale et verticale au deuxième étage.....	94
Figure 133 : une vue sur l'escalier intérieur –atrium-.....	94
Figure 134 : la 3 D intérieur.....	94
Figure 135 : atrium.....	95
Figure 136 : brises soleil.....	95
Figure 137 : éclairage zénithale.....	95
Figure 138 : vue aérienne de l'école.....	96
Figure 139 : la structure d'une vue intérieure.....	96
Figure 140 : vue sur l'intérieur du projet.....	96
Figure 145 : vues sur l'intérieur de l'école.....	97

Figure 146 : la situation de TIPAZA.....	100
Figure 147 : la situation de TIPAZA.....	100
Figure 148 : accessibilité de Tipaza.....	101
Figure 149 : accessibilité de TIPAZA.....	101
Figure 150 : les portes de la ville de TIPAZA.....	102
Figure 151 : les voiries de la ville de TIPAZA.....	103
Figure 152 : les nœuds importants.....	103
Figure 153 : les repères de la ville de Tipaza.....	104
Figure 154 : le système bâti de la ville de Tipaza.....	105
Figure 155 : système non bâti de la ville de Tipaza.....	105
Figure 156 : vue vers la mer et le mont Chenaoua.....	106
Figure 165 : le tourisme a Tipaza.....	111
Figure 166: type de récolte à Tipaza.....	111
Figure 167 : réparation des terres agricoles à Tipaza.....	112
Figure 168 : le niveau d’instruction de la population à Tipaza.....	112
Figure 169 : carte de relief.....	113
Figure 170 : carte de promontoires.....	113
Figure 171 : réseau hydrographique.....	114
Figure 172 : vue sur la plage corne d'Or.....	114
Figure 173 : la végétation à Tipaza.....	114
Figure 174 : carte des étages bioclimatiques en Algérie.....	115
Figure 175 : les températures Tipaza.....	115
Figure 176 : diagramme de l’humidité.....	115
Figure 177 : les précipitations à Tipaza.....	116
Figure 178 : les vents à Tipaza.....	116
Figure 179 : rose des vents de Tipaza.....	116
Figure 180 : rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen.....	117
Figure 181 : diagramme de Givoni.....	118
Figure 182 : diagramme de Givoni.....	119
Figure 183 : la zone d’intervention.....	121
Figure 184 : les limites de la zone.....	122
Figure 185 : l'accessibilité de la zone.....	122
Figure 186 : environnement immédiat AU3.....	123
Figure 187 : la RN11.....	123
Figure 188 : le nœud.....	123
Figure 189 : vue sur la mer.....	123
Figure 190 : Parc archéologique.....	123
Figure 191 : le nœud.....	123
Figure 192 : Hai Arabta.....	123
Figure 193 : Bousquet.....	123
Figure 193 : situation de la parcelle.....	125
Figure 194 : carte des repères.....	126
Figure 195 : centre d’arabe d’archéologie.....	127
Figure 196 : la radio.....	127
Figure 197 : siège de Police.....	127
Figure 198 : EPSP Tipaza.....	127
Figure 199 : gare routière de Tipaza.....	127
Figure 200 : quartier Bouyouzen.....	127

Figure 201 : carte d'accessibilité.....	128
Figure 202 : la forme et la surface du terrain.....	128
Figure 203 : coupes schématiques.....	128
Figure 204 : schéma de principe.....	133
Figure 205: organigramme fonctionnel du plan de masse.....	138
Figure 206: organigramme fonctionnel de sous-sol.....	139
Figure 207: organigramme fonctionnel du Rez-de-chaussée.....	140
Figure 208: organigramme fonctionnel de 1 ^{er} étage.....	141
Figure 209: organigramme fonctionnel du 2 ^{eme} étage.....	142
Figure 210: organigramme fonctionnel du 3 ^{eme} étage.....	143
Figure 211: plan de masse.....	145
Figure 212 : plan de sous-sol.....	147
Figure 213: plan de Rez de chaussée.....	149
Figure 214: plan du 1 ^{er} étage.....	151
Figure 215 : plan du 2 ^{eme} étage.....	153
Figure 216: plan du 3 ^{eme} étage.....	155
Figure 217 : façade principale.....	156
Figure 218 : façade postérieure.....	157
Figure 219 : façade latérale (Sud-est).....	157
Figure 220: façade latérale (Sud-ouest).....	158
Figure 221 : diagramme de Givoni.....	159
Figure 222: le fonctionnement de la façade double peau en hiver.....	161
Figure 223 : fonctionnement de puits canadien.....	162
Figure 224: fonctionnement de la façade double peau en été.....	163
Figure 225 : effet thermosiphon.....	164
Figure 226: coupe sur une toiture végétale.....	165
Figure 227 : fonctionnement du puits canadien.....	166
Figure 228 : semelle isolée.....	167
Figure 229: coupe transversale sur semelle.....	167
Figure 230 : semelle filante.....	167
Figure 231: mur de soutènement	168
Figure 232 : la présentation des joints dans le projet.....	168
Figure 233 : détail poteau en BA.....	169
Figure 234 : détail d'une poutre en BA.....	169
Figure 235: dalle corps creux.....	170
Figure 236: les panneaux d'isolation.....	170
Figure 237 : la fibre en bois.....	171
Figure 238: mur en brique creuse.....	171
Figure 239: faux plafonds.....	171
Figure 240: double vitrage à base émissivité.....	172
Figure 241: rétro-réfléchissent.....	172

Liste des tableaux

Tableau 1 : matériaux d'isolation thermique.....	8
Tableau 2 : les effets aérodynamiques dus au vent eu milieu urbain.....	13
Tableau 3 : Les modèles de bâtiment d'auto-ombrage.....	22
Tableau 4 : Résultats de l'expérience.....	23
Tableau 5 : les types de façade double peau.....	37
Tableau 6 : historique de la ville de Tipaza.....	107
Tableau 7 : les dispositifs selon le diagramme de Givoni.....	120

Introduction générale

Introduction générale

L'Algérie a vu la succession de plusieurs civilisations qui ont marqués son territoire. Ces dernières ont laissés des empreintes permanentes. Certaines de ces réalisations ont pu défier le temps et parvenir aux sociétés contemporaines sous forme de vestiges archéologiques d'une importance considérable.

Dans ce contexte, l'Algérie recèle une variété inestimable en matière de patrimoine archéologique, architectural et urbanistique. Elle possède un patrimoine exceptionnel qui traduit dans toute sa plénitude une histoire civilisation, elle multiple et dont les témoins sont ces sites et ces monuments qui subsistent encore. Cet héritage patrimonial fait de notre temps l'héritier, le dépositaire d'une partie de notre mémoire par le biais des sites historiques d'une renommée mondiale qui ont été classés en 1982 «patrimoine de l'humanité», dont Djemila, Timgad, Tipaza.

La région de Tipaza représente une portion du territoire algérien qui a été convoitée par de nombreuses civilisations qui est très riche en vestiges archéologiques, surtout antiques. Ces derniers sont une merveille classée au patrimoine mondiale de l'humanité, mais menacée par l'urbanisation effrénée que connaît la ville depuis quelques années.

Pour préserver cette richesse culturelle, des procédures doivent être prise en charge pour protéger ces sites archéologiques et sensibiliser la communauté à son importance en tant que mécanisme pour préserver l'identité et la mémoire de la ville de la disparition.

L'enseignement supérieur et la recherche scientifique sont deux institutions nationales, qui contribuent à l'activité de la formation et de la recherche scientifique afin d'aboutir à un développement vers une société électronique. Ces derniers doivent s'adapter aux nécessités multifonctionnelles de la société pour parer à ces besoins voire en créer d'autres pour les satisfaire ultérieurement, et atteindre l'élan indispensable aux différentes étapes de l'évolution humaine.

« Les universités seraient non seulement des institutions chargées de préserver et d'enrichir les cultures nationales, mais aussi des instruments indispensables pour participer avec efficacité et justesse à une culture mondiale naissante »¹

On doit aussi réfléchir d'une manière intense afin de proposer des stratégies qui permettent d'avoir des constructions durables qui respectent les conditions bioclimatiques et qui cherchent à obtenir des conditions de vie confortables (température, taux d'humidité, éclairage...) de manière la plus naturelle possible pour réduire la consommation de l'énergie et dans le respect l'environnement.

Problématique générale

La ville de Tipaza est l'une des villes côtières algérienne qui regroupe l'un des plus extraordinaires complexes archéologiques du Maghreb caractérisée par sa richesse historique, culturelle et son paysage naturel, , lui prononce le statut de la ville touristique avec une destination de premier ordre.

Cette année en 2020, le gouvernement algérien a lancé un projet pour aller vers les énergies renouvelables et l'architecture durable pour préserver l'environnement et les richesses du pays.

- **Comment pourrait-on redynamiser la ville de Tipaza sur la base des principes de durabilité tout en respectant l'identité et la mémoire de la ville ?**
- **Comment peut-on renforcer la vocation éducative et culturelle de la ville de Tipaza tout en profitant des potentialités paysagères de la ville ?**

Problématique spécifique

- **Comment notre projet peut-il contribuer à la sensibilisation du grand public à l'importance et l'obligation de la protection du patrimoine ?**
- **Comment pourrait-on créer un projet qui combine entre tous les niveaux de confort, du bien-être des usagers et le respect de l'environnement ?**

¹ Peter Van Tilburg. Politiques et gestion de l'enseignement supérieur.n°14[en ligne].2/2002.Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politiques-et-gestion-de-l-enseignement-supérieur-2002-2-page-9.htm> #

Hypothèses

- La création d'un dialogue entre l'architecture et l'environnement pourrait mettre en évidence la valorisation des ressources naturelles.
- La transmission et la vulgarisation du savoir ainsi que la sensibilisation du grand public de l'importance du patrimoine par le biais de nouveaux moyens de communication peuvent être constituées les bases de la thématique d'un projet qui s'adresse au grand public et qui contribuera à créer un espace d'échange et de partage entre les différentes tranches de la société.
- Projeter un équipement destiné à la formation de l'architecture, l'histoire, la culture serait à même de rehausser l'image de la ville de Tipaza.
- Un institut d'architecture offrirait la possibilité de mieux former les étudiants, pour en faire de meilleurs architectes et pour une meilleure production architecturale dans les nouveaux concepts de l'architecture durable.

Objectifs

- Créer un dialogue entre l'architecture, environnement et l'histoire (sites archéologiques).
- L'exploitation des richesses naturelles de la ville et réduire la consommation énergétique, en améliorant les conditions de confort.
- Revaloriser et protéger le patrimoine archéologique de la ville de Tipaza.

Méthodologie de recherche

Pour organiser et faciliter la recherche, il est indispensable d'établir une méthodologie de recherche qui consiste à :

- Rédiger une introduction qui abordera le problème posé et la suivre d'une Problématique ;
- Définir plusieurs solutions hypothétiques (hypothèses de recherche) doivent être confirmées ou infirmées à la fin du travail de la recherche ;

Introduction générale

- La documentation (thèses, mémoires ouvrages..etc.) relatives à notre site ainsi qu'à la thématique, l'observation, prospectives et le travail sur terrain ces des activités qui vont se faire pour mieux cerner les spécificités et les particularités de notre périmètre d'intervention et notre thème.
- Enfin, une conclusion qui infirme ou confirme les hypothèses définir au début de travail de la recherche.

Structure du mémoire

La structuration de notre travail se fera comme suit :

L'introduction générale : contenant l'introduction qui introduira le thème, les problématiques générales et spécifiques, les hypothèses, les objectifs ainsi que la démarche méthodologique.

Partie théorique : elle consiste en toutes les connaissances théoriques relatives à l'architecture bioclimatique et à la thématique.

Cette partie se développe sur deux chapitres :

I. Etat de l'art de la recherche sur l'architecture bioclimatique : on abordera la notion de l'architecture bioclimatique ainsi que ses principaux concepts et les différents dispositifs qu'on peut les intégrer dans notre projet architectural.

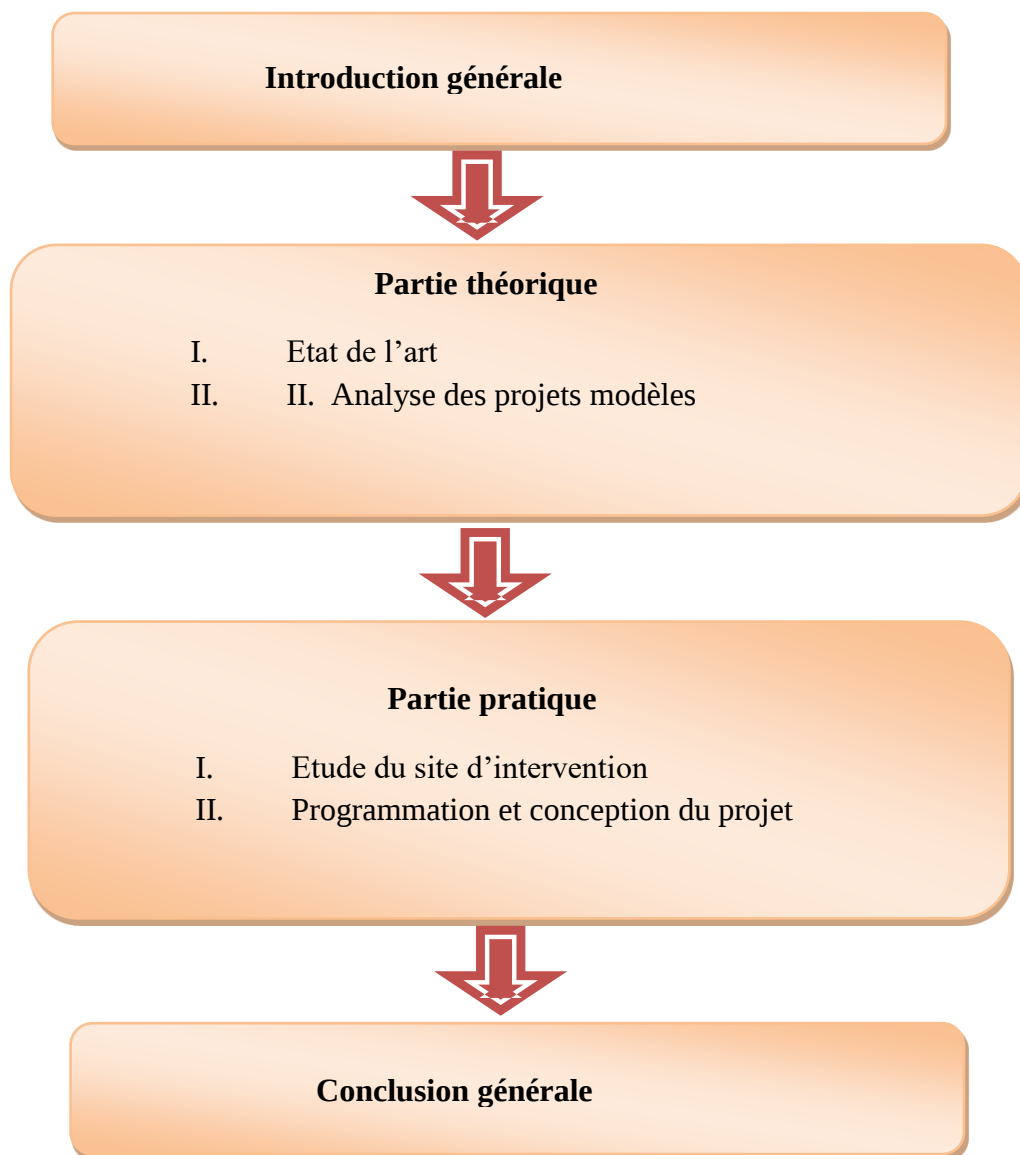
II. Analyse des projets modèles : cette approche consiste en premier lieu à une recherche sur le thème choisi qui est l'institut d'architecture ; significations, généralités, son évolution à travers le temps. Et en second lieu, une analyse d'exemples afin de mieux comprendre ce genre d'équipements tout en le reliant avec l'architecture bioclimatique. Cela va nous permettre de tirer un ensemble des concepts et d'élaborer notre programme spécifique.

Partie pratique: qui est consacrée à l'étude du site d'intervention et la conception architecturale :

III. Etude du site d'intervention : une phase importante où l'on établit une lecture urbaine et une analyse sur différents aspects et à différentes échelles du lieu d'étude afin de le connaître ainsi que toutes ces caractéristiques et exigences pour définir les potentialités et

les carences qui nous guideront dans l'intervention et la conception.

IV. Programmation et conception du projet : c'est la matérialisation du corpus des concepts liés aux données du site, aux exigences de la thématique et aussi aux contraintes climatiques. Nous avons abordé l'aspect constructif de notre projet, structure et procédés de construction ainsi que les différentes solutions bioclimatiques.



Chapitre I :

Etat de l'art

Introduction

L'architecture, bien loin de son objectif primaire de concevoir et bâtir des lieux de vie pour les hommes, elle se teinte aujourd'hui de différents enjeux qui lui sont liés dont l'exigence d'une meilleure efficacité en matière d'impact écologique. Dans cette optique l'architecture bioclimatique a émergé comme une réelle démarche dont l'objectif principal est de faire sortir de terre des bâtiments confortables, respectueux de l'environnement ayant une empreinte écologique² toujours réduite de manière la plus naturelle possible, en utilisant avant tout des moyens architecturaux et des énergies renouvelables disponibles à proximité.

Afin de pouvoir inscrire notre projet dans une démarche de conception durable et atteindre notre objectif de concevoir un bâtiment confortable et économe énergétiquement, nous avons établi ce chapitre qui présente un corpus théorique de l'architecture bioclimatique. Il comporte une définition de l'architecture bioclimatique, ses objectifs, sa naissance et son développement, ses principes et ses dispositifs passifs et actifs ainsi qu'une définition du confort thermique et les stratégies permettant de l'assurer.

I. Définition de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle a pour objectif d'obtenir des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle possible³.

La conception bioclimatique : capter, protéger, conserver :

- Concevoir un bâtiment souple, qui puise dans son environnement naturel, l'essentiel des ressources (soleil, vent, végétation, sol, température ambiante...) nécessaires à son confort.
- Savoir se protéger des aspects négatifs du climat tout en profitant de ses aspects positifs.
- Savoir concilier savoir-faire ancestral et nouvelles technologies.

Objectifs de l'architecture bioclimatique

- Diminuer les impacts des constructions sur l'environnement.
- Assurer l'efficacité énergétique du bâtiment.

² L'empreinte écologique est un outil développé par le Global Footprint Network qui permet de mesurer la pression qu'exerce l'homme sur la nature (WWF)

³ FuturaMaison. Architecture bioclimatique [en ligne]. Disponibles sur <<https://www.futurasciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/>> (consulté le 3 septembre 2020)

- Atteindre un confort thermique optimal.
- Faire des économies d'énergie et d'argent.
- Diminuer l'utilisation des énergies fossiles polluantes.

II. L'évolution de l'architecture bioclimatique

Depuis l'antiquité l'homme a conçu son habitat en symbiose avec la nature.

- L'architecture traditionnelle : L'architecture traditionnelle typique d'une aire géographique et culturelle donnée est la manifestation d'un savoir-faire séculaire transmis et amélioré de génération en génération. Cette architecture, dite vernaculaire, est une « science du concret » respecte son environnement.
- L'architecture organique : les réalisations des architectes de cette époque estiment que l'architecture devrait respecter sa nature c'est le cas de Wright qui pose les principes de cette architecture.
- Suite à la crise pétrolière de 1973, dans le domaine de la construction est apparue la "bioclimatique". Il s'agissait de maximaliser le confort "technique" en minimisant les dépenses énergétiques. Les matériaux étant utilisés du seul point de vue de leurs performances techniques ; se positionner dans l'environnement (environnement étudié de manière scientifique), sous des climats, veut dire : minimiser les pertes d'énergies et tirer du milieu des énergies sous formes passives (solaire) ou actives (panneaux solaires, pompes à chaleur. Les premières maisons bioclimatiques offrent un confort d'hiver et d'été grâce à une approche pragmatique, inspirée de celle de l'habitat vernaculaire.
- Aujourd'hui l'architecture bioclimatique se développe parallèlement avec une autre tendance : le low-tech et le high-tech. Les partisans du low-tech ou basses technologies est un ensemble de techniques simples, pratiques, économiques et populaires. Le concept s'oppose au high-tech.

La bioclimatique : à la recherche du confort

Notion du confort : Le confort est l'état de bien être exprimé par l'individu par rapport au milieu physique, il peut-être thermique, tactile, phonique, acoustique, visuel, hygrométrique ou olfactif. Tout le travail d'une conception bioclimatique est basé sur le maintien du bien-être des utilisateurs pour une architecture naturellement la plus confortable.

a. Le confort thermique

Le confort thermique est défini comme l'état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique, il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement⁴ qui est atteint grâce à 3 mécanismes notamment la conduction, la convection, et le rayonnement.

b. Les paramètres affectant le confort thermique

La sensation de confort thermique est en fonction de plusieurs paramètres ; ils sont résumés dans les points suivants et la figure1 ci-dessous :

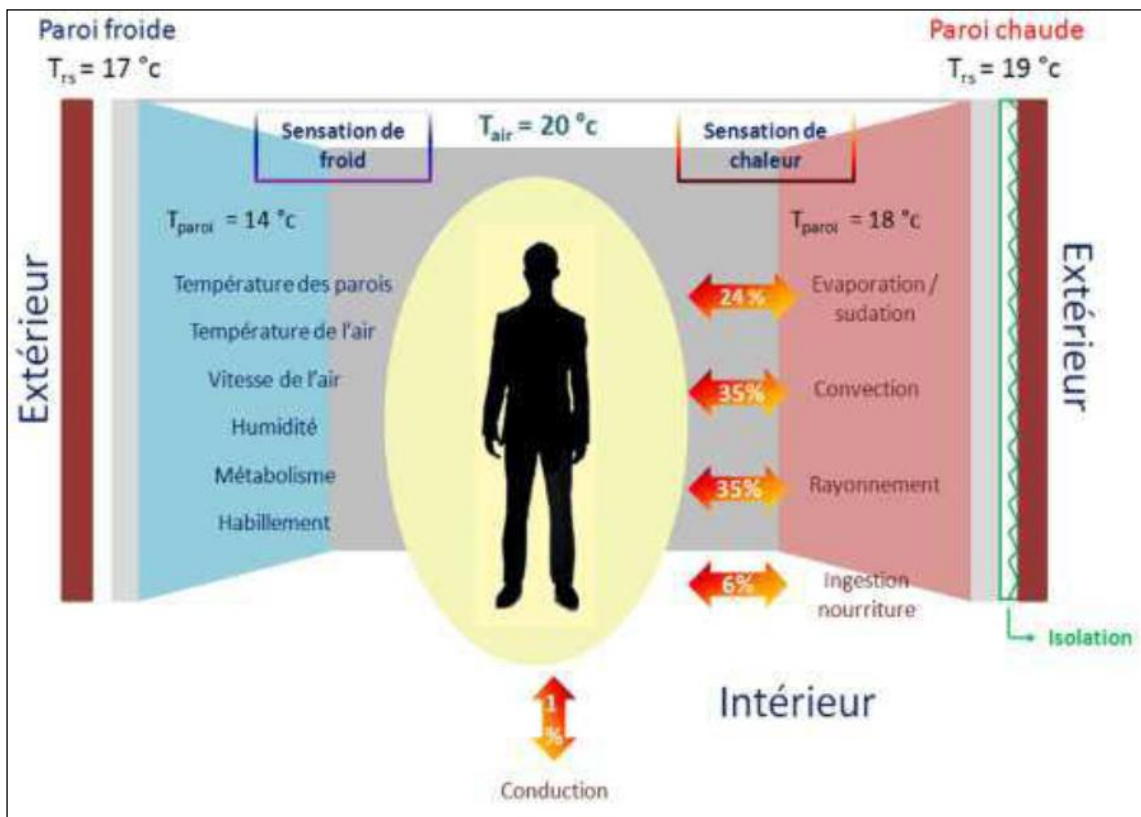


Figure 1 : les paramètres affectant le confort le confort thermique
Source : le-confort-thermique, article-de-Batitherme-SA

III. Les stratégies bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l'efficacité énergétique

III.1 La stratégie du chaud (confort d'hiver)

⁴ LIEBARD A, DE HERDE A, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique .ED : Observe ER, Paris.2005.

En période froide, favoriser les apports de chaleur gratuite et diminuer les pertes thermiques, tout en permettant un renouvellement d'air suffisant.

- Capter la chaleur du rayonnement solaire.
- Stocker la chaleur dans la masse.
- Conserver la chaleur grâce à l'isolation.
- Distribuer la chaleur dans le bâtiment.

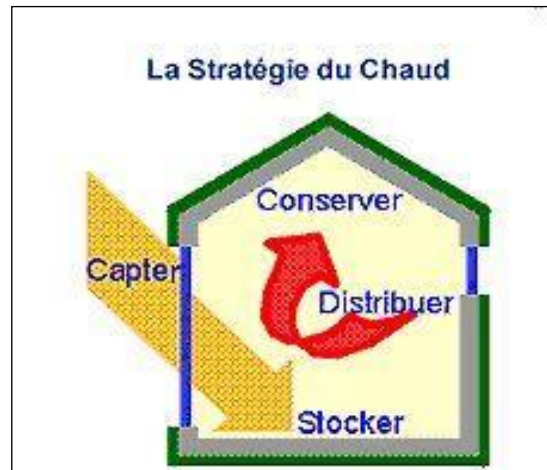


Figure 2 : stratégie du chaud

Source : <https://www.econo-ecolo-org/bioclimatisme/>

III.2. La stratégie du froid (confort d'été)

En période chaude, diminuer les apports calorique et favoriser le rafraîchissement.

- Se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur.
- Minimiser les apports internes.
- Dissiper la chaleur excessive accumulée à l'intérieur de l'habitat et ventiler naturellement.
- Refroidir naturellement l'air par l'utilisation de plans d'eau extérieurs.

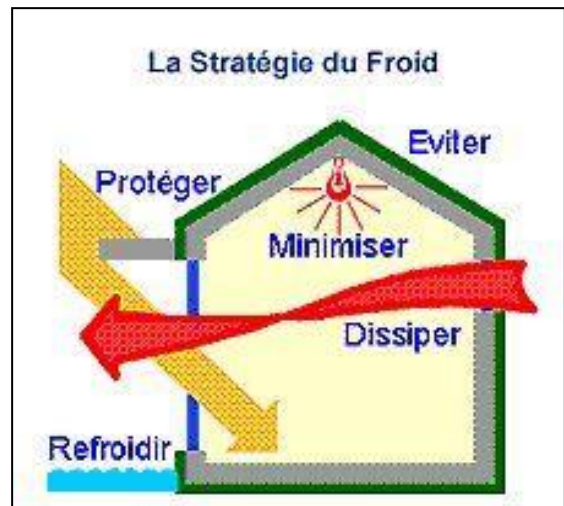


Figure 3 : la stratégie du froid

Source : <https://www.econo-ecolo.org/bioclimatisme/>

III.3. Stratégie de l'éclairage naturel

- Capter la lumière du jour : consiste à la recueillir pour éclairer naturellement un bâtiment.
- Transmettre la lumière naturelle : consiste à favoriser sa pénétration à l'intérieur du bâtiment.
- Distribuer la lumière naturelle : consiste à diriger et à transporter les rayons lumineux de manière à créer une bonne répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment.
- Se protéger de la lumière naturelle : consiste à arrêter partiellement ou totalement le rayonnement lumineux lorsqu'il présente des caractéristiques néfastes à l'utilisation du bâtiment. Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de protéger de l'éblouissement.

- Contrôler la lumière naturelle : consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants.



Figure 4 : la stratégie de l'éclairage naturel

La source : <https://www.econo-ecol.org/bioclimatisme/>

IV. Principes de l'architecture bioclimatique

IV.1. Implantation et intégration au site

Une implantation réfléchie adaptée à la topographie, au microclimat et au paysage, qui permet une exposition maximale au soleil et de se protéger des vents.

IV.2. Orientation et ensoleillement

L'orientation d'une conception bioclimatique vise à apporter le meilleur confort en été tout comme en hiver en favorisant la réception naturelle de l'énergie solaire et de l'éclairage naturel.

IV.3. La forme et la configuration architecturale

La forme du bâtiment a une importance non négligeable pour concevoir un logement bioclimatique, la compacité d'un bâtiment est mesurée par rapport entre la surface des parois extérieurs et la surface habitable a_v . Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact. La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites.

IV.4. la lumière naturelle

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans la conception d'un

bâtiment et ce pour divers raisons : La lumière naturelle joue sur le confort, la santé, l'humeur et la productivité des occupants, elle contribue à réduire la consommation énergétique dans les bâtiments et les émissions de gaz à effet de serre, elle met en valeur l'architecture et anime les espaces intérieurs.

IV.5. Le choix des matériaux

Le choix judicieux des matériaux conclut la conception d'un bâtiment bioclimatique. Une conception bioclimatique tend à une certaine autonomie rendue possible en partie

grâce au choix des matériaux des parois selon leurs fonctions : capter l'énergie, la stocker, la redistribuer, empêcher la fuite de chaleur. Les matériaux utilisés dans la construction écologique sont étudiés de façon intelligente, ils proviennent de sources qui ne sont pas néfastes pour l'environnement et ils rendent nos conceptions plus efficaces avec des émissions de carbone plus faibles, les matériaux locaux sont la meilleure solution car il y a beaucoup moins de coûts impliqués.

IV.6. L'utilisation des énergies renouvelables

L'énergie renouvelable est une énergie qui peut être produite naturellement, au même rythme voire plus vite qu'elle n'est consommée, n'épuisant donc pas les ressources naturelles. Cela réduit ou évite aussi les émissions de dioxyde de carbone et de gaz à effet de serre. Les énergies renouvelables englobent les énergies solaires, éolienne et hydraulique, les biocarburants, et la géothermie.

IV.7. L'isolation thermique

Désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid, elle a pour objectif de réduire la consommation d'énergie de chauffage, de climatisation, améliorer le confort et préserver l'environnement.

Le choix d'isolants s'offre en fonction des exigences environnementales et des contraintes budgétaires, Classiquement, avec un budget limité, on optera probablement pour la laine de verre qui remplit bien son rôle en hiver, même si le confort d'été n'est pas au rendez-vous. À performances thermiques équivalentes, la ouate de cellulose possède un meilleur impact environnemental et un déphasage bien meilleur : elle constitue le meilleur rapport qualité prix. Pour aller plus loin en termes d'écologie, vous pouvez diriger vers un isolant 100%naturel comme la laine de chanvre ou la laine de bois.

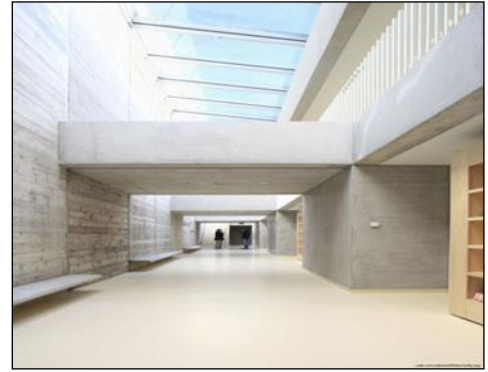


Figure 5 : éclairage naturel

Source : https://next.liberation.fr/design/2012/11/27/equerre-d-argent-pour-le-pole-petite-enfance-a-la-trinite_863335

IV.7.1. Matériaux d'isolation thermique

Tableau 1: matériaux d'isolation thermique

Source : www.conseils-thermiques.org/contenu/comparatif_isolants.php

	Laine de verre	Perlite	Ouate de cellulose	Laine de Chanvre	Ouate de polyester	Liège	Polystyrène extrudé
Image							
	Composite	Minérale	Végétale	Végétale	Synthétique	Végétale	Synthétique
Conductivité thermique $\lambda W/m.k$	0,030 - 0,040	0,05 - 0,06	0,035 - 0,041	0,039 - 0,045	0.038 à 0,041	0,042	0,041 - 0,046
Utilisation	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture	toitures inclinées, sols de greniers, plafonds suspendus, cloisons à ossature bois et métallique	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture, comble
Durabilité	peuvent se tasser avec le temps	Grande longévité	Grande longévité	imputrescible (ne pourrait pas)	ne se tasse pas	Grande longévité mais forte dégradation de la conductivité si mouillé	Instabilité dans le temps
Avantages	-Résistance correcte au froid grâce à l'air contenu -Elle ne prend pas feu -La laine de verre n'est pas abîmée	-Matériau écologique Incombustibles par nature, elle est un bon pare-feu	-Bonne isolation thermique -issue d'un processus de recyclage très louable.	inflammable. -Insensible à l'humidité, particulièrement adaptée pour les pièces humides. -Longévité élevée	incorruptible, résistant aux rayons UV, n'absorbe ni l'eau, ni vapeur d'eau et est respirant	-très bon isolant thermique -polyvalent -isolant écologique -résistant à l'humidité -bonne résistance au feu très bonne longévité,	-très bon isolant thermique écologique abondant sur le marché Léger et facile à travailler -insensible à l'humidité - perméable à la vapeur d'eau

Chapitre I : Etat de l'art

Inconvénient	Protection à prendre lors de la pause, Rejet de poussières ou particules nocif pour la santé	Elle perd alors son pouvoir isolant lors du contact avec l'eau	Effet allergisant pour l'ouate de cellulose en vrac à cause de la poussière éventuelle	sa méthode de production est coûteuse	-Toucher un peu dur -Fibre synthétique	Coût élevé en raison de la rareté de la matière première.	Facilement inflammable, fumées nocives (émanations de polluants et danger lors de la fabrication.
Conditionnement	Rouleaux, panneaux, vrac	Vrac	Vrac	Rouleaux, panneaux, vrac	Rouleaux	Rouleaux, panneaux, vrac	Panneaux
Epaisseur humide	180 mm	400 mm	180 mm	234 mm	10-20 cm	15-16cm	160 mm
Epaisseur aride	260 mm	300 mm	260 mm	234 mm	10-20 cm	15-16cm	940 mm
Renouvelable	difficilement (mais disponible)	non	Abondance (papiers recyclés)	oui	Issu du recyclage de bouteilles	Lentement	non
Faible coût énergétique	Fort coût énergétique	Fort coût énergétique	Faible coût énergétique	Faible coût énergétique	Fort coût énergétique	Faible coût énergétique	Fort coût énergétique

IV.7.2. Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs

Un mur extérieur existant peut être isolé principalement selon trois procédés différents :

- **Par remplissage de la lame d'air dans le cas d'un mur creux :**
 - Finitions intérieures et extérieures conservées ;
 - Pas d'encombrement et technique simple ;
 - Pas applicable si parement peint ou émaillé : couche étanche empêche évacuation de la vapeur d'eau ;
 - Épaisseur d'isolation limitée ;
 - Refroidissement du mur de parement : potentiel de séchage réduit, risque de gel.

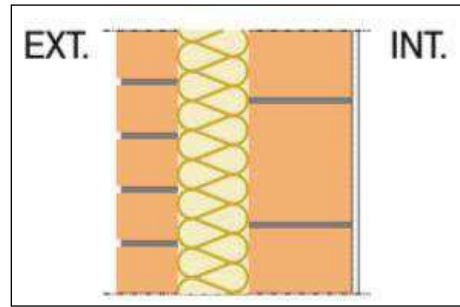


Figure 5 : Isolation thermique dans la lame d'air

Source : Guide de l'isolation thermique en France

- **Par l'extérieur**

L'isolation thermique par l'extérieur ou ITE est une méthode d'isolation par l'extérieur des murs. Elle est souvent appelée mur manteau.

- Continuité de l'isolant : supprime les risques de ponts thermiques locaux.
- Amélioration de l'étanchéité de la façade.
- Protège le Mur du gel et de la fissuration.
- Masse thermique et finitions intérieures préservées.
- Retours de baies doivent être isolés, seuils remplacés, etc. (diminution de la surface vitrée).

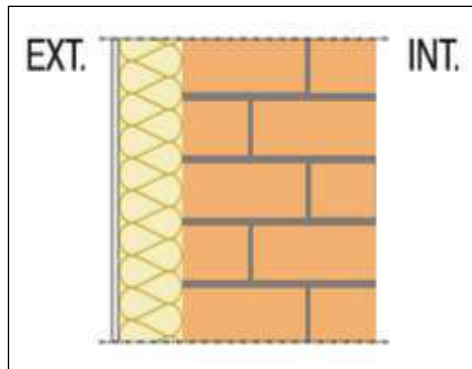


Figure 6 : isolation thermique par l'extérieur

Source : Guide de l'isolation thermique en France

- **Par l'intérieur**

- Augmentation des sollicitations hygrothermiques dans le mur : risque de condensation interne, de gel, de dilatations de la maçonnerie et d'efflorescences de sels.
- Ponts thermiques difficiles à résoudre : risque de condensation superficielle et de formation de moisissures.
- Diminution de l'inertie thermique : risque de surchauffe.

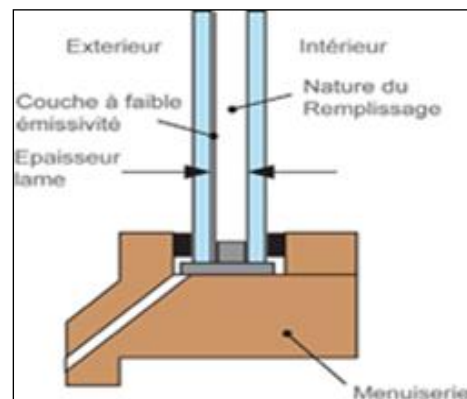


Figure 7 : isolation thermique par l'intérieur

Source : Guide de l'isolation thermique en France

IV.7.3. Procédés d'isolation thermique des vitres

L'isolation du vitrage se fait selon des performances du vitrage et de la qualité de sa mise en œuvre.

Les avantages:

- Diminution de l'effet de paroi froide ;
- Diminution des consommations d'énergie ;
- Diminution de la condensation.

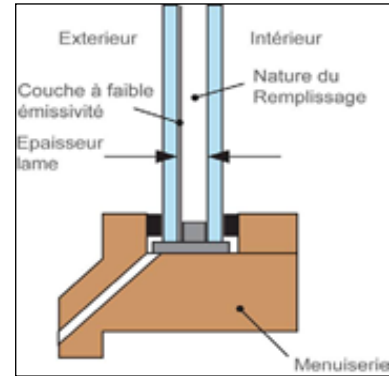


Figure 8 : isolation thermique par l'intérieur

Source : Guide de l'isolation thermique en France

V. La ventilation

V.1. Définition

La ventilation naturelle est utilisée en approche bioclimatique pour fournir l'air frais nécessaire aux occupants pour leur santé, et de contrôler la température pour leur confort. Cette stratégie s'avère efficace à contrôler les surchauffes des bâtiments si ceux-ci sont bien conçus et si les conditions climatiques le permettent : une disposition stratégique des ouvertures et une morphologie architecturale favorable à la circulation transversale et verticale de l'air permettront de générer suffisamment de changements d'air pour évacuer la surchauffe..... [Hugues B, 2007].

V.2. Les moteurs de la ventilation

– **Le vent** : C'est le renouvellement d'air produit par une différence de pression d'air entre l'extérieur d'un bâtiment et son intérieur, ainsi qu'entre deux façades opposées d'un bâtiment.

– **Le tirage thermique** : Appelé aussi **l'effet cheminée** C'est le renouvellement d'air basé sur une différence de température. L'air froid, reste au sol car plus lourd que l'air chaud, y pénètre et est évacué grâce à un conduit vertical qui le rejette vers le toit.

– **Couplage des deux phénomènes** : Les flux d'air réels dans les bâtiments résultent de la force thermique et de celle du vent, Les deux forces peuvent opérer dans le même sens ou en sens contraires, selon la direction du vent et selon la température.

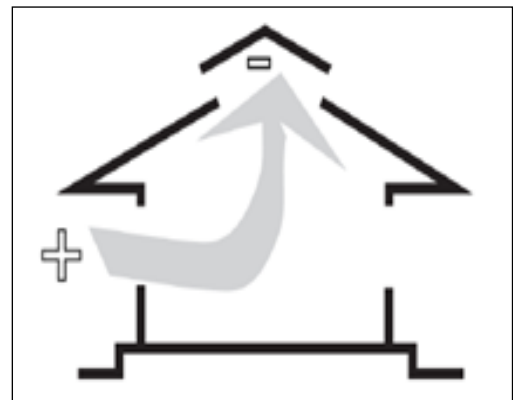


Figure 9 : effet cheminée

Source: https://www.researchgate.net/figure/Ventilation-naturelle-par-tirage-thermique-11_fig23_327562315

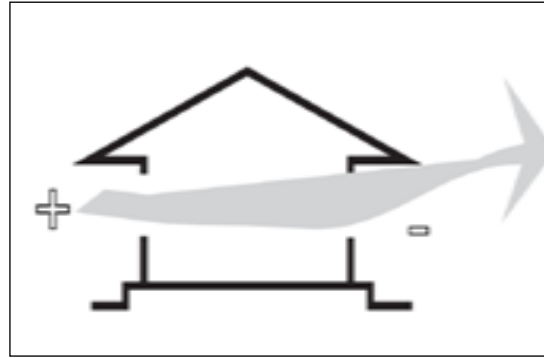


Figure 10 : effet du vent

Source : https://www.researchgate.net/figure/Ventilation-naturelle-par-effet-de-vent-11_fig23_327562315

V.3. La ventilation à l'échelle urbaine

Le vent est un déplacement d'air essentiellement horizontal d'une zone de haute pression (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud) ; la différence des températures entre les masses d'air résulte de l'action du soleil. Le régime des vents en un lieu est représenté par la rose des vents, qui exprime leur direction et leur intensité mesurées par un anémomètre (Liébard et al 2005).

V.3.1. Effet du vent sur le confort (échelle de BEAUFORT)

L'échelle de Beaufort est une échelle de mesure empirique, comportant 13 degrés (de 0 à 12), de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes utilisées dans les milieux maritimes. Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent.

L'échelle de BEAUFORT nous permet d'évaluer l'effet du vent sur le confort qui dépend de la vitesse du vent et de la température de l'air ambiant, on parle alors du confort aérothermique, selon cette échelle la vitesse de confort à ne pas dépasser est de 4m/s.

ÉCHELLE DE BEAUFORT				
Force	Terme	Km/h	Kts	Descriptions
0	Calme	< 1	< 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 5	1 à 3	La fumée indique la direction du vent – les girouettes ne s'orientent pas
2	Légère brise	6 à 11	4 à 6	On sent le vent sur le visage – les feuilles bougent
3	Petite brise	12 à 19	7 à 10	Les drapeaux flottent bien – les feuilles sont sans cesse en mouvement
4	Jolie brise	20 à 28	11 à 15	Les poussières s'envolent – les petites branches plient
5	Bonne brise	29 à 38	16 à 20	Les petits arbres balancent – les sommets de tous les arbres sont agités
6	Vent frais	39 à 49	21 à 26	On entend siffler le vent
7	Grand frais	50 à 61	27 à 33	Tous les arbres s'agitent
8	Coup de vent	62 à 74	34 à 40	Quelques branches cassent
9	Fort coup de vent	75 à 88	41 à 47	Le vent peut endommager les bâtiments
10	Tempête	89 à 102	48 à 55	Visibilité Réduite – gros dégâts
11	Violente tempête	103 à 117	56 à 63	Conditions exceptionnelles – visibilité réduite – gros dégâts
12	Ouragan	> 118	> 64	Domage maximum

Figure 11 : échelle de BEAUFORT

Source : <http://www.simexperts.com/wp-content/uploads/2015/08/echelle-de-beaufort.jpg>

V.3.2. Effet du vent sur les bâtiments selon l'implantation

Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la fréquence du vent à savoir :

- La topographie qui peut renforcer le vent, ou l'atténuer
- La rugosité forte (ville) ou faible (bord de mer) vont respectivement freiner ou laisser le vent se développer.

- **La végétation.**

- **Les effets de la végétation**

La végétation a un rôle important dans la maîtrise des flux d'air, elle peut apporter ou dévier un flux d'air selon le besoin s'en utilisant le bon choix de type, taille et disposition de cette végétation (haies et arbre à feuillage persistant et caduque...).

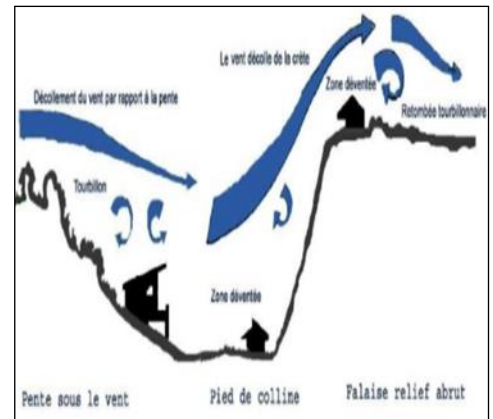


Figure 12 : influence de l'effet topographique
Source : Sacré, et al, 1992

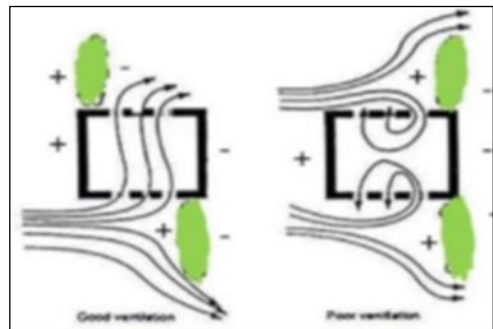


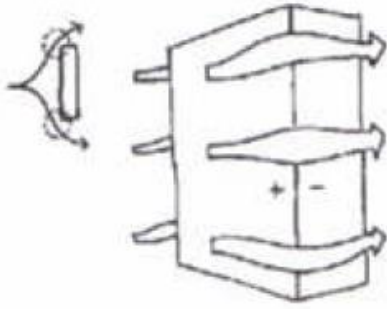
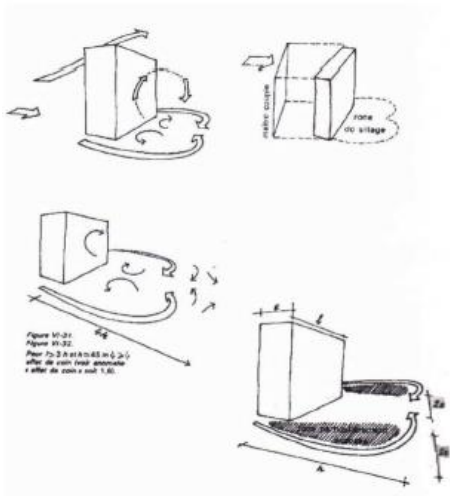
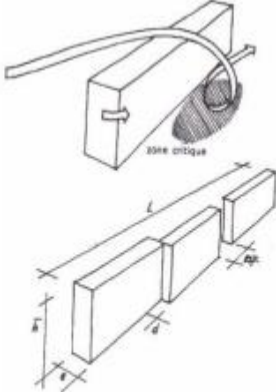
Figure 13 : utilisation de la végétation pour améliorer l'aération naturelle
Source : Allard, 1998

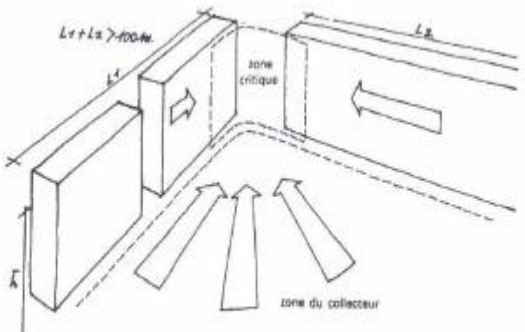
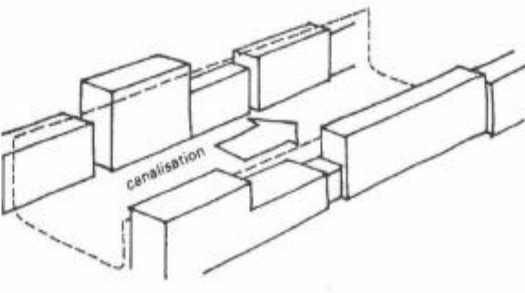
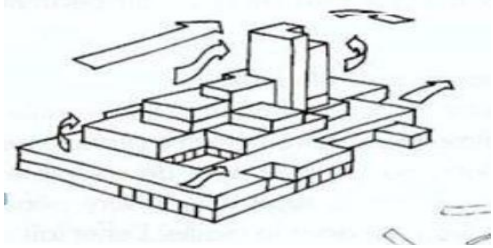
V.3.3. Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain

Tableau 2 : les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain

Source : auteurs

Définitions	Figures	Particularités
Effet de trous sous immeuble : Phénomène d'écoulement dans les trous ou passage sous immeuble qui relie l'avant du bâtiment en surpression et son arrière en dépression.	Figure 14 : effet de trous sous immeuble Source Cours de Mr Chabi ,2020:	Hauteur minimum > 15 m

Effet de coin Phénomène d'écoulement aux angles des constructions qui mettent en relation la zone de surpression amont et la zone de pression latérale du bâtiment.	 Figure 15 : effet de coin Source : Mr Chabi ,2020Cours de	Les formes isolées sont plus exposées à ce phénomène
Effet de sillage : C'est un mouvement d'air tourbillonnaire qui se produit sur la façade située sous le vent en s'étalant sur une distance égale à presque deux fois la hauteur du bâtiment en question. L'effet de sillage englobe aussi l'effet de coin, ce qui rend la vitesse de l'air en aval excessive et extrêmement inconfortable.	 Figure 16 : effet de sillage Source : Cours de Mr Chabi ,2020	La persistance de l'effet de sillage est d'environ quatre fois la hauteur du bâtiment pour $15m \leq H \leq 35m$. La zone partiellement exposée s'étend sur une aire de $H \times 2$ de chaque côté de la forme
Effet de barre Déviation en vrille de l'écoulement au passage d'une barre pour une incidence voisine de 45°.	 Figure 17 : effet de barre Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Le phénomène existe si la géométrie de la barre est : -Hauteur moyenne $h < 25m$. -Longueur minimum de la barre $L > 8h$ -espacements entre les constructions $\leq h$.

Effet de Venturi Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert au vent. La zone critique pour le confort se situe à l'étranglement.	 Figure 18 : effet de Venturi Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Hauteur moyenne des bras $h > 15m$. -Longueur minimale des bras pour un angle aigu ou droit entre ceux-ci $l_1 + l_2 > 100m$ -Direction du vent grossièrement axé sur la bissectrice de l'angle des bras.
Effet de canalisation Ensemble construit formant un couloir à ciel ouvert. Une canalisation n'est pas une cause de gêne en soi. Elle n'agit que si elle est associée à une anomalie aérodynamique qu'elle transmet sur toute sa longueur, exemple : association canalisation- Venturi.	 Figure 19 : effet de canalisation Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Condition d'existence -Le couloir est constitué de parois peu poreuses : espacement $\leq$ l'épaisseur des bâtiments. -La largeur du couloir $< 2h$. -Hauteur minimum des bras $h \geq 6 m$
Effet de pyramide Groupement de construction à décrochement et à caractère pyramidal.	 Figure 20 : effet de pyramide Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Les coins de la pyramide. Si la hauteur de la pyramide = 40 m, alors $Y = 1,6$. • les balcons ou loggias au vent et au voisinage des crêtes.

V.4. La ventilation à l'échelle du bâtiment

V.4.1. La ventilation naturelle

Elle est assurée par des entrées d'air et des évacuations (conduits tirage naturel).

- Elle utilise les forces dues au vent et la poussée d'Archimède due aux différences de masse volumique de l'air.

V.4.2. Les modes de la ventilation

V.4.2.1. Ventilation d'un seul côté : mono exposé

C'est le cas où il n'y a des ouvertures que d'un seul côté, généralement une seule façade de l'espace à ventiler, tandis que l'autre côté est cloisonné et sans ouvrants.

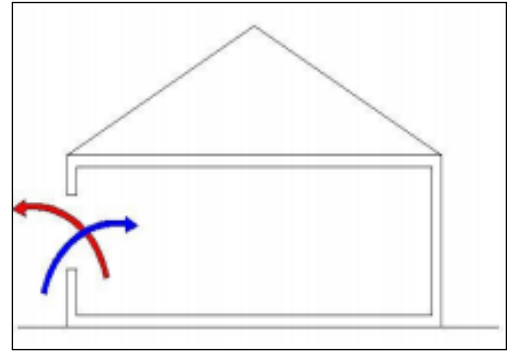


Figure 21 : ventilation mono exposée

Source : Cours de Mr Chabi ,2020

- **Ouverture unique en façade**

L'efficacité de cette configuration étant faible, il faut se limiter, en général, à une profondeur de la pièce inférieure ou égale à 2 fois la hauteur sous plafond. On considère qu'une profondeur de 6 mètres est le maximum pour avoir une ventilation efficace dans toute la zone.

- **Deux ouvertures en façade**

Il est possible d'avoir une ventilation mono-exposée avec deux ouvertures placées à une hauteur différente. Dans ce cas, le tirage thermique est renforcé, car il y a une séparation physique entre l'entrée et la sortie d'air. Comme précédemment, le tirage thermique dépend de la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur, mais aussi de la distance verticale séparant les ouvertures. Grossièrement, la profondeur de la pièce ne doit pas être supérieure à 2,5 fois la hauteur sous plafond, pour une hauteur entre l'entrée d'air et l'extraction d'environ 1,5.

V.4.2.2. Ventilation transversale

La ventilation transversale Correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente, généralement du côté opposé. La ventilation naturelle est

alors essentiellement due à la force du vent. La règle est de se limiter à une profondeur Inférieure à 5 fois la hauteur sous plafond (15m).

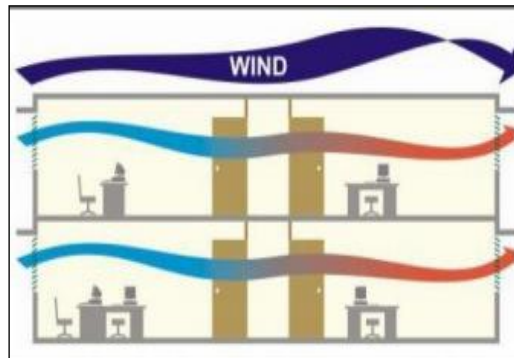


Figure 22 : ventilation transversale

Source : Cours de Mr Chabi ,2020

V.4.2.3. Capteur de vent et variantes

Les capteurs de vent sont des dispositifs utilisés traditionnellement en Iran. Ils sont également appelés badgir. C'est une sorte de cheminée montée en toit qui capture le vent à grande hauteur, où la vitesse du vent, et donc la pression dynamique du vent, est généralement plus élevée. Le différentiel de pression étant alors plus important, le débit de ventilation s'en trouve augmenté. Il faut tout de même prêter attention au tirage thermique qui peut jouer contre cet effet, et donc l'inverser si la vitesse du vent est faible.

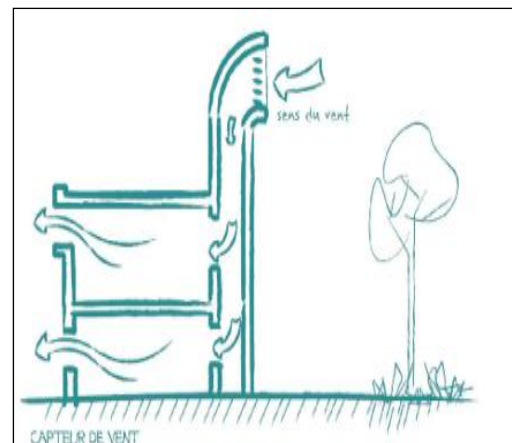


Figure 23 : capteur de vent

Source : Cours de Mr Chabi ,2020

V.4.2.4. Ventilation par conduit vertical

Elle vient pour surmonter la plupart des problèmes liés à la ventilation mono façade et améliorer les stratégies de ventilation traversant. La ventilation par effet cheminée suppose que l'espace contient une ouverture en haut de l'espace à ventiler et une autre en bas.

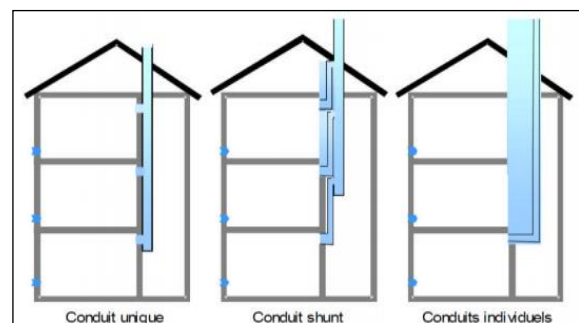


Figure 24 : ventilation par conduit vertical

Source: Cours de Mr Chabi, 2020

V.4.2.5. Ventilation par atrium

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

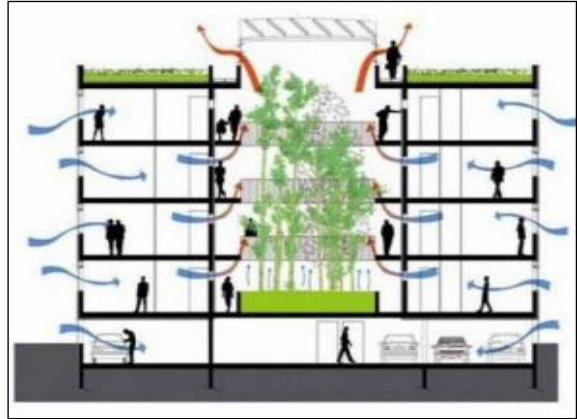


Figure 25 : ventilation par atrium

Source: Cours de Mr Chabi, 2020

V.4.2.6. Ventilation par puits canadiens

La ventilation par puits canadien peut fonctionner naturellement ou à l'aide d'un tirage par ventilateur. Dans tous les cas l'air transite par de longs conduits qui passent dans la terre. Ceci permet de tempérer l'air par échange avec la terre : en hiver, l'air froid est réchauffé et en été l'air chaud est rafraîchi. Le système est basé sur le simple constat que la température de la terre est plus ou moins constante à partir d'une certaine profondeur. A deux mètres environ, elle se maintient autour de 15°C pendant l'été et de 5°C pendant l'hiver.

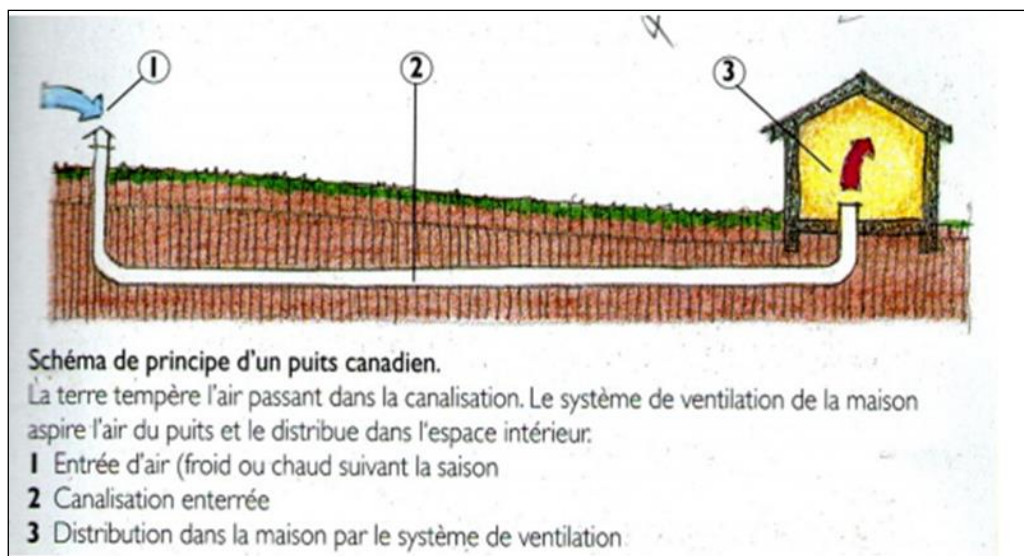


Schéma de principe d'un puits canadien.

La terre tempère l'air passant dans la canalisation. Le système de ventilation de la maison aspire l'air du puits et le distribue dans l'espace intérieur.

1 Entrée d'air (froid ou chaud suivant la saison)

2 Canalisation enterrée

3 Distribution dans la maison par le système de ventilation

Figure 26 : Schéma de principe d'un puits canadien

Source : Cours de Mr Chabi, 2020

VI. Les dispositifs de l'architecture bioclimatique

VI.1. Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique

VI.1.1. La serre bioclimatique

C'est une structure qui utilise les variations du climat. Son fonctionnement suit les variations environnementales et climatiques. Elle utilise le rayonnement du soleil et la circulation de l'air pour répondre aux problématiques thermiques et rendre le bâtiment moins énergivore.

En hiver

La surface vitrée capte le rayonnement solaire. Cependant la ventilation interne réchauffe l'air à l'intérieur de la serre. Par les ouvertures reliant l'intérieur du bâtiment et la serre un courant d'air est créé et réchauffé au fur et à mesure l'air du bâtiment. Le chauffage a donc lieu par convection c'est-à-dire par le chauffage et le déplacement de l'air. Ce premier réchauffement peut se doubler d'un réchauffement par conduction : les parties maçonnées de la paroi du fond de la serre jouent le rôle d'accumulateur de chaleur et restituent lentement leurs calories sur leur autre face vers le bâtiment. Durant la nuit ou en l'absence de soleil, toutes les communications entre la serre et le bâtiment doivent rester fermées pour éviter que le système ne marche à l'envers, et que de l'air chaud ne se refroidisse au contact de la vitre.

En été

Les protections solaires limitent l'exposition au rayonnement solaire et évitent la surchauffe, le réchauffement de l'air qui se produit dans la serre permet une ventilation naturelle grâce à des ouvertures spécifiques pratiquées en bas et en haut de la serre. Toutefois les communications entre la serre et le reste du bâtiment doivent rester fermées afin de ne pas produire dans le bâtiment un renouvellement d'air important qui le réchaufferait. Un store ou volet de couleur claire à déployer en cas de surchauffe pour ne pas que le mur ne se charge de chaleur. Dans ce cas le mur lourd servira d'isolant et participe à conserver la fraîcheur du bâtiment. Durant la nuit, les grilles de ventilation de la serre et les ouvertures entre serre et bâtiment laissent passer généreusement l'air et permettent une sur ventilation propice au rafraîchissement du bâtiment.

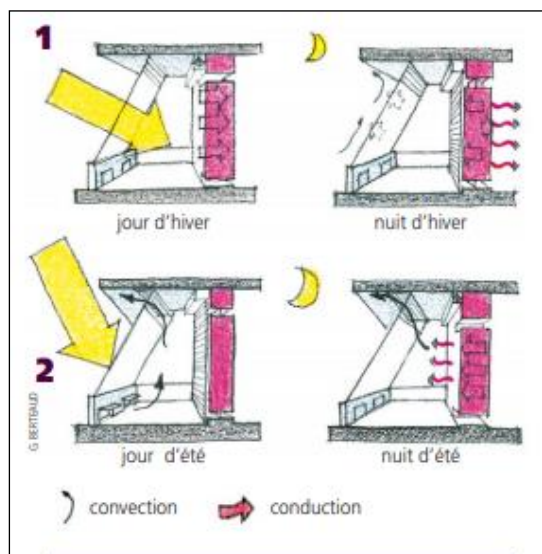


Figure 27 : Principe de fonctionnement d'une serre

Source: https://abonnes.terrevivante.org/uploads/Externe/9d/ARC_FICHER_1631_1224664525.pdf

VI.1.2. Protection solaires

La protection solaire est un élément clé pour améliorer l'efficacité énergétique et la gestion de la lumière naturelle des bâtiments existants et optimiser la conception des bâtiments. Les dispositifs de protection solaire permettent d'ajuster les propriétés des fenêtres et des façades aux conditions climatiques et aux besoins des occupants. Une bonne gestion de ces systèmes peut alors maximiser les apports solaires en hiver, réduisant ainsi les besoins de chauffage et minimiser ces apports en été réduisant ainsi les besoins de refroidissement tout en apportant en même temps un bon confort visuel pour les occupants.



Figure 28 : Protection solaire durant l'année

Source :Energieplus

Les 4 catégories de protection solaire pour bâtiments

VI.1.2.1. les masques architecturaux

Aussi appelés protections fixes. Ils font partis des ouvrages de maçonnerie et sont fixés autour des baies vitrées à protéger (les casquettes, les flancs, les loggias) mais aussi l'enveloppe elle-même du projet.

a. Le masque architectural par la stratégie de l'auto-ombrage

La façade est le bouclier primaire pour faire face aux températures élevées. La méthode d'auto-ombrage peut être considérée comme l'une des plus importantes stratégies de la conception passive.

Elle consiste à minimiser l'impact du rayonnement incident sur les façades d'un bâtiment. C'est un moyen permettant de réduire les gains de chaleur solaire et de réduire la consommation d'énergie pour le

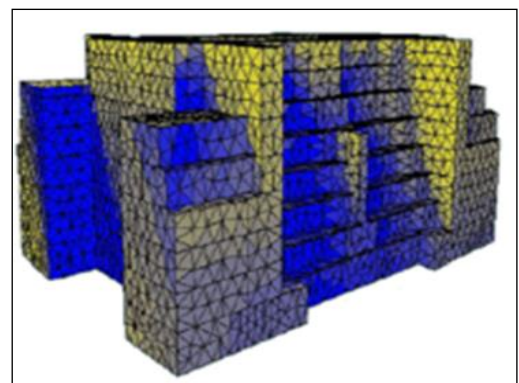


Figure 29 : Self-shading sur L'immeuble à gradin d'H Sauvage.

Source : Kandar et al., 2019

refroidissement ainsi que son impact sur l'environnement. En réduisant la surface exposée directement au soleil, cet objectif pourrait être atteint grâce à des dispositifs d'ombrage, les formes des constructions, ou par des méthodes créatives pour l'auto-ombrage...

- **Origine**

L'auto-ombrage par l'enveloppe elle-même ; cette fonction présente une solution rendue par la nature pour réduire la température dans les régions chaudes, le concept est simple il faut créer soi même de l'ombre sur les murs de la façade. Inspiré de la forme du cactus qui réduit de 16% la surface ensoleillée comparé à une forme lisse.



Figure 30 : L'auto-ombrage dans la nature.

Source : article.sapub.org/10.5923.j.arch.20201001.01.htm

- **Fonctionnement**

La performance thermique optimale dans les bâtiments dans les zones chaudes peut être réalisée en réduisant le gain de chaleur, ce qui réduit les besoins de refroidissement et assure le confort thermique des occupants, c'est le principe de cette stratégie :

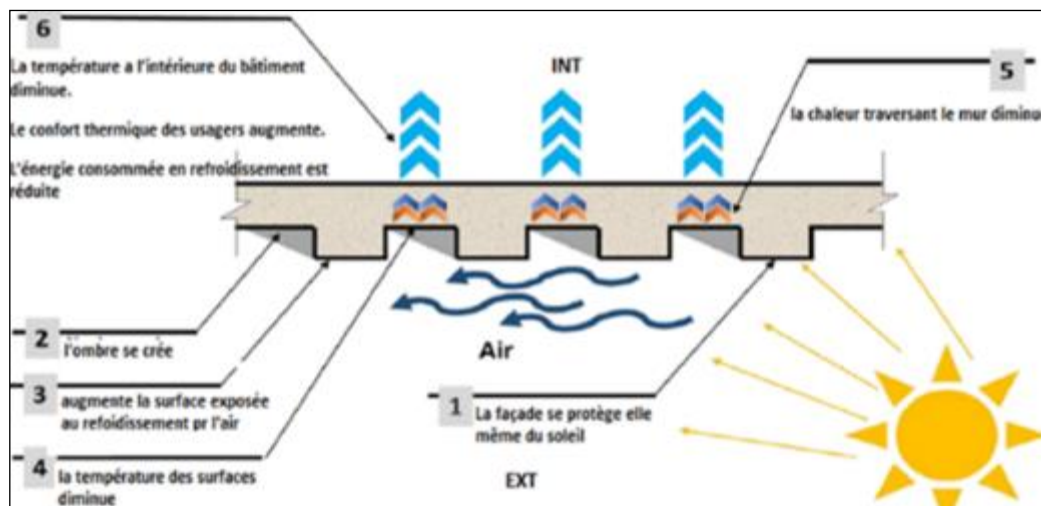


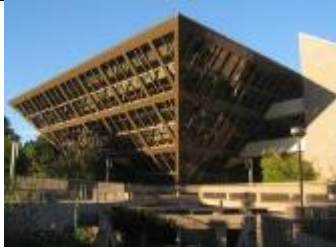
Figure 31 : Fonctionnement de l'auto-ombrage

Source : auteur

b. Modèles géométrique pour réaliser la stratégie d'auto-ombrage

Tableau 3 : Les modèles de bâtiment d'auto-ombrage

Source : Auto-ombrage des murs pour améliorer la performance environnementale dans les bâtiments du désert,

Le modèle	L'illustration
Une forme imitée des nids des termites : La forme extérieure imitée des nids de termites pour augmenter la zone exposée au refroidissement et augmenter le pourcentage de l'ombrage.	 Figure 32: Mosquée du nord du Ghana
Façade avec panneaux solaire saillants : 15300 panneaux solaires saillants agissent pour refléter la chaleur du soleil et confèrent un caractère esthétique unique.	 Figure 33: Bureaux solaires au Madrid
Formes conique avec écailles : La forme conique participe à l'ombrage grâce aux étages supérieurs qui dépassent les étages inférieurs. L'édifice affiche une consommation d'énergie annuelle à 55kWh/m².	 Figure 34: Immeuble de bureau en Suède
La façade inclinée : Une forme de pyramide renversé ; permet l'auto-ombrage du bâtiment, et un gain de chaleur ainsi qu'une utilisation rationnelle d'énergie pour le refroidissement	 Figure 35: L'hôtel de ville de Tempe
La forme torsadée : Cette forme se protège du gain solaire, puis elle diminue l'effet de chauffage direct du soleil ; et augmente le niveau de confort des occupants	 Figure 36 : Parc informatique à Bangalore
Combinaison entre mur incliné et fenêtre en profondeur : Pour éviter les murs très inclinés ; ils ont proposé une combinaison entre mur incliné et fenêtre en profondeur.	 Figure 37 Banque d'Israël, Jérusalem

c. Le modèle expérimentale

L'étude propose une simulation d'une stratégie d'auto-ombrage (trois motifs géométriques différentes) d'une façade en brique pour bloquer le soleil. (source, Merhan M. shahda) pour trouver quels types de configuration géométriques peuvent être appliqués à la façade des bâtiments pour réduire les gain de chaleur et améliorer les performances thermiques à l'intérieur pour minimiser l'utilisation de l'énergie de refroidissement ou moindre cout et en utilisant des matériaux accessibles. Toutes les alternatives ont réussi à réduire le soleil incident par rapport au cas de base, au moment maximum du rayonnement solaire. Les résultats sont résumés dans ce tableau :

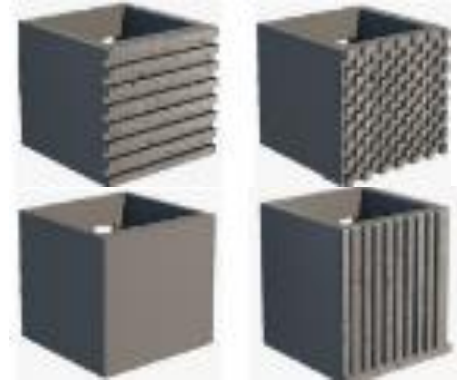


Figure 38 : Les motifs de l'auto-ombrage
source : Merhan M. shahda

Tableau 4 : Résultats de l'expérience.

Source : Merhan M. shahda

Orientation	Orientation Sud				Orientation Est				Orientation Ouest			
	premier modèle	deuxième modèle	troisième modèle	quatrième modèle	premier modèle	deuxième modèle	troisième modèle	quatrième modèle	premier modèle	deuxième modèle	troisième modèle	quatrième modèle
Figures												
La plus haute température à	13h00	15:00	16h00	15h00	10h00	10h00	15h00	10h00	16h00	16h00	17h00	16h00
Surface intérieure Temp	31,75 ° C	31,45 ° C	31,49 ° C	31,53 ° C	30,62 ° C	30,01 ° C	30,27 ° C	30,11 ° C	31,75 ° C	30,91 ° C	30,67 ° C	31,09 ° C
Ext Surface Temp	40,93 ° C	35,16 ° C	34,96 ° C	36,10 ° C	44,31 ° C	35,29 ° C	34,78 ° C	36,49 ° C	49,85 ° C	41,05 ° C	36,93 ° C	42,56 ° C
Δ*	9,18	3,71	3,47	4,57	13,69	5,28	4,51	6,38	18,10	10,13	6,26	11,46
solaire incident KW	3,95	1,97	1,32	2,30	6,49	2,89	1,32	3,37	7,14	3,49	1,70	4,15
Poste Sunlits	100%	37,88% 25%		41,33% 100%		47,03% 41,74% 85,42% 100%				48,40% 36,21% 63,50%		
	13h00				10h00				16h00			
Surface intérieure Temp	31,75 ° C	31,20 ° C	31,14 ° C	31,27 ° C	30,62 ° C	30,01 ° C	29,74	30,11 ° C	31,75 ° C	30,91 ° C	30,56	31,09 ° C
Ext Surface Temp	40,93 ° C	34,91 ° C	34,09 ° C	35,75 ° C	44,31 ° C	35,29 ° C	30,35	36,49 ° C	49,85 ° C	41,05 ° C	35,84	42,56 ° C
Δ*	9,18	3,71	2,95	4,47	13,69	5,28	0,611	6,38	18,10	10,13	5,27	11,46

Conclusion

On peut dire que l'application d'une stratégie d'auto-ombrage dans les bâtiments entraînerait une réduction de la consommation d'énergie pour le refroidissement. Le principe d'auto-ombrage peut donc être utilisé par les architectes pour la conception de bâtiments éco-énergétiques et écologiques à moindre coût.

VI.1.2.2. les protections mobiles

Ce sont les protections mises en place juste quand cela est nécessaire, (les volets, les stores, les lames...), ou le fait que certains bâtiments deviennent vivants et organiques grâce à une architecture cinétique, pour se protéger des intempéries.

- **Architecture cinétique**

Ce concept fait vivre les bâtiments, statiques et fermés, certains bâtiments deviennent vivants et organiques, parfois pour s'ouvrir à davantage de luminosité ou, au contraire se protéger du soleil. Assurer l'économie de la matière et de l'énergie.



- Les bâtiments suivront les rythmes de la nature ; ils changeront de direction et de forme du printemps à l'été, du lever au coucher du soleil, et s'adapteront à la météo.
- L'utilisation de la technologie pour pouvoir pivoter des pièces, afin de profiter au mieux des conditions météorologiques de la région, les pièces sont projeter en été pour l'éclairage, l'aération et pour crée des terrasses. Alors qu'en hiver se retirent dans la structure offrant le minimum d'ouvertures pour garder la chaleur à l'intérieur.
- les films réfléchissants / ionisants : Il s'agit d'une technique récente possédant beaucoup d'avantages : ne modifie pas l'aspect extérieur du bâti, protège jusqu'à 80 % des transmissions d'énergie solaire, presque aucun rayonnement ultraviolet ne traverse la vitre.
- les protections végétales : il faut planter des arbres ou des plantes à feuilles caduques tout près du bâtiment. L'avantage est écologique bien sûr et réside également dans le fait que la masse de feuillage varie d'une saison à l'autre.

Exemple : l'exposé sur le végétal

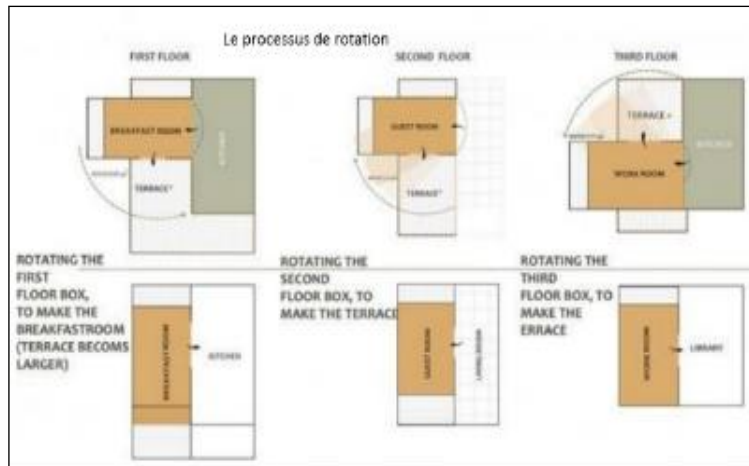


Figure 43 : processus de rotation de Scharifi-ha house

Source : <https://www.ifitshipitshere.com/sharifa-ha-house-by-next-office/>

VI.1.3. Le mur capteur accumulateur

Les murs capteurs, accumulateurs sont en général des portions de mur orienté au Sud, composés d'une vitre placée devant un élément de maçonnerie lourde (de couleur sombre). La vitre permet de capter et amplifier le rayonnement solaire, sur le même principe qu'une serre. Cette énergie thermique pourra ensuite chauffer le mur placé à l'intérieur. Comme il s'agit d'un mur « lourd » et de couleur sombre, la chaleur sera absorbée, accumulée puis rayonnée à l'intérieur du bâtiment avec un certain déphasage qui dépend de la nature du mur.

Il existe plusieurs types de mur capteur :

- **Le mur trombe** : le système est le même, avec en partie haute et basse des clapets permettant la communication entre l'intérieur et l'air compris dans le vitrage. Lorsque les clapets sont ouverts, l'air entre par le bas du mur, puis se réchauffe grâce au rayonnement

solaire. L'air ainsi réchauffé devient moins dense et monte donc vers la sortie de l'aération. Le chauffage a donc lieu par « convection », Lorsque les besoins en chauffage sont suffisants, il suffit de fermer les clapets.

- **Le mur rayonnant mixte ou mur « double peau »** : dans ce système, le mur possède des parties communicantes avec l'extérieur comme des portes ou des fenêtres pour permettre une ventilation naturelle. Il a pour avantage d'apporter de la luminosité aux pièces.

- **Le mur capteur en bois** : le but est de remplacer les éléments de maçonnerie lourds par des panneaux en bois massif profondément rainuré. Le bois possède une faible diffusivité ce qui permet un transfert de chaleur rapide. L'ensemble se constitue d'une lame d'air, du bois et d'un isolant pour le déphasage.

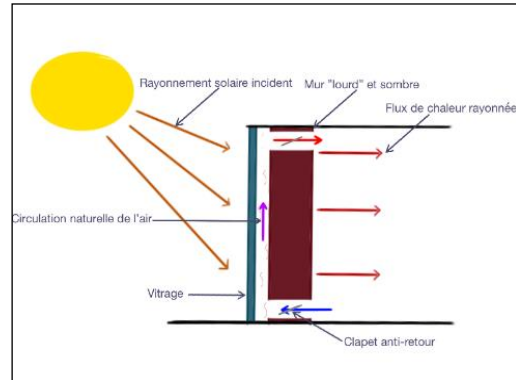


Figure 44 : Schéma d'un mur trombe

Source : http://mmonceaux.free.fr/solaire_thermique/Le%20fonctionnement%20d%27un%20mur%20Trombe%20ou%20mur%20capteur.html

VI.1.4. Toiture végétale

Aujourd'hui l'intégration de la végétation dans l'architecture contemporaine représente une occasion de conception pour les concepteurs et les architectes. Autour des constructions, la végétation prend des formes diverses, **isolée** (arbres, arbustes), **tapissant** (gazon, herbes) ..., comme elle peut constituer **une seconde enveloppe du bâtiment** (mur végétal, toit végétal)⁴. Le terme « toiture végétalisée » est un terme générique utilisé pour désigner une plantation de végétaux sur un toit.

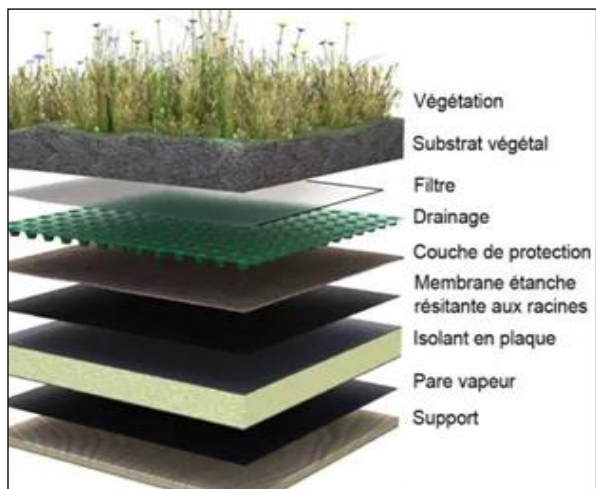


Figure 45 Les différents composants d'une toiture végétalisée

La source : https://ileau.com.ca/default/files/uploadroles_arbre_en_ville_cerfo.pdf

⁴ Architecture contemporaine et nature en ville.pdf

VI.1.5. Le mur végétal intérieur et extérieur

Un mur végétal est un écosystème vertical conçu comme une œuvre d'art ou un noyau écologique servant à recouvrir les façades, c'est une paroi qui s'élève parallèlement aux murs du bâtiment à protéger⁵.



Figure 46 : Murs vivants

Source: pinterest



Figure 47 : Plants grimpantes

Source: pinterest

➤ Le végétal comme paramètre passif de l'architecture bioclimatique

Depuis quelques décennies, plusieurs études ont mis en évidence à l'amélioration de la notion de bien-être. Aujourd'hui, la recherche de bien être concerne différentes catégories sociale dans l'univers de construction où il acquiert une tendance majeure, cette tendance s'oriente vers la définition d'espaces suggèrent des oasis de paix et de beauté, susceptible de répondre au désir de l'utilisateur en lui offrant un « monde autre » au sein duquel il puisse aisément redécouvrir des sensations, des émotions et retrouver les dimensions de son moi profond. Cette notion de bien-être a été traitée soigneusement par l'architecture bioclimatique à travers des dispositions et des techniques, où le végétal joue un rôle primordial dans l'obtention de confort. La végétation est un terme couramment employé dans le milieu de l'architecture et de l'urbanisme, qui est considéré aussi comme une source de bien-être et de plaisir.

➤ Le végétal à la conquête de la ville

Avec le changement climatique annoncé pour les prochaines décennies, le phénomène d'îlots de chaleur urbains sera renforcé, et qui ont un effet négatif sur le confort thermique urbain et rouer favoriser la lutte contre les îlots de chaleur urbains, il semble intéressant de multiplier les espaces verts et de répartir équitablement dans la ville afin d'offrir des zones de

⁵ CHANOUNE R, CHERIFI H., CHETTAH K.: diplôme de Master en Architecture:
L'impact de la végétation sur l'ambiance lumineuse dans l'habitat individuel

fraicheur. L'intégration du végétal au sein des abords de l'habitat inaugure une nouvelle typologie d'espace vert⁶.

➤ L'îlot de fraîcheur urbain (IFU) comme solution contre l'îlot de chaleur urbain(ICU)

Se définit comme étant un périmètre urbain dont l'action rafraichissante permet d'éviter les effets des îlots de chaleur. L'existence d'un îlot de fraîcheur découle directement de : la présence de végétation et un albédo élevé, donc la végétation joue un rôle primordial dans la protection contre l'effet d'îlot thermique. En effet, la végétation permet de créer de la fraîcheur grâce au phénomène d'évapotranspiration et d'ombrage des sols et des bâtiments, qui permet à l'air ambiant de se refroidir⁷.

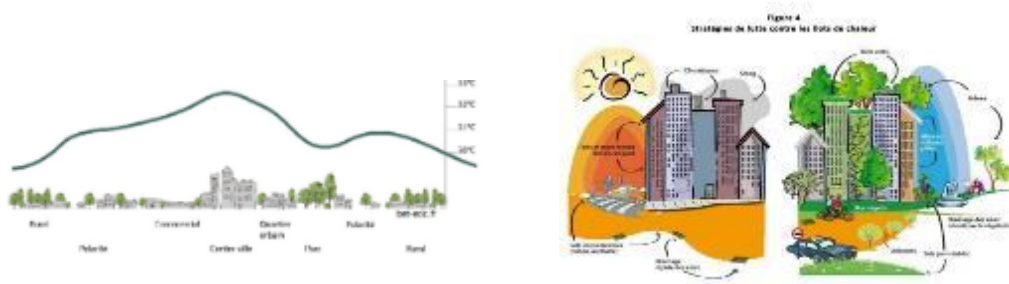


Figure 48 : îlot de fraîcheur urbain

Source: interaction bâtiment enveloppe végétale microclimat, PDF

➤ L'effet de la végétation sur le confort et la consommation d'énergie

VI.1.5.1. Effets de la végétation sur le climat

- **le confort thermique** : la végétation à un effet régulateur sur les températures⁸.

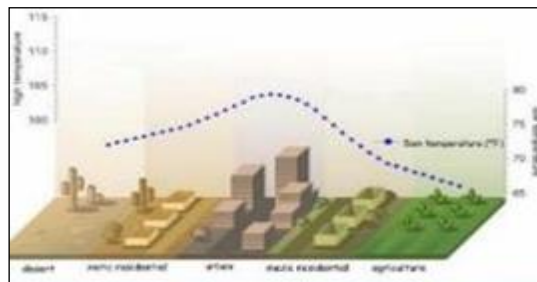


Figure 49 : Schéma montrant le rôle de végétation sur la variation de température.

Source: Google image

⁶ Ilots de fraîcheur dans la ville PDF. Consulté le 10/03/2020

⁷ Ilots de chaleur urbains PDF sur slideshare .consulté le :09/03/2020

⁸ Melle benhalilou Karima : mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère (PDF): impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment.consulté le 07/03/2020

- **L'effet de la végétation sur le microclimat et la qualité de l'air**

De par son effet d'oxygénation, d'humidification de l'air, de fixation des poussières...

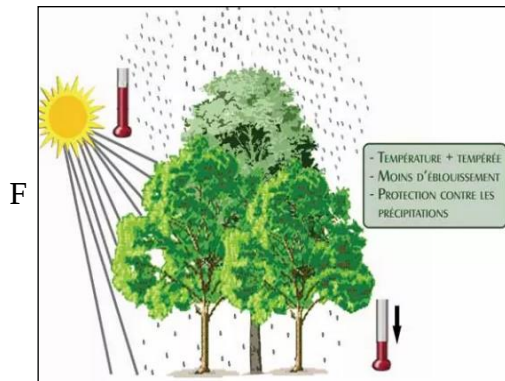


Figure 51 : Un microclimat plus confortable par la présence des arbres

Source : https://ilieu.ca/sites/default/files/upload/roles_arbtr_en_ville_cerfo.pdf

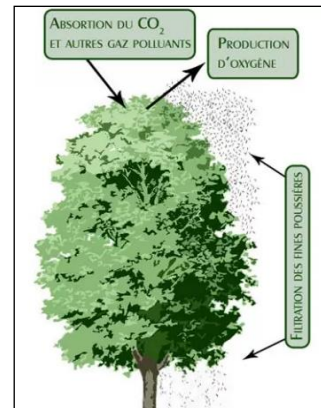


Figure 50 : Purification de l'air par les arbres

Source: https://ilieu.ca/sites/default/files/upload/roles_arbtr_en_ville_cerfo.pdf

VI.1.5.2. effets de la végétation sur le confort phonique

- **Propriétés acoustique des couverts végétant** : La végétation est une solution au problème du bruit puisque les feuilles peuvent faire office d'obstacle en absorbant réfléchissant ou réfractant le bruit⁹.

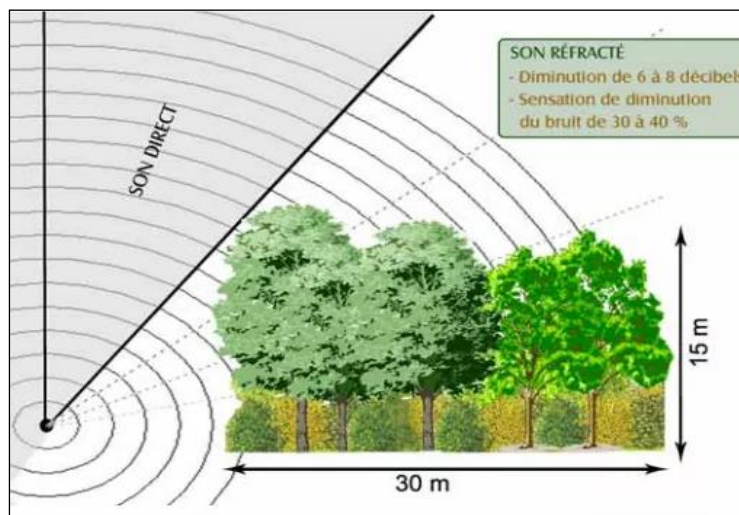


Figure 52 : La diminution de la pollution sonore/

Source : https://ilieu.ca/sites/default/files/upload/roles_arbtr_en_ville_cerfo.pdf

⁹ Végétation et confort(en ligne) disponible sur : <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/vgtation-confort>

VI.1.5.3.L'effet de la végétation sur la vie sociale

Afin de créer des liens sociaux, la végétation peut prendre la forme d'un jardin en ville ou d'espaces verts tels que des parcs ou des squares.



Figure 53 : Jardin d'essai du Hamma

La source: Google image

VI.1.6. Le vitrage et ses performances

La Transparence en architecture dépasse l'aspect spectaculaire et s'approche des notions de choix de matériaux et de techniques de construction, d'implantation et de rapport à l'environnement, d'usage, d'ambiances, et de préoccupations très actuelles comme les économies d'énergie et le développement durable. Par de simples observations, il serait possible de mettre en évidence l'importance d'investir la thématique de la transparence en architecture, garant de confort et de qualité des espaces. En effet, la transparence mise en œuvre aujourd'hui n'est plus uniquement liée à une architecture spectaculaire mais aussi à une architecture de maîtrise de : l'éclairage, l'éblouissement, la thermique, la ventilation naturelle, l'acoustique, l'incendie.

Les bâtiments transparent occasionnent des problèmes thermique particulièrement à : l'éblouissement, problème d'ilot de chaleur urbain, la surchauffe.

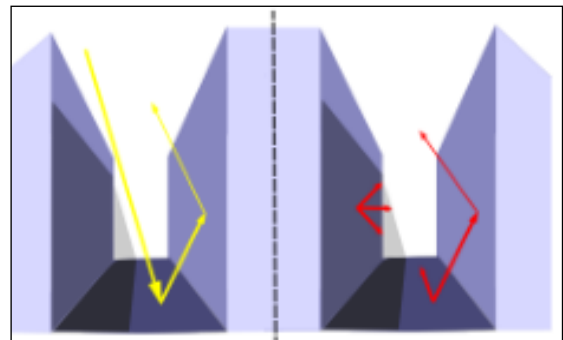


Figure 54 : Schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'ilot de chaleur

Source : Thèse de doctorat de Sigrid Reiter, Université catholique de Louvain, Faculté des Sciences Appliquées Architecture et Climat, Juin 2007.

VI.1.6.1. Caractéristique principales des vitrages

a. Température des vitrages et confort

Le sentiment de confort dans un local ne dépend pas seulement de la température de l'air ambiant mais également de la proximité éventuelle de parois froides. L'utilisation du vitrage à haut rendement supprime le phénomène peu confortable de paroi froide et réduit le risque de condensation sur les fenêtres à l'intérieur des pièces.

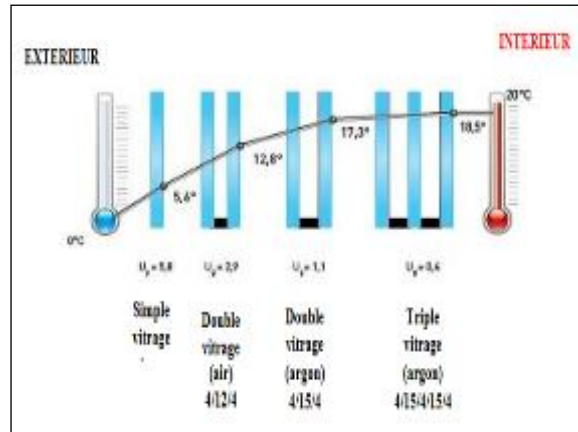


Figure 55 : Le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.

Source : <https://www.memoireonline.com/06/11/4570/Le-verre-dans-le-batiment.html>

b. Le coefficient de transmission thermique U_g : Il est exprimée en W/m^2K , Plus cette valeur est faible, plus l'isolation thermique du vitrage est performante et moins les besoins en chauffage sont importants.

c. La transmission lumineuse TL : La transmission lumineuse TL, exprimée en %, correspond à la quantité de lumière naturelle qui pénètre au travers d'un vitrage. On constate que : Plus le coefficient de transmission lumineuse augmente, moins on consomme d'éclairage artificiel.

d. Le facteur solaire g : Exprimé en %, représente la transmission totale d'énergie solaire au travers d'un vitrage. Il s'agit de la somme du rayonnement transmis directement et du rayonnement absorbé qui est réémis vers l'intérieur du bâtiment.

e. Le confort acoustique : La quantité caractérisant la performance d'isolation d'une fenêtre, d'un vitrage, ou de tout élément de construction est l'affaiblissement R_w . Par exemple pour améliorer l'isolation acoustique d'un double vitrage, on peut utiliser des verres d'épaisseurs suffisamment différentes de sorte que chacun des deux verres puisse masquer les faiblesses de l'autre lorsqu'il atteint sa fréquence critique.

f. L'épaisseur du vitrage : Le calcul de l'épaisseur d'un vitrage dépend de plusieurs facteurs selon norme NF DTU 39 P4: La pression P, La situation de zone géographique, La hauteur du bâtiment, la pression du vent, Facteur de réduction (C), Facteur d'équivalence (ϵ) selon le type de vitrage.

VI.1.6.2. Les types de vitrage

➤ **Le vitrage isolant :** Ces vitrages ont des propriétés d'isolation thermique et acoustique qui procurent de nette économie d'énergie et permettent d'avoir de grandes fenêtres sans en avoir les inconvénients. Il est composé au minimum de deux feuilles de verre écartées au niveau des bords par une épaisseur. On distingue :



Figure 56 : le vitrage isolant

Source : <https://www.agc-yourglass.com>

1. Le double vitrage

Consiste à assembler deux feuilles de verres séparées par une lame d'air ou un gaz déshydraté améliorant l'isolation thermique. Le but premier de cet assemblage est de bénéficier du pouvoir isolant apporté par la lame d'air ou de gaz.

2. Le triple vitrage

Ce vitrage consiste à améliorer le pouvoir isolant en ajoutant une troisième plaque de verre séparé par deux espaces d'air ou le gaz. il s'agit aussi d'une augmentation de l'épaisseur totale et du poids du vitrage. En outre les transmissions solaire et lumineuse diminuent.

3. Verre électro-chromique

Est activé sous l'effet d'une faible tension électrique. L'électro-chromisme n'est autre chose que la réalisation d'une batterie solide entre deux plaques de verre. Il s'agit cependant de modifier non pas l'opacité (le verre reste ici transparent) mais la teinte. Le vitrage s'assombrit ou devient transparent selon le courant électrique que l'on applique : clair en hiver pour chauffer la maison par le rayonnement solaire, sombres en été lors des périodes de fort ensoleillement pour éviter des températures trop élevée.



Figure 57 : verre électro-chromique

Source : <https://www.verre-solutions.fr>

4. Verre photochromique

La teinte de la vitre se modifie sous l'action de la lumière ultraviolette (exemple : verres de lunettes de soleil qui s'assombrissent). Le temps de réponse de ces vitrages est de l'ordre de quelques minutes.

5. Verre armée

On incorpore dans le verre, lors de la phase de fabrication, un treillis métallique destiné à maintenir les morceaux de verre en place en cas de bris mais ne participant pas à la résistance mécanique ou thermique que l'on peut apercevoir. Les performances de ce type de vitrage sont les mêmes que celles d'un simple vitrage.

6. Verre photovoltaïque

les vitrages photovoltaïques sont des matériaux et dispositifs utilisant des panneaux de verre dit photovoltaïque (pouvant être plus ou moins transparent ou coloré) avec un double vitrage qui peut être incorporé pour obtenir une meilleure isolation thermique.



Figure 58 : verre photovoltaïque

Source : <https://www.vitrumglass.com/panneau-photovoltaïque-transparent>

7. Vitrage rétro réfléchissant

Les verres retro réfléchissants sont conçus avec un revêtement en feuille de verre avec une transmittance élevée qui permet d'améliorer la durabilité, une réflectivité de 2% et haute résistance. L'application des verres retro réfléchissant RR sur les façades des bâtiments peuvent aussi éviter les effets néfastes les impacts du reflet de radiation solaire sur les piétons.

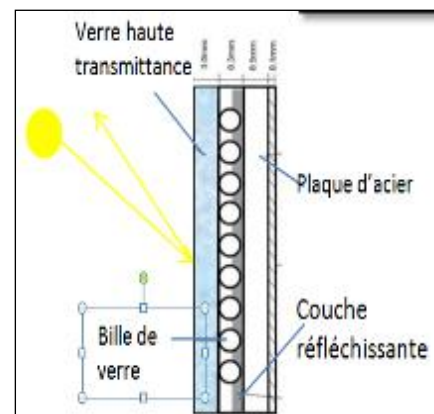


Figure 59 : Principe de vitrage rétro-réfléchissant

Source : <https://www.memoireonline.com/06/11/4570/Le-verre-dans-le-batiment.html>.

Synthèse

Chaque type de vitrage à une destination bien spéciale selon le désir du constructeur, le type de bâtiment et aussi la zone géographique. La propriété de canaliser la chaleur du soleil vers l'intérieur du bâtiment permet de disposer d'une vaste gamme de possibilité de vitrages. Aujourd'hui grâce à la technologie L'utilisation du certain vitrage sans protecteur solaire dans la construction est suffisante pour avoir le confort souhait et réduire les énergies consommées.

VI.1.7. Façade double peau

Selon le rapport de Loncour et al. (2004) La façade double peau est une façade avec deux peaux et une cavité entre les deux ou la deuxième peau externe est essentiellement vitrée. La performance des façades double peau dépend du type, du mode de ventilation et des différents composants de la façade mais aussi du climat dans lequel elle est utilisée¹⁰.

VI.1.7.1. Les composants de la FDP et leurs caractéristiques

D'après Poirazis (2006) et Safer (2006)¹¹ la façade double peau est composée par les éléments suivants :

- **Le vitrage avec deux types :** vitrage double et vitrage simple.
- **La cavité (canal) :** l'épaisseur du canal peut varier de 5cm à 2m.
- **La protection solaire :** elle permet de limiter les apports solaires d'une part et de réguler le flux lumineux d'autre part. Il existe plusieurs types de protections solaires : Rideaux à bandes verticales, Store à lamelles et Stores à rouleau ou screen. Elles peuvent être placées à l'intérieur du bâtiment, à l'intérieur du canal ou à l'extérieur.

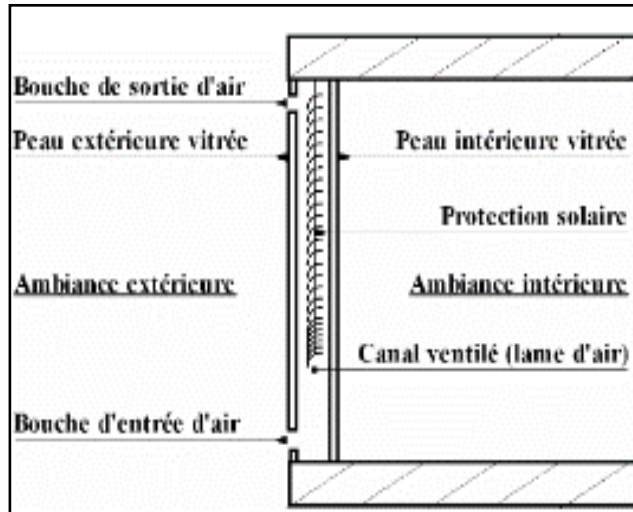


Figure 60 : Façade double peau et ses différents composants

Source : Safer 2006

¹⁰ Lancour, et al. (2004). Les doubles façades ventilées, classification et illustration des concepts de façades.

¹¹ Safer, N. (2006). Modélisation des façades de type double peau équipées de protections solaires : Approche multi-échelles. Poirazis, H. (2006). Double skin façades a literature review.

VI.1.7.2. Les types de façade double peau

Selon la géométrie ou le compartimentage de la façade, donc le fractionnement du canal.

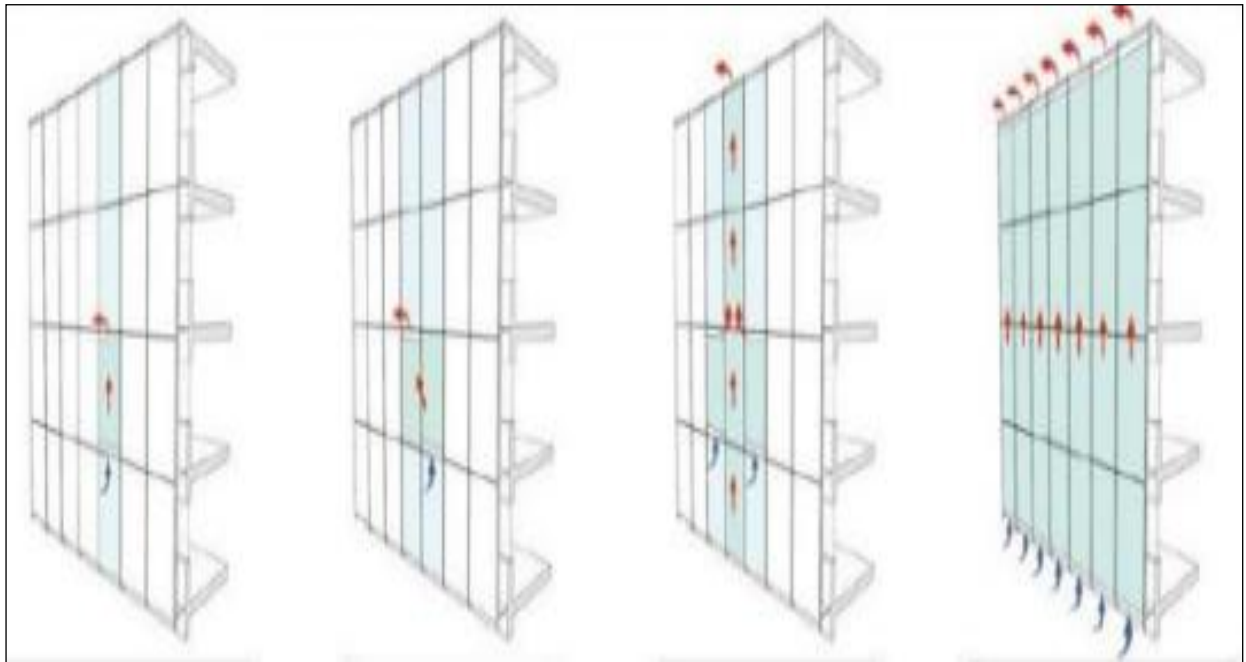
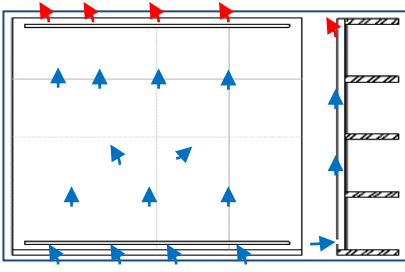
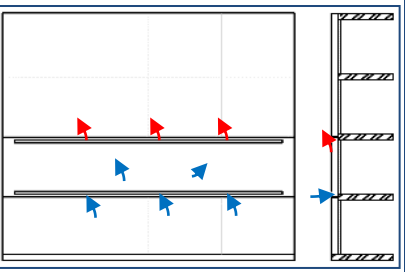
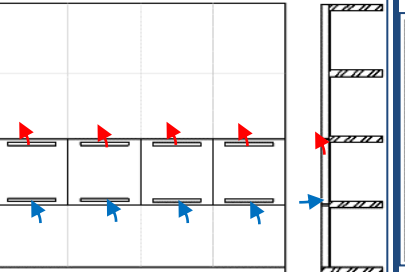
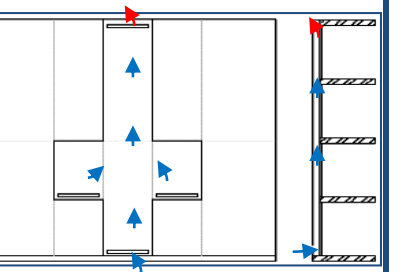


Figure 61 : les types de façades double peau

Source : khadraoui, 2019

Tableau 5 : les types de façade double peau

Source : auteurs

Type	Multi-étage	Corridor	Box window	Shaft box
Explication	Le canal n'est pas fractionné. Dans ce cas, la façade double peau est continue sur plusieurs étages. Ce type est très utilisé dans le cas des bâtiments moyens (de 3 à 5 étages).	Le canal est fractionné horizontalement. Dans ce cas, la façade double peau s'étend seulement sur un seul niveau (étage).	Le canal est fractionné horizontalement et verticalement. Ce type ressemble plus à des fenêtres double-peau. Leur gestion est plutôt individualisée.	C'est la combinaison du principe du type multi-étage et du type corridor. Dans ce cas les canaux corridors sont reliés un puits d'air vertical.
Déplacement de l'air	L'air entre par les ouvertures en bas du bâtiment, circule librement dans le canal, se rechauffe et sort par les ouvertures en haut du bâtiment.	La ventilation se fait séparément dans chaque étage, l'air entre par les ouvertures en bas de chaque étage, et sort des ouvertures en haut de chaque étage. en se déplaçant librement dans chaque canal.	Chaque fenêtre double peau a son propre canal avec ses ouvertures, une en bas pour l'entrée de l'air frais et une en haut pour la sortie de l'air vicié.	L'air entrant par les ouvertures en bas du canal type corridor, remonte et sort par l'ouverture en haut du bâtiment en passant par le puits d'air.
Vue de face et coupe montrant le déplacement de l'air				

VI.1.7.3. Les types de ventilation

a. La ventilation forcée ou mécanique

Le débit global traversant le canal de la façade double peau est commandé directement par un ventilateur.

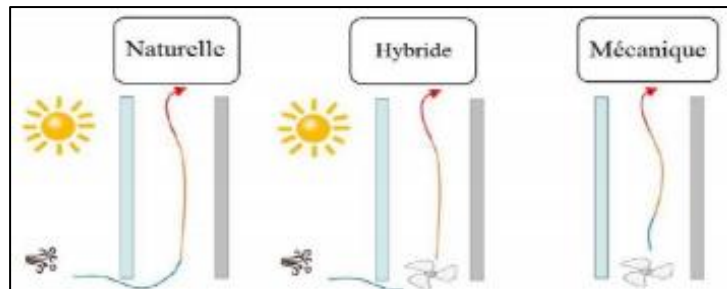


Figure 62 Les types de ventilation

Source : Safer 2006

b. La ventilation naturelle

Son fonctionnement repose sur le principe de "l'effet de cheminée". L'air frais à l'entrée de forte densité est en contact avec l'air chaud de faible densité. Cette différence de densité crée un mouvement d'air à l'intérieur du canal. Il existe quatre modes de ventilation naturelle :

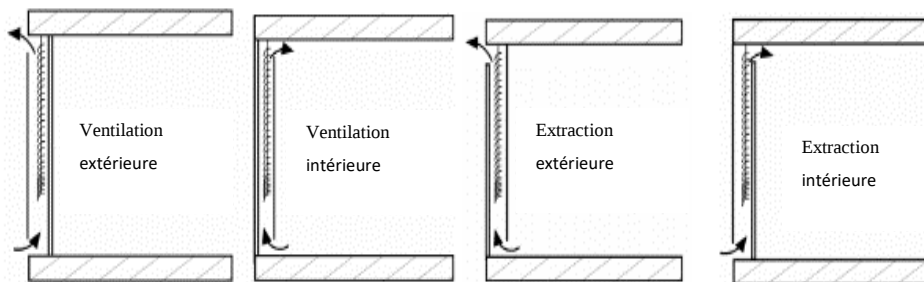


Figure 63 : Les modes de ventilation naturelle

Source : Safer 2006

c. La ventilation hybride

Elle combine ventilation mécanique et ventilation naturelle (ventilation naturelle assistée). Quand la ventilation naturelle fait défaut, des ventilateurs se mettent en route automatiquement.

VI.1.7.4. Contribution de la façade double peau au confort

- **Performance acoustique :**

Une façade double peau permet d'obtenir une amélioration de protection contre les bruits extérieurs. Selon Aireen Batungbakal (2013) Augmenter l'épaisseur de la cavité réduit la transmission acoustique.

- **Performance thermique :**

En hiver, l'effet de serre se produit dans le canal chauffant l'intérieur et réduit le transfert de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. En été la ventilation réduit le transfert de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur.

VI.2. Les dispositifs bioclimatiques actifs

VI.2.1. Les panneaux solaires

Ces panneaux sont destinés à récupérer l'énergie du rayonnement solaire pour la transformer en chaleur ou en électricité.

- a. **Panneau solaire photovoltaïque**

C'est un module qui permet de transformer l'énergie du soleil en électricité. Ce procédé est rendu possible par les cellules photovoltaïques qui composent le module. Chaque cellule est produite à l'aide d'un matériau semi conducteur appelé le silicium, ce matériau a un comportement assez spécifique lorsqu'il est exposé au rayonnement solaire. En effet, la lumière du soleil se compose de photons qui vont venir frapper la surface du panneau solaire photovoltaïque. Ils vont ensuite transmettre l'énergie qu'ils comportent aux électrons du matériau semi conducteur, c'est-à-dire le silicium. Les électrons vont alors se mettre en mouvement et ce déplacement produit un courant électrique. Ce courant continu de micro puissance, calculé en watt crête (Wc) peut être transformé en courant alternatif grâce à un onduleur.

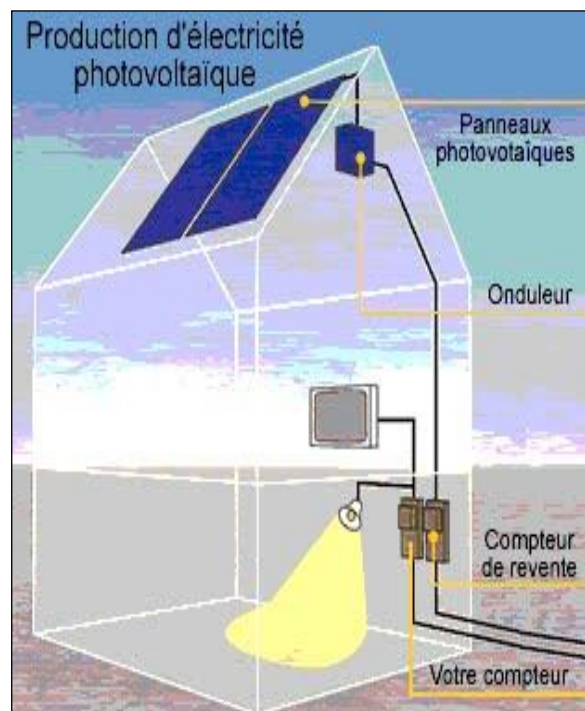


Figure 64 : fonctionnement d'un panneau solaire photovoltaïque

Source: <https://sites.google.com/site/lhabitatdedemain/home/une-reponse-ecologique-a-ces-besoins?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftempl>

b. Panneau solaire thermique

Un panneau solaire thermique est une surface qui capte les rayons du soleil pour réchauffer un fluide caloporteur placé sous les panneaux. Ce fluide chaud rejoint ensuite le ballon de stockage dans lequel il réchauffe l'eau chaude sanitaire utilisée dans vos robinets, lavabos, douches, etc.... Dans le cas d'un système solaire combiné, le ballon de stockage peut être relié à deux circuits d'eau chaude, l'un pour l'eau chaude sanitaire et le second pour le chauffage alimentant des radiateurs à eau ou un plancher chauffant.

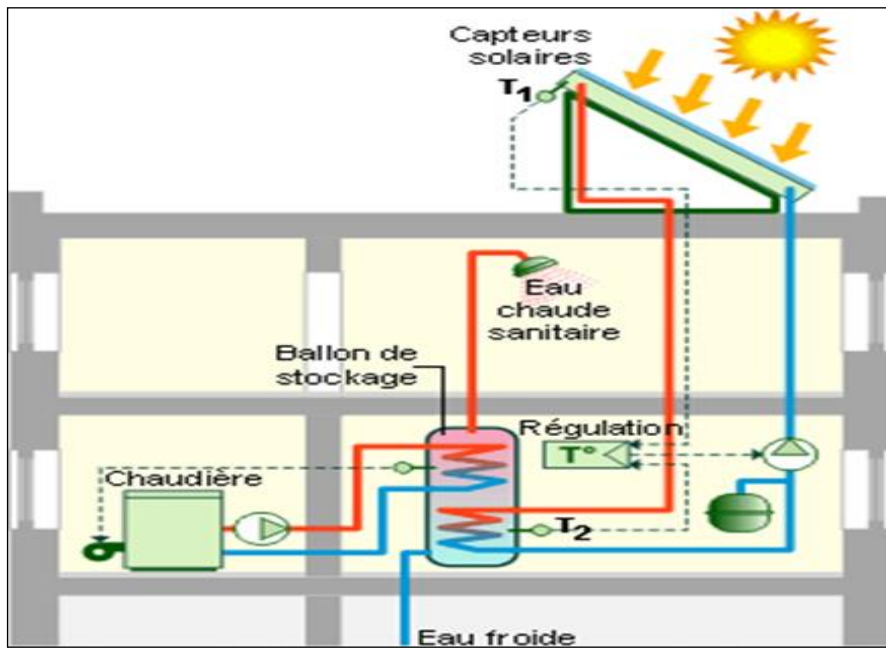


Figure 65 : fonctionnement du panneau solaire thermique

Source : <https://energieplus-lesite.be/techniques/eau-chaudesanitaire11/differents-preparateurs/capteur-solaire-a-eau-chaude-d1/>

c. Le panneau solaire hybride (capteurs mixtes) :

C'est à la fois un panneau photovoltaïque et un panneau solaire thermique. Il est constitué de capteurs thermiques à haut rendement sur lesquels reposent des cellules solaires photovoltaïques. Permet de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Le panneau solaire hybride permet ainsi de



Figure 66 : fonctionnement d'un panneau solaire hybride

Source : <https://www.climamaison.com/comment-faire/panneauxsolaires-hybrides-les-modeles-conseils-et-prix.htm>

générer simultanément de l'électricité et de la chaleur grâce à ses deux faces :

- **Le côté extérieur (coté soleil)**

Ses cellules photovoltaïques produisent de l'électricité dès qu'elles sont exposées au rayonnement solaire.

- **le côté intérieur**

Des capteurs thermiques captent la chaleur émanant du soleil pour ensuite la reproduire.

VI.2.2. Chauffage chauffant rafraichissant

Un plancher chauffant-rafraîchissant appelé réversible, c'est un système de chauffage et de climatisation d'un bâtiment. Il est constitué d'un réseau de tubes posés au sol et faisant circuler de l'eau. En été, l'eau circulant dans le réseau est fraîche, permettant d'obtenir une baisse de la température de quelques degrés. En mode hiver, l'eau chaude réchauffe la maison.

Il existe deux types de plancher chauffant rafraîchissant :

- Le plancher chauffant rafraîchissant fonctionnant par chaudière
- Le plancher chauffant rafraîchissant fonctionnant par pompe à chaleur (PAC).



Figure 67 : plancher chauffant rafraichissant

Source : <https://www.habitatpresto.com/interieur/>

chauffage/1018-plancher-chauffant-rafraichissant

VI.2.3. La pompe à chaleur air-air

Le principe de fonctionnement de la pompe à chaleur air-air est relativement simple. Il repose sur l'utilisation des calories contenues dans l'air. Un fluide frigorigène, sous forme liquide puis sous forme gazeuse, circule dans le circuit de la pompe à chaleur. Le fluide récupère les calories contenues dans l'air capté par

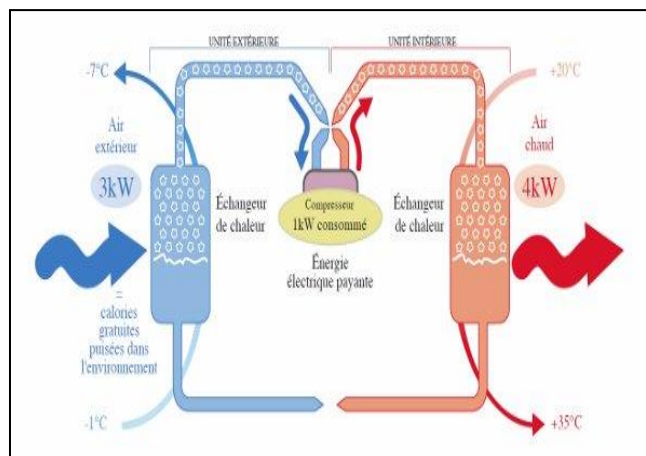


Figure 68 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air.

Source : <https://www.avenirenergies.fr/chauffage-par-pompe-a-chaleur/>

l'intermédiaire d'une unité placée à l'extérieure de l'habitation. Le mécanisme de la pompe à chaleur air-air augmente ensuite la température du fluide sous forme de vapeur haute pression puis récupère cette chaleur pour la diffuser dans votre habitation sous forme d'air chaud, cette chaleur à l'air qui sera diffusé dans l'habitation par des émetteurs de chaleur. Ces émetteurs fonctionnent sous la forme d'un système de ventilation.

VI.2.4. La pompe à chaleur (PAC) air-eau

La pompe à chaleur (PAC) air-eau puise des calories dans l'air extérieur pour les injecter dans le circuit de chauffage de la maison.

Les calories récupérées dans l'air par l'unité extérieure servent à évaporer le fluide frigorigène. Le gaz obtenu est ensuite comprimé dans un compresseur afin d'augmenter sa température. Il rejoint un condenseur dans lequel il devient liquide en libérant sa chaleur, qui est récupérée par l'eau du circuit de chauffage central.

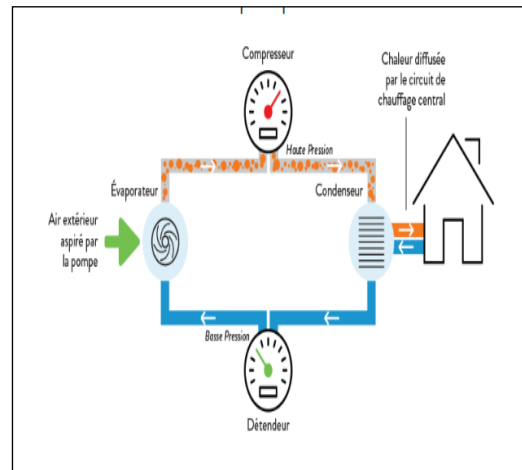


Figure 69 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur air /eau

Source : <https://www.queleenergie.fr/economies-energie/pompe-chaleur-air-eau/schema>

VI.2.5. La pompe à chaleur (PAC) géothermique

Le principe de fonctionnement de la pompe à chaleur géothermique est assez simple. Des capteurs sont enfouis dans le sol soit à la verticale, soit de façon horizontale. Un liquide caloporteur circule à l'intérieur de ceux-ci et récupère les calories contenues dans le sol. La pompe à chaleur intervient pour transformer ces calories en chaleur. Celle-ci est ensuite diffusée dans le logement par les émetteurs de chaleur (plancher chauffant ou radiateurs) grâce à un circuit de chauffage ou d'eau chaude.

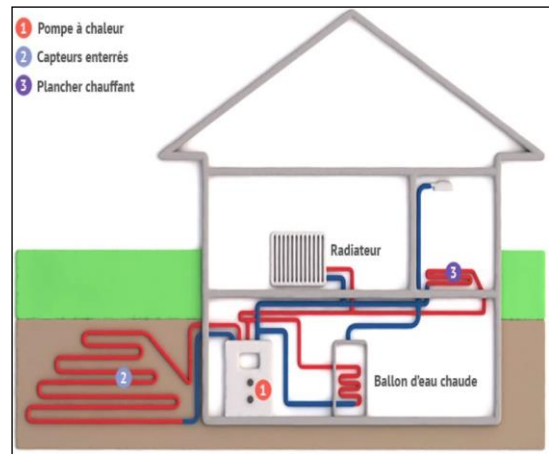


Figure 70 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique.

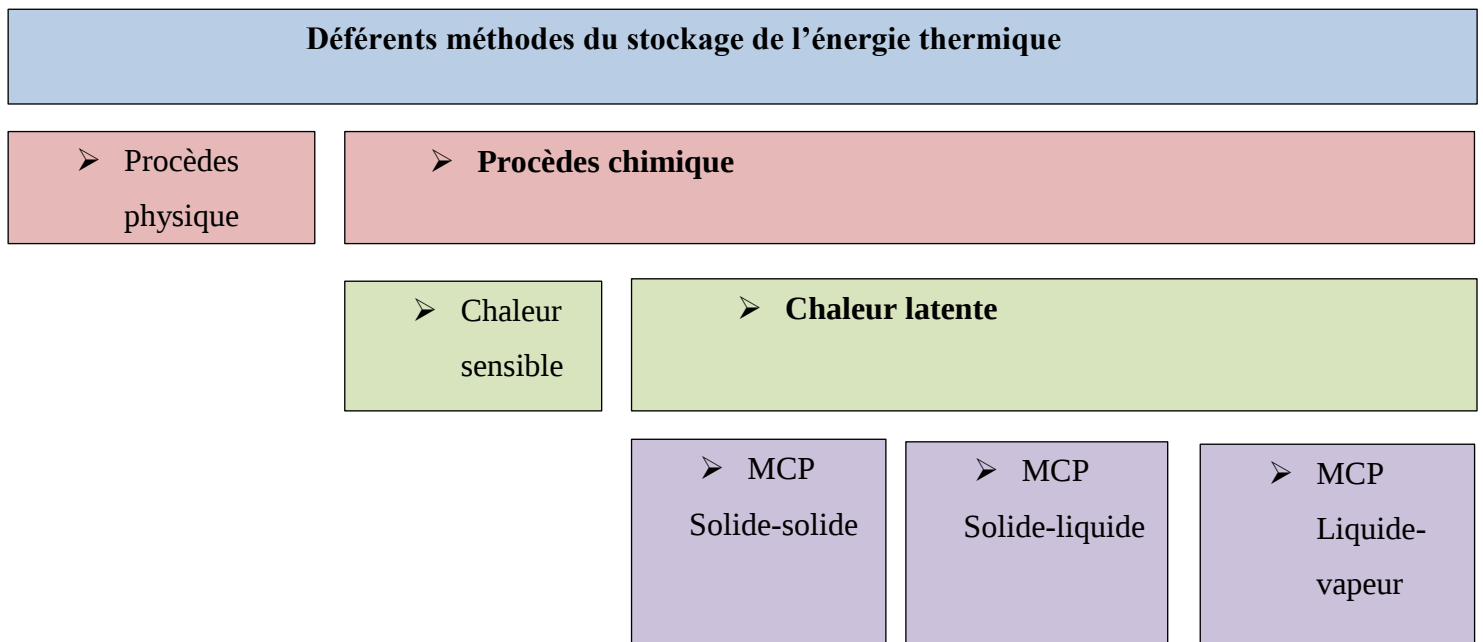
Source : <https://www.lenergiesoutcompris.fr/travaux-chauffage/pompe-a-chaleur-geothermique/comment-ca-marche>

VI.2.6. L'éolienne

Une éolienne est une machine permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique de type éolienne. Le principe de fonctionnement de l'énergie éolienne est relativement simple: le vent fait tourner des pales qui font-elles même tourner le générateur de l'éolienne. A son tour le générateur transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique de type éolienne. L'électricité éolienne est dirigée vers le réseau électrique ou vers des batteries de stockage d'électricité éolienne.

VII. Matériaux à changement de phase (MCP)

VII.1. Les méthodes de stockages de l'énergie thermique



VII.2. Les mcp et leur principe de fonctionnement

Les matériaux à changements de phase (MCP) sont des composés qui stockent et libèrent de la chaleur latente lors d'une transformation de phase (solide-liquide) à température constante.

Leur principe de fonctionnement est simple comme la transformation de glace en eau lorsque la température dépasse 0°C dans les bâtiments, il s'agit du même principe. Dès que la température du matériau à changement de phase atteint sa température de fusion, il commence

à fondre et va absorber une partie de l'énergie qui l'entoure afin de la stocker en grande quantité et, dès que la température devient inférieure, l'énergie stockée est restituée.

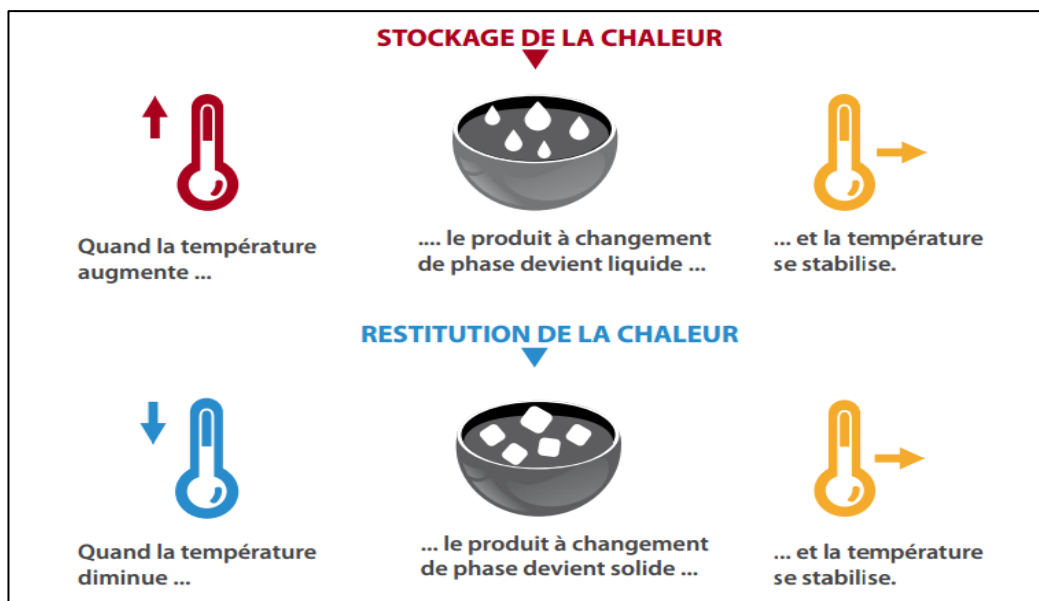


Figure 72 : Le principe de fonctionnement des MCP

Source : <https://www.winco-tech.com/be/produit/inertek-3/>

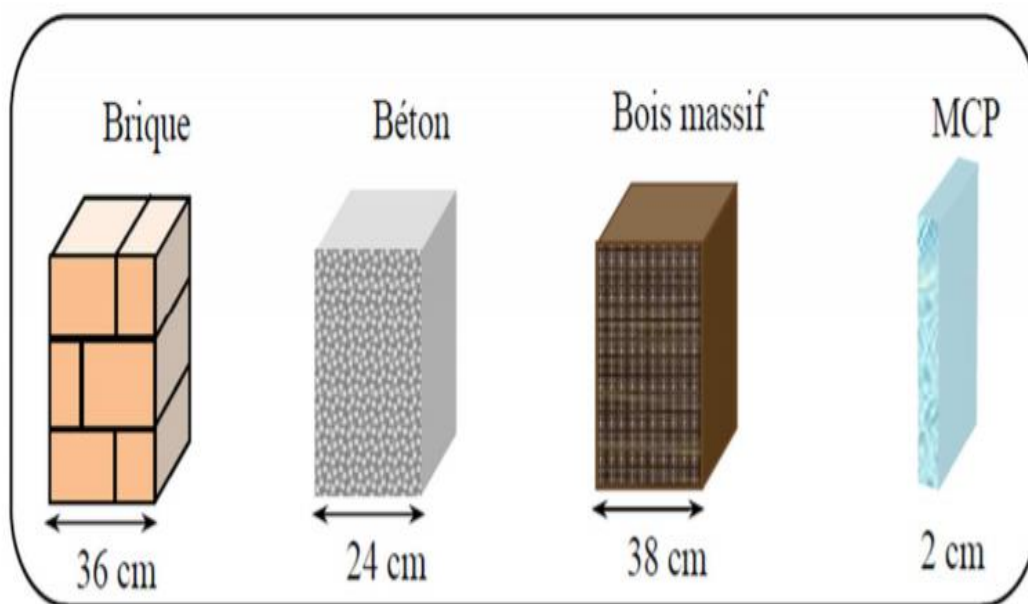


Figure 71 : Schéma comparatif des inerties thermiques en fonction de l'épaisseur et de la nature du matériau

Source : <http://di.univ-blida.dz:8080/jspui/handle/123456789/4028>

VII.3. Domain d'application

Les principales applications industrielles des matériaux à changement de phase (MCP) sont les suivantes :

- Supplément d'isolation des bâtiments.
- Climatisation passive.
- Stockage d'énergie thermique.

VII.4. Classification des mcp

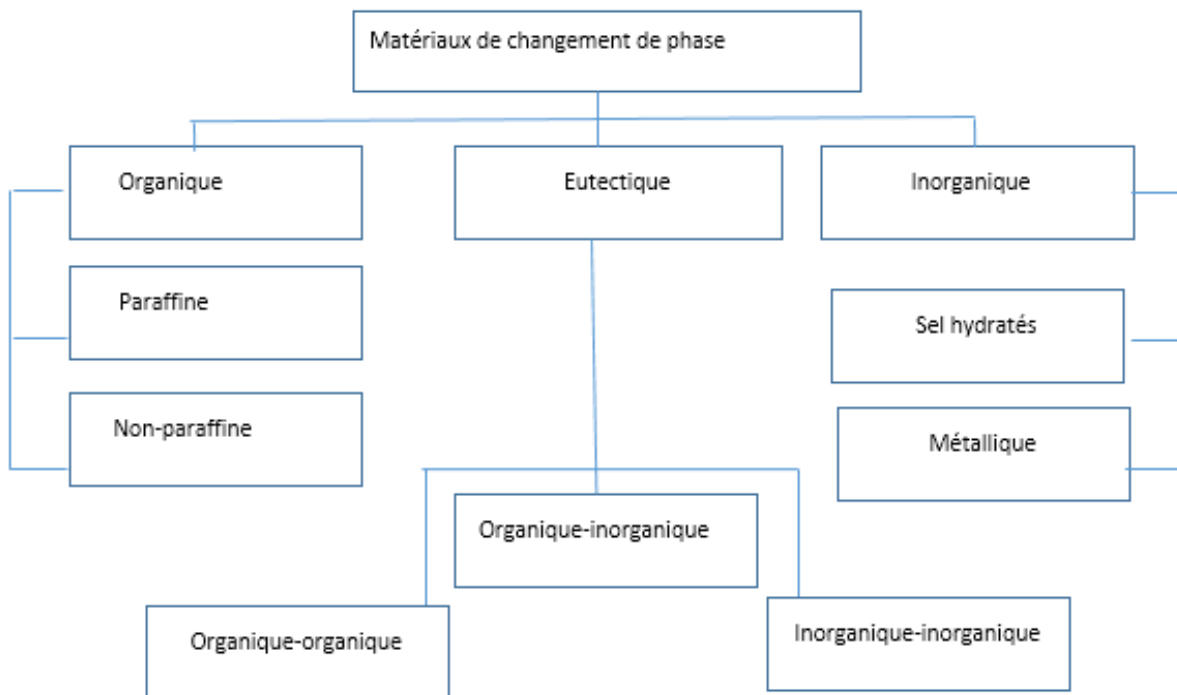


Figure 73 : classification des MCP

Source : auteurs

➤ Composés organiques

Points forts	Points faibles
- Pas de corrosion. - Pas de problème de surfusion. - Stabilité thermique et chimique. - Compatibilité avec les matériaux conventionnels de construction. - Faible coût. - Recyclable.	- Faible enthalpie de transition. - Faibles conductivités thermiques à l'état solide et à l'état liquide. - Inflammabilité. - Exigent un large rapport surface/volume

➤ **Composés inorganiques**

Points forts	Points faibles
- Importante enthalpie de transition (équivalente à environ deux fois la valeur de celle des composés organiques). - Haute conductivité thermique. - Plage de fusion étroite. - Faible coût et facilement disponible. - Non-inflammable.	- Corrosion. - Phénomène de surfusion important nécessitant l'utilisation d'agent de nucléation afin d'être fiables. - Manque de stabilité thermique.

➤ **Composés eutectiques**

Points forts	Points faibles
- Point de fusion net et similaire à une substance pure. - Chaleur latente volumétrique légèrement supérieure à celle des composés organiques purs.	- Peu de données disponibles sur les propriétés thermiques de ces matériaux. - Encore peu utilisés au niveau des applications industrielles.

VII.5. Critères de sélection d'un mcp

Critères	Propriétés
Physiques	- Température de changement de phase adaptée aux besoins de l'application. - Enthalpie de fusion élevée pour assurer la compacité des dispositifs de stockage. - Bonne conductivité thermique. - Stabilité lors de cycles de fusion/solidification. - Surfusion la plus réduite possible.
Technologiques	- Expansion volumique faible lors de la fusion afin de minimiser les contraintes mécaniques dans le support de stockage. - Stabilité physico-chimique, longue durée de vie. - Compatibilité avec les matériaux du support de stockage.

Autres	-Coût d'investissement réduit. -Disponibilité. -Faible dangerosité (toxicité, inflammabilité,...). -Recyclable.
--------	--

VII.6. Procédures d'intégration des MCP

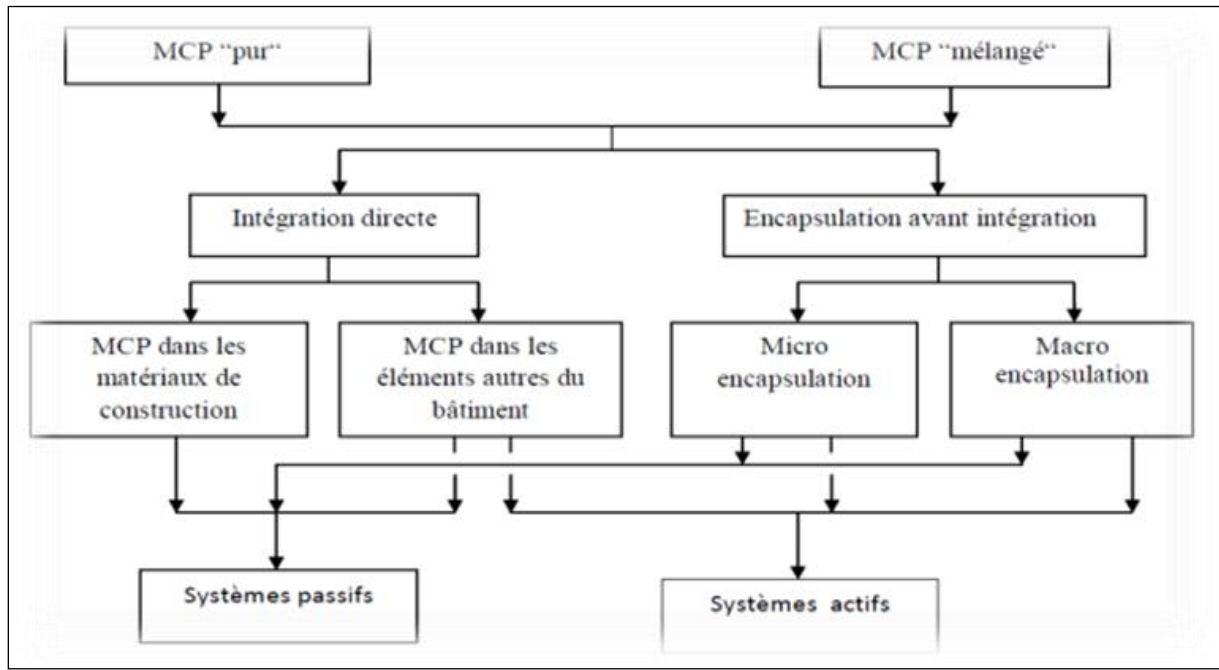


Figure 74 : Procédures d'intégration des MCP dans le bâtiment

Source : auteurs

- **Micro encapsulation**

Un dispositif où les MCP sont enfermés dans des capsules de petites tailles (entre 1 μm et 1000 μm .) Prenant différentes formes (sphères ou petits cylindres longitudinaux). Les MCP ainsi encapsulés peuvent être ensuite utilisés dans un système de stockage d'énergie par l'intégration aisément à tout système passif tels que des matériaux de constructions de type béton, plâtre ou panneaux en bois reconstitué.

- **Macro encapsulation**

La macro encapsulation est un dispositif où le MCP est emballé dans des contenants aux dimensions décimétriques à métriques (tubes, sachets, etc.). Ces MCP macro encapsulés

peuvent être utilisés comme parties constitutives d'échangeur de chaleur. Ces MCP macro encapsulés sont généralement fabriqués pour chaque application visée.

VII.7. Utilisations passives des mcp en bâtiment

a. Les MCP intégrés dans les murs

Il existe deux méthodes d'intégrations des MCP dans les murs sont « l'immersion » et « l'attachement ».

b. Les murs trombes à base de MCP

Le principe de fonctionnement d'un mur de Trombe est basé sur le stockage de chaleur sensible comme il est illustré dans la figure 76.

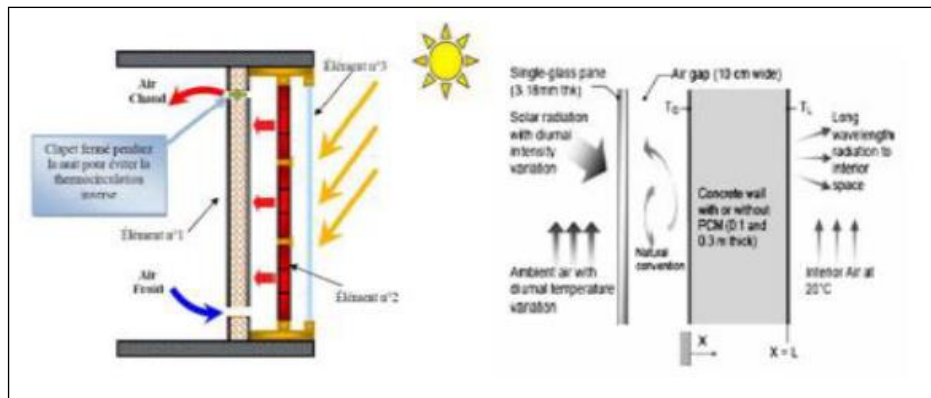


Figure 75 : Configuration d'un modèle de mur trombe MCP

Source : <https://pastel.archives-ouvertes.fr>

c. Les enduits à base de MC

Les travaux sur les enduits à base de MCP les plus connus sont ceux du projet « RETERMAT ». Le CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) en Belgique dans le cadre du projet en collaboration avec trois autres centres de recherche (CRM, CENTEXBEL, CERTECH) a mis au point un enduit contenant 30 % en masse de MCP.

d. Intégration des MCP dans les fenêtres

Les travaux sur les fenêtres à base de MCP les plus connus sont ceux du cabinet architectural « GlassX » fondé par Dietrich Schwarz.

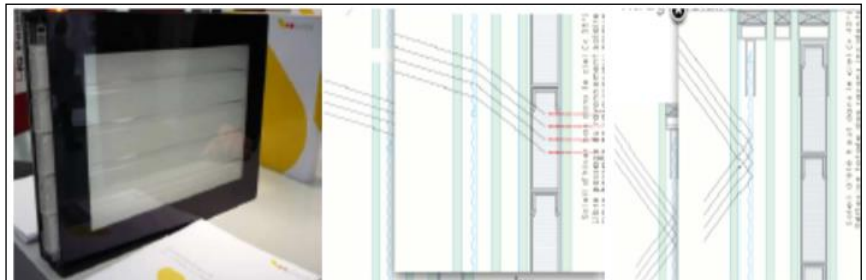


Figure 76 : Fenêtre GlassX fabriqué par Dietrich.

Source : mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

e. Les MCP dans le plafond et dans le plancher

Le panneau le plus connu est le panneau DuPont™ Energain



Figure 77 Panneau à base de MCP fabriqué DuPont™ Energain®

Source : mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

f. Les blocs de béton à base de MCP

Capacités de stockage d'énergie des blocs de bétons-MCP mise au point à l'université de Concordia au Canada. (a) fabrication des blocs-MCP de manière ordinaire, (b) fabrication des blocs-MCP de manière autoclave.

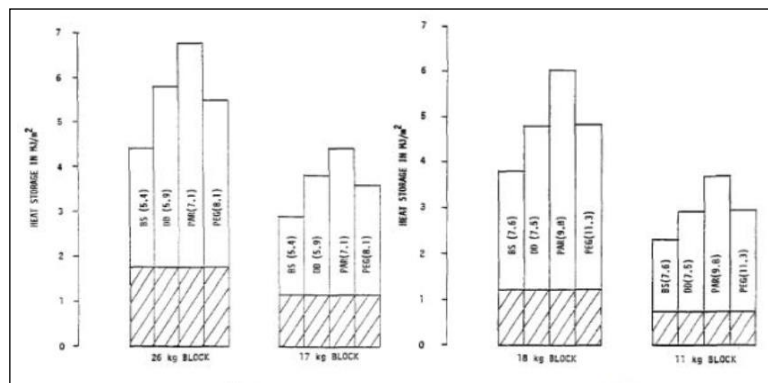


Figure 78 : les blocs de béton à base de MCP

Source : mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

g. Intégration des MCP dans des rideaux

Le principe de fonctionnement consiste à laisser les fenêtres ouvertes afin que les rideaux soient exposés aux rayonnements solaires. La fusion des MCP permet de rafraîchir l'intérieur du bâtiment. Au cours du refroidissement nocturne ou par temps nuageux, le rideau



Figure 79 : Rideaux à MCP mis au point par Harald Melhing

Source : mémoire magister : Elaboration d'un matériau de construction en vue de l'isolation thermique des bâtiments ;

libère la chaleur solaire emmagasinée, permettant ainsi aux MCP de se solidifier et à la pièce concernée de se réchauffer.

h. Le chauffage par le sol

Des capsules sont fournies sous la forme d'une bande qui est posée directement sur l'isolant, ce dernier peut être omis dans les dalles intérieures.

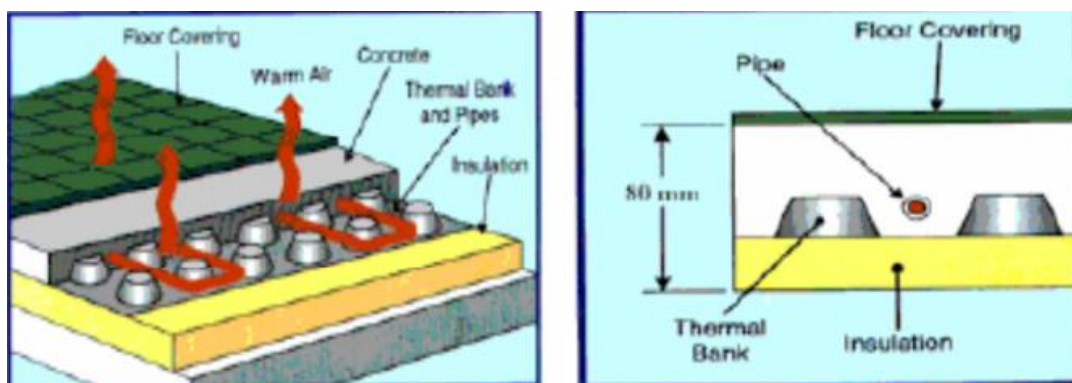


Figure 80 : premier système d'intégration des MCP dans le sol

Source : Confort thermique : un avenir pour les matériaux à changement de phase ? par Maïwenn LARNICOL | LIEGE CREATIVE, 24.10.14

Un deuxième système utilise des MCP encapsulés se présentant sous la forme de Granulats. Le MCP utilisé est une paraffine.

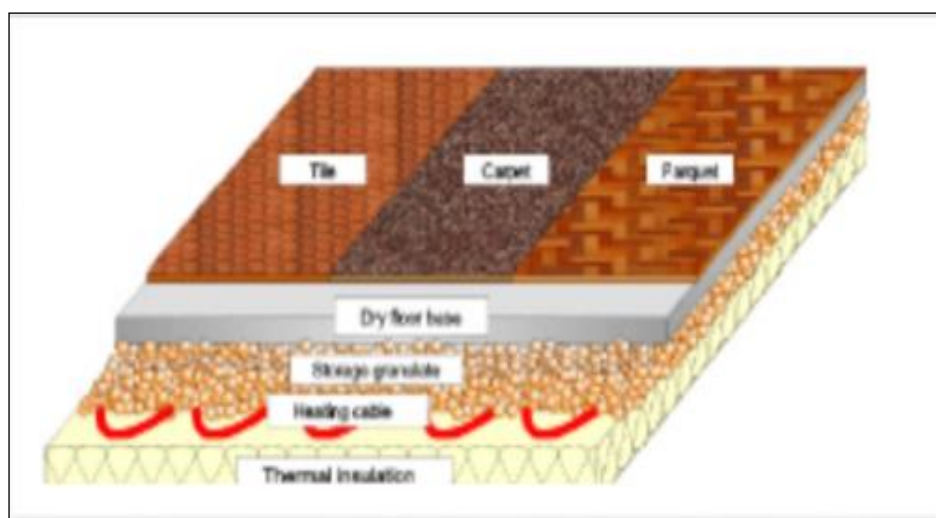


Figure 81 : deuxième système d'intégration des MCP dans le sol

Source : Source : Confort thermique : un avenir pour les matériaux à changement de phase ? par Maïwenn LARNICOL | LIEGE CREATIVE, 24.10.14

VII.8.Utilisation active des mcp dans le bâtiment

Les systèmes actifs sont des systèmes où la circulation du fluide dans les composants est actionnée par un système mécanique (ventilateur, pompe, etc.)

Les systèmes actifs sont composés en général de trois éléments :

- L'échangeur de stockage de l'énergie thermique de chaleur latente : LTHES1 contenant les MCP. C'est l'élément central du dispositif de stockage ;
- Le circuit de circulation du fluide (souvent de l'air, parfois de l'eau) caloporteur ;
- Un ventilateur ou une pompe qui détermine le débit de fluide dans les LTHES.

a. MCP dans le chauffage solaire

Un système de chauffage / stockage d'air solaire intégré au toit utilise des feuilles de toit en tôle ondulée existantes comme capteur solaire pour chauffer l'air. Une unité de stockage thermique MCP est utilisée pour stocker la chaleur pendant la journée afin que la chaleur puisse être fournie la nuit ou lorsqu'il n'y a pas de soleil.

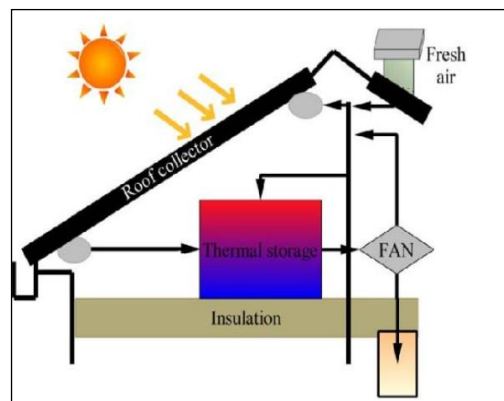


Figure 82: Schéma du système de chauffage solaire
Source: google image

b. Unité de rafraîchissement actif des plafonds

Le rafraîchissant avec des plaques de plâtre à base MCP font généralement partie de systèmes de conditionnement d'air dynamiques en utilisant un pré refroidissement nocturne avec des composants de conditionnement souvent incorporés (échangeurs de chaleur à micro tubes et canaux d'air).

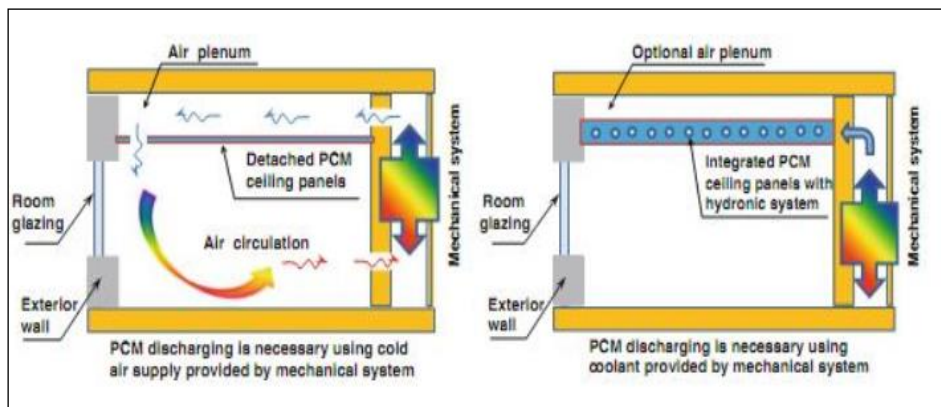


Figure 83 : Applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP

Source: mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

c. Unité de rafraîchissement des bâtiments par ventilation

Le rafraîchissant avec des plaques de plâtre à base MCP font généralement partie de systèmes de conditionnement d'air dynamiques en utilisant un pré refroidissement nocturne avec des composants de conditionnement souvent incorporés (échangeurs de chaleur à micro tubes et canaux d'air).

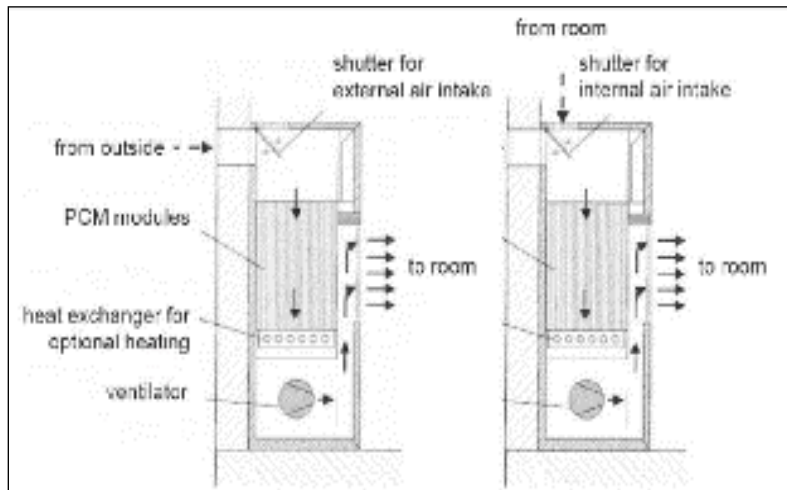


Figure 84 : Unité de rafraîchissement des bâtiments par ventilation

Source : mémoire magister : Elaboration d'un matériau de construction en vue de l'isolation thermique des bâtiments ; 2013

d. Unité de Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol

Le concept général d'un tel système est montré sur la figure 171. Le MCP est situé directement sous le plancher. Pendant la journée, le refroidissement peut être obtenu en évacuant l'air chaud de la pièce, en le refroidissant tout en faisant fondre le MCP, puis en ramenant l'air refroidi dans la pièce. Pour cela, des planchers perméables peuvent être utilisés. La nuit, l'air froid nocturne peut circuler sous la surface du sol pour refroidir le MCP et rejeter la chaleur stockée.

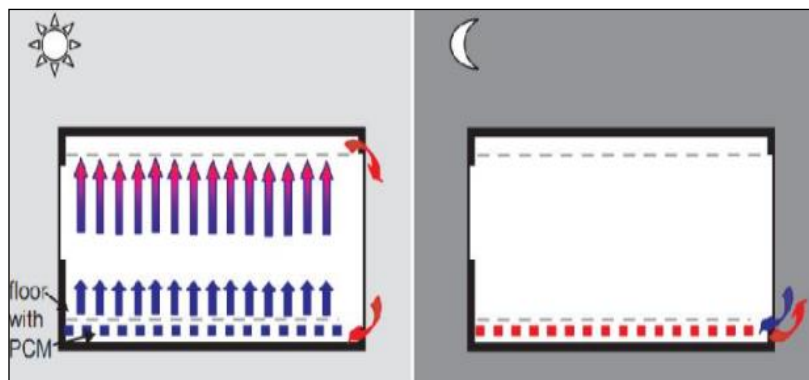


Figure 85 : Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol

Source: Confort thermique : un avenir pour les matériaux à changement de phase ?

Par Maïwenn LARNICOL | LIEGE CREATIVE, 24.10.14

Conclusion

L'architecture bioclimatique permet de retrouver les principes de construction d'antan et de les adapter aux progrès effectués en la matière. L'efficacité de tous ces concepts est reconnue et prouvée et permet de proposer des bâtiments exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique et environnementale.

Elle valorise en outre les cultures et traditions locales en dégagant une architecture spécifique, à chaque région du monde. Plus que de l'architecture, c'est tout un paysage qui est travaillé car l'intégration optimale des bâtiments par le choix des matériaux ou l'implantation d'un quartier respectant le lieu. Finalement, elle s'inscrit dans un cadre global de développement durable.

Chapitre II : Analyse des projets modèles

Introduction

"Un édifice sans thème, sans une idée partante est une architecture qui ne pense pas, des ouvrages d'architecture qui naissent ainsi n'ont pas de sens, ils ne signifient rien et ne servent purement à satisfaire des besoins de la manière la plus triviale"¹³.

La recherche thématique est très essentielle dans le processus de la conception architectural, elle nous aidera pour comprendre les différentes exigences spécifiques de chaque projet et les étapes suivies pour élaboration d'un projet .Elle nous aideront à faire ressortir un programme de base, ainsi que la gestion et la distribution des espaces selon les différentes exigences, et donc là on définir finalement notre programme.

Elle servira aussi d'outil dans l'inspiration architecturale dans le but de tirer des concepts formels et fonctionnels.

I .Le choix de thème

Sur la base de notre thématique « Recherche et formation en architecture », et l'analyse de l'assiette d'intervention qui possède des richesses architecturales (les deux parcs archéologiques et le centre colonial) et naturelles (par la présence de la mer et les monts de Chenaoua).On a choisi la conception d'un institut d'architecture qui sera un lieu d'échange et de communication pour créer une certaine dynamique à la zone d'extension Est de la ville et pour renforcer la vocation du site.

L'enseignement supérieur qui est considéré comme un élément important dans le développement des étudiants. Un système d'enseignement performant est donc un avantage majeur.

L'Algérie et par rapport à son taux de jeunesse élevé constitue un réel potentiel dans le développement intellectuel du pays, cela nécessite un besoin en matière de confort pour les étudiants au sein de leurs établissements.

II .Initions sémantiques de l'enseignement supérieur en architecture

II.1 Définition

- Pour J.B. PIOBETTA, l'enseignement supérieur englobe l'ensemble de toutes les sciences théoriques et appliquées faisant son domaine et tout ce qui peut être sujet d'études, de

¹³ Citation de l'architecte allemand « Oswald Mathias Ungers »

recherche de l'enseignement, et aboutir à un système cohérent intégré dans l'unité des sciences¹⁴

- Enseignement qui est dispensé dans les universités et dans les grandes écoles.
- Ensemble des établissements qui dispensent un enseignement au-delà de la terminale, en université, école supérieure.

II.2 .L'enseignement supérieur en Algérie

L'enseignement supérieur est passé par plusieurs étapes, en commençant par la création d'universités qui est aujourd'hui le produit d'un long processus de construction, d'évolution et de réformes entamés dès 1962, dans un seul établissement: université d'Alger (avec ses deux annexes: Constantine et Oran) qui sont montrés dans la figure (86).

Les effectifs sont aujourd'hui répartis à travers tout le territoire national, répondant ainsi au principe de service public de proximité.

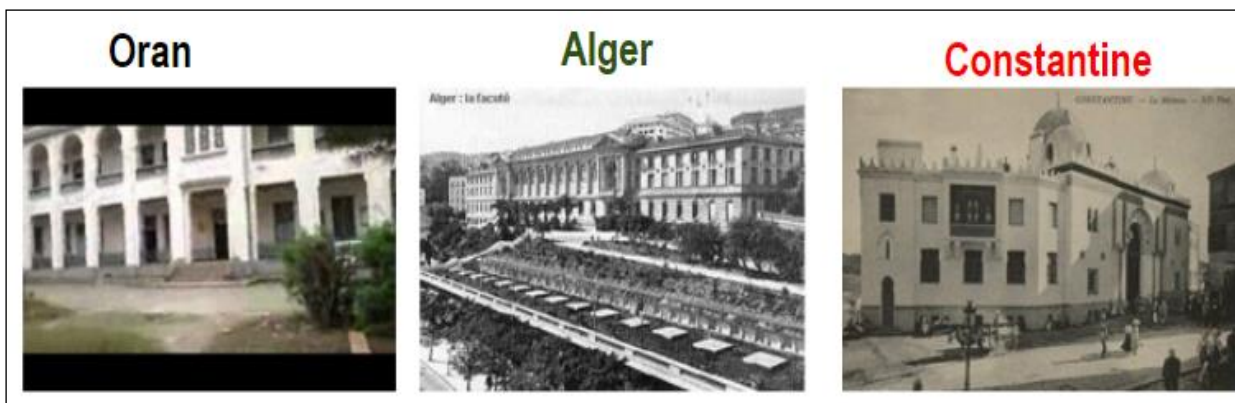


Figure 86 : l'établissement universitaire en Algérie

Source : <https://slideplayer.fr/slide/9505261/>

II.2.1 .L'évolution de l'enseignement supérieur en Algérie

Les quatres étapes essentielles du processus de construction du système d'enseignement supérieur algérien depuis l'indépendance.

¹⁴ (PIOBETTA J.B, Les Institutions Universitaires, Paris, PUF, 1961, p.8.)

La première étape à consister à jeter les bases de l'université nationale.

La deuxième correspond à la mise en œuvre de la première réforme du système d'enseignement supérieur 1971, appuyée et corrigée par la mise en place de la carte universitaire de 1982, actualisée en 1984.

La troisième période est celle de la consolidation et de la rationalisation du système en conformité avec les bouleversements de la société et de l'économie algériennes. Elle est amorcée par la promulgation de la loi n°99-05 du 04 avril 1999 portant loi d'orientation sur l'enseignement supérieur.

La quatrième étape est celle de la mise en place du système universel LMD, lancé en 2004.

II.2.2 Type d'établissements universitaires

a. L'Université

Est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. L'université est composée d'organes (Conseil d'administration et Conseil Scientifique), d'un rectorat, de facultés, d'instituts et, le cas échéant, d'annexes. Elle comporte des services administratifs et techniques communs.

b. Le centre universitaire

Est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Le centre universitaire est administré par un conseil d'administration, dirigé par un directeur et est doté d'organes consultatifs. Il est composé d'instituts regroupant des départements et comporte des services techniques communs.

c. L'école hors université

Est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. L'école est administrée par un conseil d'administration, dirigée par un directeur assisté de directeurs adjoints, d'un secrétaire général et du directeur de la bibliothèque et est dotée d'organes d'évaluation des activités pédagogiques et scientifique.

II.2.3 Le rôle de l'enseignement supérieur

Il est à souligner dans ce chapitre que la mission se diffère d'une université à une autre, d'un institut supérieur à un autre voire la politique d'un pays à un autre. Cependant, quel que soit le type d'université, d'institut supérieur ou de pays, elles ont en compénétration certains traits apparus universels.

- Pour Laurence (Enseignant de Lettres et Sciences humaines de l'université d'AIX-Marseille I.), en vue d'une réforme sereine, réaliste et réfléchie de l'université, elle répond à une mission de formation générale dispensant savoirs et savoir-faire nécessaires à l'insertion dans la société actuelle. Les outils de décryptage des discours, l'esprit critique, les capacités d'analyse sont ainsi autant de moyens dispensés par la formation universitaire et indispensables à l'éducation du citoyen responsable. En ce sens, les étudiants participent pleinement du bagage de compétences nécessaire pour mener une vie professionnelle longue, faite de mobilité et de reconversions programmées.
- L'enseignement supérieur a pour fonction de transmettre la haute culture. Mais il se trouve qu'il joue également dans la nation le rôle d'un organisme de sélection et de promotion sociale, dans la mesure où il assure la formation professionnelle d'une partie des cadres administratifs et techniques des pays.
- Les missions de l'enseignement supérieur sont des missions d'intérêt général. Il doit de ce fait, demeurer en service public ouvert aux bacheliers, qui visent aussi bien la satisfaction des besoins nationaux en personnel d'encadrement et de maîtrise, que le maintien d'un niveau élevé de culture et d'éducation scientifique dans le pays.
- L'enseignement universitaire assure la formation des cadres supérieurs chargés de la formation, de la conception et de l'application des connaissances scientifiques nouvelles. Il attache une grande importance à l'abstraction et à la formation théorique.
- L'enseignement supérieur vise l'élaboration critique du savoir, pour la transmission méthodique du savoir, pour la remise en question perpétuelle du savoir.

- L'université est faite pour la vie, elle n'est pas en elle-même sa propre fin, elle ne peut pas ignorer la communauté. Elle n'est pas seulement pour l'enseignement, la pédagogie et la recherche, elle est aussi l'habitat, la vie communautaire et le regroupement d'une jeunesse épanouie.
- Contribuer au développement de la recherche et de l'élévation du niveau scientifique, culturel et professionnel, à l'essor économique par une meilleure adaptation des études supérieures au marché de l'emploi.

III . Architecture et enseignement

III.1 Définition de l'architecture

Architecture (art), art de bâtir, du grec arkhè (le commencement, le commandement ou le principe) et tekton (charpentier ou bâtisseur).

- **Selon LAROUSSE**

L'architecture est l'art de concevoir et de construire un bâtiment selon des règles techniques et canoniques avec la préservation de l'aspect esthétique déterminé « sciences de l'architecture ».

- **VITRUVÉ**

L'architecture est une science, qui doit être accompagnée d'une grande diversité d'études et de connaissances par le moyen desquelles juge de toutes les autres arts qui lui appartient.

Cette science s'acquiert par la théorie, la pratique consiste dans une application continuelle à l'exécution des dessins que l'on propose, suivant lesquelles la forme convenable est donnée à la matière dont se fait toute sorte d'ouvrage. La théorie est démontrée la convenance des proportions que doivent avoir les choses que l'on veut fabriquer.

- **VIOLLET LE DUC** : (Architecte et théoricien français 1779-1844)

L'architecture est l'art de bâtir, elle se compose de deux éléments à savoir la théorie et la pratique.

- **AUGUST PERRET** : (architecte français qui fut l'un des premiers techniciens spécialistes du béton armé 1874/1954)

L'architecture est l'art d'organiser l'espace, son moyen d'expression est la construction.

- **LE CORBUSIER** : (architecte de renommée internationale et l'un des fondateurs de l'architecture moderne 1930/1965)

L'architecture est le jeu magnifique et magistral de masse assemblée au jour. On met en œuvre de la pierre, du bois, du ciment, on en fait des maisons, des palais, c'est de la

construction. L'ingéniosité travaille mais tout à coup, vous me prenez au cours, vous me faites des biens, je suis heureux, je dis : c'est beau voilà l'architecture, l'art ici.

- **HENRI TACILON : (HISTORIEN)**

L'architecture se définit par l'espace interne, les formes de l'architecture semblent soumises à des données spatiales qui ne sauraient changer.

III.2 Les différents types d'architectures

- **L'architecture civile**, est l'art de l'architecture appliqué à la construction d'édifices civils publics ou privés.
- **L'architecture feinte**, correspond à des peintures décoratives ou décorations théâtrales simulant les reliefs et les vides d'un monument réellement construit et tel qu'il se présenterait aux yeux à la distance où le spectateur est placé de la peinture ou du décor.
- **L'architecture militaire**, est l'art de l'architecture appliqué aux constructions militaires.
- **L'architecture religieuse**, est l'art de l'architecture appliqué à la construction des édifices religieux.

III.3 L'historique et styles de l'architecture

L'architecture naît de la formation des nationalités et des exigences des collectivités. La première architecture connue fut religieuse ou hiératique. Pour certains peuples, leurs monuments sont, avec leur langue, leur seule source historique. On distingue:

- **Architecture néolithique**

La symbolique de la construction existe depuis l'âge des métaux, elle est attestée par les pierres levées partout dans le monde.

- **Architecture antique**

L'architecture antique fait référence à celle des civilisations et peuples avant Jésus-Christ. Elle s'applique plus particulièrement à celle de la Grèce et de Rome jusqu'au Vème siècle de notre ère.

- **Architecture Moyen-âge**

L'architecture occidentale du Moyen-âge contient trois principales périodes :



Figure 87 : Parthénon

Source : <http://fr.wikidia.org/wiki/Parth%C3%A9non>

-Architecture paléochrétienne IIIe –Vème siècle

Les églises reprennent l'architecture de la basilique romaine. La construction sur plan centré se développe à partir du Vème siècle.

-Architecture romane (800/1000à1150)

Cette architecture est qualifiée de « romane » en raison des arcs en plein cintre, dont l'origine remonte à l'architecture romaine. Les voûtes de pierre et les constructions aux murs de pierre épais sont caractéristiques de cette architecture.



Figure 88 : Basilique Sainte Sabine, Rome

Source : <https://www.rome-roma.net/basilique-sainte-sabine/>

-Architecture gothique (1500à1500)

Le style gothique se répand à partir de Paris (comme symbole du nouveau pouvoir de l'Eglise de France) et se rencontre dans d'autres régions au Nord des Alpes (Angleterre, Allemagne, Pays-Bas, Bohême); il est peu répandu en Italie. Le gothique est caractérisé par des nefs très élevées avec arcs-boutants, des ponts de pierre et de grandes baies vitrées divisées en petites sections par des croisillons de pierre.

• Architecture islamique

Depuis ses débuts au VIIe siècle apr. J-C, l'architecture islamique se manifeste par la construction de nombreux édifices religieux et profanes tant dans l'Orient que dans l'Occident musulman. Parmi les édifices les plus représentatifs et les mieux préservés de l'architecture religieuse des premiers siècles de l'Islam, figure la grande mosquée de Kairouan en Tunisie.

• Architecture de la Renaissance

La Renaissance en architecture s'étend de 1420 à 1550 en Italie et de 1500 à 1700 hors d'Italie. La renaissance, comme son nom l'indique, cherche à trouver les formes de l'architecture antique. Elle prend également la nature pour modèle et s'efforce de respecter la proportion harmonieuse du « nombre d'or ».



Figure 89 : Saint-Laurent-de-l'Escarial, façade principale, Madrid

Source : Jebulon, <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:>

Facade_monastery_San_Lorenzo_de_El_Escorial_Spain.jpg

• Architecture baroque (1600à1700)

Le baroque est l'art et l'architecture de la contre-réforme, « barocco » signifie « irrégulier ». Les souverains font étalage de leur richesse, de leur pouvoir temporel et spirituel ; le baroque est extravagant. Les décors sont chargés et contrastent avec l'architecture plutôt austère de la renaissance.

- **Architecture classique (1750 à 1850)**

Dans l'esprit des lumières, les formes sont simples et épurées, en contraste avec l'exubérance baroque. Comme la renaissance, l'architecture classique prend pour modèle l'Antiquité classique « classicisme » ou « néoclassicisme ».

- **Architecture de l'historicisme (1830 à 1900)**

Pour satisfaire le besoin de représentation de la bourgeoisie montante l'époque des fondateurs de la Confédération moderne. On revient dans la seconde moitié du XIXème siècle d'anciens styles que l'on se plaît à imiter. Tandis que la renaissance et le classicisme ont repris l'architecture des Romains et des Grecs, l'historicisme reprend d'autres styles architecturaux (néo-roman, néogothique, néo-renaissance et le néobaroque).

- **Art nouveau (Jugendstil) (1895 à 1910):**

L'art nouveau est surtout présent dans la peinture, l'iconographie et l'artisanat d'art. Il existe que peu d'exemples de ce style architectural en Suisse. Il est inspiré par la nature, caractérisé par une richesse ornementale chargée de fioritures et des motifs végétaux et animaux.



Figure 90 : Palais de la Sécession, Vienne, Autriche, 1897–1898

Source : https://fr.qwe.wiki/wiki/Vienna_Secessi

- **Architecture Heimatstil (1900 à 1940)**

Le terme « Heimatstil » est employé en Suisse pour désigner un style architectural ancré dans les traditions locales et régionales. Ce style s'est répandu non seulement en Suisse, mais aussi en Scandinavie, en Allemagne et en France. Le Heimatstil est l'expression d'une nostalgie bourgeoise envers ses origines paysannes, opérant un retour aux traditions architecturales autochtones, qui se traduit par la construction de maisons engadinoises, bernoises ou neuchâteloises et l'utilisation des matériaux de construction et s'inspire des traditions artisanales de la région.

- **L'architecture des ingénieurs (1850 à 1870)**

L'essentiel réside dans ce qui est nécessaire à la statique et économiquement avantageux. Ce sont surtout des constructions volumineuses, des ouvrages d'art, des tours/gratte-ciel, des halles de marché ou des bâtiments industriels.

- **Architecture moderne (1910à1940)**

L'architecture moderne comprend plusieurs courants apparus peu avant et après la première guerre mondiale, et qu'il n'est pas toujours facile de distinguer. Cette période a surtout été marquée par la fondation du Bauhaus et par le courant du « Neues Bauen ». D'autres tendances se rapprochent de l'expressionnisme et de l'architecture organique.



Figure 91 : La Manufacture Omega de Villeret (Suisse)

Source : [https://br.pinterest.com/pin/466615211371350793/?amp_client_id=CLIENT_ID\(&mwweb_unauth_id={{default.session}}&simplified=true](https://br.pinterest.com/pin/466615211371350793/?amp_client_id=CLIENT_ID(&mwweb_unauth_id={{default.session}}&simplified=true)

- **Architecture des années cinquante (1950à1959)**

Elle marque le passage de l'architecture froide du Neues Bauen à un modernisme serein et plus modéré. Les années cinquante sont considérées comme la décennie de l'essor économique et des débuts de la société de consommation. Les années de crise ont été surmontées, il règne une ambiance euphorique de renouveau, un optimisme généralisé qui se traduit par une architecture joyeuse, légère et finement structurée.

- **Nouveaux courants architecturaux à partir de 1960**

A partir des années 1960, on distingue plusieurs courants architecturaux :

-**Le brutalisme:** le terme est dérivé de « béton brut ». Le béton brut de décoffrage est utilisé comme élément d'expression architecturale. Les corps de bâtiment sont purement géométriques et plastiques, conformément à l'esprit du modernisme.

-**Le style international des années 1960:** le terme « style international » avait déjà introduit en Europe dans les années 1930 par Philip C. Johnson et Henry-Russel pour désigner l'architecture minimaliste et fonctionnelle. Dans les années 1930, quelques architectes européens répandent ce style aux Etats Unis. Il connaît un essor en Europe dans les années d'après-guerre.

-**L'architecture high-tech:** cette tendance utilise les matériaux nouveaux produits par l'industrie de pointe. La structure du bâtiment est mise en valeur. La technologie du bâtiment est affichée, les éléments techniques et les détails de construction sont mis en évidence.

-**L'architecture postmoderne:** A partir des années 1980, les architectes se remettent à puiser des idées dans les réalisations du passé. Les bâtiments contiennent des éléments des styles anciens (colonnes, piliers, arcs).

-**Le déconstructiviste:** c'est le mouvement opposé au postmodernisme. L'architecture consiste à organiser les structures porteuses et les charges, et c'est cette organisation qui

donne sa fonction à un bâtiment. Les rapports entre les supports et les charges déterminent notamment l'aspect extérieur d'un bâtiment.

III.4 Architecture et enseignement

- L'architecture est traditionnellement intégrée aux métiers liés à la mise en œuvre et l'édification de construction. L'architecture a été considérée l'une des quatre disciplines des beaux-arts, avec la gravure, la sculpture et la peinture.
- L'architecture ne peut trouver sa raison d'être que dans une exigence sociale et culturelle.
- Dans l'histoire de l'architecture, il est un débat qui n'a cessé de ressurgir à toute époque et en tout lieu : celui de l'enseignement.
- Entre métier et discipline, poser la question de l'enseignement renvoie inéluctablement à définir ce qu'il est censé transmettre : un savoir technique, une sensibilité artistique, des compétences professionnelles, une culture, un sens critique, un engagement social ou politique..., suivre l'histoire de l'enseignement revient à suivre parallèlement celle de l'architecture, de sa réalité professionnelle à la représentation que les personnes se font de cet « art de bâtir ».
- L'enseignement de l'Architecture dépendra essentiellement de l'ambition d'un peuple pour faire progresser la qualité de son espace de vie.

III.5 Historique des écoles d'architecture

Les origines de l'école nationale supérieure des Beaux-arts se confondent avec celles de l'Académie royale de Peinture et de Sculpture fondée en 1648 sur l'initiative de Charles le BRUN(1619-1690) et par celle de l'Académie royale d'architecture fondée en 1671 sur l'initiative de François BLONDEL (1618-1686), sous le règne de Louis XIV.

L'ordonnance royale du 4 août 1819 opère la fusion de ces deux académies et après la création de l'Ecole Nationale Supérieure des Beaux-arts. Avant 1968, les ateliers de l'école regroupent les quatre arts (peinture, sculpture, gravure et architecture).

Après les événements de mai 1968 qui toucheront l'école des Beaux-arts et la forte augmentation des effectifs scolaires dans une école souffrant d'une insuffisance de locaux viendront sceller définitivement le sort de la section d'architecture qui sera supprimée.

Le décret du 6 décembre 1968 initié par André MALRAUX, alors la ministre d'Etat chargé des affaires culturelles, sépare la section d'architecture de l'Ecole Nationale Supérieure des Beaux-arts (E.N.S.B.A); procède à l'éclatement de celle-ci en fondant les Unités Pédagogiques d'Architecture(U.P.A). Ces unités pédagogiques fonctionnent comme

des écoles autonomes les unes vis-à-vis des autres. Les Unités Pédagogiques d'Architecture (U.P.A) prendront le nom en 1986 d'Ecole d'Architecture (E.A). Puis, en 2005, le nom d'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture (E.N.S.A).

III.6 Aperçu historique sur l'enseignement de l'architecture en Algérie

- 1962; La formation des architectes était assurée par la section d'architecture à l'école national des Beaux-arts d'Alger, dépendant de l'école national des beaux-arts de Paris.
- 1963; Indépendance de cette école.
- 1968; La fondation de l'école nationale d'architecture et des beaux-arts, et le diplôme d'état d'architecture.
- 1970; Création de l'E.P.A.U à Alger.
- 1974; Création de l'U.A.U.C à Constantine.
- 1978; Création de l'U.S.T.O à Oran.
- 1979; Ouverture des instituts à Sétif, Tizi-Ouzou, Blida, Bechar, Annaba.
- Aujourd'hui, La formation de l'architecture est disponible dans les wilayas suivantes : Alger, Blida, Chlef, Constantine, Sétif, Annaba, Oran, Tizi-Ouzou, Biskra, Tlemcen, Mostaganem, Batna, Laghouat, Tébessa, Béchar, Jijel, Guelma, Oum-El-Bouaghi.

La figure (91) suivante présente la répartition de l'enseignement de l'architecture en Algérie.

● Enseignement de l'architecture.

III.7 Définition d'une école d'architecture et ces objectifs

III.7.1 Définition d'une école d'architecture

Les études d'architecture forment principalement au projet architectural de futurs professionnels qui participeront activement à l'exploration et à l'avancement de l'architecture contemporaine, à l'amélioration du cadre de vie, et la coordination entre environnement urbain et naturel tout en basant sur trois principes la fonctionnalité, esthétique et hygiène.

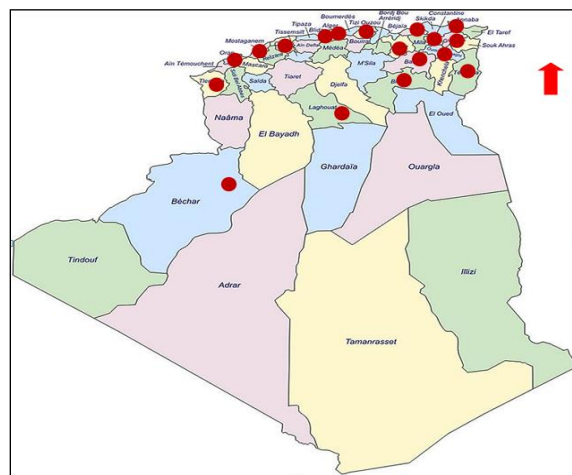


Figure 92 : L'enseignement de l'architecture en Algérie

Source : <https://www.pinterest.com/pin/5450763611506>

61620/+ traitement

III.7.2 Les objectifs

Les études d'architecture forment principalement au projet architectural de futurs professionnels qui participeront activement à l'exploration et à l'avancement de l'architecture contemporaine, à l'amélioration du cadre de vie, et la coordination entre environnement urbain et naturel tout en basant sur trois principes la fonctionnalité, esthétique et hygiène.

III.7.3 Les différents métiers de l'architecture

L'architecture regroupe de nombreux métiers. Le plus connu est celui d'architecte, il existe plusieurs autres voies pour les passionnés d'urbanisme, de paysage et d'aménagement intérieur...

a. Architecte maître d'œuvre

Un architecte est une personne qui dresse les plans d'un édifice, donne les ordres et surveille l'exécution des travaux de cette construction. Il exerce ce que l'on appelle la maîtrise d'œuvre, la profession d'architecte demande des connaissances à la fois techniques et artistiques. Il est aujourd'hui réglementé et validée par un diplôme d'État.

b. Architecte d'intérieur

À la différence de l'architecte, il conçoit et réalise des espaces intérieurs tant sur le plan esthétique que sur le plan fonctionnel, en jouant sur les volumes, l'éclairage et les matériaux du bâtiment. Il peut être issu d'une école d'architecture ou être diplômé des Arts Décoratifs ou des Beaux-arts. Des formations plus courtes telles que le BTS Design d'Espace ou celui d'Agencement de l'Environnement Architectural donnent également accès au métier, qui peut s'exercer en agence, à son compte ou au sein d'un organisme œuvrant pour le compte de l'État ou des collectivités territoriales.

c. Urbaniste

Ce professionnel est un spécialiste de la ville. «Il intervient pour indiquer à quel endroit une route doit être tracée ou un quartier construit»¹⁵, résume Eric Vion. Souvent, il est fonctionnaire et œuvre pour les collectivités territoriales, l'état ou un gestionnaire immobilier. Il apporte ses conseils sur la faisabilité d'un projet d'aménagement urbain en opérant un diagnostic, il peut également établir le cahier des charges nécessaire à un appel d'offres ou assister un maître d'œuvre dans la réalisation d'un aménagement.

d. Paysagiste

« Il s'agit d'un maître d'œuvre qui conçoit des espaces pouvant être des jardins, des parcs

¹⁵ Agnès Wojciechowicz.(01/04/2015).quels sont les différentes métiers de l'architecture.[en ligne].Disponible sur <[https:// etudiant . le figaro .fr/orientation/trouver-sa-formation/detail/article/quels-sont-les differents-metiers-de-l-architecture-1313/](https://etudiant.lefigaro.fr/orientation/trouver-sa-formation/detail/article/quels-sont-les-differents-metiers-de-l-architecture-1313/)consulté le : 22/04/2020

ou des territoires beaucoup plus larges»¹⁶, explique Vincent Piveteau, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Paysage.

Le métier de paysagiste englobe à la fois la conception des projets à destination des particuliers ou/et des collectivités, la maîtrise d'œuvre avec le suivi de chantier ainsi que la réalisation des travaux dans les règles de l'art. Il propose en général ensemble ou séparément 4 types de prestation, la conception de jardin et espaces verts, la maîtrise d'œuvre et le suivi de chantier, les travaux de création en aménagement et les travaux d'entretien.

e. Médiateur architectural

Un médiateur architectural est un professionnel de l'architecture spécialisé dans la conception de moyens capables de permettre une meilleure compréhension d'un environnement donné par les personnes qui y vivent. Il sera donc chargé d'expliquer l'évolution et les changements remarqués au sein d'une ville ou d'un quartier. Ce professionnel travaille en collaboration avec les collectivités territoriales à base d'images, de maquettes, d'affiches ou encore d'expositions, et ce, dans le but de combler un manque de connaissance ressenti.

f. Décorateur d'intérieur

Est un spécialiste de la décoration et de l'aménagement des espaces privés ou publics. Il maîtrise l'association des matériaux, des couleurs, du mobilier et des styles.

Le décorateur d'intérieur est à la pointe des nouvelles tendances et s'occupe aussi bien de la décoration de lieux d'habitations, que de lieux de travail. , il conçoit des espaces intérieurs en tenant compte des besoins et désirs de son client en termes d'esthétisme et de budget. Véritable professionnel de l'association des matériaux, des structures, des couleurs et des styles, ce professionnel ultra-crétatif à la pointe des dernières tendances peut aussi bien s'attaquer à refaire la décoration d'habitations (villa, maison, appartement) que de lieux de travail (commerces, hôtels, bureaux professionnels, entreprises...).

III.7.4 Les problèmes des écoles d'architecture d'un point de vue architectural

Il est admis, de nos jours, que l'éducation des architectes est désormais une prérogative des écoles d'architectures dont l'institution est, cependant, un fait très récent dans l'histoire qui consacre avec licence, la professionnalisation de l'architecture, pour différentes raisons.

La multiplication et spécialisation croissantes des édifices et des technologies, et autres Développement associés extirpèrent l'architecte de l'intimité d'un métier à caractère artisanal

¹⁶ Agnès Wojciechowicz.(01/04/2015).quels sont les différentes métiers de l'architecture.[en ligne].Disponible sur <[https:// etudiant . Le figaro .fr/orientation/trouver-sa-formation/detail/article/quels-sont-les differents-metiers-de-l-architecture-1313/](https://etudiant.lefigaro.fr/orientation/trouver-sa-formation/detail/article/quels-sont-les-differents-metiers-de-l-architecture-1313/)

et d'un apprentissage qui soumet le savoir au faire, pour le projeter dans un cycle d'assimilation d'un savoir sur le faire.

Ce qu'une école implique, de fait, est une conception propre du vocable Architecte se référant à l'acquisition d'une compétence à travers une structure théorique et théorisant bien articulée qui permet d'appréhender et d'anticiper le phénomène architectural et sur laquelle repose la construction intellectuelle du projet. L'enseignement de l'architecture n'est pas dénué de valeurs intrinsèques, il intervient à l'intérieur d'un contexte local et extra local significatif à plus d'un titre: tant sur le plan idéologique et politico-économiques, que sur le socioculturel et environnemental.

Au-delà, il y a vivre et apprendre. Ce que nous sommes individuellement et culturellement est partie intégrante de l'équation; aptitude et potentialités professionnelles sont certainement conditionnées par les convictions, les valeurs propres à chacun. Nous comprenons les besoins des autres dans la mesure où nous aurons recherché, aspiré à une vie de plénitude pour nous-mêmes; nous pouvons contribuer à reproduire les institutions sociales que si nous avons acquis une éducation large et ouverte, une érudition utile, eu l'opportunité de réfléchir sur le cours des affaires humaines et porté le regard sur les confins des réalisations de l'homme.

La fameuse liste de Vitruve sur les aptitudes et potentialités d'un architecte a de quoi désespérer les plus prosélytes: Talentueux avec le crayon, instruit en géométrie, connaît l'histoire, a suivi les philosophes avec attention, comprend la musique, a des connaissances en médecine, connaît l'opinion des juristes, et est familier avec l'astronomie et la théorie des cieux.

Si l'ambition de l'architecte n'est seulement de loger des programmes mais de les commenter, alors, son éducation ne peut se confiner à la trilogie: forme, espace et structure, évidés de leurs significations environnementales, l'exercice d'un art purement plastique et le jeu de la simulation et l'académisme de la production intellectuelle.

III.7.5 Aperçu sur quelques grandes écoles d'architecture

❖ Ecole d'architecture de Lyon, 1987

- **Le nom :** Ecole d'architecture Lyon
- **Lieu:** Vaulx-En-Velin, Lyon, France
- **Architecte:** Françoise-Hélène Jourda et Gilles Perraudin.
- **Le type de projet :** établissement éducatif, publique à caractère administratif, sous tutelle du Ministère de la Culture et de la communication, direction de l'architecture

Et du patrimoine.

- **Description du projet**

En effet, le projet rassemble deux bâtiments, l'un semi circulaire regroupant l'administration autour d'une place réservée aux activités publique culturelles l'autre rectangulaire s'organise de part et d'autre d'une rue centrale éclairée zénithalement.

Au rez-de-chaussée s'organisent les salles de cours, la bibliothèque et les laboratoires pendant que l'étage dévolu aux ateliers.

Le projet se veut didactique par démonstration des rapports qui existent entre la structure et l'espace. Ainsi on a utilisé pour la construction de l'équipement une structure monolithique rigide en béton ou en brique pour les salles des cours et les laboratoires (activités didactiques), une structure réticule, évolutive (métallique ou bois) pour les ateliers (activité auto didactique) et une structure tendue pour l'amphithéâtre en plein air.

- ❖ **Ecole d'architecture BAUHAUS 1926**

- **Le nom de l'école :** BAUHAUS.
- **Situation :** Weimer - Allemagne.
- **Architecte :** Frediric Compain.
- **Le type de projet :**

Etablissement éducatif, une école complètement atypique qui rêve de réformer l'enseignement pour mettre en œuvre des idées révolutionnaires.



Figure 93 : Vue sur l'école D'architecture Lyon
Source : <http://www.lyon.archi.fr/fr/decouvrir-les-lieux>



Figure 94 : Ecole d'architecture BAUHAUS ;Allemagne
Source : <https://www.culture-sens.fr/pour-se-faire-une-idee/1505/le-bauhaus-cest-quoi>.

- **Description de projet**

Trois volumes fonctionnant d'une manière anti-perspective (On ne peut avoir une vision globale du projet d'un même endroit) autour d'un arc de rotation (cage d'escalier). Une forme architecturale simple rectangulaire.

- Chaque bloc représente une fonction, séparation des blocs (dortoir, ateliers, cour).
- Un bloc relie les autres (la fonction de l'administration).

Le traitement des façades diffère selon l'activité qui se déroule derrière avec l'utilisation des murs rideaux vitré suspendu (transparence), jeux plein-vide en bande horizontale (salle

de cours et administration), grands vitrages (auditorium).

❖ Ecole d'architecture Austin E. Knowlton, USA

- **Le nom de l'école :** école Austin E.Knowlton.
- **Situation :** université d'État d'Ohio, Etats-Unis.
- **Architecte :** Mack Scogin Merrill Elam Architectes.
- **Le type de projet :**
Etablissement éducatif, L'une des meilleures écoles d'architecture du monde.



Figure 95 : Ecole d'architecture Knowlton, USA

Source : <https://xileecontext.wordpress.com/2015/03/17/week-34-knowlton-hall/>

- **Description de l'école**

En tant que bâtiment qui facilite l'enseignement de l'architecture, il est juste que son architecture soit un chef-d'œuvre en soi. Le nouveau design a atteint son objectif et a donné un nouveau sens à son contexte.

Les façades des bâtiments adjacents sont les limites spatiales du site de l'école. La forme du bâtiment est générée en délimitant, en définissant et en confrontant les espaces et les bâtiments existants de ce site plus vaste. Un espace vert sculpté entre l'école et le campus de l'école de commerce au nord module à la fois le désordre et la vitalité de la chaussée et de l'activité piétonne. Les studios donnent sur les espaces nouvellement capturés. Les étudiants sont au cœur de l'activité urbaine qu'ils étudieront et aideront éventuellement à former et à influencer.

Les façades extérieures ont une texture en béton brut, par contre les façades intérieures sont légères et transparentes par vitrage.

Ecole offre un programme riche, avec un bon traitement des espaces vide.

IV .Analyse des exemples modèles

IV.1 Le premier exemple : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg (E.N.S.A.S)



Figure 96 : L'ensemble de ENSAS (le garage et la fabrique)
Source : www.strasborg.archi.fr

IV.1.1 Fiche technique

- **Maître d'ouvrage** : ministère de la culture et de la communication, Direction générale des patrimoines.
- **Maître d'ouvrage mandataire** : Opérateur du Patrimoine et des Projets Immobiliers de la de la culture(OPPIC).
- **Maîtrise d'œuvre** : Marc Mimram, Architecte. Marc Mimram Ingénierie SA, ALTO Ingénierie SA, PEULTZ &Associés, BET(s).
- **Situation** : Dans le boulevard du président Wilson, la région métropolitaine du Rhin supérieur, Strasbourg, France
- **Surface** : totale de plancher (deux bâtiments) est de 7653m² dont 4500m² nouvellement créés (bâtiment la Fabrique).
- **Budget de l'opération** : 29,9 millions d'euros.
- **Calendrier** : -Obtention de permis de construire : 1er mars 2010.
-Démarrage des travaux de construction : 2eme trimestre 2011.
-Livraison de la Fabrique : été 2013.

-Livraison du Garage: été 2016.

IV.1.2 Le climat de Strasbourg

Le climat de Strasbourg est dit tempéré chaud. Strasbourg affiche 10,1°C de température en moyenne sur toute l'année. Juillet est le mois le plus chaud de l'année où la température moyenne est de 19,2 °C. Janvier est le mois le plus froid de l'année avec une température moyenne de 0,9°C.

Les précipitations à Strasbourg sont importantes. Avec 38 mm, le mois de Février est le plus sec. Les précipitations record sont enregistrées en Juin. Elles sont de 80 mm en moyenne.

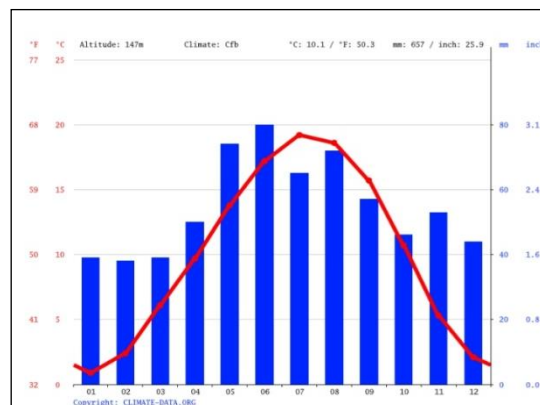


Figure 97 : Le tableau climatique de Strasbourg

Source : <https://fr.climatedata.org/europe/france/alsace/strasbourg-350/>

IV.1.3 Description du projet

Le projet porte sur le réaménagement et l'agrandissement de l'École nationale supérieure d'architecture de Strasbourg (ENSAS) situé aux abords immédiats du centre-ville, à proximité la nouvelle gare TGV, grâce à l'acquisition par l'Etat en 1993 et 1999, de deux terrains bâtis en vis à vis de l'école. La Fabrique, bâtiment de Marc MIMRAM, tire son nom d'un des deux bâtiments détruits pour sa construction: une fabrique de courroies. Le projet pour la nouvelle Ecole d'Architecture (la fabrique) trouve sa cohérence dans le lien qu'il opère entre trois attentions qu'il souhaite mettre en cohérence : la ville, la pédagogie, la matérialité.

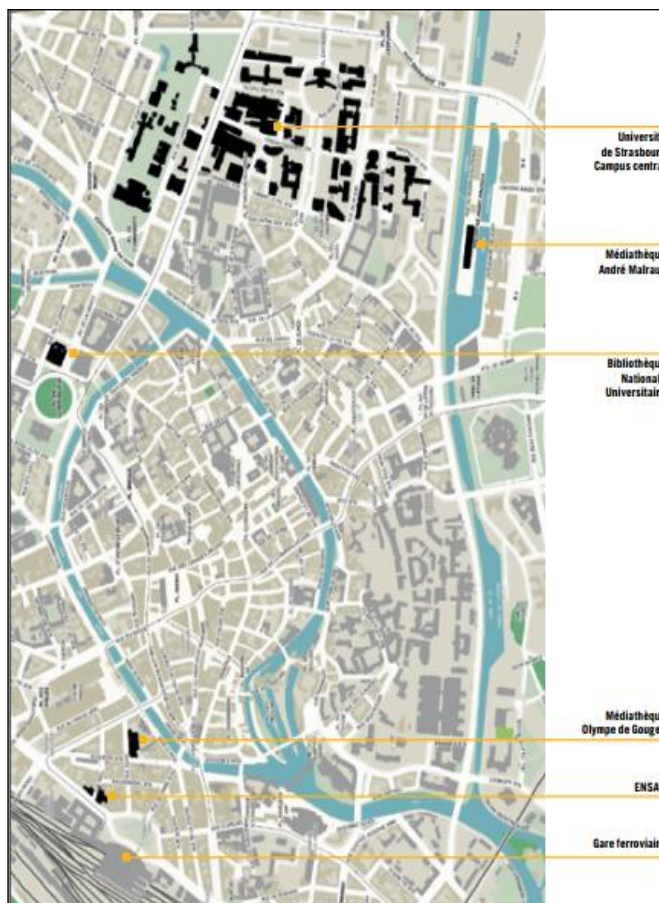


Figure 98 : Situation et repère à Strasbourg

Source : livret de l'étudiant, Strasbourg école d'architecture.

Le bâtiment neuf « La Fabrique », livré et inauguré en 2013, qui constitue l'extension du bâtiment existant « Le Garage » (qui tient son nom de son usage antérieur avant d'accueillir l'école et d'être réhabilité par Guy CLAPOT et Michel MORETTI, c'était un garage automobile) cherche à tirer parti au maximum de l'enveloppe constructible.

Une passerelle vitrée au-dessus de la rue permet la mise en relation et le dialogue des deux bâtiments, neuf et rénové. Confié au groupement Pascal DOMBIS (artiste) et Gil PERCAL (architecte), l'architecte aussi cherche à « prolonger la mémoire du lieu » à travers cette passerelle.



Figure 99 : Le bâtiment la Fabrique

Source : www.strasborg.archi.fr

Ainsi le nouveau bâtiment Moll prolonge, à l'instar de la ville elle-même, cette histoire de la transformation en acceptant l'ancien bâtiment pour ce qu'il est, mais en faisant du lieu, un lieu de partage, un creuset pédagogique où les étudiants de toutes les années se rencontrent, échangent ouvrent leurs projets, leurs maquettes, leurs s'expérimentations, aux regards des autres. Il s'ouvre sur la ville pour accueillir non seulement les étudiants mais les habitants autour de la question architecturale.

IV.1.4 Étude de plan de masse

L'ENSAS est composé par deux bâtiments, le bâtiment réhabilité « **Le Garage** » et le bâtiment neuf « **La Fabrique** ». Le bâtiment « La Fabrique » se présente comme un ensemble ouvert sur la ville tente de tirer parti au maximum de l'enveloppe des gabarits réglementaires.

La forme du bâtiment « La Fabrique » se repose sur les alignements avec les axes routiers (le boulevard du président Wilson à Ouest, la rue Theirgatent à l'Est, la rue Moll au Nord, et un bâtiment existants au Sud), le maintien des gabarits de 12m et de 18m, l'épaisseur constructible dans la largeur des 20m, et les attiques en retrait préconisés pour assurer la continuité urbaine.

La liaison entre le bâtiment « La Fabrique » et le bâtiment existant « Le Garage » est assurée par une passerelle transparente à deux niveaux au-dessus de la rue Moll qui permet aussi la continuité des fonctions entre les deux bâtiments et autorise par une très grande

perméabilité l'ouverture sur la ville en transformant les liaisons en promenade verticale inscrite au cœur du projet.

L'entrée principale au projet est orientée vers le Nord à partir de la rue Moll pour assurer la continuité fonctionnelle avec le bâtiment Garage.

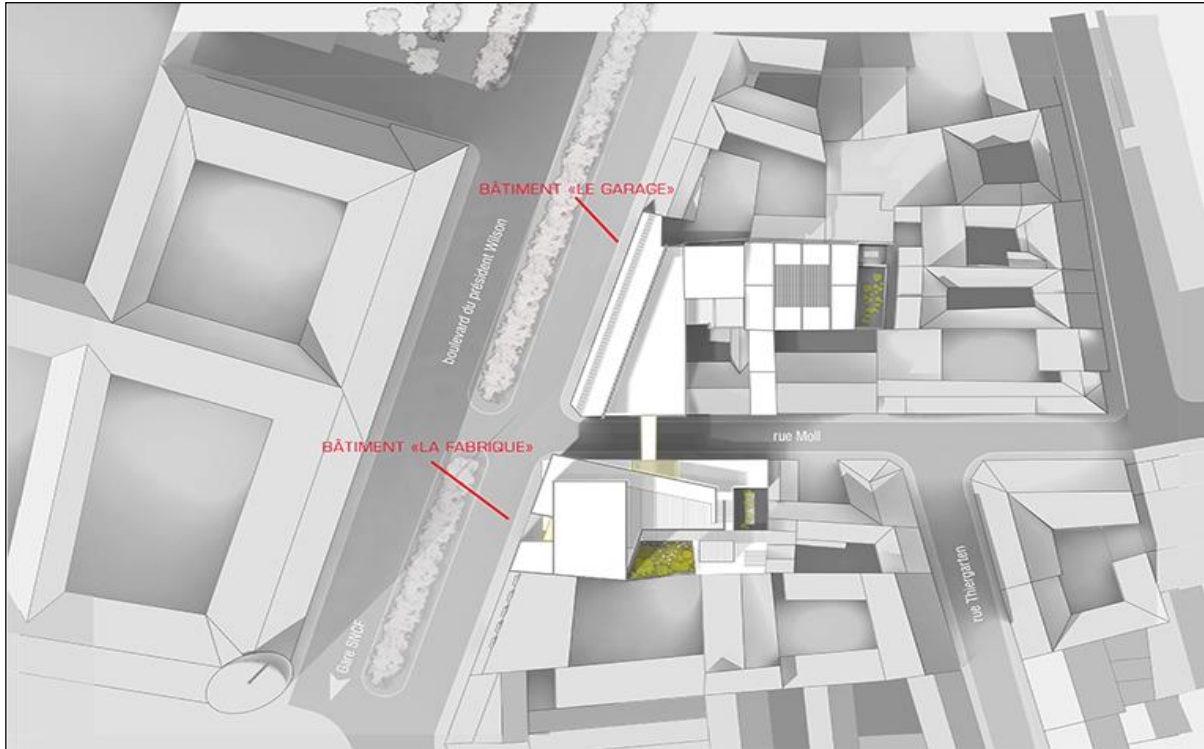


Figure 100 : Plan de masse d'ENSAS

Source : www.mimram.com

IV.1.5 La volumétrie

Pour Marc Mimram, la localisation caractéristique dans un tissu urbain dense près de la gare de l'école nationale supérieure d'architecture de Strasbourg imposé de concevoir un projet « **en ville** » (cette disposition somme toute assez rare pour les écoles d'architecture, permet d'installer un dialogue particulier entre ville et enseignement d'architecture) et avec une surface très limitée.

Il s'agissait avant tout d'offrir le volume maximal dans les contraintes fixées par le règlement d'urbanisme. Les géométries se fondent sur les alignements avec les axes routiers et les bâtiments existants, le maintien des gabarits de 12m et de 18m, l'épaisseur constructible dans la largeur des 20m, et les attiques en retrait préconisés.

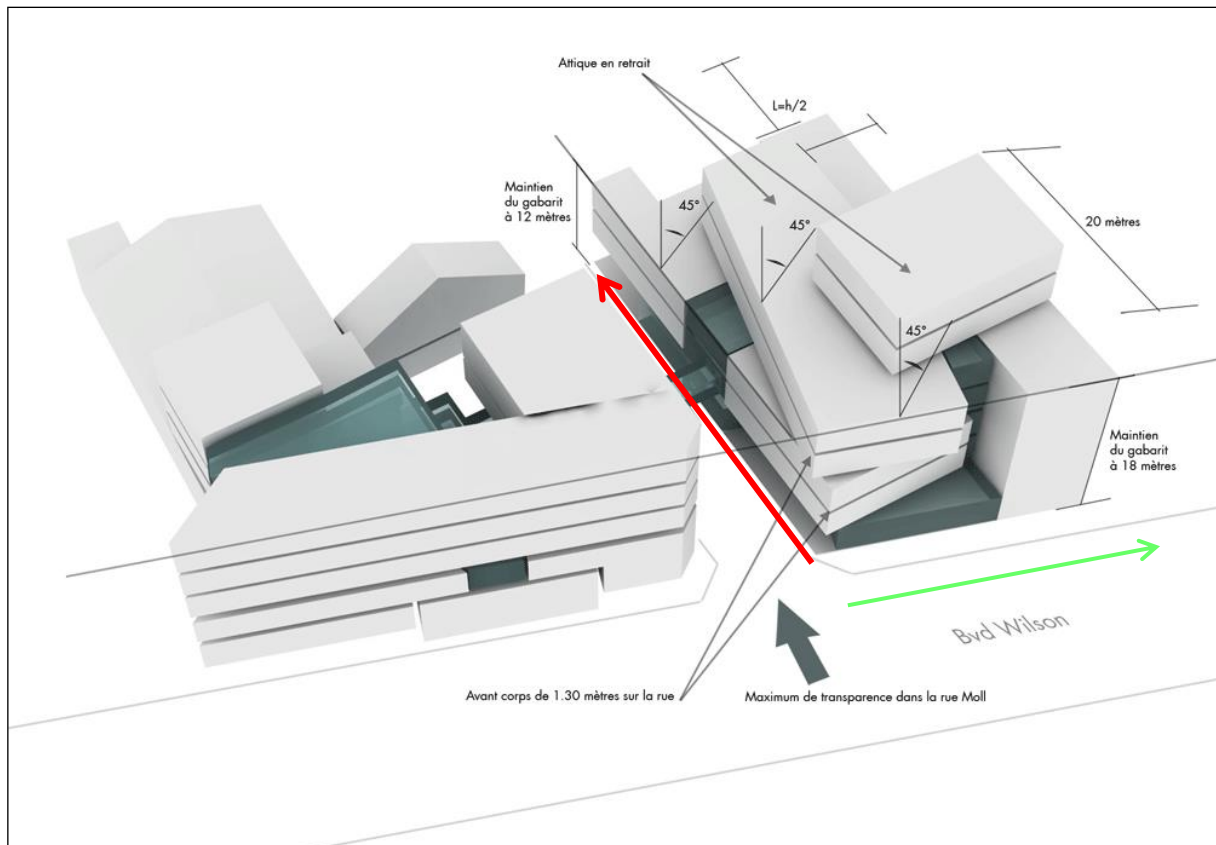


Figure101 : Volumétrie de la nouvelle école d'architecture

Source : www.mimram.com

L'architecte tire ainsi parti de ces contraintes pour constituer un socle transparent offre un « horizon sur la ville qui se prolonge verticalement dans la faille de l'atrium »¹⁷ sur le quelle trois corps parallélépipédiques superposés de deux étages chacun, de 7m de hauteur, s'articulent autour de atrium central avec un angle de 45°, abritant ateliers et salles d'enseignement.

Le bâtiment dit « Le Garage » rénové mais peu modifié dans ses volumes, l'architecte a reconstitué les fenêtres en bandes, témoins de l'architecture des années 1930. Il conserve la rampe qui servait à l'exposition des voitures, afin de constituer un large volume éclairé par une verrière offrant une lumière tamisée vers la principale partie nouvelle.

Une passerelle entièrement vitrée dans la sous face Nord, suspendue au plancher haut relier le nouveau bâtiment au « Garage » rénové.

IV.1.6 Analyse des façades

¹⁷ Christien Robischon (bureau de Strasbourg du Moniteur). (23/09/2016). A Strasbourg, l'école d'architecture ajoute le Garage sa Fabrique. [en ligne]. Disponible sur <<https://www.lemoniteur.fr/article/a-strasbourg-l-ecole-d-architecture-ajoute-garage-a-sa-fabrique.1316499>>

« Aujourd’hui, il peut y avoir une tendance à s’enfermer, à s’épaissir et à se solidifier, à nous séparer de l’environnement et des éléments naturels », a expliqué MIMRAM. « La Fabrique exprime une ambition renouvelée de résister à cette tendance et d’ouvrir le bâtiment vers la ville et les horizons urbains »¹⁸.



Figure 102 : La vue de La Fabrique dans la nuit

Source : www.amc-archi.com

Un dialogue visuel permène entre la ville et les étudiants, notamment grâce à une composition autour de deux vides perpendiculaires. Il en résulte la superposition sur un socle vitré qui est la base du bâtiment de sept étages, mais le reste de l’extérieur est revêtu de treillis d’aluminium strié. Le jour, cela crée une surface texturée mais opaque, tandis que la nuit, toute la façade est rendue transparente lorsque ‘elle est éclairée de l’intérieur, révélant une structure en acier épaisse.

Les salles de classe sont situées à chacun de ces étages et disposent de larges baies rectangulaires percées dans la peau translucide, offrant une vue sur la ligne d’horizon de Strasbourg. Ces façades en peau translucide en aluminium froissé sont orientées vers l’Ouest (la rue de Wilson) et au Nord où se trouve une passerelle métallique entièrement vitrée sur deux niveaux relier le bâtiment avec « Le Garage » , cette passerelle exprime l’idée de l’architecte que la pédagogie doit pouvoir sortir des salles de cours et des ateliers pour se montrer , s’exprimer dans un partage critique et vivant.



Figure 103 : La vue de La Fabrique en plein jour

Source : www.dezeen.com/2014/04/07/aluminium-clad-building-marc-mimram-strasbourg-architecture-school/

IV.1.7 Analyse des plans

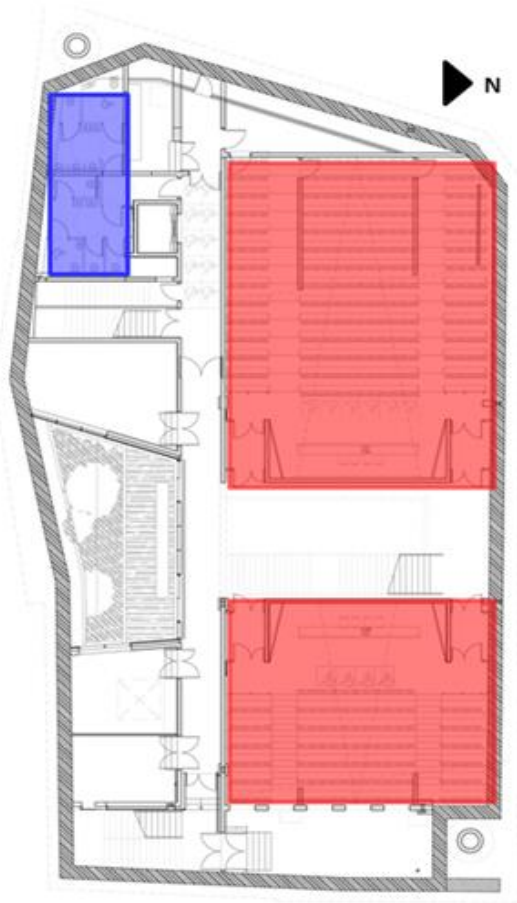
Le bâtiment de la nouvelle école d’architecture doit être ouvert sur la ville, en dialogue avec elle, accueillant aux regards croisés des habitants du quartier, des visiteurs, des étudiants.

Le bâtiment : « la fabrique » est composée de sept niveaux avec un sous-sol. Le RDC

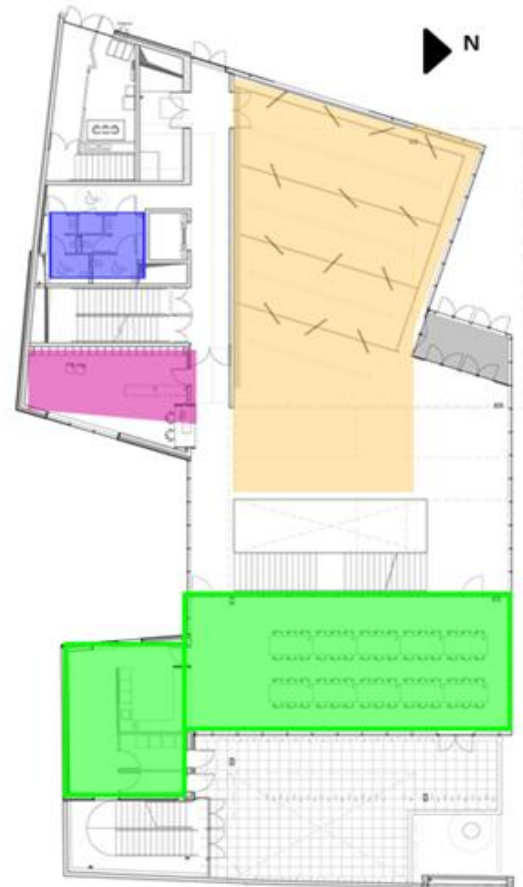
¹⁸ Julien Lano. (18/04/2014). Strasbourg School of Architecture/Marc Mimram.[en ligne]. Disponible sur <<https://www.archdaily.com/496751/strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram>>

forme un socle transparent offert à cette rencontre, en accueillant les activités publiques de l'école, la cafétéria et la salle d'exposition en liaison directe avec les amphithéâtres à rez-de-jardin.

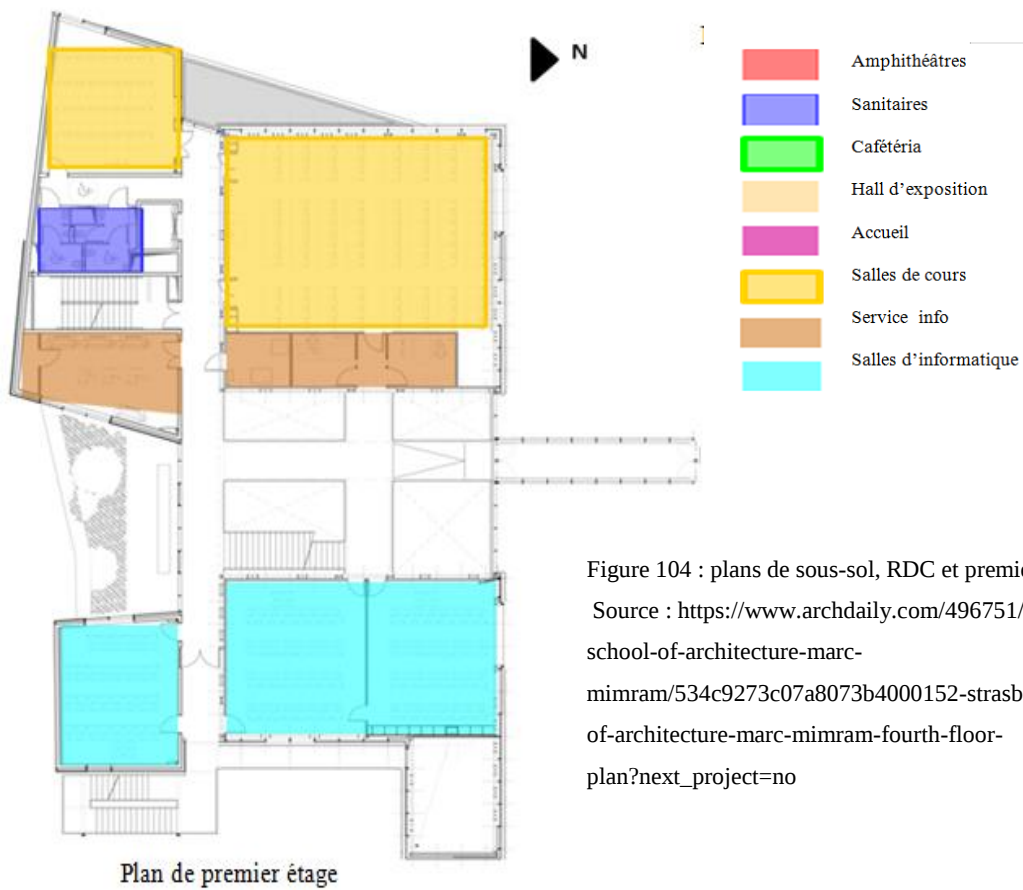
Cet horizon offert sur la ville se prolonge verticalement dans la faille de l'atrium qui accueille sur quatre niveaux, la projection des activités de l'école sur la ville (les ateliers, les salles de cours...etc.) et créer le lien entre celle-ci et les activités pédagogiques. Entre transparence et opacité, entre détachement du socle ouvert sur l'espace public et cheminement gravitaire des ateliers en superstructures, entre parcours publics et parcours privés, les matières du projet expriment cette distinction au sein même du bâtiment. Le parcours des étudiants accueille celui des activités pédagogiques dans la transparence sur la ville. La matérialité protectrice et translucide des ateliers distingue par ailleurs les lieux de l'apprentissage de ceux de l'ouverture sur la ville.



Plan de sous-sol



Plan de RDC



Plan de premier étage

Figure 104 : plans de sous-sol, RDC et premier étage

Source : https://www.archdaily.com/496751/strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram/534c9273c07a8073b4000152-strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram-fourth-floor-plan?next_project=no

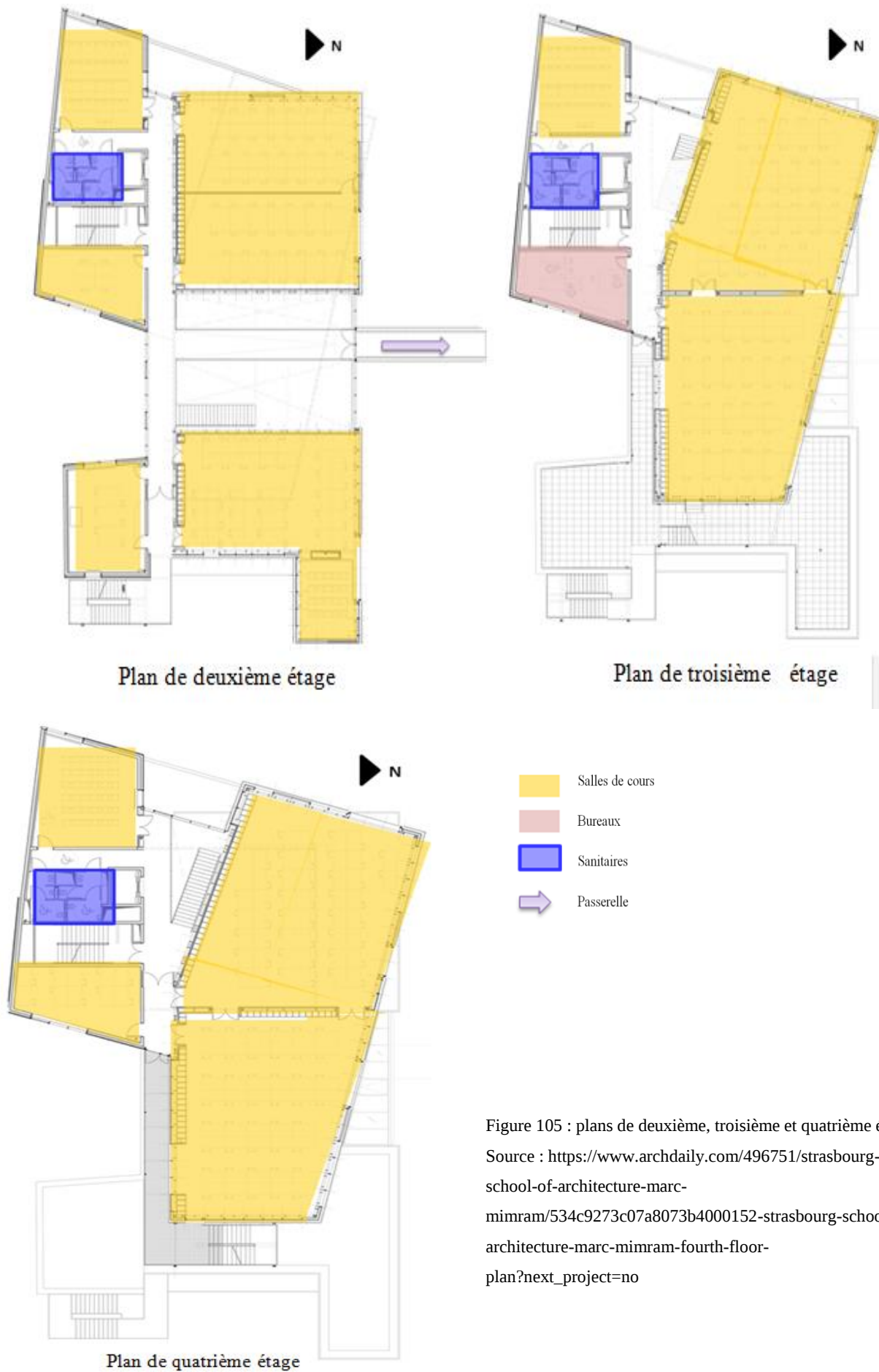


Figure 105 : plans de deuxième, troisième et quatrième étage
Source : https://www.archdaily.com/496751/strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram/534c9273c07a8073b4000152-strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram-fourth-floor-plan?next_project=no

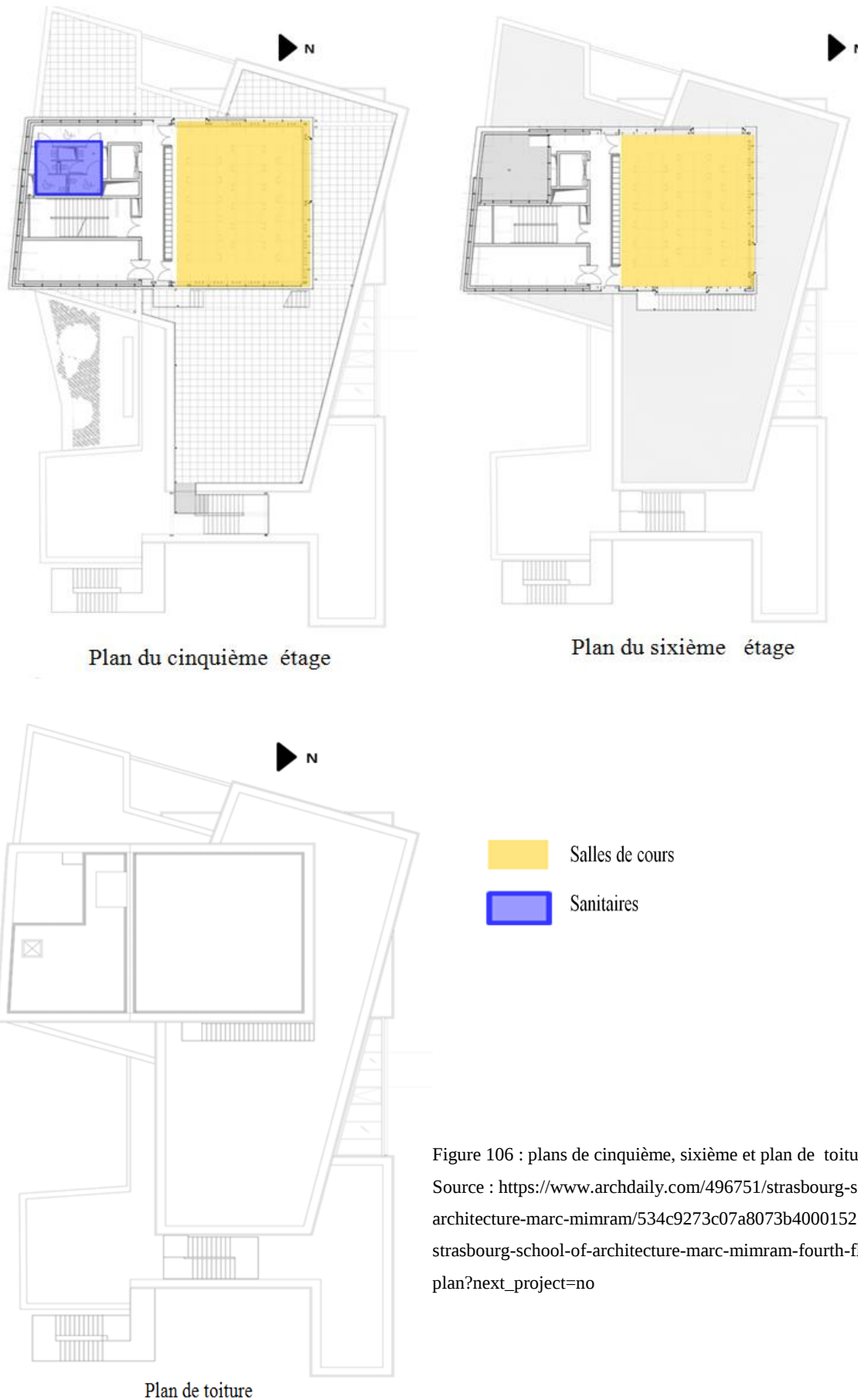


Figure 106 : plans de cinquième, sixième et plan de toiture
Source : https://www.archdaily.com/496751/strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram/534c9273c07a8073b4000152-strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram-fourth-floor-plan?next_project=no

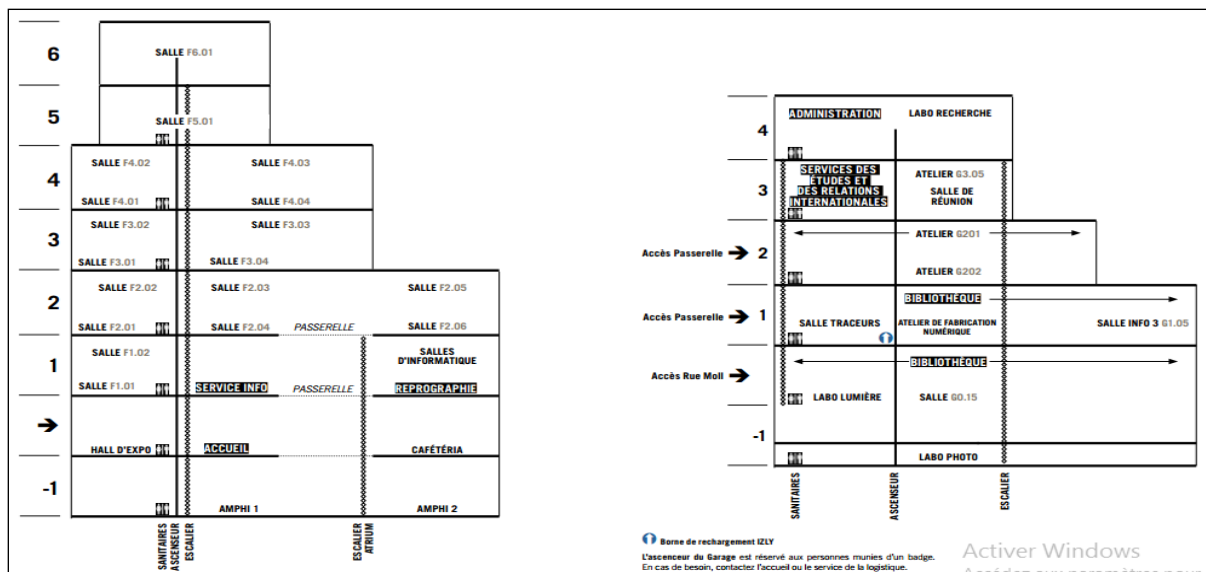


Figure 107 : coupe montre les relations spatiales et fonctionnelles entre les deux bâtiments

Source : <https://www.dezeen.com/2014/04/07/aluminium-clad-building-marc-mimram-strasbourg-architecture-school/?fbclid=IwAR2df-H2G3MTqhc4zC4Sxic-YrZIPWAEWxbLS8OEVj-BCxjdeYYt8apirbk>

La passerelle vitrée assure la continuité visuelle et fonctionnelle entre les deux bâtiments La fabrique et Le Garage, ce dernier contient une bibliothèque sur deux niveau offre des ressources documentaires en lien avec des domaines de l'architecture ,de l'urbanisme , de la construction ,du design, du paysage et de l'informatique appliquée, et des arts et sciences humaines .Autour de la bibliothèque , le bâtiment offre plusieurs fonctionnalités : ateliers et salles de cours, bureaux de l'administration, équipements pédagogiques(Laboratoire Photo, ateliers de fabrication numérique , salle informatique,..) mais aussi le laboratoire lumière .

- **Le laboratoire de simulation de lumière naturelle**

Un ensemble unique en Europe d'enseignement et de recherche sur la lumière naturelle. L'école national supérieur d'architecture de Strasbourg a développé un laboratoire de simulation de lumière naturelle pour expérimenter et étudier les ambiances lumineuses dans l'architecture et l'urbanisme à travers la réalisation des tests sur des maquettes (de bâtiment ou de quartier), ou sur un échantillon de matériau de construction ou de revêtement ou sur l'apport lumineux des ouvertures. Le laboratoire lumière est constitué de deux dispositifs de haute technicité : une Mirror box et une unité composée d'un soleil mécanique et d'un ciel artificiel.

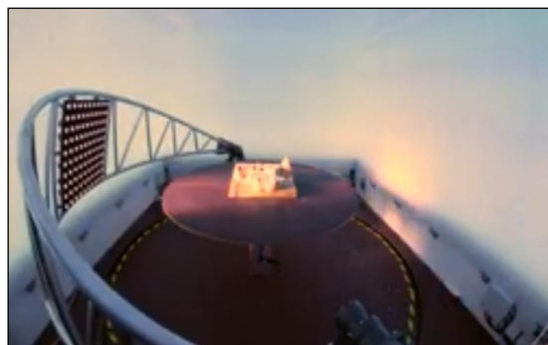


Figure 108 : laboratoire de simulation de lumière naturelle

Source : <https://www.strasbourg>

[.archi.fr/index.php/ecole/environnement-detude/espaces-de-travail/le-laboratoire-lumiere](https://www.strasbourg.archi.fr/index.php/ecole/environnement-detude/espaces-de-travail/le-laboratoire-lumiere)

Les expérimentations menées au sein du laboratoire permettront de recueillir des données de références sur la lumière et les impacts sur le confort de l'utilisateur et sur l'environnement.

IV.1.8 La circulation

La circulation verticale est assurée par trois escaliers à l'extérieur, le premier relie le RDC au troisième étage, le deuxième escalier relie le troisième au cinquième étage et le troisième relie le cinquième au sixième étage.

A l'intérieur, la circulation verticale est assurée par quatre escaliers deux au rez-de-chaussée, un monte jusqu'au dernier étage avec deux autres au troisième étage dédiée aux étudiants. Le deuxième escalier autour de l'atrium est dédié au grand public monte jusqu'au deuxième étage et peut descendre aux amphithéâtres au sous-sol.

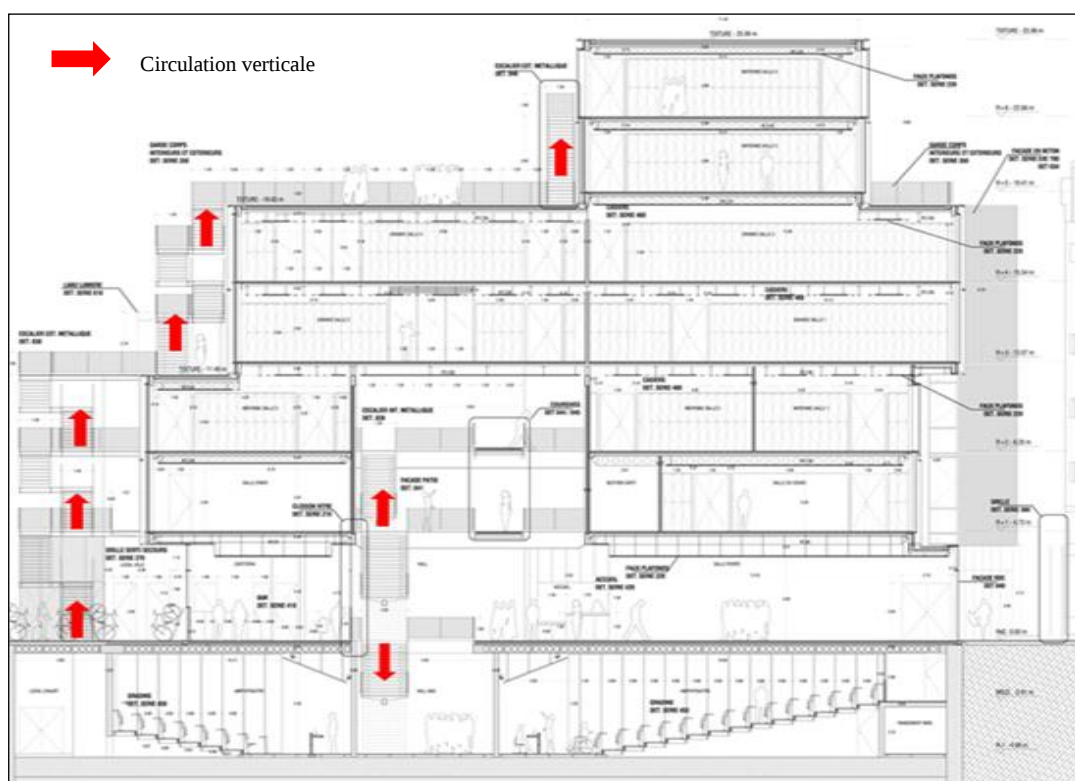


Figure 109 : Une coupe sur le bâtiment « La Fabrique »

Source : <https://www.dezeen.com/2014/04/07/aluminium-clad-building-marc-mimram-strasbourg-architecture-school/?fbclid=IwAR2df-H2G3MTqhc4zC4Sxic-YrZIPWAEWxbLS8OEVj-BCxjdeYYt8apirbk>

Pour la circulation horizontale, on distingue:

➡ Le parcours public dans les halls d'expositions au socle transparent ouvert sur la ville et autour de l'atrium jusqu'au deuxième étage. Cette promenade verticale se poursuit par la passerelle qui enjambe la rue Moll en s'y installant comme une vitrine ouverte sur la ville.

➡ Le parcours des étudiants accueille celui des activités pédagogique dans la transparence sur la ville. La matérialité protectrice et translucide des ateliers distingue par ailleurs les lieux de l'apprentissage de ceux de l'ouverture sur la ville.

IV.1.9 Dispositifs bioclimatiques adoptés



Figure 111 : La façade et la passerelle vitrée, La Fabrique

Source : <https://www.dezeen.com/2014/04/07/aluminuim-clad-building-marc-mimram-strasbourg-architecture-school>

- Pour le chauffage de l'école et la recherche de performances BBC (Bâtiment Basse Consommation), le choix s'est porté sur une solution géothermique. Le chauffage par géothermique utilise une énergie renouvelable. Il s'agit de la chaleur pour le bâtiment en

recupérant les calories qui sont puisées dans le terrain.

- Le vitrage est protégé à l'extérieur par des treillis d'aluminium strié qui permette d'ajuster instantanément l'ensoleillement, en créant une ventilation rafraichissante en cas de forte chaleur ou encore de s'abriter des intempéries. L'aluminium est un matériau léger réduisant la charge sur la façade vitrée et facilement poser, robuste protège le bâtiment contre toutes les conditions météo et respectueux de l'environnement ne rouille pas; c'est donc un matériau durable et recyclable à 100%.
- L'isolation thermique dans les façades et la passerelle est assuré par le vitrage.

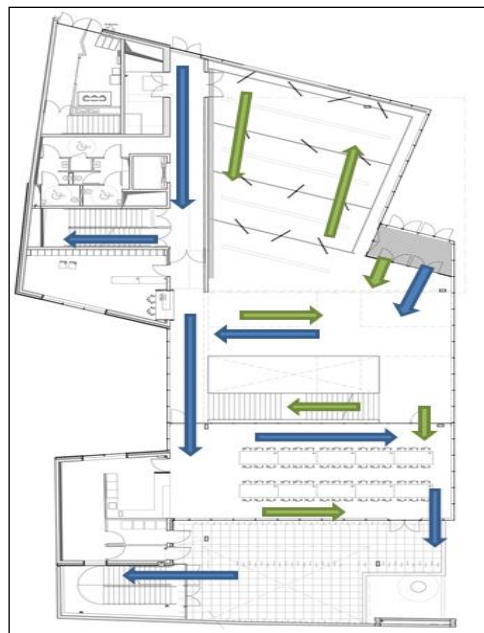


Figure 110 : circulation horizontale

Source : https://www.archdaily.com/496751/strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram/534c9273c07a8073b4000152-strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram-fourth-floor-plan?next_project=no



Figure 112 : Les treillis d'aluminium sur la façade du bâtiment « La Fabrique »

Source : <https://www.dezeen.com/2014/04/07/aluminuim-clad-building-marc-mimram-strasbourg-architecture-school>

IV.1.10 Les ambiances intérieures

- L'architecte a choisi de garder la couleur du métal et la structure visible pour les visiteurs et les étudiants pour leur démontrer qu'elle peut être non contraignante, voire libératoire.

- Le rez-de-chaussée transparent offre un horizon et une continuité visuelle sur la ville et qui se prolonge verticalement dans la faille de l'atrium. Ce dernier constituant le fil rouge d'une promenade verticale.

- Marc MIMRAM a favorisé le dialogue et l'ouverture du bâtiment avec son environnement urbain dense. L'école est donc n'est pas replié sur elle-même, elle se fonde sur ce dialogue généreux avec la ville, par la mise en évidence des parcours ouverts sur celle-ci, par la générosité de la projection de l'activité pédagogique sur l'espace public.

- L'atrium et la transparence des parois assurent un confort visuel et l'exploitation de la lumière naturelle.

- La sous face de la passerelle est habillée d'une œuvre de Pascal DOMBIS, et visible par tous depuis l'espace public. Ligne-flux symbolise le centre d'énergie de l'école et se compose d'une prolifération de certaines de milliers de lignes courbes en utilisant la couleur de façon aléatoire. Elle propose aux visiteurs une cartographie en terme d'itinéraire et de déplacement dans laquelle les réseaux, les flux et les connections interagissent pour offrir une série de perspectives et d'expériences de lecture.

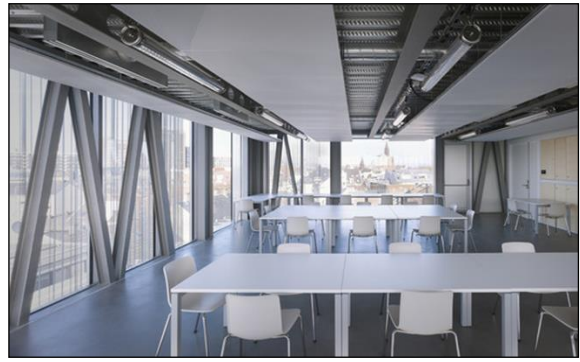


Figure 113 : L'intérieur d'un atelier

Source : www.amc-archi.com/article/equerre--d-argent-2013-nomine-marc-mimrame-ecole-d-architecture,81

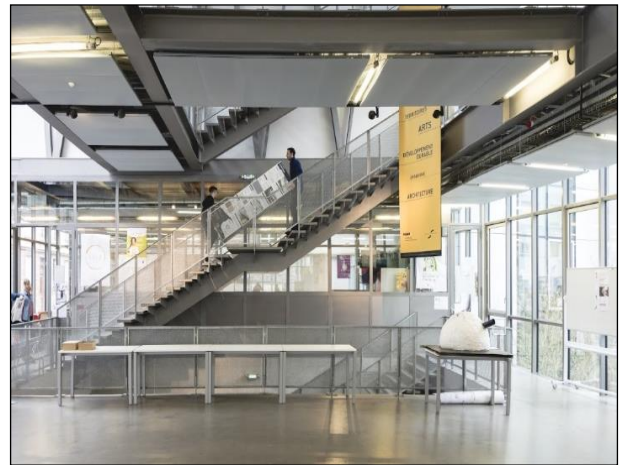


Figure 114 : L'escalier au tour de l'atrium

Source : www.amc-archi.com/article/equerre--d-argent-2013-nomine-marc-mimrame-ecole-d-architecture,81

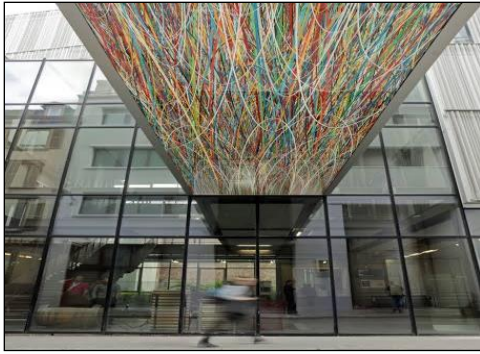


Figure 115 : la sous face de la passerelle

Source : <http://www.oppic.fr/rubrique25.html>



Figure 116 : L'intérieur de la passerelle

Source : <http://www.oppic.fr/rubrique25.html>

IV.1.11 Analyse de la structure

La structure du bâtiment est métallique.

Au-dessus, la structure métallique est stabilisée par deux noyaux de béton longeant les mitoyens et abritant les locaux techniques (salle de reprographie, espace maquette, sanitaires...). « Les boîtes sont ensuite posées sur des talons aiguilles », ironise Marc MIMRAM.

Pour favoriser une impression de légèreté, sept fins poteaux métalliques reprennent au rez-de-chaussée les charges des étages. C'est dans la constitution des boîtes que se cristallise le point de vue théorique du concepteur. L'architecte dont le souhait était de faire sentir la structure aux étudiants et de leurs démontrer qu'elle peut être non contraignante, voire libératoire. Des poutres mixtes, hybridation des poutres-



Figure 117 : La structure du bâtiment La Fabrique de l'ENSAS

Source : www.lemoniteur.fr

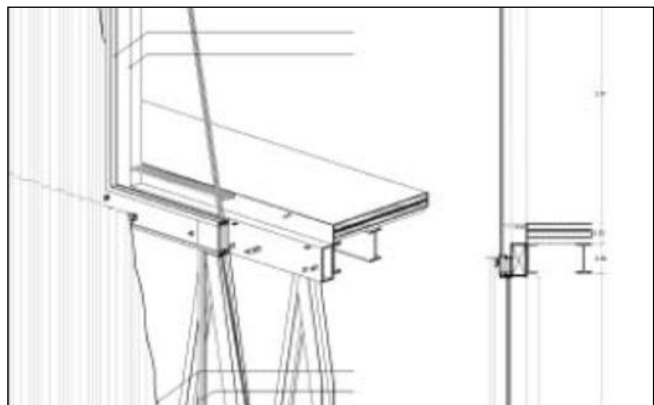


Figure 118 : La fixation d'une mantille en tôle sur les poutres métalliques

Source : www.lemoniteur.fr

treillis de types Warren et des poutres-échelles Vierendeel, laissées apparentes à l'intérieur et habillées d'un mur rideau de verre et d'une mantille en tôle d'aluminium déployé à l'extérieur constituent les façades.

Tous les réseaux sont apparents et circulent sans fausse note dans les poutres alvéolaires supportant les planchers collaborant. Le tableau de cette architecture rigoureuse et didactique est également offert aux passants, spectateurs de ses ombres chinoises à la nuit tombée.

La passerelle qui relie le nouveau bâtiment avec l'ancien-réhabilité est métallique composée des grands modules de panneaux de verre sérigraphiés et émaillés, dans la sous face est habillée d'une œuvre de pascal DMBIS et Gil PERCAL (au titre 1% artistique).



Figure 119 : La structure métallique sur les façades

Source : www.lemoniteur.fr

Synthèse

Le bâtiment « La fabrique » a été conçu par Marc MIMRAM pour faire référence au passé industriel du site. Le bâtiment valorise totalement son implantation au sein d'un milieu urbain.

L'architecte a travaillé sur deux concepts le premier est de créer un dialogue visuel permanent entre la ville et l'étude de l'architecture, notamment grâce à une composition autour de deux vides perpendiculaires dans le respect des alignements, des façades voisines.

En effet, les espaces d'enseignement sont projetés dans le paysage de rue, encourageant les étudiants à s'engager dans le contexte du bâtiment permettant à la ville de pénétrer le voile nervuré des façades. Le deuxième concept est de faire la relation entre la structure et l'enveloppe qui a été magnifiquement exprimé à travers les structures métalliques.

IV.2 Le deuxième exemple : Ecole d'architecture et d'urbanisme, Université d'État Morgan



Figure 120 : école d'architecture et d'urbanisme, université d'Etat Morgan

Source : <https://www.archdaily.com/morgan.state-university-the-freelon-group-architects>

IV.2.1 Fiche technique

- **Nom du projet :** École d'architecture et d'urbanisme Morgan, connue sous le nom Centre d'Etudes sur l'Environnement Bâti et les Infrastructures (CBEIS).
- **Architecte:** Hord Coplan Macht.
- **Architecte associé:** The Freelon Group.
- **Emplacement:** extrémité nord de université d'état Morgan, 1700 East Cold Spring Lane, Baltimore, MD 21251, Nord-est des Etats-Unis.
- **Entrepreneur général:** Barton Malow.
- **Ingénieur en structure:** Associés Faisant.
- **Ingénieur mécanique:** James Posey Associates, Inc.
- **Ingénieur électricien :** Ingénierie diversifiée, Inc.
- **Architecte paysagiste:** Mahan Rykiel Associates.
- **Ingénieur civil:** Rummel, Klepper, Kahl, LLP.
- **Conception d'éclairage:** Bruce Dunlop Design d'éclairage.
- **Types de projets:** Education.
- **Propriétaire:** Université d'État de Morgan.

- Coût du projet : 54 000 000 \$.
- Année complétée: 20 septembre 2012.
- Superficie: 12480 m².

IV.2.2 Situation

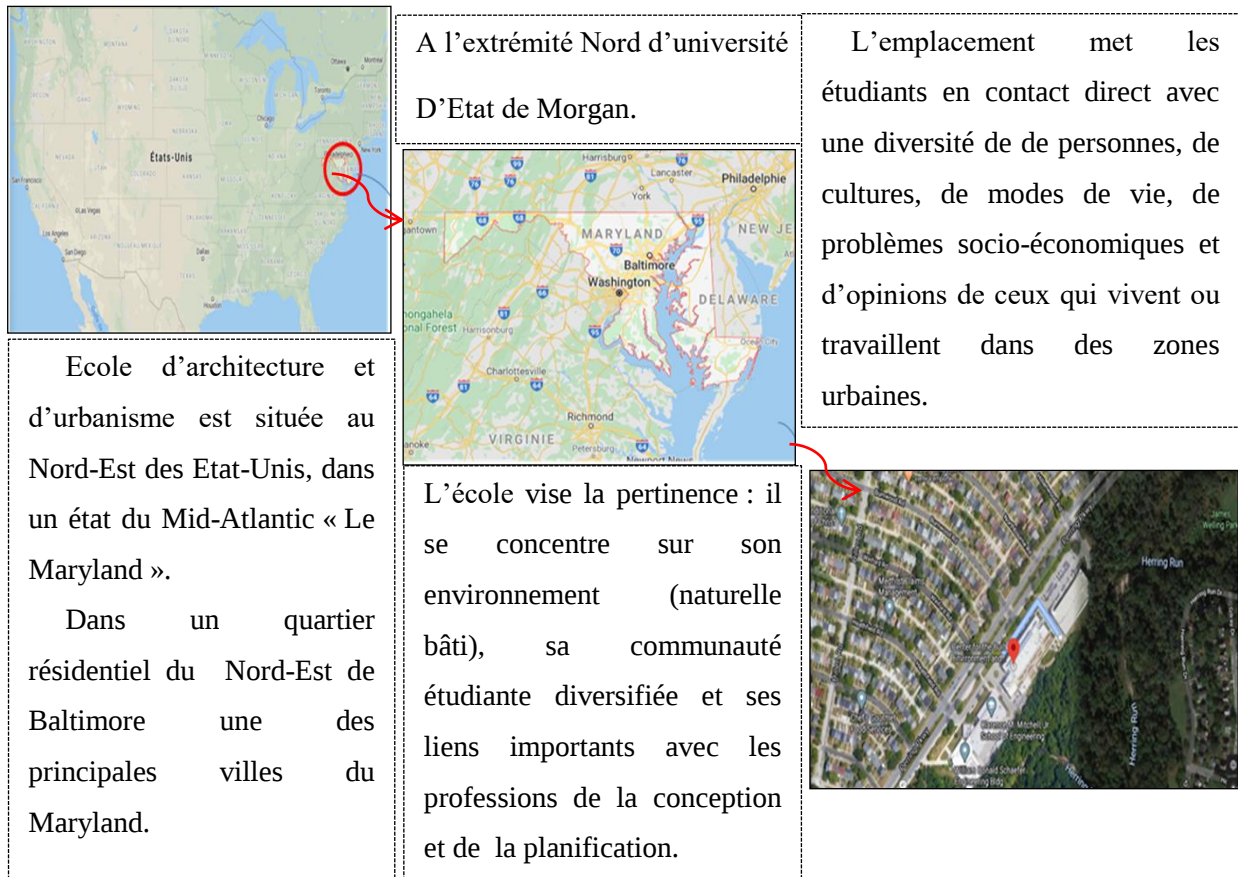


Figure 121 : La position de l'école d'architecture et d'urbanisme –Morgan-

Source : <https://www.google.com/maps/place/%C3%89tatsUnis/@36.2422994,113.7487596,4z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x54eab584e432360b:0x1c3bb99243deb742!8m2!3d37.09024!4d-95.712891>.

IV.2.3 Plan de masse

- Ecole est limitée de côté Nord par un parking, de Sud par une école d'ingénieurs Mitchell Schaeffer, de l'Est par un parc Welling James, et urbain (la ville Baltimore) de côté Ouest.
- Orientation du bâtiment : Est/Ouest.
- L'école a quatre entrées, une principale et trois secondaires.



Figure 122 : Plan de masse

Source : <https://www.openstreetmap.org/search?query=CENTER%20FOR%20THE%20BUILT%20ENVIRONMENT%20AND%20INFRASTRUCTURE%20STUDIES%20#map=17/39.35182/-76.57971&layers=C>

- Le design contemporain de l'établissement de l'État de Morgan offre une foule d'équipements et d'éléments verts et relie les paysages urbains et naturels (le bord développé de Perring Parkway d'un côté et le cadre naturel bucolique de Herring Run de l'autre).

IV.2.4 Le climat de Baltimore

Le climat de Baltimore est dit tempéré chaud. Les précipitations à Baltimore sont importantes. Même lors des mois les plus secs, les averses persistent encore.

En moyenne la température à Baltimore est de 13,5 °C. Il tombe en moyenne 1088 mm de pluie par an.

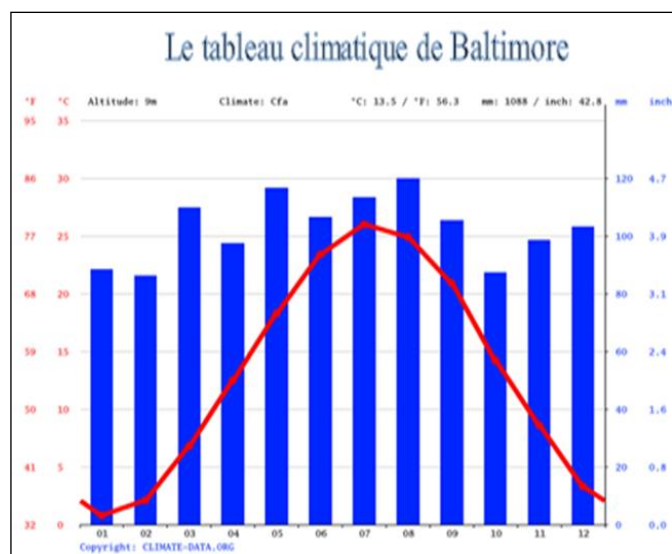


Figure 123 : le tableau climatique de Baltimore

Source : <https://fr.climate-data.org/amerique-du-nord/etats-unis-d-amerique/maryland/baltimore-10>

IV.2.5 Volumétrie

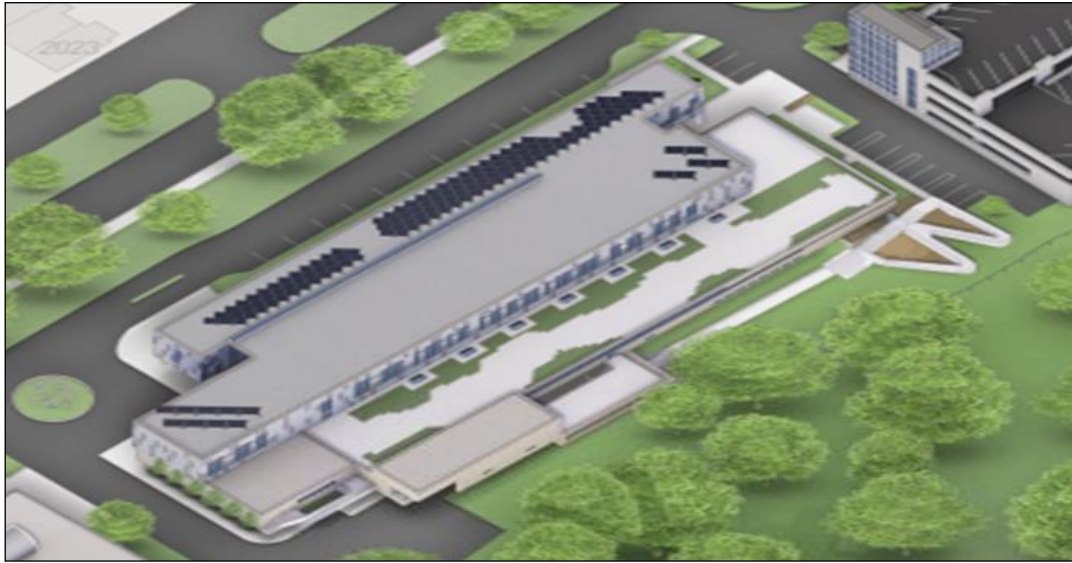


Figure 124 : La volumétrie du projet

Source : map.morgan.edu

- Ecole d'architecture et d'urbanisme Morgan est conçu comme un espace d'échange de personnes, d'idées, de services et de méthodologie de construction. En regroupant plusieurs disciplines de conception et d'ingénierie (l'institut d'architecture et d'urbanisme, du Département de génie civil et de l'Institut des transports) sous un même toit et dans un environnement synergique.
- Pour favoriser l'engagement collaboratif, deux barres (parallélépipèdes) horizontales délimitaient un atrium éclairé par le ciel qui s'étend sur toute la longueur du bâtiment, créant une rue intérieure parallèle à la rue Perring Parkway, la vitalité des élèves s'exprime et les espaces sociaux rencontrent les environnements d'apprentissage.
- Une forme simple régulière.

IV.2.6 Analyse des façades

- Une architecture contemporaine, avec utilisation de façades simples, modernes, tramées.
- Les façades sont recouvertes avec de la pierre de côté est dans le RDC et le 1er étage, et avec une peau métallique légère contemporaine pour le reste.

- l'utilisation des grandes baies vitrées, des brises soleil et des panneaux photovoltaïques, dans le but d'assurer le confort visuel à l'intérieur et bénéficier de l'énergie de soleil).



Figure 125 : Façade est de l'école

Source : <https://archello.com/story/18985/attachments/photos-videos/3>



Figure 126 : Façade ouest de l'école

Source : www.archdaily.com

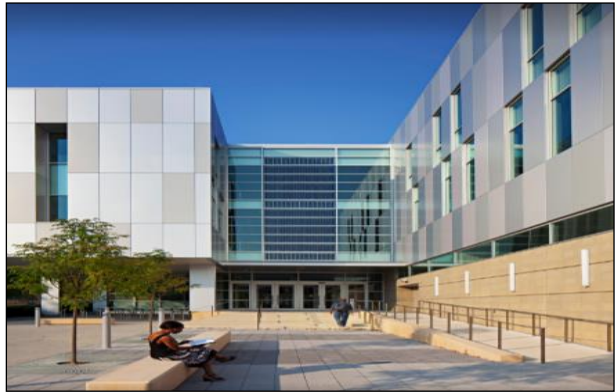


Figure 127 : Façade sud de l'école

Source : <https://archello.com/story/18985/attachments/photos6-videos/11>

IV.2.7 Analyse des plans

Ecole se compose de deux barres horizontales délimitent un atrium qui s'étend sur toute la longueur du bâtiment, crée :

- Une rue intérieure où les programmes se mélange, la vitalité des élèves s'exprime et les espaces sociaux rencontrent les environnements d'apprentissage.
- La «rue» comprend un café, des salons, un kiosque d'information, des «devantures de magasins» départementales, des connexions visuelles avec des espaces de studios universitaires et un espace semblable à une galerie pour l'interactivité des personnes et l'affichage de leur travail.
- L'école comprend un espace de galerie pour l'interactivité des personnes et l'affichage de leur travail, bibliothèque, des salles de classe, salles de séminaires, salles de jury, salles de conférences, laboratoires, bureaux, café, un kiosque d'information, studios universitaires.



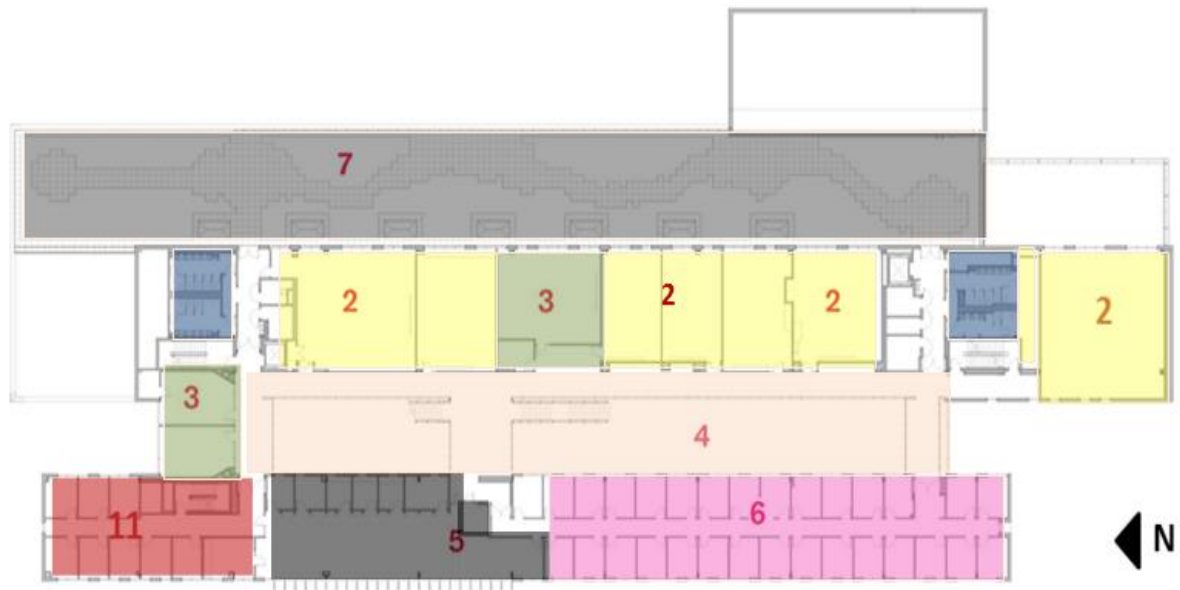
Figure 128 : plans de RDC et premier étage

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-group-architectsphoto?next_project=no

architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-group-architectsphoto?next_project=no

Légende

1	1. un espace pour l'interactivité et l'affichage des travaux + bibliothèque
2	2. Ateliers.
3	3. Salles de séminaire et de conférences.
4	4. Atrium.
5	5. Administration.
7	7. terrasse
6	6. Salles.
9	9. Sanitaires.
10	10. Laboratoires.
11	11. Studios universitaires.



Plan de deuxième étage

- La légende	
	2. Ateliers.
	3. Salles de séminaire et de conférences.
	4. Atrium
	5. Administration.
	6. Salles.
	7. Terrasse.
	9. Sanitaires.
	11. Studios universitaires.

Figure 129 : plan de deuxième étage

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-group-architectsphoto?next_project=no

IV.2.8 Circulation

La circulation est assurée :

- Verticalement par des escaliers et des ascenseurs situés à l'extrémité nord et sud du bâtiment et les escaliers qui se trouvent dans l'atrium.
- Horizontalement par de large passage la rue intérieure.

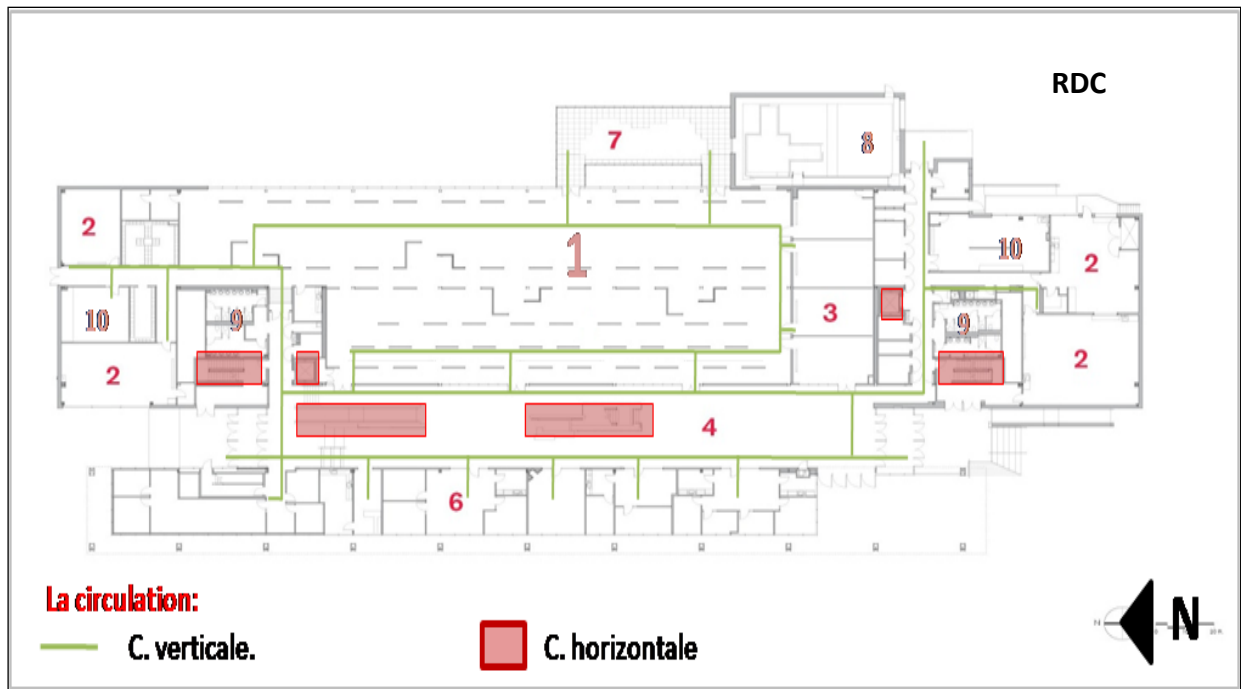


Figure 130 : La circulation horizontale et verticale au RDC

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-grouparchitectsphoto?next_project=no

architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-grouparchitectsphoto?next_project=no

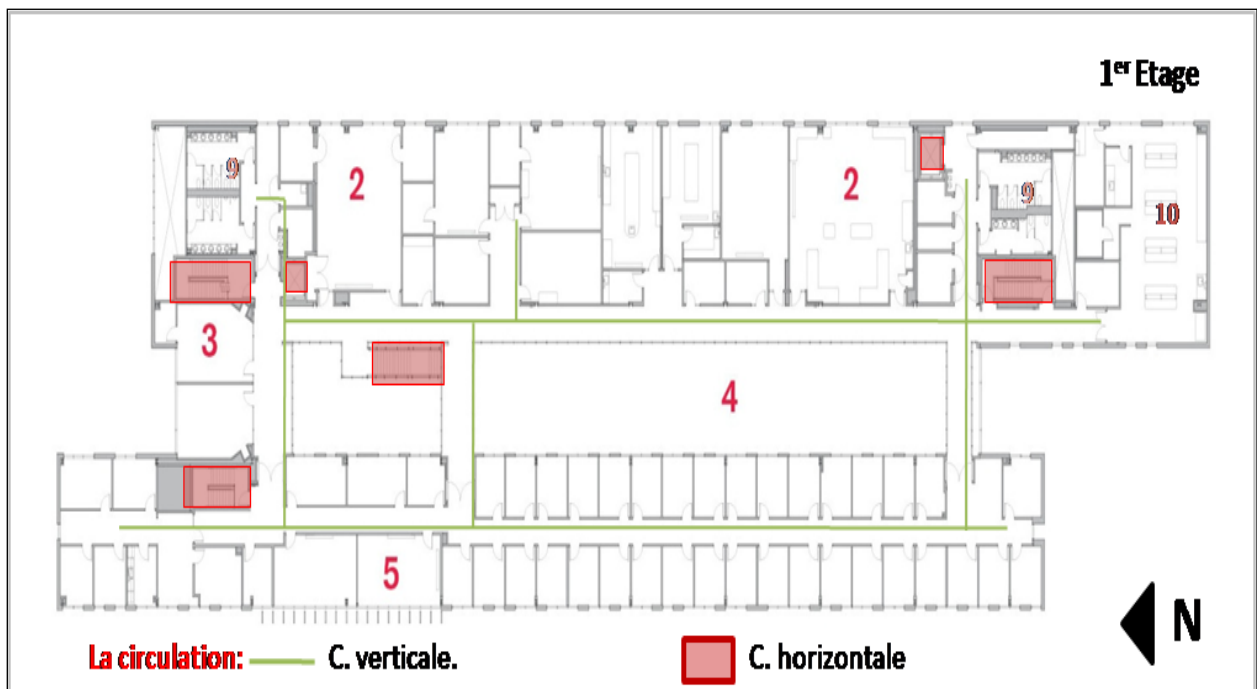


Figure 131 : la circulation horizontale et verticale au premier étage

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-grouparchitectsphoto?next_project=no

morgan-state-university-the-freelon-grouparchitectsphoto?next_project=no

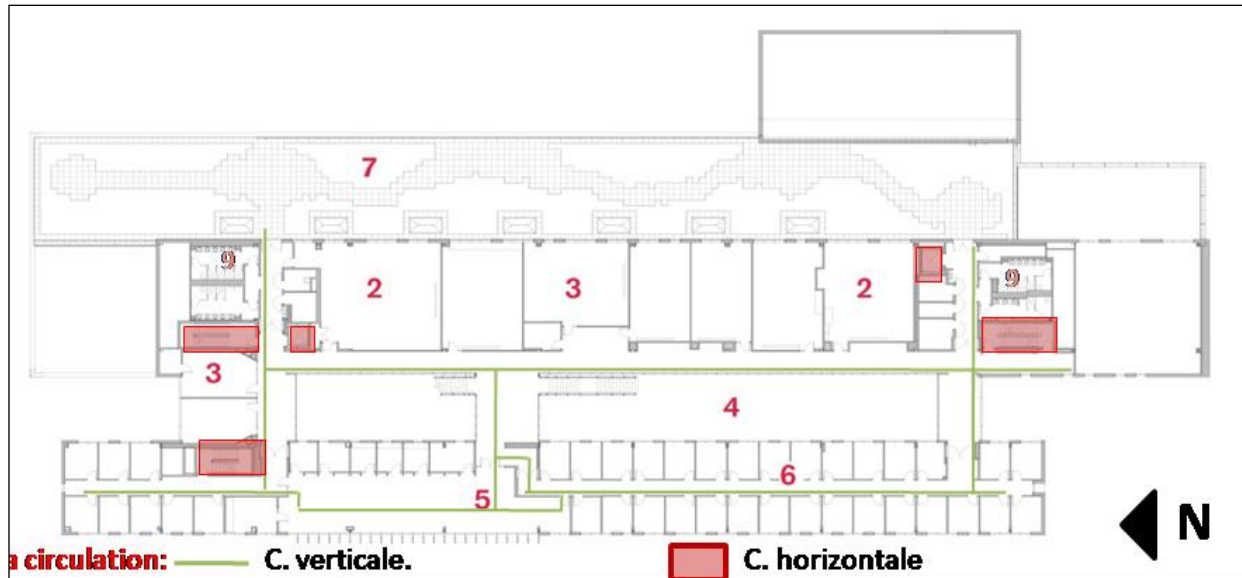


Figure 132 : La circulation horizontale et verticale au deuxième étage

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-group-architectsphoto?next_project=no

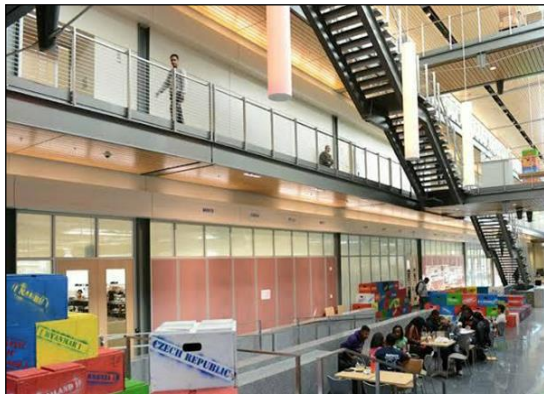


Figure 133 : Une vue sur l'escalier intérieur –atrium-

Source : <https://baltimorecollegetown.org/colleges/colleges/morgan-state-university>.



Figure 134 : La 3 D intérieur

Source : <http://coreywilmot.com/work/the-green-building-simulation/>.

IV.2.9 Dispositifs bioclimatiques

Le projet a reçu le prix du bâtiment public de l'année de récompense de l'AIA Maryland le 12 septembre 2013 et a été reconnu par les prix Wavemaker de ULI Baltimore. «La simplicité du bâtiment, la retenue délibérée et la fenestration stratégique renforcent et améliorent la conception tout en fournissant une plate-forme réussie pour une structure publique durable.»¹⁹ Robert Maschke, FAIA.

L'école est un des bâtiments les plus respectueux de l'environnement créé, elle a reçu

¹⁹ Centre d'étude sur l'environnement bâti et les infrastructures (CBEEIS).MORGAN STATE UNIVERSITY.[en ligne].Disponible sur<<https://www.hc2.com/projets/center-built-environment-infrastructure-studies-cbeis-morgan-state-university/>

la certification LEED Gold juillet 2014 (Leadership in Energy and Environmental Design), elle a été récompensée par le premier prix annuel de design pour l'excellence en conception écologiquement durable du chapitre de Baltimore de Institut Américain des Architectes, (ce prix vise à reconnaître l'excellence de la conception durable dans les projets qui préservent les ressources, préservent les écosystèmes, optimisent le confort et réduisent l'impact environnemental grâce à des performances élevées). «Le résultat esthétique des stratégies durables est louable; les dispositifs d'ombrage sur la façade principale - travail simple, direct et élégant fonctionnellement et symboliquement pour le programme indiquer »²⁰.John Kelleher, AIA

- Les stratégies d'éclairage du jour (les grands baies vitrées, atrium, brises soleil), la conservation des ressources et l'efficacité énergétique sont mises à profit pour atteindre les objectifs de durabilité.

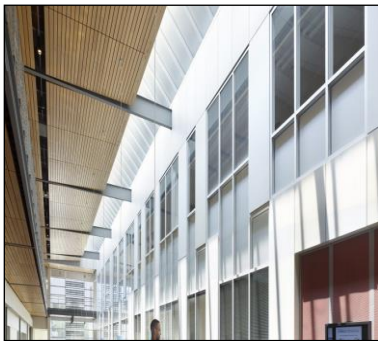


Figure 135 : Atrium

Source : <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/morgan-stateuniversity-center-for-the-built-environment-and-infrastructure-studies>



Figure136 : Brises soleil

Source : <https://archello.com/story/18985/attachments/photos-videos/12?fullscreen=1>

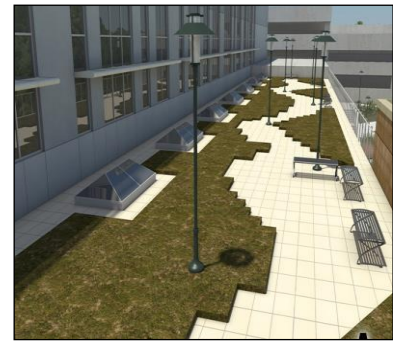


Figure 137 : Eclairage zénithale

Source : <http://coreywilmot.com/wpcontent/uploads/2015/05/GB07.jpg>

- Plusieurs systèmes sont également déployés pour atteindre chacun de ces objectifs, afin de révéler visuellement les options et de servir de points de référence pédagogique. Plusieurs formes de récupération à la lumière du jour sont utilisées, système de toit vert est incorporé (le terme toit vert est utilisé pour indiquer les toits qui utilisent une certaine forme de technologie verte, comme un toit frais, un toit avec des capteurs solaires) et des panneaux photovoltaïques de toit traditionnels sont combinés à des capteurs photovoltaïques intégrés

²⁰ Centre d'étude sur l'environnement bâti et les infrastructures (CBEEIS).MORGAN STATE UNIVERSITY.[en ligne].Disponible sur <<https://www.hc2.com/projets/center-built-environment-infrastructure-studies-cbeis-morgan-state-university/>>

à mur afin d'illustrer les différentes technologies disponibles.

- Pour aider à illustrer la nature dynamique et intégrer des systèmes de bâtiment, les écrans d'atrium surveillent graphiquement les performances par rapport aux variances climatiques et d'occupation.

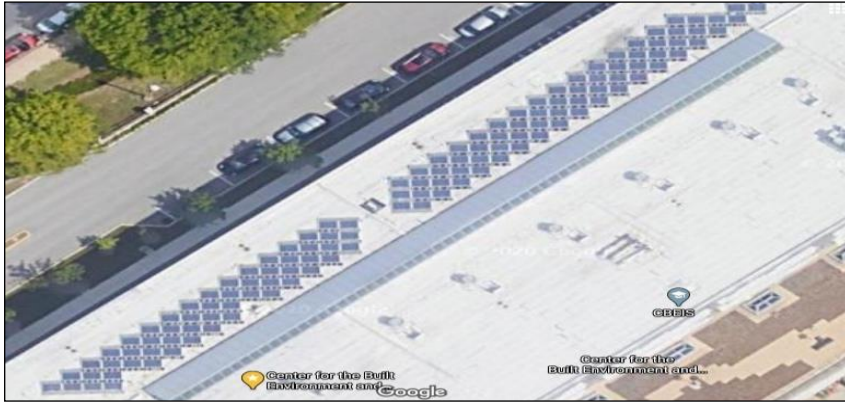


Figure 138 : Vue aérienne de l'école (panneaux photovoltaïque, et les deux toits verts)

Source : <https://www.google.com/maps/place/Universit%C3%A9+d%C3%89tat+Morgan/@39.3515893,76.580041,54m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x89c805bb6adeb895:0x3035e29e2ad87f3f!8m2!3d39.3437959!4d-76.5843847>.

IV.2.10 Analyse de la structure

- L'utilisation de la structure mixte acier-béton.
- Les fondations sont en béton.
- Utilisation des planchers collaborants.

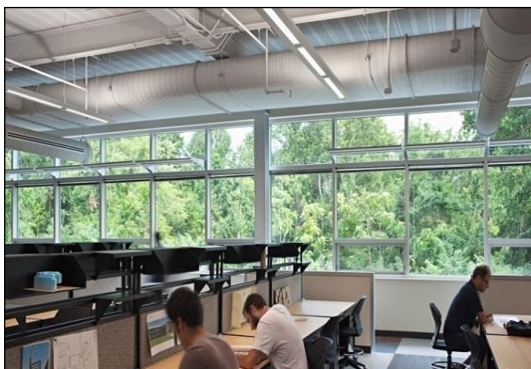


Figure 139 : la structure d'une vue intérieure

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-group-architectsphoto?next_project=no

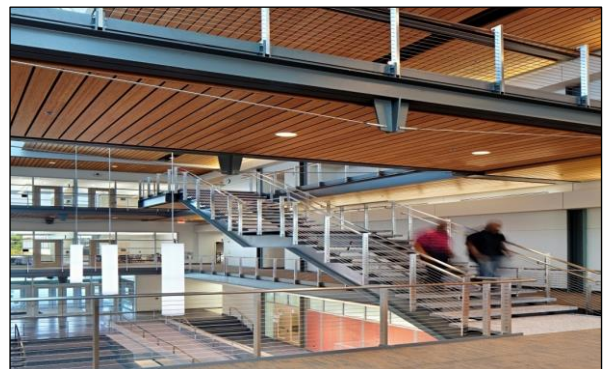


Figure 140 : Vue sur l'intérieur du projet

Source : https://www.archdaily.com/403983/morgan-state-university-the-freelon-group-architects/51e80802e8e44e3c90000081-morgan-state-university-the-freelon-group-architectsphoto?next_project=no

IV.2.11 Les ambiances intérieures

- des espaces blancs bien éclairés transparents selon l'activité des espaces.
- L'atrium crée une rue interne, un parcours clair, bien éclairé naturellement.
- Les deux barres du bâtiment délimitent un espace vivant où les programmes se mélangent, la vitalité des étudiants s'exprime et les espaces sociaux rencontrant les environnements d'apprentissage.
- Ecole dotée d'un espace social de rencontre et d'échange d'idées.

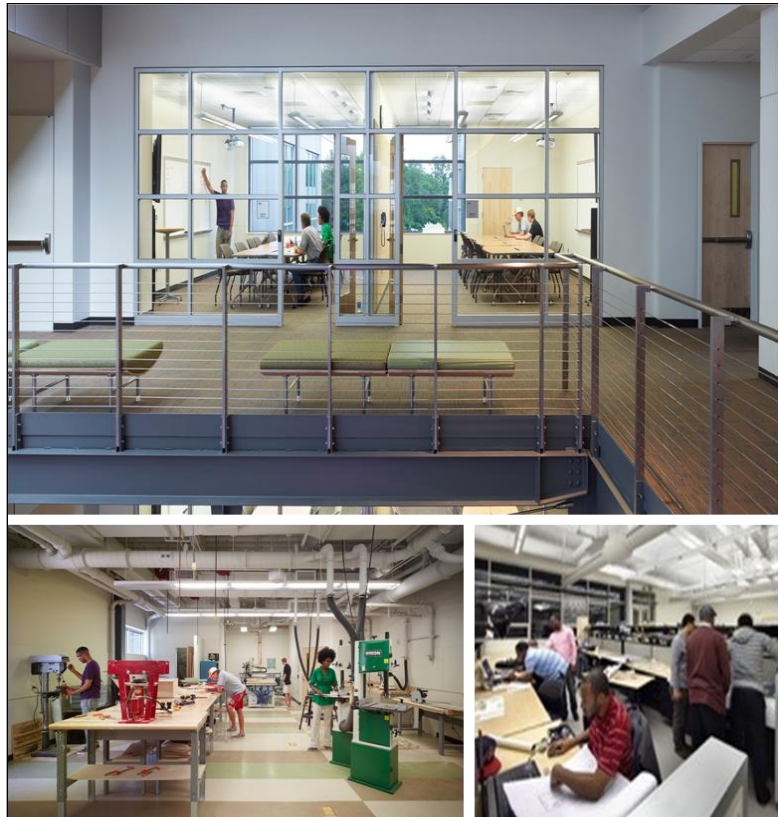


Figure145 : Vues sur l'intérieur de l'école

Source : <https://www.hcm2.com/projects/center-built-environment-infrastructure-studies-cbeis-morgan-state-university/>

La synthèse

Les concepts tirés du projet « école d'architecture et d'urbanisme Morgan »

- **Liés au contexte**

- La continuité urbaine;
- Intégration au site ;
- L'idée de rencontre des savoirs et des publics;
- La volumétrie symbolique;
- Concept de transparence.

- **Liés au programme**

- La fragmentation ;
- Lumière et transparence;
- La diversité des fonctions.

Conclusion

L'analyse des exemples ci-avant nous a permis de ressortir des éléments de références qu'il faut prendre en considération lors de la conception de notre projet, en exploitant et valorisant notre contexte.

- ❖ Administration.
- ❖ Entité publique.
 - Les espaces de détente (sport).
 - Un espace pour l'interactivité et l'affichage de des travaux.
 - Une bibliothèque.
 - Terrasses.
- ❖ Entité d'apprentissage.
 - Des laboratoires.
 - Des ateliers.
 - Salles de séminaire et de conférences.
 - Salles de cours.
 - Salle de réunion.
 - une bibliothèque.
 - un espace d'informatique.
- ❖ Studios universitaires.

Chapitre III : Analyse du site d'intervention

Introduction

L'analyse du site constitue une étape clé dans le processus de la conception architecturale et urbaine. Ce chapitre sera focalisé sur l'analyse contextuelle à différentes échelles qui va nous permettre de déceler les concepts, les potentialités et les carences liées au contexte. Recenser toutes les données territoriales qui nous permettront de se situer dans un espace, ensuite les données historiques pour respecter la continuité patrimoniale et plus particulièrement les données climatiques qui nous guideront à la conception d'un projet bioclimatique par excellence et intégré à son contexte, qu'il fasse partie intégrante du paysage ou il est situé et dont il devrait refléter l'harmonie.

I. Le choix du site

Le choix s'est porté sur la ville de Tipaza, qui fut un véritable foyer d'art et de culture Gréco-latine, où fleurirent aussi des éléments de la culture numide. Elle possède des pièces de la plus haute antiquité. Reconnue aussi par ses trésors archéologiques, ses richesses et l'originalité de ses paysages. Notre but est de tenter de comprendre ses différents composants, afin de développer une idée sur le choix du thème ainsi que de définir la nature du projet à injecter, dans le but d'améliorer ses conditions en préservant l'équilibre de son environnement.

II. Présentation de la ville de Tipaza

La wilaya de Tipaza, est une wilaya algérienne partiellement berbérophone située à 68km à l'ouest de la capitale Alger. Le chef-lieu de la wilaya est Tipaza.

Elle couvre une superficie d'environ 700 000 ha et une population d'environ 630183 habitants (fin 2012). Tipaza fut une des plus belles villes résidentielles de la côte méditerranéenne, ses ruines témoignent de son ancienne splendeur. Les reliefs du Chenoua et de la Dahra la rendent en effet une destination privilégiée des touristes. Une ville classée patrimoine mondial de l'Unesco en 1982, elle représente le site romain le plus célèbre d'Algérie.

II.1. la situation de la ville de TIPAZA

• A l'échelle nationale

La ville de « TIPAZA » se trouvant au Nord du pays, donne sur le bassin méditerranéen, c'est le relais entre la wilaya d'Alger et celle de Chlef au Nord. Elle est aussi bordée par la wilaya de Blida et Ain Defla du côté intérieur du pays.



Figure146 : la situation de TIPAZA

Source : andi.dz/pdf/monographies/tipaza

• A l'échelle régionale

La commune de Tipaza se situe dans la partie Est du Massif du Chenaoua et la vallée de Oued Nador est délimitée par :

- La mer méditerranéenne au Nord ;
- Les communes d'Ain Tagourait et Sidi Rached à l'Est ;
- La commune de Hadjout au Sud ;
- La commune de Cherchell et Nador à l'ouest.



Figure 147 : la situation de TIPAZA

Source : andi.dz/pdf/monographies/tipaza

Synthèse

Tipaza jouit d'une situation stratégique par sa position centrale dans la bande côtière et sa proximité de la capitale Alger ce qui lui confère une importance à l'échelle nationale et régionale ainsi qu'à l'échelle du bassin méditerranéen.

II.2. Accessibilité de la ville de Tipaza

Le réseau routier de la wilaya de Tipaza est constitué de 1292,387 km dont 19,1% de routes nationales, 20,5% de chemins de wilaya et 60,4 de chemins communaux, elle est desservie principalement par :

- La RN 11 assurant la liaison Est- Ouest de l'ensemble des villes côtières.
- Le CW 106 qui relie TIPAZA à Sidi Rached et se raccorde à la RN 67.

- Le CW 109 représente l'axe longeant de la corniche du Chenaoua pour rejoindre plus loin la RN 11 ;
- La voie express qui relie Alger à Tipaza et d'autre, elle permet de : canaliser le surplus de trafic et de relier les villes du littoral entre elles.



Figure 148 : accessibilité de Tipaza

Source : Google earth +traitement auteurs

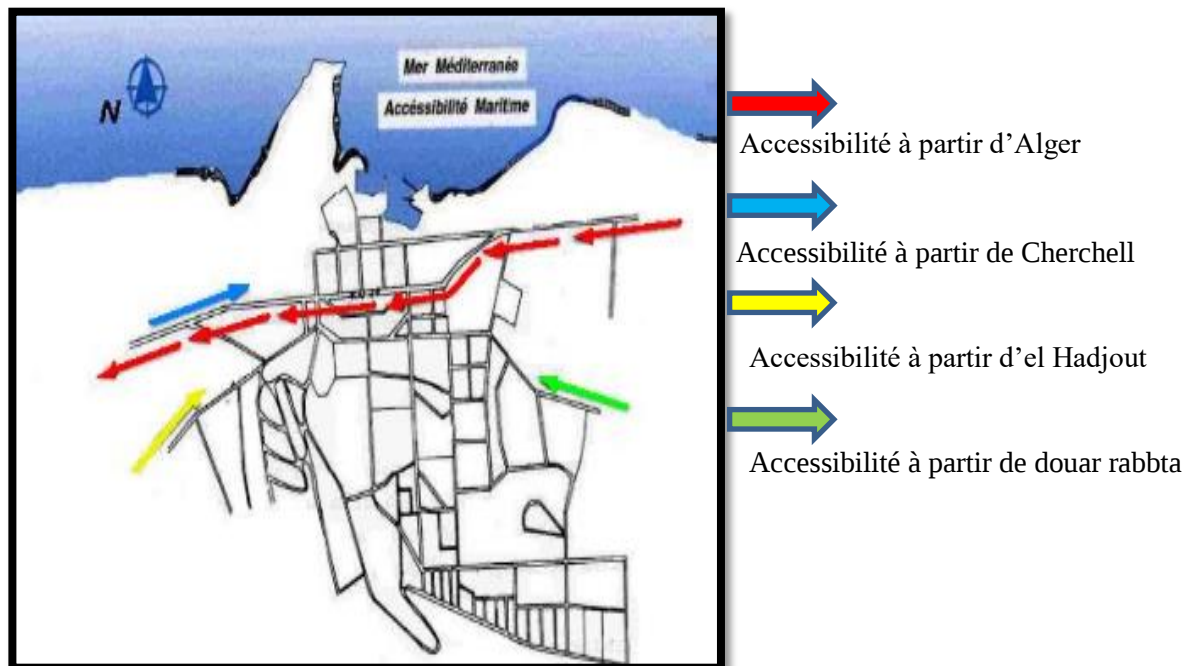


Figure 149 : accessibilité de TIPAZA

Source : <https://archiguelma.blogspot.com/2018/11/analyse-urbain-ville-tipasa-kevin-lynch.html>

Synthèse

Sa situation stratégique et son contact avec plusieurs milieux naturels, lui donne un potentiel touristique, commercial ainsi qu'un agricole important.

III. Lecture morphologique des éléments de composition urbaine

III.1. Les portes

Avant l'époque moderne une porte faisait partie des fortifications d'une ville. Les tours et les portes avaient pour fonction de protéger le cœur de la ville. Avec l'évolution des villes les portes sont devenues un symbole pour marquer l'entrée d'une ville et sont généralement matérialisée par des ronds-points, des placettes...etc.



Figure 150 : les portes de la ville de TIPAZA

Source : <https://www.skyscrapercity.com/threads/bou-isma%C3%8F1-cherchell-sidi-ghiles-expressway-82-km-partially-completed.1393604/> + traitement auteur

III.2. Les voiries

III.2.1. Parcours principale

La route nationale RN11 est le premier axe existant dans la ville, cette route dite aussi l'axe commercial.

III.2.2. Parcours secondaire

- **L'axe culturel (la rue du musée)**

C'est un axe mécanique à sens unique relie les deux parcs archéologiques ou le musée archéologique qui constitue l'unique édifice à vocation culturelle sur cet axe ;

- **la rue du port**

C'est l'axe qui s'étend de la place des martyrs (actuellement place de la mosquée) jusqu'au port de TIPAZA et qui se développe perpendiculairement à la RN11 et à l'axe culturel.

III.2.3. Parcours piétons

- **Parcours tertiaire**

Ce sont les différentes pénétrantes vers la mer, elles permettent la relation entre l'aire résidentielle et l'aire portuaire.

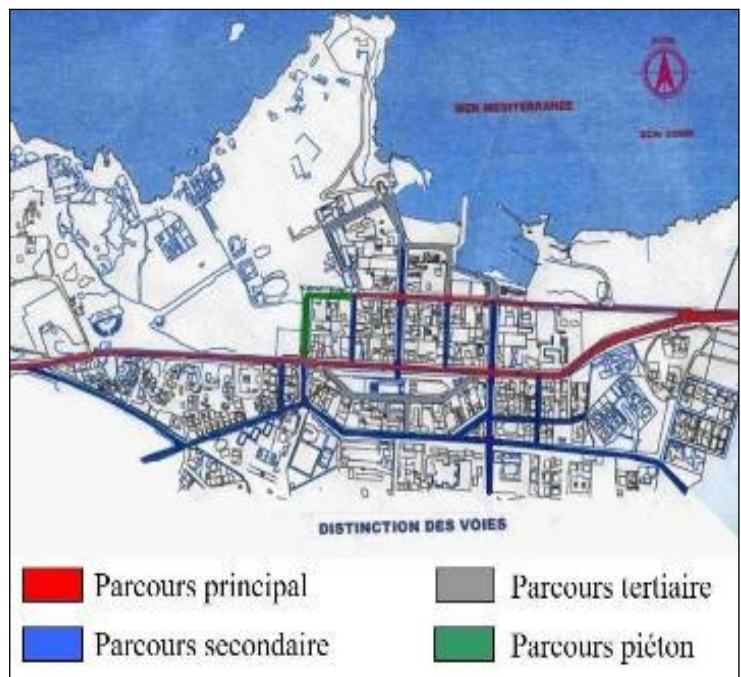


Figure 151 : les voiries de la ville de TIPAZA

Source : <https://archiguelma.blogspot.com/2018/11/analyse-urbain-ville-tipasa-kevin-lynch.html>

III.3. Les nœuds

- **Nœud principal N01 Est**

C'est la jonction entre l'extrémité de deux axes culturels et la RN11. Il assure l'accès à la ville du côté Est, à partir duquel on peut avoir une vue globale de la ville. Sa qualité visuelle n'est pas marquée.



Figure 152 : les nœuds importants

Source : www.openstreetmap.org/2019+traitement auteurs

- **Nœud principal N02 Ouest**

Jonction entre la RN11 et le passage piéton et une autre voie mécanique. Il marque la sortie de la ville de côté Ouest.

III.4. Les points de repères

TIPAZA a plusieurs points de repères : les complexes touristiques, corne d'or, cimetière, sites archéologiques, mosquées, place des martyrs, port, les ruines romaines et le musée.



Figure 153 : les repères de la ville de Tipaza

Source : <http://di.univblida.dz :8080/jsui/bistream/123456789/2084/1/4.720.12.pdf>

1- Complexe touristique	4- Site archéologique	7- Le port	10- Mataress
2- Corne d'or	5- La wilaya	8- Les ruines romaines	11- Le musée
3- Cimetière	6- Mosquée et place des martyrs	9- Le stade	

Synthèse

La ville de Tipaza dispose d'un système viaire important ce qui la rend bien desservie, mais nous avons remarqué l'absence d'accès maritimes vu que cette dernière se situe au bord de la mer.

Les nœuds de la ville sont mal structurés et dépourvus de tout valeur esthétique et

architecturale malgré leur importance comme des éléments de repères et leur situation à l'entrée et la sortie de la ville. On remarque aussi un manque d'espaces de stationnement et passages piétons.

IV. Environnement immédiat

IV.1. Système bâti

On remarque un grand manque des équipements culturels, un manque qu'on doit combler par notre future intervention.

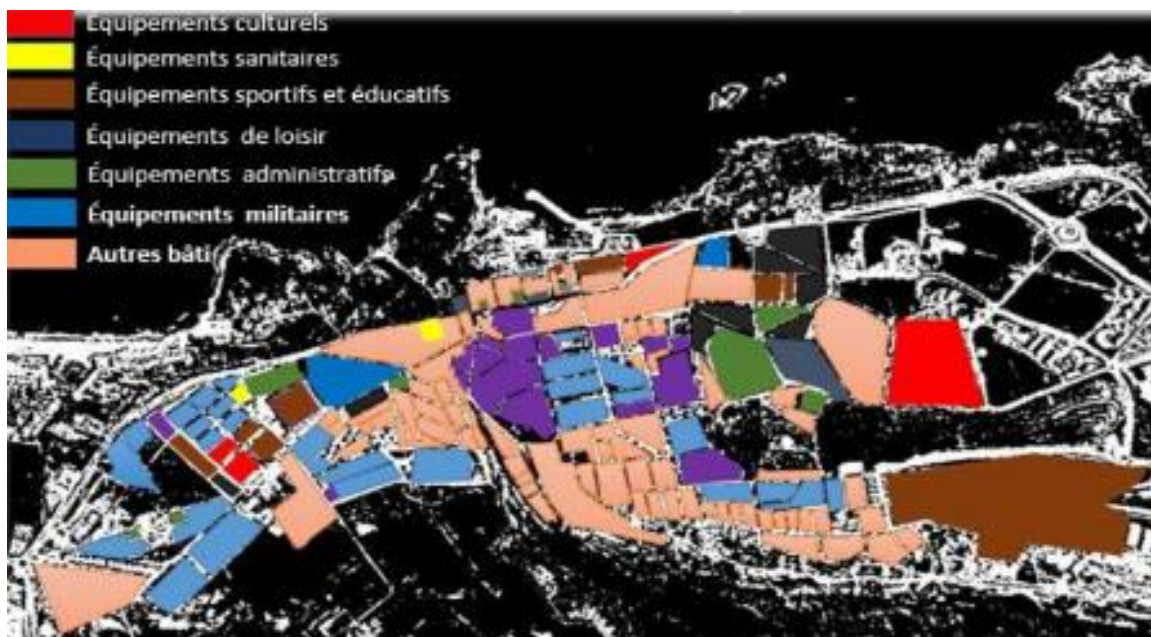


Figure154 : le système bâti de la ville de Tipaza

Source : <http://di.univblida.dz:8080/jsui/bitstream/123456789/2084/1/4.720.12.pdf>

IV.2. Système non bâti

On constate une présence du non bâti dans des terrains agricoles et d'autres qui sont vides en périphérie (pos 03) ;

On remarque aussi le manque d'espace publiques et les aires de stationnement.

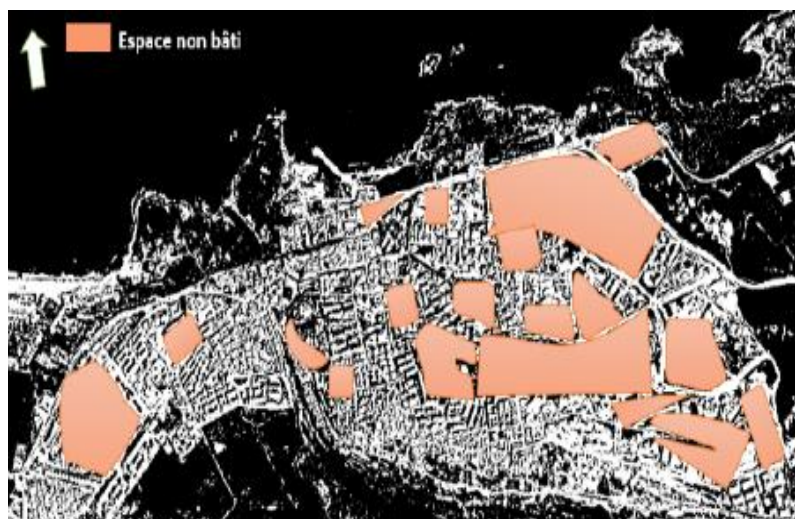


Figure 155 : système non bâti de la ville de Tipaza

Source : <http://di.univblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf>

V. Potentialités de la ville

V.1. Potentialités paysagères

Coincée entre les monts du Chenaoua et la mer Méditerranée, la douceur du climat méditerranéen et la fertilité des sols ont permis le développement d'une végétation riche et dense. Une faune et flore marine diversifiée constituent un paysage pittoresque qui confère à cette ville toute sa beauté. Elles constituent un atout pour l'avenir touristique de Tipaza.

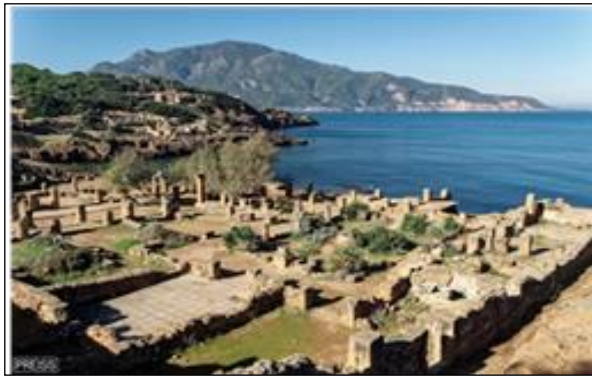


Figure 156 : vue vers la mer et le mont Chenaoua

Source : <https://www.algerie-eco.com/2019/05/31/protection-du-mont-chenoua-a-tipasa-trois-carrieres-fermees/>

V.2. Potentialités historiques et culturelles

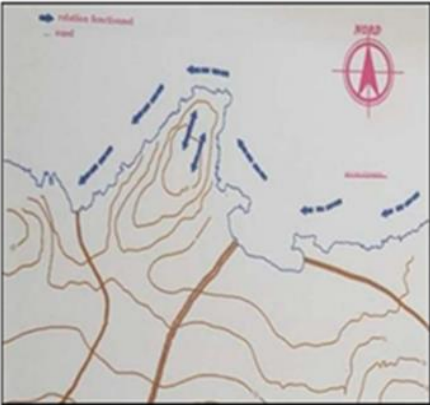
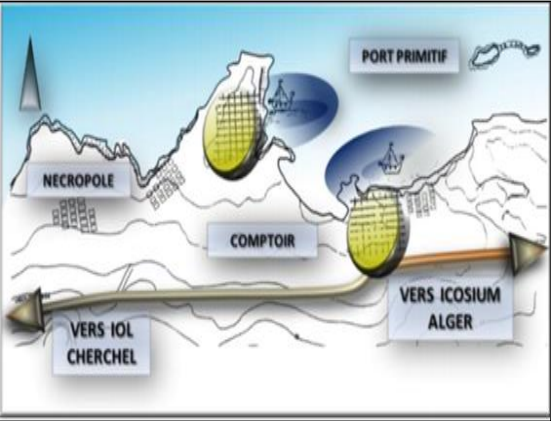
L'étude historique permet d'expliquer l'état actuel des villes autant que résultat d'un processus évolutif enraciné dans le passé, et d'en tirer des éléments utiles pour leur compréhension. La région de Tipaza, au même titre que l'ensemble du pays a connu plusieurs civilisations, d'importants témoignages subsistent et constituent aujourd'hui un patrimoine historique et culturel exceptionnel.

a. Aperçu historique de la ville de Tipaza

Chapitre III : Analyse du site d'intervention

Tableau 6 : historique de la ville de Tipaza

Source : auteurs

Epoque	Description	Illustration
Période préhistorique 3 mill énaire AV.JC	Les hommes à cette époque se sont abrités dans les grottes du littorale, à l'Est comme à l'Ouest de Tipaza, à proximité des rivages. Ce choix leur permettait de combiner à la fois la chasse dans la montagne et la récolte des produits de la mer à des fins alimentaires ou esthétiques. Un peu plus tard, du 4e au 3e siècle avant J-C, ils commençaient à s'intéresser aux terres fertiles, ce qui a permis de développer par la suite la technique d'agriculture.	 Figure : 157 : période préhistorique Source : http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf
Période phénicienne (1 ^{er} siècle AV.JC)	Au début, elle était une escale parmi d'autre, échelonnée tous les 30 à 50 Km sur la côte méditerranéenne située entre ICOSIUM (ALGER) et IOL (CHERCHELL) ; d'où est l'origine de son appellation ainsi que le rôle primitif de son établissement. Elle devient par la suite un comptoir maritime. De cette époque, toutes les traces d'urbanisation avaient disparues, et seules les nécropoles demeurent témoins de celles-ci.	 Figure 158 : époque phénicienne Source : http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf

Les romains ont détruit tout ce qui était carthaginois en effaçant ainsi les traces de toutes les périodes précédentes. Juste après son annexion, les romains ont réussi à établir une paix relativement durable avec les autochtones.

Ville primitive 46 après JC :

Edification d'une enceinte structurée par deux axes **CARDO-DECUMANUS** percée par deux portes. L'intersection des deux axes détermine le forum, autours s'articulent les édifices publics.

L'accroissement de la population a engendré une croissance de la ville.

Ville civile 145-147 après JC :

Tipaza fût élevée au rang de colonie «Aelia Tipasinis» et se voit dotée d'une autre enceinte. L'accroissement de la population a engendré une croissance de la ville dans 03 directions (Sud, Est, Ouest) en dépassant la clôture primitive, et la construction d'un nouveau rempart doté de 03 portes (Est, Ouest et Sud), la construction de quelques édifices publics nymphée, l'aqueduc les thermes et le théâtre.

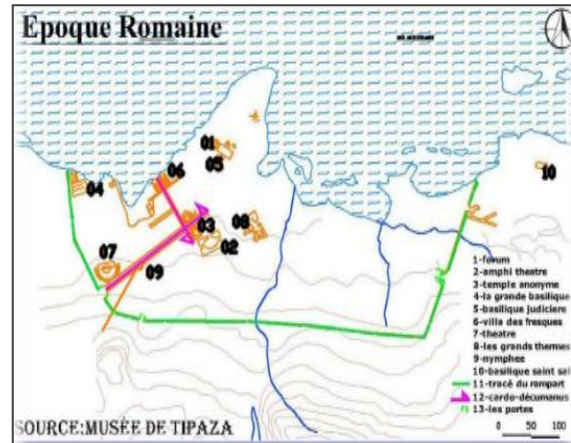


Figure 159 : époque romaine

Source : <http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf>

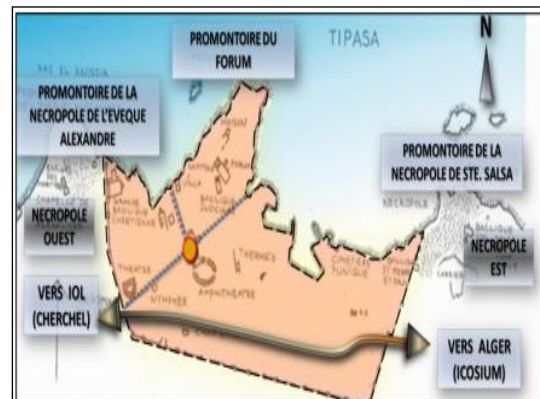
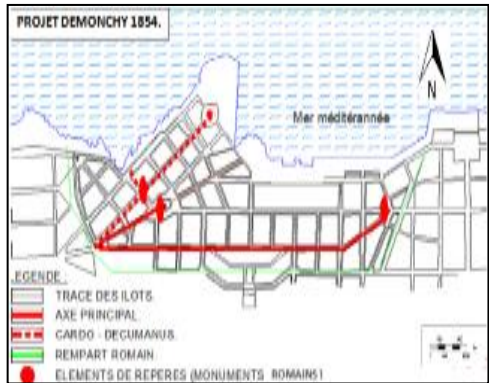
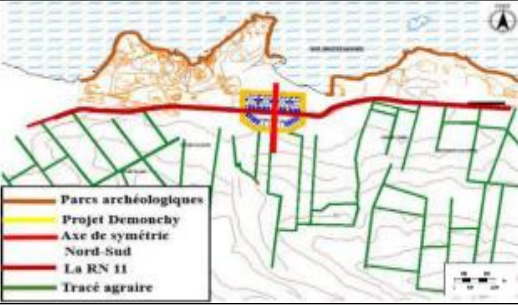
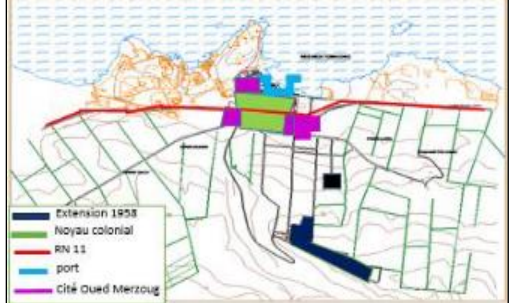


Figure 160 : ville civile à Tipaza

Source : <http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf>

	Ville chrétienne 3ème siècle AP/J.C : Transformation des édifices Idolâtres (les temples) en édifices religieux, aussi la constriction d'autres édifices, la grande basilique de l'évêque Alexandre, la basilique Pierre et Pau.	
Période vandale (430.AP.JC))	Les tribus Vandales occupèrent la ville de Tipaza et détruisirent le rempart (une ville ouverte).	
période byzantine (53après JC)	À l'époque Byzantine, elle n'a laissé que peu de traces. Le port de Tipaza n'a pu connaître qu'une occupation temporaire.	
Période musulmane (du IX au XVe siècle)	À l'époque musulmane la ville fut nommée «TEFESSED »qui veut dire : une ville ruinée, dont la contribution au développement urbanistique de Tipaza est inexistante sur le terrain.	
Période coloniale 1830-1962	Phase 1 : 1854-1861 Projet de DEMONCHY(Le plan établit présente une superficie de 9,8 ha, divisée en cinq îlots).	 Figure 161 : le projet de DEMONCHY Source : http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf

	Phase 2 : 1861-1887 A cette époque le village connaît des extensions du noyau de base. En 1864 : l'extension vers le Nord-Ouest par la construction de l'Ilot industriel CHAIX TREMAUX.	 Figure 162 : l'extension de la ville Source : http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf
	Phase 3 : 1887 -1958 elle est marqué par : En 1925 : l'extension vers le Sud-ouest par la construction de L'Ilot de BOURGARD suivie d'une extension vers l'Est. En 1948 : la construction du port marque une dernière extension vers le Nord.	 Figure 163 : l'extension Sud-Ouest de la ville de Tipaza Source : http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf
Période postcoloniale	A partir de 1962 jusqu'à 1984 : la ville de Tipaza a connu une expansion qui avait donnée deux formes d'extensions distinctes : une densification des ilots à l'intérieur du village. Les cours intérieurs ou les jardins avaient constitué une véritable réserve foncière qui avait été franchies par des chemins d'accès. Le site archéologique de Tipaza a été classé sur la liste du patrimoine mondial de l'humanité le 17 décembre 1982.	 Figure 164 : période postcoloniale Source : http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf

VI. Vocations de la ville

VI.1. Secteur du tourisme

Tipaza est riche naturellement par ces paysages particuliers et historiquement par ces sites archéologiques qui représentent l'héritage de deux civilisations importantes, la civilisation punique et romaine. Cet héritage est classé dans le patrimoine mondial par l'Unesco. Après l'indépendance Tipaza a voulu mettre en valeur sa vocation touristique par la création des complexes touristique : (CET, corne d'or et Matares) et d'autre structures d'accueil.

Le nombre annuel de touriste varie entre 4.5 et 6 millions de touristes, qui sont intéressés par deux types de tourisme :

- **Tourisme balnéaire** : l'existence de 51 plages dont 43 ouvertes à la baignade.
- **Tourisme culturel** : les visiteurs de Tipaza sont intéressés par plusieurs endroits historiques et culturels tel que le musée de Tipaza, les ruines romaines, le tombeau de la chrétienne...



Figure 165 : le tourisme à Tipaza

Source : leguidedutourisme.com

VI.2. Secteur de l'agriculture

Le potentiel en sol de la wilaya de Tipaza est de 72 929 ha, dont 64 772 ha de surface agricole utile (SAU). Les terres sont délimitées en trois grandes zones agro-climatiques :

- La première étant le Sahel qui englobe toute la SAU du littoral dont la vocation est essentiellement

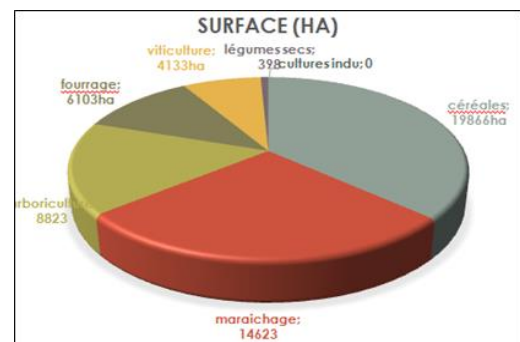


Figure 166: type de récolte à Tipaza

Source : auteurs

marai  ch  re.

- La seconde d  nomm  e la plaine de la Mitidja constitue le futur berceau d'une agriculture intensive avec la mise en eau du périmètre irrigué.
- La troisième zone est form  e par une zone montagneuse. Elle est constitu  e par les monts du Dahra, le Zaccar et celui du Chenoua. Elle est particulièrement favorable à l'arboriculture rustique ainsi qu'à l'élevage local bovin et caprin.

VI.3. Secteur de l'industrie

Le territoire de Tipasa apparait comme une wilaya sous industrialis  e. L'industrie a une place beaucoup moins importante si nous la comparons à ces activités dominantes.

Elle dispose d'un tissu industriel reposant essentiellement sur la valorisation des produits de l'agriculture et de la p    e. Elle dispose de 11 secteurs d'activité répartie comme sur la

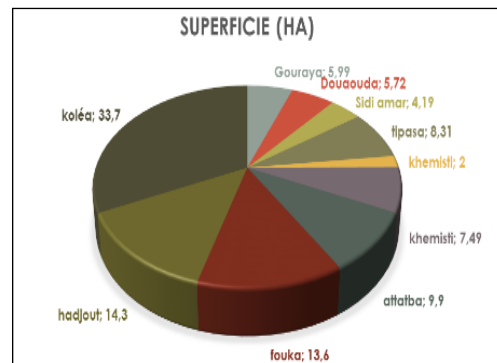


Figure 167 : répartition des terres agricoles à Tipasa

Source : auteurs

figure(167) suivante.

VII. Environnement socio-économique

La population de la wilaya de Tipasa est de 600 532 habitants. Elle représente 1,8% du total national, et s'accroît en moyenne de 10 000 habitants chaque année.

VIII. Environnement naturel

La ville se situe dans les confins Ouest du Sahel d'Alger, et dans la partie Est du massif du Cheoua et la vallée de l'Ouest Nador d  limit  e par :

- La mer méditerranée au Nord ;
- Oued Mazafran ;
- Les crêtes de Sahel et Mitidja ;

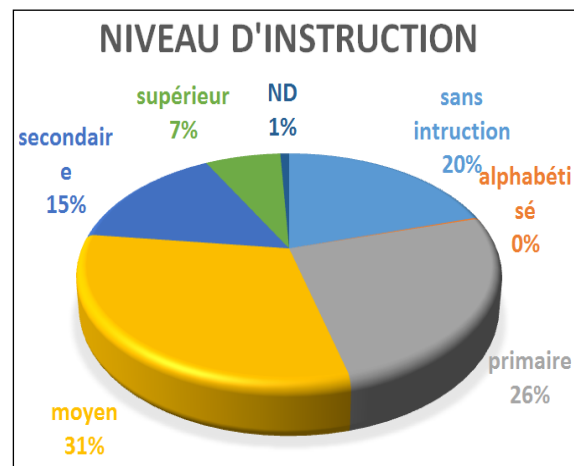


Figure 168 : le niveau d'instruction de la population à Tipasa

Source : auteurs

- Le mont de Chenoua et Oued Nador à l'Ouest.

VIII.1.Topographie et l'hydrographie

VIII.1.1.Relief

Tipaza couvre une superficie de 1725Km répartie comme suit :

- **Montagnes** : (CHENOUA de 900 m d'altitude) 336Km² (19.5%) ;
- **Plaines** : 611Km² (35.42%) ;
- **Collines et piémonts** : 577Km² (3.44%) ;
- **Autres** : 183Km² (11.64%).

La carte topographique distingue quatre types de pentes :

- **Pentes de 0 à 5%** : couvre la totalité de la plaine, elle occupe la vallée d'Oued Nador et une bande étroite le long du littoral ;
- **Pentes de 05 - 15%** : ces dernières directement liées aux abords immédiats des premiers contreforts du bourrelé et sahélien et localement ;
- **Pentes de 15 - 20%** : de grande importance que les autres pentes(en surface), elles forment la transition entre les pentes supérieures à 20 % et celle des pentes de 10- 15%, occupent les contreforts du Sahel ;
- **Pentes supérieures à 20%** : elles présentent le flanc supérieur des collines vers le Nord –Est, elle englobe le massif de Chenoua.

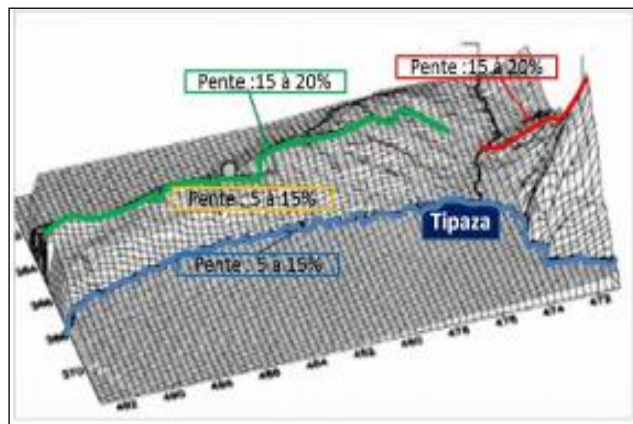


Figure 169 : carte de relief

Source : PDEAU2017

VIII.1.2. Les promontoires

Au cours de l'histoire, les promontoires, en raison de leurs beautés et leurs positions défensives naturelles, furent souvent utilisés comme emplacements pour la construction de forts ou de châteaux et ce qui a facilité la création de comptoir et l'installation d'un port.



Figure 170 : carte de promontoires

Source Google earth +traitement auteurs

VIII.1.3. Hydrographie

Le réseau hydraulique de la ville de Tipaza est dense et cela dû à la présence de plusieurs oueds. Ce réseau est formé par le relief escarpé présentant des ondulations, il se constitue essentiellement par oued Nador et oued Mazafran alimentés par petits oueds tels que oued Marzouk, Damous et oued Djer.

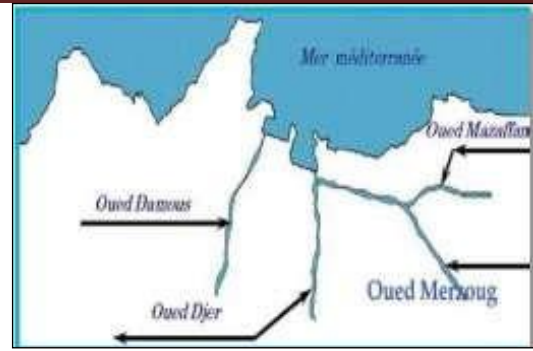


Figure 171 : réseau hydrographique

Source : <http://di.uniblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456769/2084/1/4.720.12.pdf>

VIII.2. Domaine littorale

La cote de Tipaza s'étend sur près de 33,83Km avec l'existence de (plage, mer, criques), elle constitue une richesse naturelle et un atout touristique indéniable.

L'abondance de l'eau donne à cette commune un caractère verdoyant exceptionnel.



Figure 172 : Vue sur la plage cornée d'Or.

Source : <https://in.pinterest.com/pin/468655904945723802/>

VIII.3. La végétation

Les conditions climatiques à savoir les précipitations annuelles supérieures à 600 mm/an, les températures agréables et les vents réguliers en force et en direction, ont permis l'existence d'une végétation riche et dense, de type méditerranéen correspondant à l'étage bioclimatique humide.



Figure 173 : la végétation à Tipaza

Source : <https://www.romanoimperio.com/2018/02/tipaza-tipaza-algeria.html>

IX. Le climat

Sur le plan climatique, la wilaya de Tipaza elle se caractérise par le régime méditerranéen comme toutes les villes de littorale, elle se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en deux variantes :

- L'étage subhumide caractérisé par un hiver doux dans la partie nord ;
- L'étage subhumide caractérisé par un hiver chaud dans la partie sud.

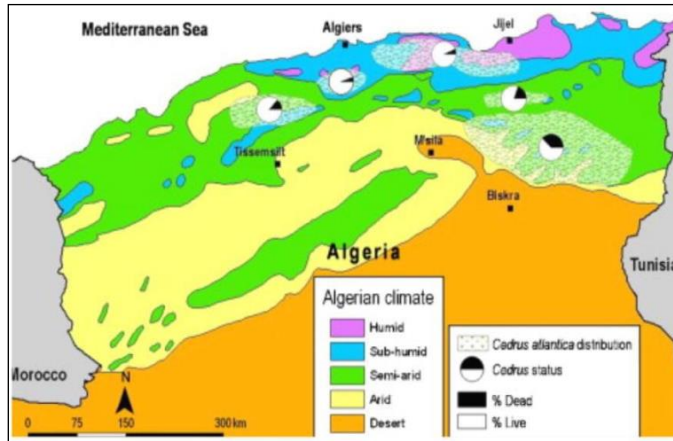


Figure 174 : carte des étages bioclimatique en Algérie

Source : LES-FEUX-DE-FORETS-EN-ALGERIE-ANALYSE-ET-PERSPECTIVES-pr-Benkhiara.pdf

IX.1. Température

La température est un état instable dont les variations au voisinage de l'environnement humain dépendent du rayonnement solaire, du vent, de l'altitude et de la nature du sol.

A Tipaza les mois les plus froids sont janvier, février, mars, novembre et décembre avec une température moyenne mensuelle minimale 5.3°C en février, et les mois les plus chauds sont juin, juillet, août et septembre avec une température moyenne maximale de 32.6°C en août.

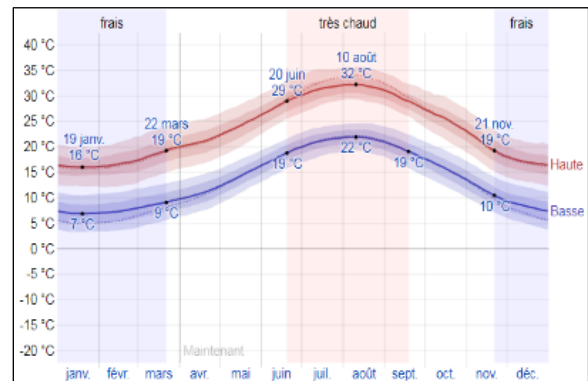


Figure 175 : les températures Tipaza.

Source : meteoblue.com

IX.2. Humidité

L'humidité relative HR est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air sous forme de vapeur à la température ambiante et la quantité maximale qu'il peut contenir à cette même température. Elle dépend des précipitations, de la végétation, du type du sol, le régime des vents et d'ensoleillement.

A travers le graphique, on constate que la région de Tipaza est caractérisée par un taux

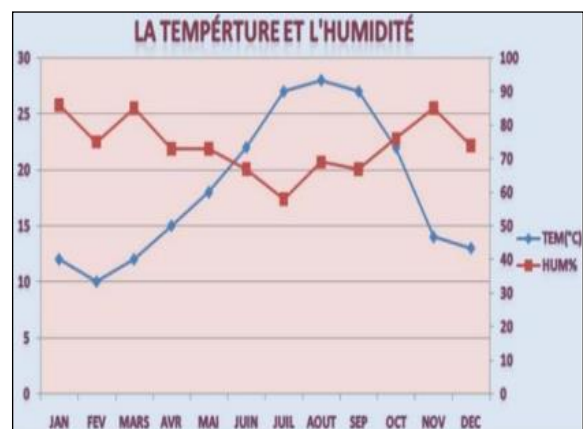


Figure 176 : Diagramme de l'humidité

Source : meteoblue.com

d'humidité très élevé. On remarque que la valeur moyenne de l'humidité dépasse les 50% pour tous les mois de l'année, varie entre un maximum de 96% au mois de février, et un minimum de 41% au mois d'août. On peut distinguer :

- **Une saison chaude** : s'étale du mois de juin au mois d'octobre, avec des températures maximales au mois d'août (32.6°C), par contre l'humidité diminue jusqu'au maximum 41%.
- **Une saison froide** : s'étale du mois de novembre au mois de mai, avec des températures minimales au mois de février (5.3°C) mais l'humidité augmente jusqu'à sa valeur maximale 96%.

IX.3. Précipitations (mm)

C'est la quantité d'eau qui tombe sur une surface donnée, sous toutes ses formes (liquide et solide). Un jour de précipitation accumule au moins 1 millimètre d'eau. Pour la ville de Tipaza on observe :

- **Une période pluvieuse** qui s'étale du mois de novembre au mois de janvier, les mois de novembre et décembre étant les plus pluvieux. On observe un cumule de 113 mm en décembre soient les précipitations les plus important.

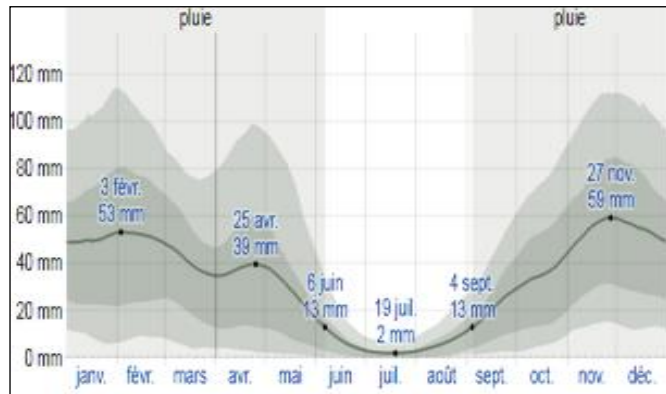


Figure 177 : les précipitations à Tipaza

Source : meteoblue.com.

- **Une période courte** de sécheresse où les précipitations sont très faibles, les mois de juin et juillet sont les plus secs avec 2mm.

IX.4. Vents(Km/h)

À Tipaza l'intensité du vent est assez forte sur la façade maritime. Avec des vents dominants de direction Nord-Ouest en hiver et Nord-Est en été. Contre le Sirocco qui se manifeste 14 jours/an en moyenne pendant la période estivale juillet et août chaque année.

La période la plus venteuse de l'année dure 6 mois, du 28 octobre au 30 avril, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 13,8 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 6 mois, du 30 avril au 28 octobre.

Les fréquences des vents sont différentes, les plus dominants soufflent depuis le Nord,

Nord-Est en été, de l'Ouest et Nord-Ouest en hiver.



Figure 178 : les vents à Tipaza

Source : Google earth + traitement auteurs

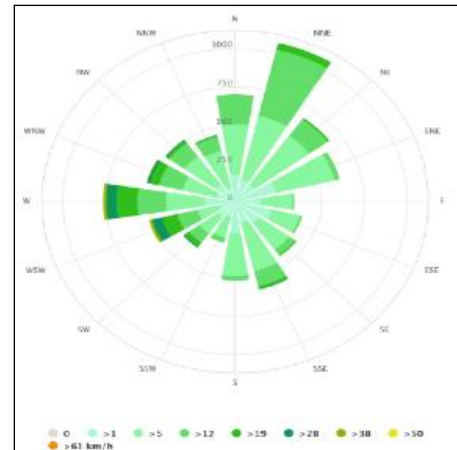


Figure 179 : rose des vents de Tipaza

Source : meteoblue.com.

IX.5. Ensoleillement

Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidiennes moyen connaît une variation saisonnière extrême au cours de l'année.

La période la plus lumineuse de l'année du 7 mai au 18 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 6,8 kWh.

La période la plus sombre de l'année du 29 octobre au 11 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 3,5 kWh.

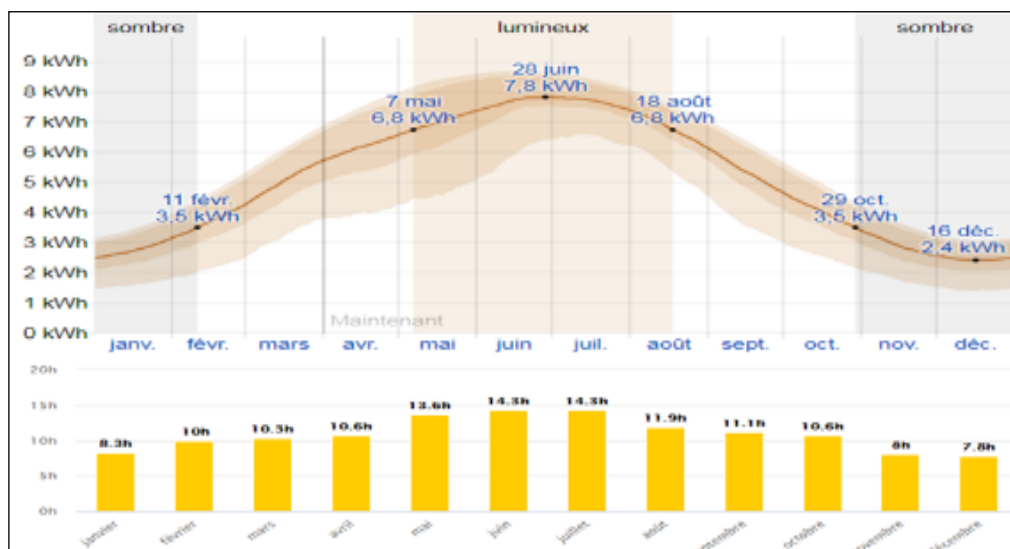


Figure 180 : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen

Source : météo habituelle à Tipaza

X. Diagramme de Givoni

X.1. Présentation

Il s'agit d'un diagramme bioclimatique du bâtiment ; c'est un outil d'aide à la décision globale du projet. Il permet :

- De savoir l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, le chauffage ou la climatisation.
- De concevoir des solutions constructives et fonctionnelles qu'il faut adopter pour concevoir un bâtiment adapté.

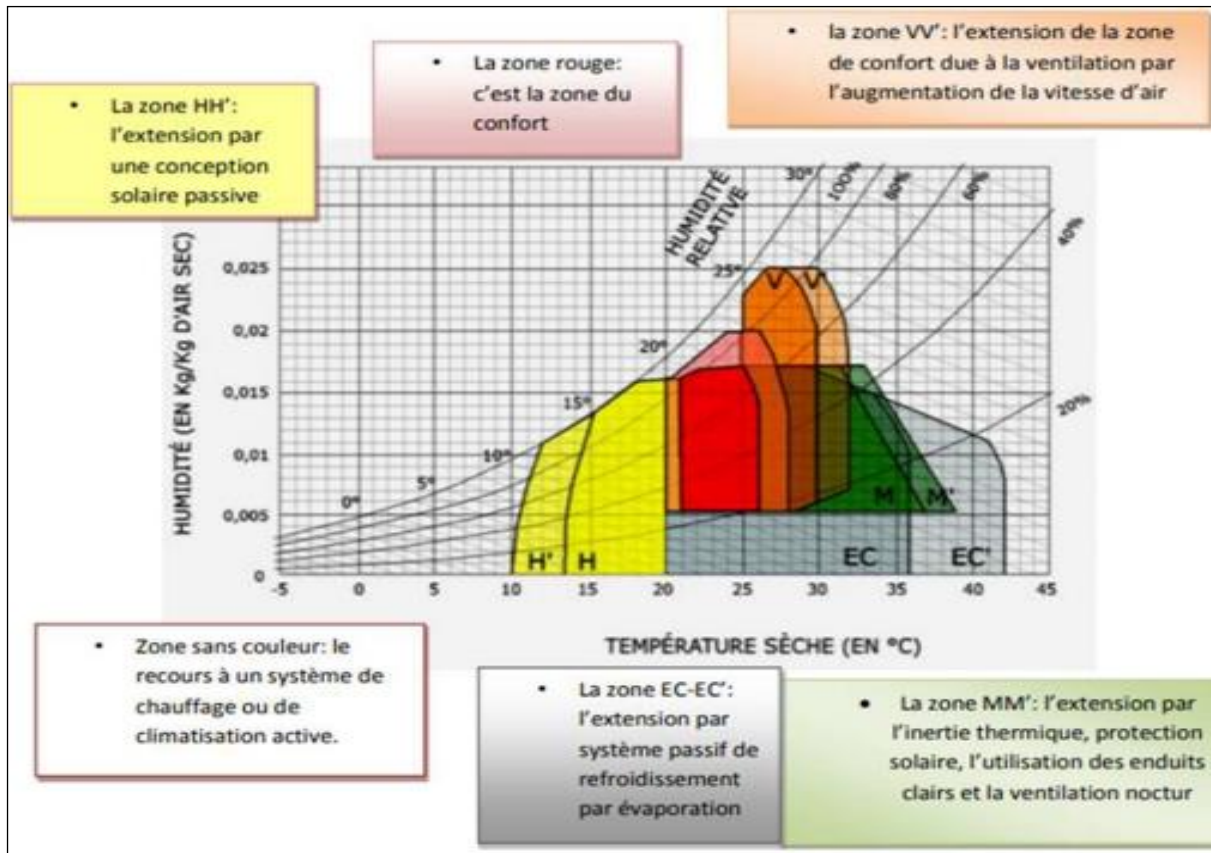


Figure 181 : diagramme de Givoni

Source : exposée sur le confort thermique, université de Biskra

Chaque mois est représenté par un segment déterminé par deux points exprimant les moyennes mensuelles des valeurs extrêmes du couple « température-humidité » de l'air, plus clairement :

- **Le premier point correspond au couple :** température de l'air maximale et humidité minimale du mois étudié.
- **le deuxième point correspond au couple :** température de l'air minimale et humidité maximale du même mois.

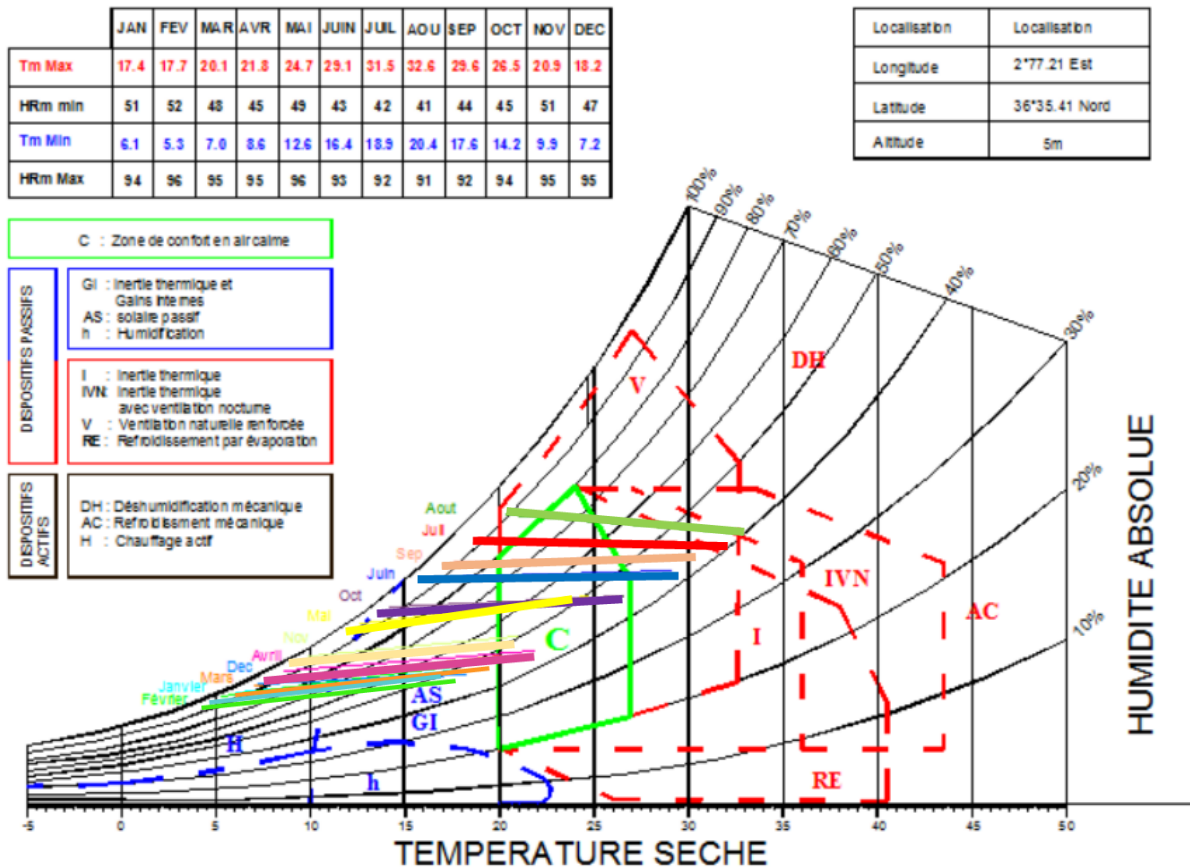


Figure 182 : diagramme de Givoni

Source : auteurs

X.2. Interprétation des résultats

On peut distinguer trois grandes parties :

- **La zone de confort** : correspond en majeure partie le mois de juin et septembre, en moyenne partie les mois de mai, juillet, août et octobre.
- **La zone de sous-chauffe** : on retrouve en grande partie les mois de décembre, janvier, février, mars et en partie les mois d'avril et novembre.
- **La zone de surchauffe** : correspond au mois d'août et juillet, en petite partie au mois de septembre et juin.

Chapitre III : Analyse du site d'intervention

Tableau 7 : les dispositifs selon le diagramme de Givoni.

Source : auteurs

zone	recommandations	interprétation
Zone de confort	Le confort est assuré	Aucun dispositif n'est à projeter.
Zone de sous-chauffe	-Gains internes et inertie thermique ; -Solaire Passif ; Chauffage actif.	-Système actif : un dispositif d'appoint la nuit pour les mois de décembre, janvier, février et mars de tel sorte que l'énergie solaire du jour puisse être captée, stocker et transformée en chaleur. -Système passif : exploitation de l'énergie solaire naturellement. La chaleur est captée, stockée et ressuscitée par le bâtiment lui-même ou par ses ouvertures, ses matériaux, son orientation et sa forme.
La zone de surchauffe	- Zone de confort ; -Ventilation naturelle renforcée ; -Inertie thermique avec ventilation nocturne.	- Utilisation de la ventilation naturelle orientant les brises marines (les vents frais d'été). -Utilisation des dispositifs de protection solaire ; obtenus par la forme elle-même (self-shading) ou par des dispositifs innovateurs tel que les brises soleil, la façade double peau...

XI. Présentation de l'aire d'intervention Pos AU3

Notre choix s'est porté sur le POS AU03 de la ville de Tipaza comme zone d'intervention du projet urbain, car il possède plusieurs atouts :

- Sa situation dans la ville de Tipaza, ville côtière avec son potentiel touristique et historique.

- Sa position stratégique, qui est l'entrée Est de la ville de Tipaza, accessible par la RN11 et faisant face au site archéologique et au parc de loisir.
- Ce secteur est destiné à recevoir un programme d'équipements structurants de haut niveau pour rehausser l'image de Tipaza en tant que chef-lieu de wilaya.
- Sa richesse naturelle et culturelle.



Figure 183 : la zone d'intervention

Source : Google earth+ traitement auteur.

XI.1. Objectifs d'intervention sur cette extension à l'Est de la ville de Tipaza

- Création d'équipements culturels pour la conservation de la valeur archéologique et historique qui seront comme point d'appel à la ville.
- La revalorisation et la conservation de ces différentes potentialités (parcs archéologiques, le port, la mer les forêts, les terres agricoles, les monts du Chenaoua).
- Rendre à la ville de Tipaza son caractère historique et touristique.
- Marquer et traiter l'entrée EST de la ville de Tipaza.
- Conjuguer entre le développement durable et la préservation et la conservation du patrimoine historique, culturel et naturel de la ville de Tipaza.

XI.2. Les limites du AU3

Il est limité par :

- **Au Nord** : la route nationale RN°11.
- **Au Sud** : un bosquet.
- **A l'Est** : CW106 et les terres agricoles
- **A l'Ouest** : Hai Rabta et la cité administrative

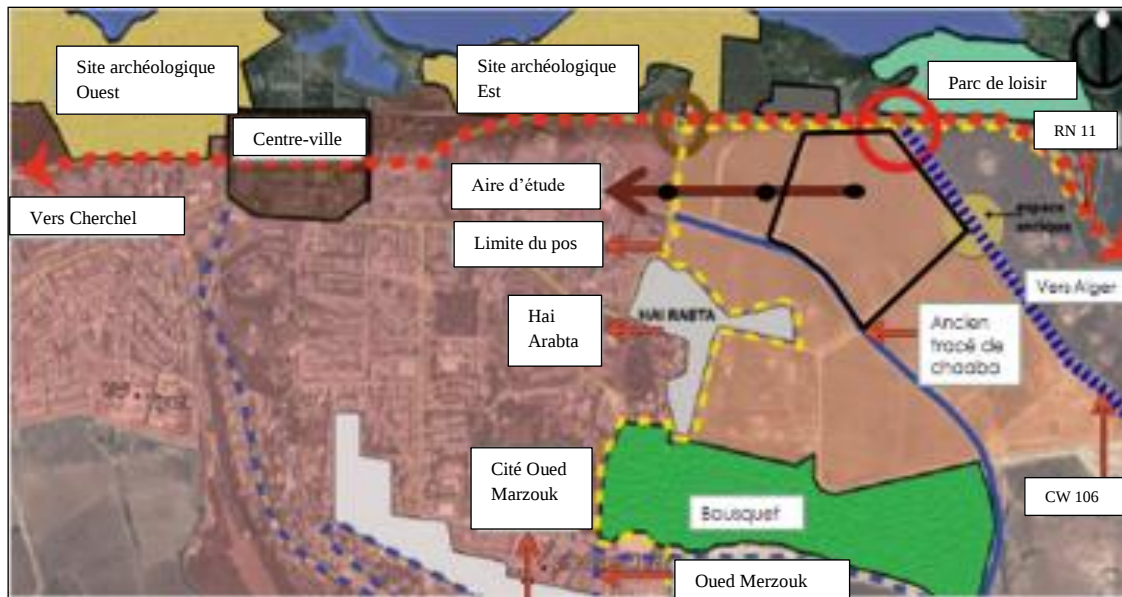


Figure 184 : les limites de la zone

Source : Google earth +traitement auteurs

XI.3.L'accessibilité du AU3

Il est accessible par :

- **Au Nord** : par RN°11 Assurant la liaison EST-OUEST.
- **A l'Est** : par le chemin Wilaya CW 106.
- **Au Sud** : par le chemin vicinal n°2 est une voie secondaire permettant l'accès à la cité Marzoug.
- **A l'Ouest** : par une voie tertiaire qui relie la cité administrative et bosquet.

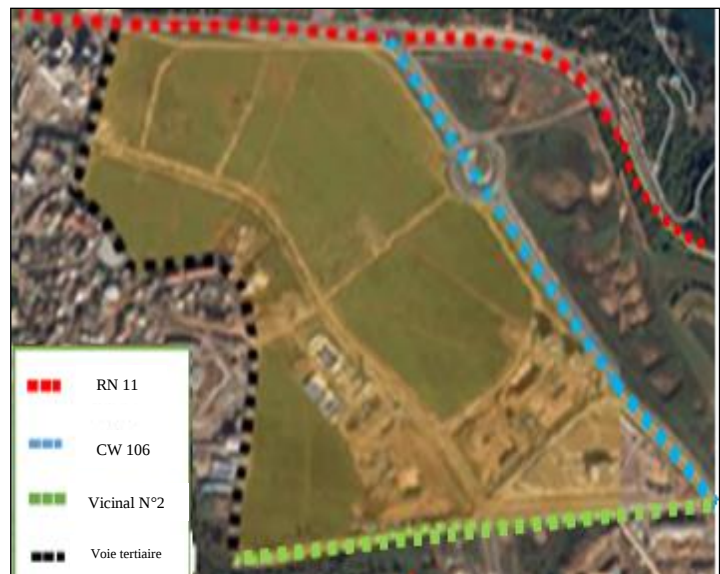


Figure 185 : l'accessibilité de la zone.

Source : Google earth+ traitement auteur.

XI.4.L'environnement immédiat

Chapitre III : Analyse du site d'intervention



Figure 187 : la RN11
Source : Google image



Figure 188 : le nœud
Source : Google image



Figure 189 : Vue sur la mer
Source : Google image



Figure 190 : Parc archéologique
Source : Google image



Figure 186 : environnement immédiat AU3
Source : Google earth + traitement auteurs



Figure 191 : le nœud
Source : Google image



Figure 192 : hai Arabta
Source : Google image



Figure 193 : Bousquet
Source : Google image

XI.5. Les propositions du C.N.E.R.U

Zone d'extension du chef-lieu prévue à l'Est de la ville et créer spécialement dans l'objectif de :

- Rehausser l'image de Tipaza en tant que chef-lieu de wilaya avec une ambition de rayonnement régional, international et universel par l'implantation d'équipements structurants de niveau supérieur ;
- Contribuer à l'émergence au renforcement et au développement d'un pôle d'excellence stratégique ;
- Favoriser la préservation et la valorisation des espaces naturels et aménager des espaces de loisirs ;
- Affirmation, renforcement et consolidation du caractère du patrimoine culturel et touristique de Tipaza par la programmation d'un certain nombre d'équipements à caractère de services et tourisme pour une plus grande jouissance économique du site.

XI.6. Le programme du PDAU zone AU3

- Ecole nationale du tourisme ;
- Gare routière ;
- Ecole nationale d'archéologie ;
- Pôle d'équipements culturels ;
- Ecole méditerranéenne d'archéologie ;
- Théâtre en plein air ;
- Cite universitaire ;
- Cinéma et Salle de spectacles ;
- Hôpital ;
- Parc urbain ;
- Grande mosquée ;
- Musée marin (aquacole) ;
- Circuit auto-école ;
- Centre de rééducation ;
- Auberges de jeunes ;
- Zone touristique.
- Ecole paramédicale.

XI.7.Critique de la proposition de PDAU

Le programme est riche et les objectifs sont ambitieux :

- Dans l'entrée Est on trouve des équipements de grande envergure qui marqueront cette nouvelle centralité, et renforcera le caractère patrimoniale et historique de la ville (le musée, école nationale d'archéologie ...).
- Mais également on remarque : le manque de places publiques, d'espaces verts, manque des stratégies de conservation des vestiges et leur valorisation, la rupture avec les autres entités et la richesse naturelle non exploitée.

XII. Le choix de l'assiette d'intervention (la parcelle)

- Son inscription dans la nouvelle extension de la ville de Tipaza « le secteur AU3 » un pôle à développement futur situé dans la partie Est du chef-lieu de la commune exactement dans la zone homogène d'habitat collectif mixte – Z.H.1 –.
- Son développement le long de la route nationale 11 qui est l'axe culturel et est bordée par le CW 106, à proximité des parcs archéologiques, le port et le centre-ville colonial qui donne au site une certaine richesse architecturale.
- De développer la culture, et sauvegarder le patrimoine matériel et immatériel et tous ce qui représente l'identité de la ville de Tipaza.
- Son paysage paradisiaque par la présence de la mer et les montagnes

XII.1. La situation de la parcelle

Le site est situé à l'extension de la ville. Il est d'une superficie de 30 000 m² et entourer par un tissu urbain qui consiste en :

- **Au Nord** : RN 11.
- **Au Sud** : terrains vagues +chemin tertiaire.
- **A l'Est** : habitats collectifs.
- **A l'Ouest** : siège de police.

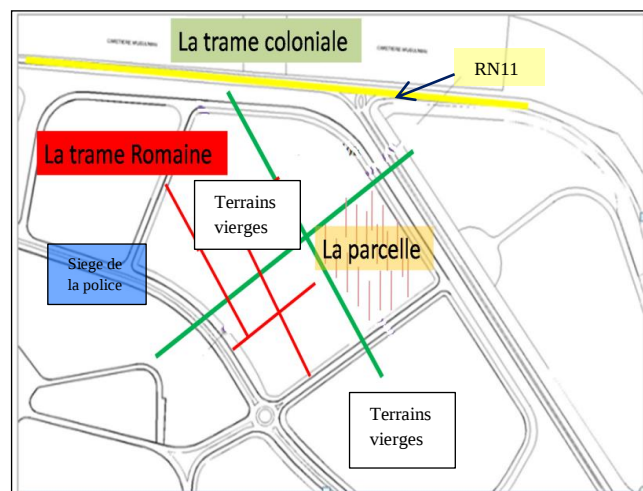


Figure 193 : situation de la parcelle

Source : Google Mapp+ traitement

XI.2. L'environnement immédiat

- Notre parcelle est délimitée par des zones d'habitat collectif et des équipements à caractère éducatif, de service et de sécurité ;
- A côté de cette dernière se trouve un siège de police ;
- Nous remarquons que dans cette zone le cadre bâti n'est pas dense ;
- L'existence des équipements culturels : le musée des arabes.

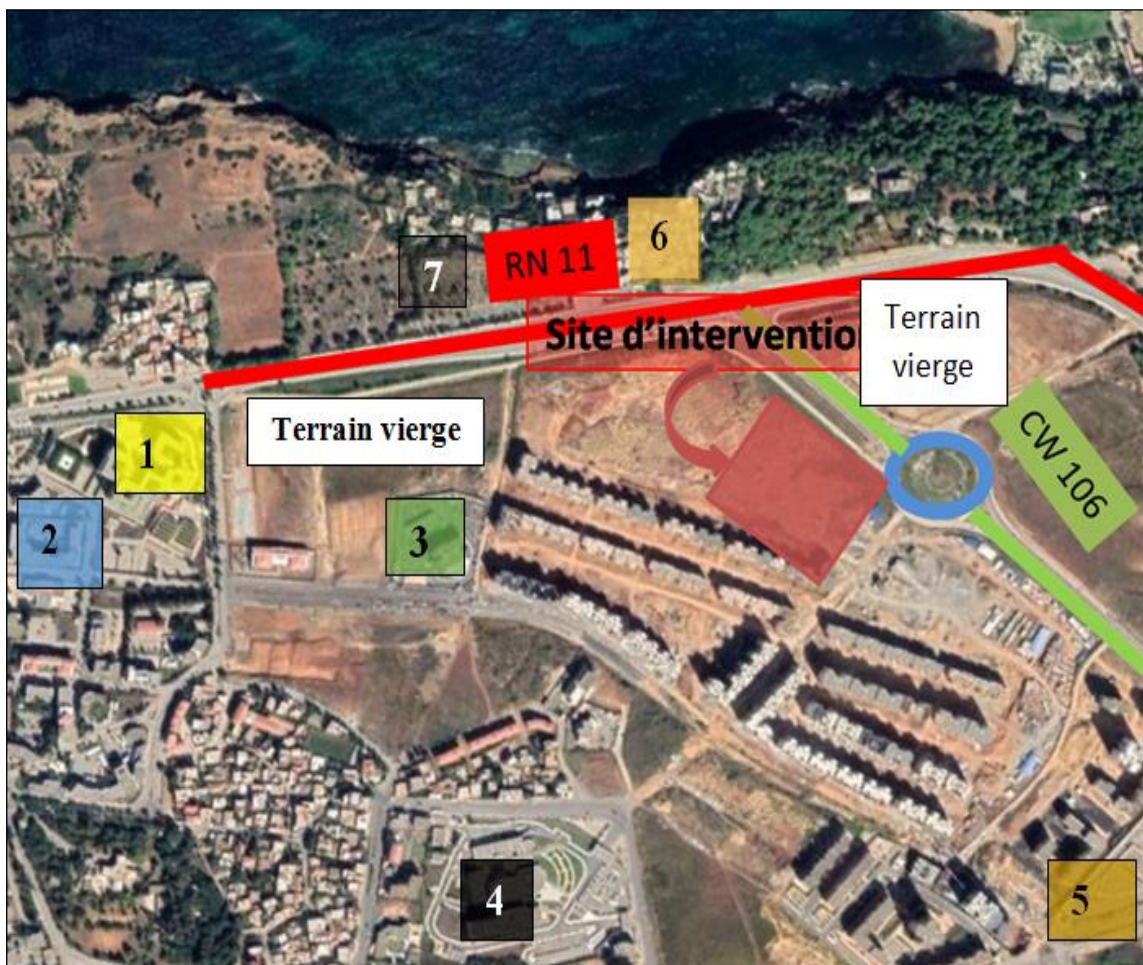


Figure194 : carte des repères

Source : Google Earth + traitement



Figure 195 : Centre d'arabe d'archéologie
Source : <https://www.elwatan.com/edition/culture/tipaza-les-pays-membres-de-lalecso-ont-failli-a-leur-devoir-25-11-2019>



Figure 196 : La radio
Source : <https://www.radioalgerie.dz/news/fr/activite/20140701/5297.html>

Vocation de sécurité



Figure 197 : Siège de Police
Source : <https://www.dgsn.dz/?inauguration-de-deux-nouvelles-structures-de-police-a-tipaza,12309>



Figure 198 : EPSP Tipaza
Source : <https://vymaps.com/DZ/Epsp-Tagzait-Abd-Elkader-Tipaza-175867/>

Vocation service



Figure 199 : Gare routière de Tipaza
Source : <https://www.cherchellnexs.dz/blog-tipaza-3/>

Vocation résidentielle



Figure 200 : Quartier Bouyouzen
Source : <https://vymaps.com/DZ/Quartier-Bouyouzen-118534/>

7

Cimetière Sid Ahmed

XI.3. Accessibilité



- Le site d'intervention est desservi par deux pistes à partir du CW06.

XI.4. Forme et topographie

- Le terrain a une forme presque rectangulaire ce qui facilite l'intervention sur l'assiette
- La surface totale du terrain est de 9 281,89m².
- le terrain présente une pente moyenne de 8,9%.



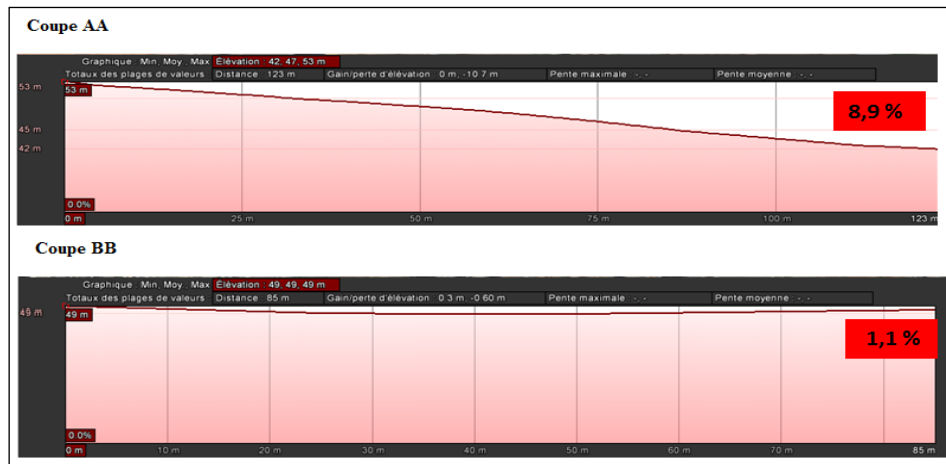


Figure 203 : coupes schématiques

Source : auteur

Conclusion

Potentialités	Carences
• Situation stratégique à l'entrée Est de la ville. • Le site a une bonne accessibilité. • Potentiel paysagère et environnemental. • La proximité des espaces touristiques (parcs archéologiques) et des espaces de loisir (parc de loisir).	• Le manque des espaces verts. • Le bruit maritime et routier. • Les risques naturels (glissement de sol, séismes...) qui nécessite des précautions à prendre.

Chapitre IV : Programmation et conception du projet d'étude

Introduction

Après les recherches effectuées sur l'architecture bioclimatique et ces principes et la recherche thématique qui nous a aidé à définir les exigences spécifiques de l'équipement et une lecture contextuelle approfondie. On a obtenu des points directeurs qui vont nous permettre de dresser le projet architectural.

La prise en compte des points directeurs cités précédemment va assurer la réussite du projet, son intégration au contexte et la relation entre projet et environnement utilisant des dispositifs bioclimatiques.

I. Phase conceptuelle

I.1. Idéation

L'idée de base de notre projet est de créer un dialogue permanent entre la ville, l'environnement et l'étude de l'architecture. Le projet va se fonder dans son contexte et répondre aux exigences de la ville de transformer vers une architecture durable, à travers une alliance harmonieuse entre ancien et nouveau.

I.2. les concepts utilisés

I.2.1. Les concepts liés au contexte

- **La continuité urbaine:** le respect d'environnement bâti existant et les alignements.
- **Le concept de seuil :** matérialisé par des volumes en saillie.
- **Concept du parcours et l'ouverture sur la ville:** le projet offre des espaces dédiés au grand public pour renforcer la mixité sociale et l'échange d'idées et des parcours bien définis.
- **Géométrie:** utilisation des formes géométriques simples en référence au tissu colonial et à l'architecture antique (parcs archéologiques).
- **Horizontalité :** est choisie en référence au site (intégration par rapport à la mer et au contraste aux montagnes).

I.2.2. Les concepts liés au thème

La transparence : pour pouvoir projeter l'espace intérieur de l'activité pédagogique dans la ville, donc créer le rapport homme/environnement et attirer le grand public sur la question de

l'architecture et bénéficier de la lumière naturelle.

- **Fragmentation et articulation:** un moyen de diviser le projet en entités de formes, de fonctions, et d'usages différents. Il nous permet de créer des espaces, des parcours intérieurs, et d'assurer l'interprétation entre eux. Tout en assurant une articulation entre les unités cette dernière sera matérialisée des différentes manières.

I.2.3. Les concepts liés au programme

- **Fonctionnalité :** utilité des différents espaces de projet (la forme suit la fonction).
- **Fluidité :** espaces ouverts, flexibles répondant aux exigences des fonctions qu'abrite le projet.
- **Hiérarchie :** ouverture de projet au grand public exprime la hiérarchie des espaces en allant des espaces publics jusqu'aux espaces privés pour assurer le bon fonctionnement de projet.

I.2.4. Les concepts liés à la conception architecturale

- **Raisonnement symbolique:** usage des éléments de l'architecture antique (tels que colonnes).
- **Centralité:** un espace centrale qui combine les trois entités (une cour centrale).
- **Les contrastes:** la présence des différents contrastes tels que contraste plein/ vide, lourd/léger.
- **Harmonie et équilibre visuel :** entre les différentes parties constituant le projet.

I.2.5. Les concepts liés à la bioclimatique

- **Implantation :** l'orientation recommandée est le Nord-Sud le long de l'axe Est-Ouest pour un bon éclairage naturel et donc pour réduire la consommation de l'énergie.
- **Cours centrale (ouverture au ciel) :** qui va permettre l'aération et la ventilation de l'équipement et pour bénéficier de l'éclairage naturel.
- Cette ouverture vers le ciel est généralement conçue comme un lieu de vie intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur.
- L'utilisation des brises soleil et le bardage perforé.
- **Terrasse végétalisée**

I.3. Schéma de principe

- Projection de l'axe culturel sur le site qui superpose sur l'axe climatique Est et ouest .
- Création d'un axe paysager (relier entre la mer et les montagnes) qui se superpose sur l'axe climatique Nord Sud.
- L'intersection des deux axes est le moment fort de projet (le cœur) en référence au forum romain..
- L'alignement du seuil l'aboutissement et le cœur du projet le long de l'axe paysager.

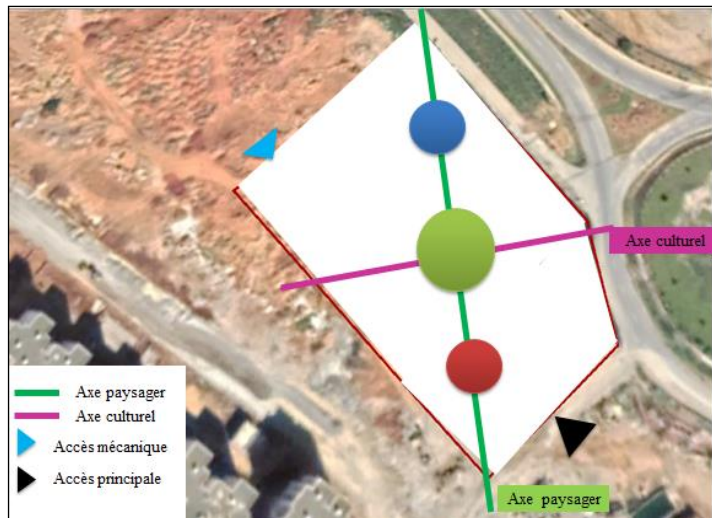
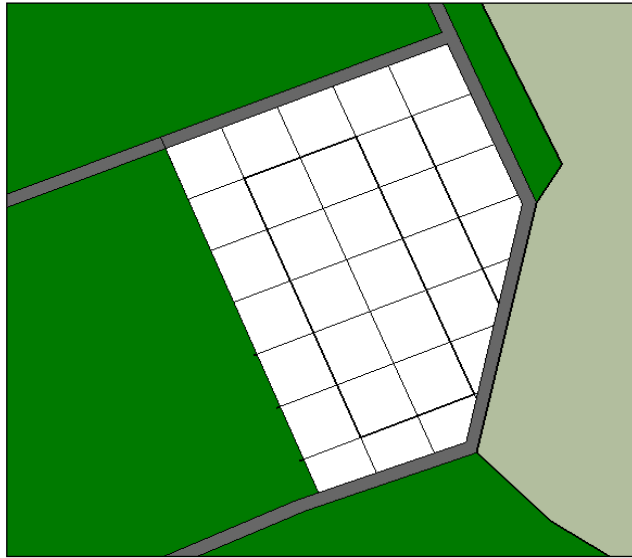


Figure 204 : schéma de principe

Source : auteur

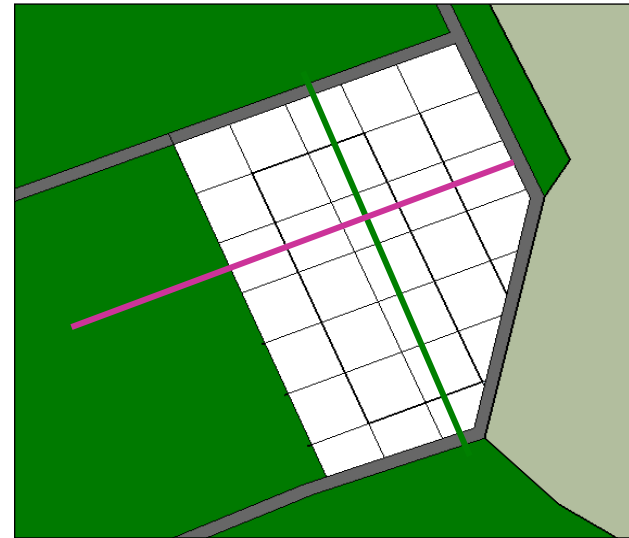
I.3. Genèse de la forme

1^{er} étape



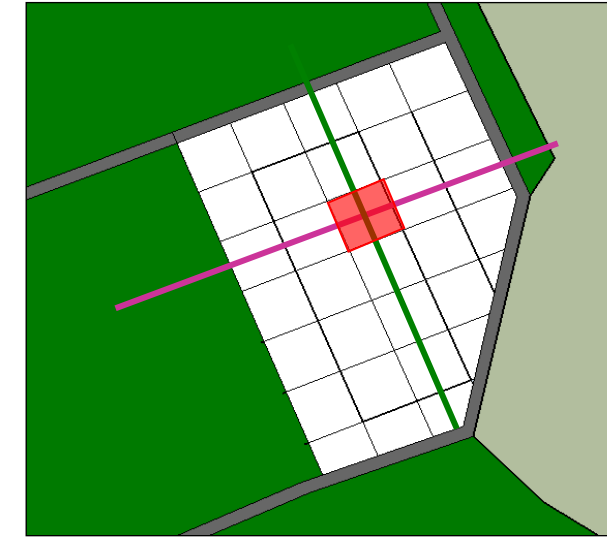
On a tramé le site suivant la trame romain d'un module carré de 17,75*17,75

2^{ème} étape



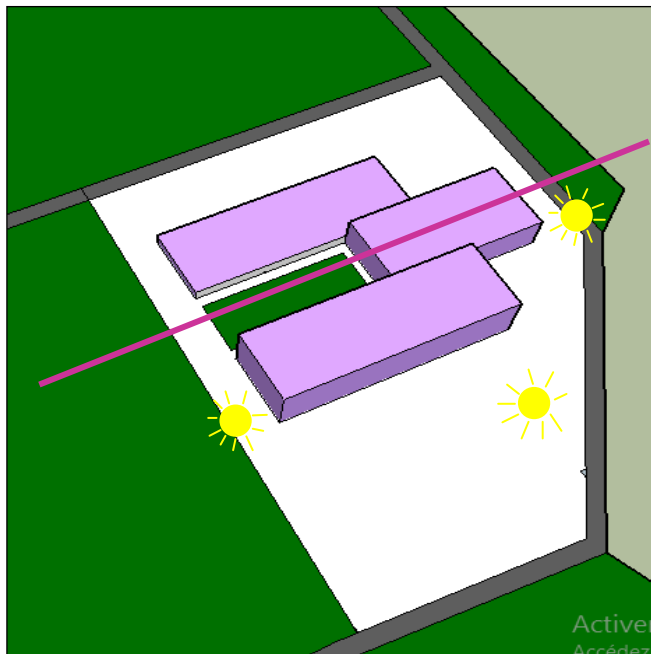
Définition de deux axes, un paysager qui se superpose sur l'axe climatique Nord Sud et l'autre culturel qui est la projection de l'axe culturel qui relie les deux parcs archéologique.

3^{ème} étape



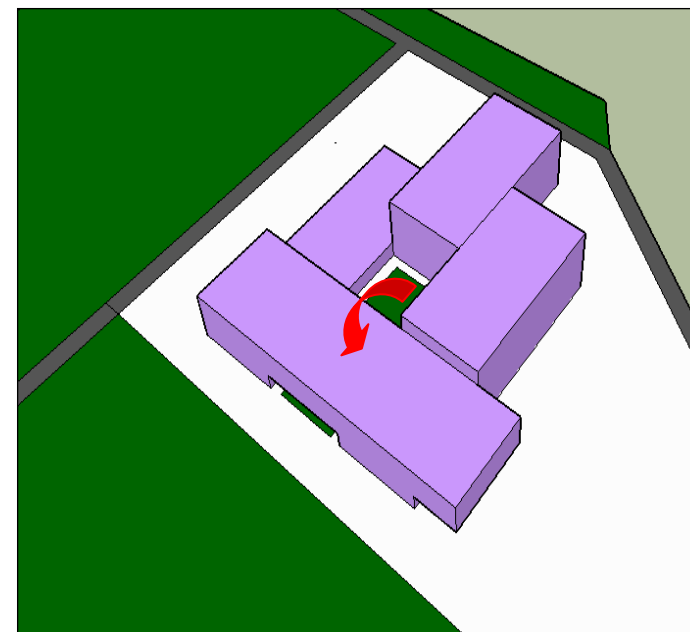
L'intersection des deux axes représente le cœur du projet (concept de centralité) et une source de ventilation naturelle.

4^{ème} étape



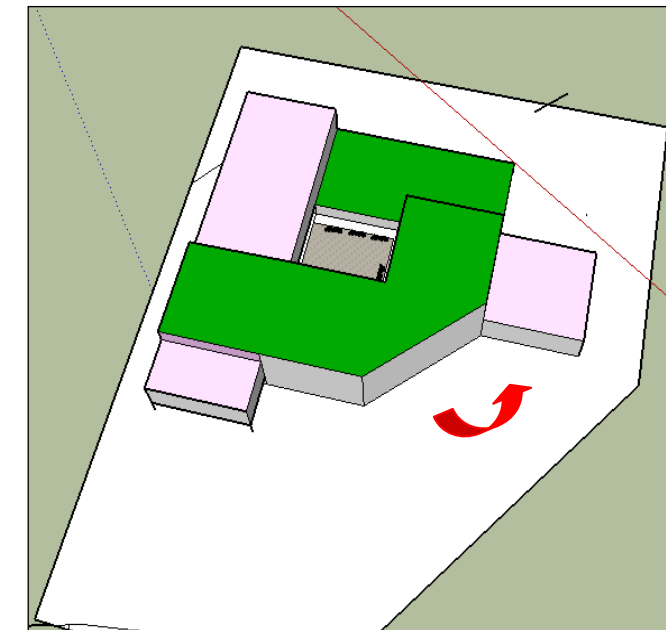
La création de trois entités de différents hauteurs parallèle à l'axe culturel (orientation Est -Ouest).
Allongement du volume (concept d'horizontalité et d'intégration au contexte).

5^{ème} étape



La rotation du volume à 90° pour créer une liaison entre les deux autres volumes.
Tirer le volume pour marquer l'entrée principale.

6^{ème} étape



La soustraction d'une partie du volume pour suivre la forme du site.
La soustraction d'une partie du volume pour créer une terrasse.

I.3. Programme quantitatif et qualitatif

Entité	Fonction	Espaces	Surface	Exigences	Illustration
Création et diffusion de savoir	Formation	-Accueil -Laboratoire (TMC) -laboratoire (CON) -Ateliers --Atelier cartographie -Atelier arts graphique -Salle maquette -Salle de cours -Salle Td -Vidéotheque -Salle de photographie -Amphithéâtre -Salle d'enseignants -Sanitaire -Circulation horizontale et verticale	25m² 51m² 51m² 54m² 56m² 43m² 61m² 70m² 29m² 83m² 33m² 158m² 54m² 30m²	• Accueil C'est le premier élément qui identifie, l'équipement,l'entrée doit être attirante accueillante, elle doit paraître vaste et bien éclairée. • Atelier C'est un lieu où travaillent un étudiant, un artiste, un artisan. Le nombre de personnes de chaque atelier variera, selon l'activité, de 10 à 15 élevés par groupe. - La surface de la salle varie selon le nombre d'effectif qu'elle accueille (50m² pour 18 chevaux).elle nécessite : - Eclairage naturel et artificiel - Ventilation naturelle . - Orientation sud, sud-est vu les heures de travail.	 
	Recherche et documentation	-Bibliothèque -Salle informatique -Stockage -Sanitaire -Circulation horizontale et verticale	233m² 47m² 19m²	• La bibliothèque La bibliothèque est un espace de documentation et d'information pour les étudiants du l'institut, la consultation sur place des ouvrages sera prise en charge par des espaces voués à ces fonctions. - Pour assurer le confort de l'utilisateur dans cet espace on doit assurer : - Eclairage naturel. - Aération naturel. - Confort acoustique et thermique.	

Entité science archéologique	Recherche et exposition	-Accueil -Laboratoire paléoanthropologie -Laboratoire d'archéométrie -Laboratoire numismatique -Atelier préhistorique -Atelier peinture -Atelier sculpture -Exposition permanente -Exposition temporaire -Exposition des travaux artisanaux -Sanitaire -Circulation horizontale et verticale	25m² 57m² 28m² 33m² 37m² 47m² 74m² 399,5m²	• Exposition temporaire - une répartition judicieuse des objets exposés - une luminosité adéquate pour chaque type d'exposition 150 à 200 lx pour les objets sensibles, peinture notamment ; 50 à 80 lx pour les très sensibles, tapisseries, dessins, spécimens d'histoire naturelle, - Place nécessaire par tableau 3 à 5 m² de mur d'exposition. • Exposition permanente - Cet espace a besoin d'une grande flexibilité et surtout d'un éclairage naturel mettant en valeur les objets exposés. - Les espaces d'exposition doivent permettre de protéger les œuvres contre destruction, le vol, l'humidité, la sécheresse, le soleil et la poussière.	
	Gestion et orientation	-Bureau de directeur de l'institut -Bureau de secrétariat -Bureau de comptable -Bureaux -Archives -Salle de réunion -Sanitaire -Circulation horizontale et verticale -Stockage -Chaufferie -Transformateur -Groupe électrogène -Atelier de maintenance -Locaux technique	29m² 15m² 15m² 15m² 15m² 53m² 20m² 40m²	Administration l'accès se fera à partir du hall ou par une entrée à part comportera les différents services (direction, secrétariat, intendance, infirmerie, sanitaires), L'ensemble des bureaux et des espaces de l'administration doivent bénéficier d'un bon éclairage naturel et artificiel, le confort visuel, thermique et acoustique doit être assurée.	

Echange interaction	et	Culturelle , Découverte, détente, loisir et consommation	-Club photographie	35m²	Les espaces de loisirs et de detente necessitent : -Un bon éclairage naturel etartificiel. -Ventilastion naturelle et rarement mécanique. -Le confort thermique, acaustique et visuel.	
			-Club des sciences	98m²		
			-Club des arts	46m²		
			-Salle de prière homme	18m²		
			-Salle de prière femme	17m²		
			-Salle d'ablution	16m²		
			- Salle audiovisuel	51m²		
			-Espace public numérique	58m²		
			-Espace expérimentale	88m²		
			-Boutique de souvenir	57m²		
			-Vente artisanale	28m²		
			-Vente de livre	35m²		
			-Vent matériel pour étudiants	56m²		
			-Cafétéria	109m²		
			- Restaurant	100m²		
			-stockage	20m²		
			-Espace extérieur (jardin, esplanade, espace de sport...)			
			-Circulation horizontale et verticale			
			-Sanitaire			

III. Organisation fonctionnel

III.1. Plan de masse

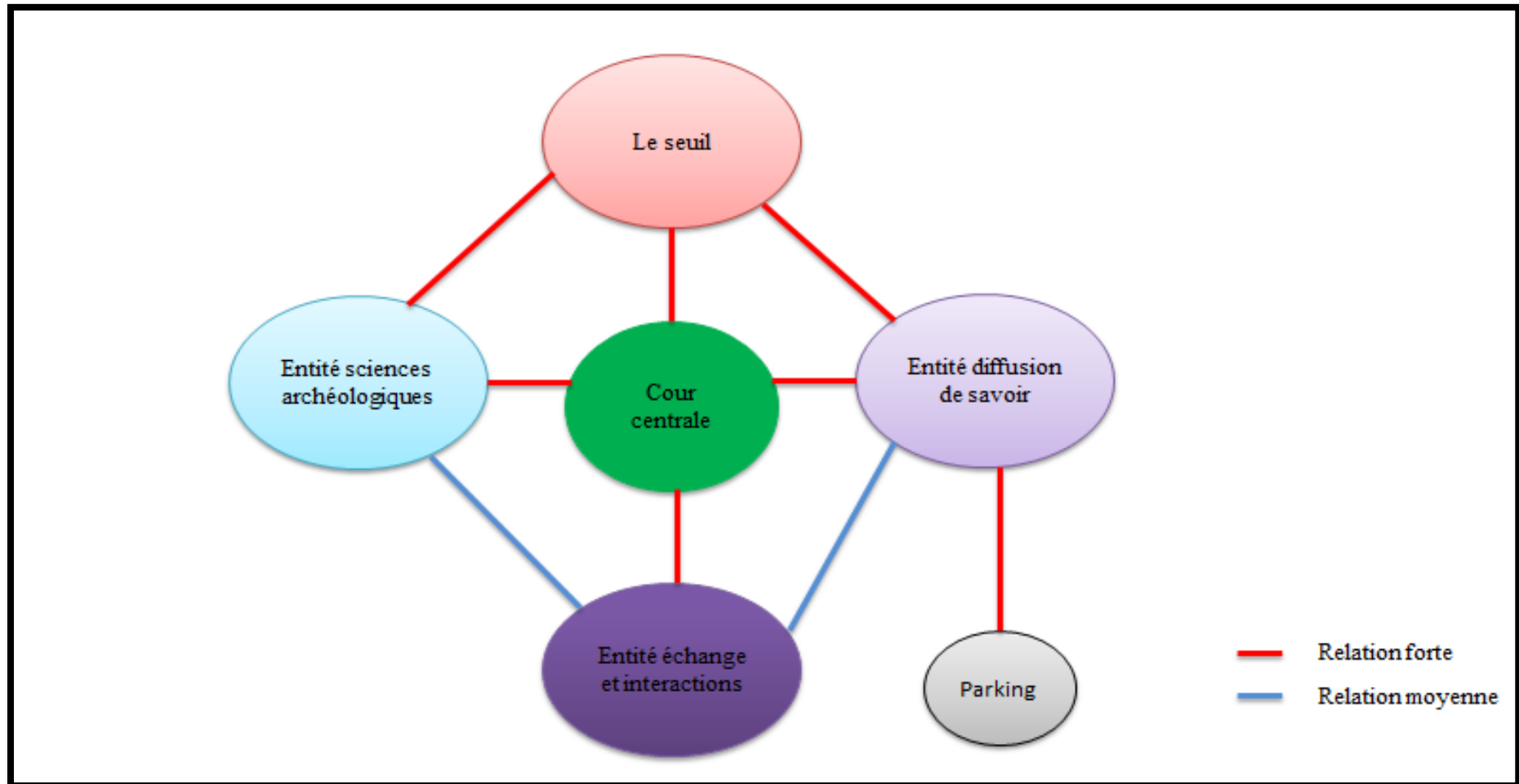


Figure 205: organigramme fonctionnel du plan de masse

Source : auteurs

II.2. Plan sous-sol (-2.50m)

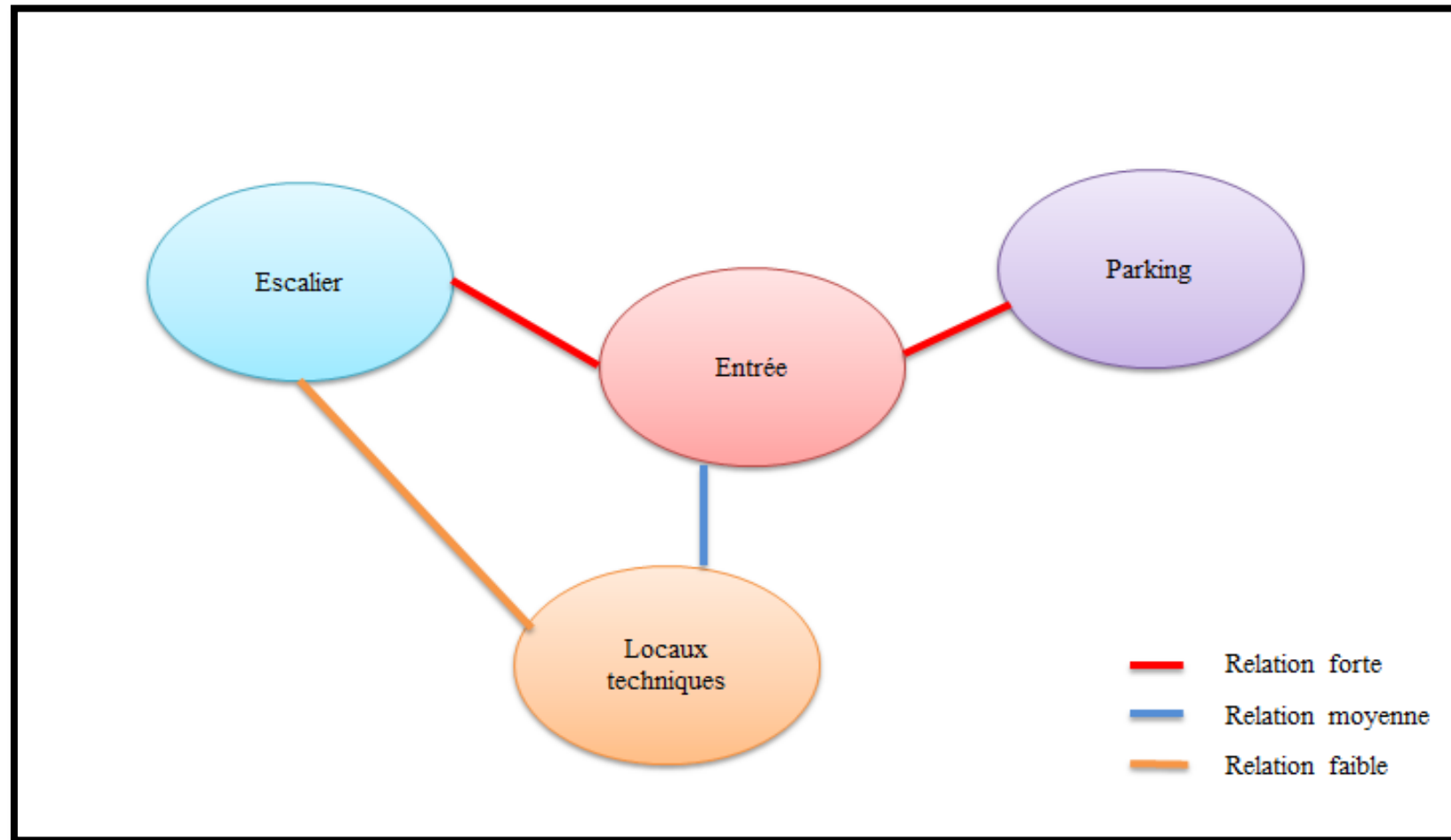


Figure 206: Organigramme fonctionnel de sous-sol

Source : auteurs

III.3. Plan de Rez de chaussée ($\pm 0.00m$)

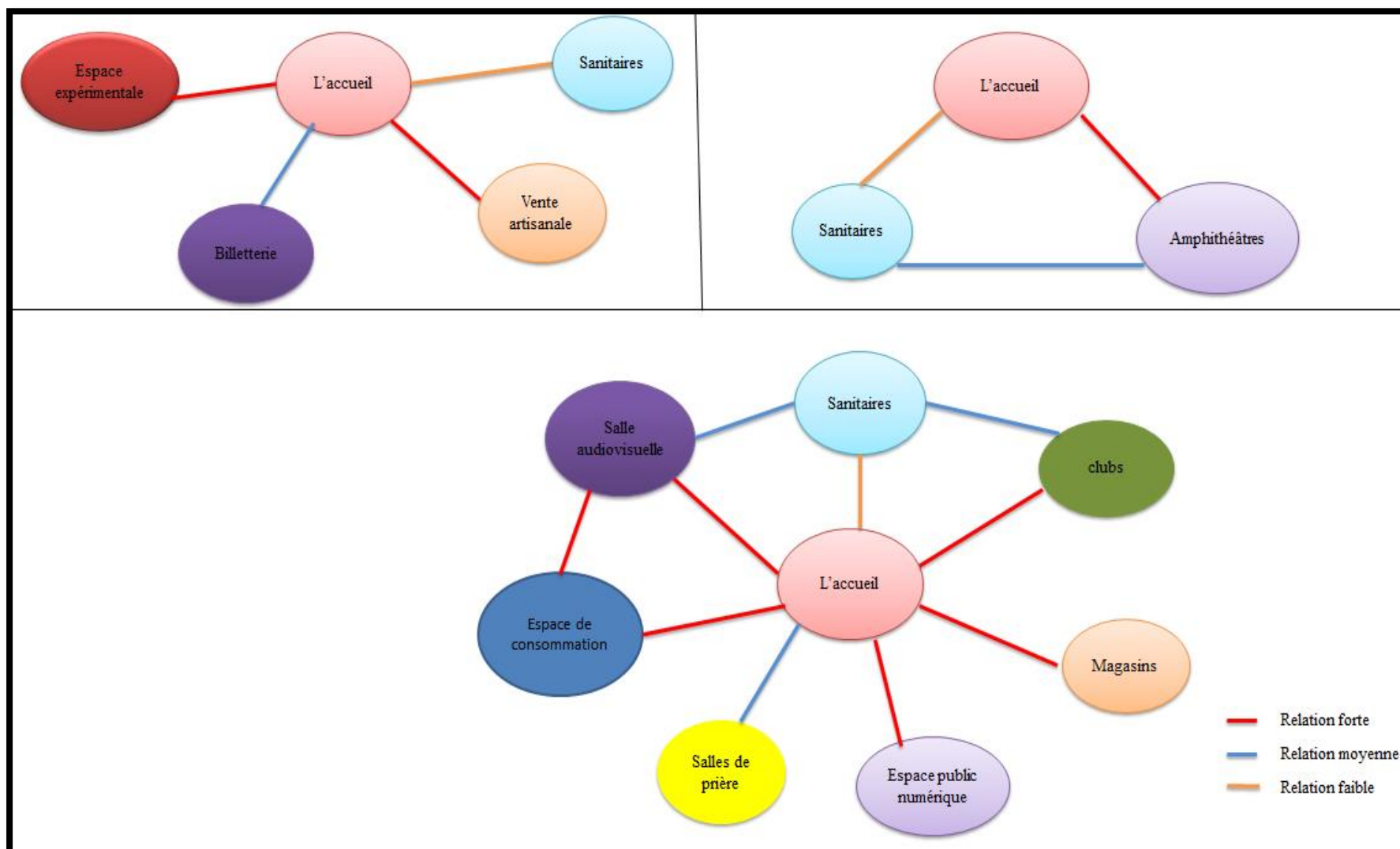


Figure 207: Organigramme fonctionnel du Rez-de-chaussée

Source : auteurs

III.4. Plan de 1^{er} étage (+4.06m)

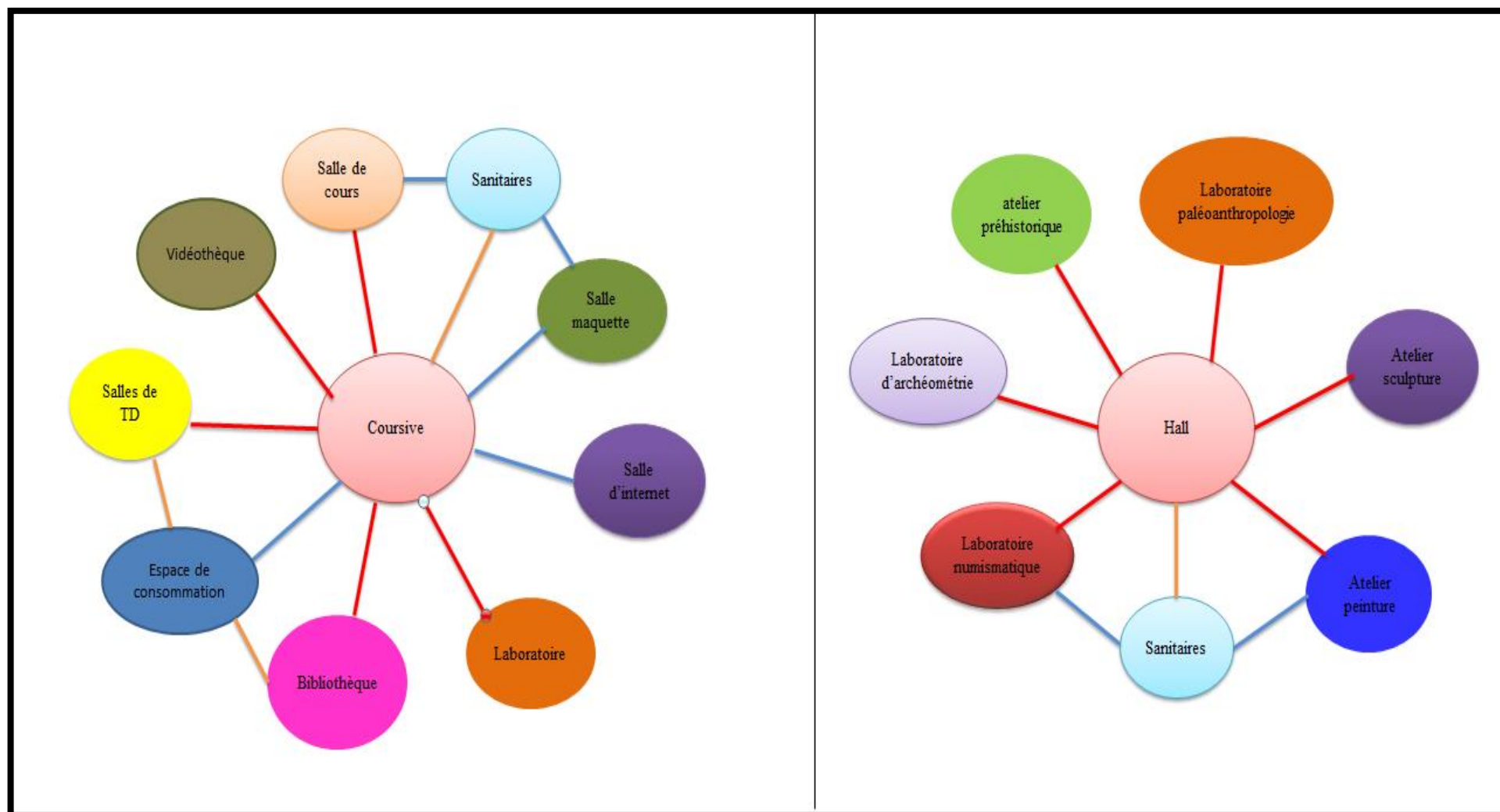


Figure 208: organigramme fonctionnel de 1^{er} étage

Source : auteurs

III.5. Plan de 2^{ème} étage (+7.12m)

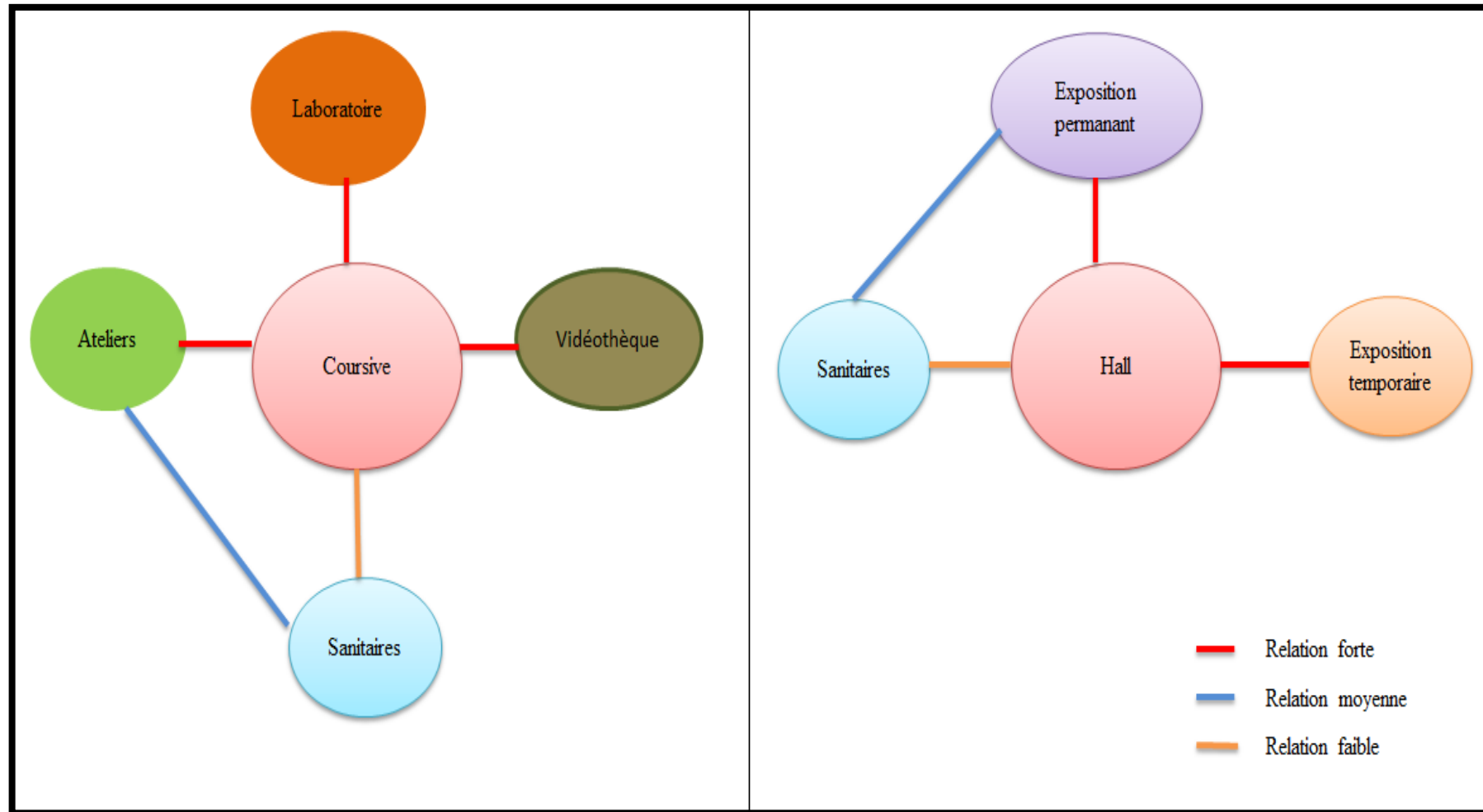


Figure 209: organigramme fonctionnel du 2^{ème} étage

Source : auteurs

III.6. Plan de 3^{ème} étage (+10.18m)

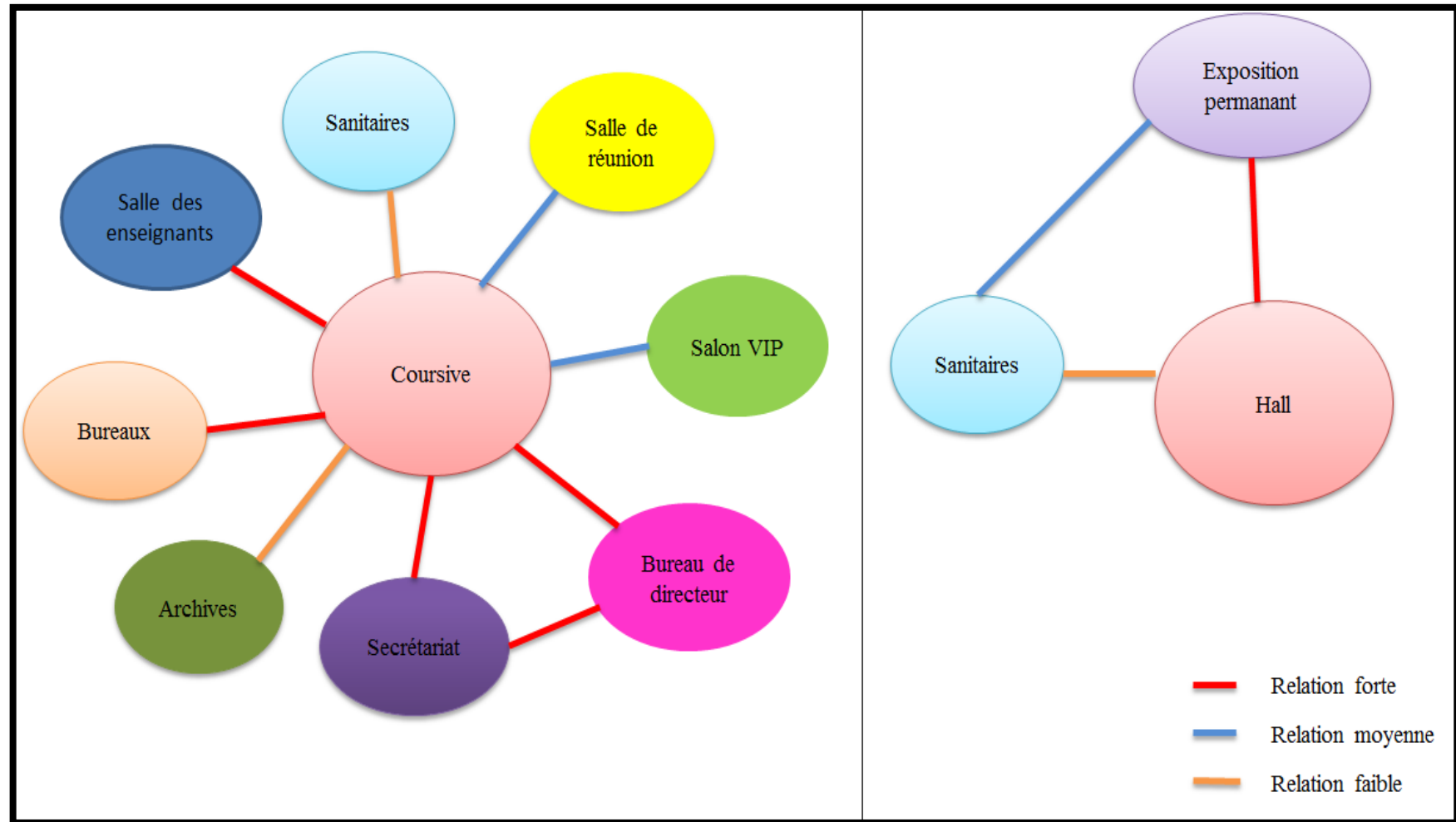


Figure 210: organigramme fonctionnel du 3^{ème} étage

Source : auteurs

IV. Description des plans

IV.1. Plan de masse

- **Bâti et espaces extérieurs**

A la vue du projet, se distingue un ensemble de formes régulières fragmentées pour répondre à des exigences fonctionnelles bioclimatiques et contextuelles (s'inscrit en continuité de la trame romaine et coloniale de la ville, ainsi la forme de la parcelle de terrain sur laquelle il est construit). Ces formes (entités) se rassemblent autour d'un espace centrale qui se matérialise par une cour centrale qui permette la mixité sociale et assure la liaison entre les différentes entités du projet.

Le projet s'étale sur une surface de 9281,73m² servi par la voie CW106 est une piste existante au côté Est et une autre projetée au côté Nord. Le projet se situe au centre de la parcelle, à partir du centre du projet (la cour) diverge des axes qui vont définir les différents moments forts du projet, qui ont été matérialisés par les principaux espaces extérieurs. Ces espaces extérieurs sont reliés par des escaliers et des rampes pour faciliter la circulation aux personnes à mobilité réduite. On a projeté aussi au côté Sud un lieu de travail à l'extérieur et des gradins.

- **Accessibilité**

La multitude des entités qui compose le projet induise à une multitude d'accès hiérarchisée selon leur importance, on a prévue :

-**Accès principales** : on a créé deux accès principaux, l'un mène vers l'entité formation et l'autre vers l'entité sciences archéologiques.

-**Accès secondaires** : un accès secondaire vers l'entité d'étant et échange et deux autres à partir de la cour centrale.

-**Accès mécanique** : l'accès mécanique au sous-sol est créé à partir d'une piste au Nord projetée à partir de CW106 qui relie le projet à son environnement.

L'autre accès au parking extérieur au Sud à partir de la piste de la piste existante.

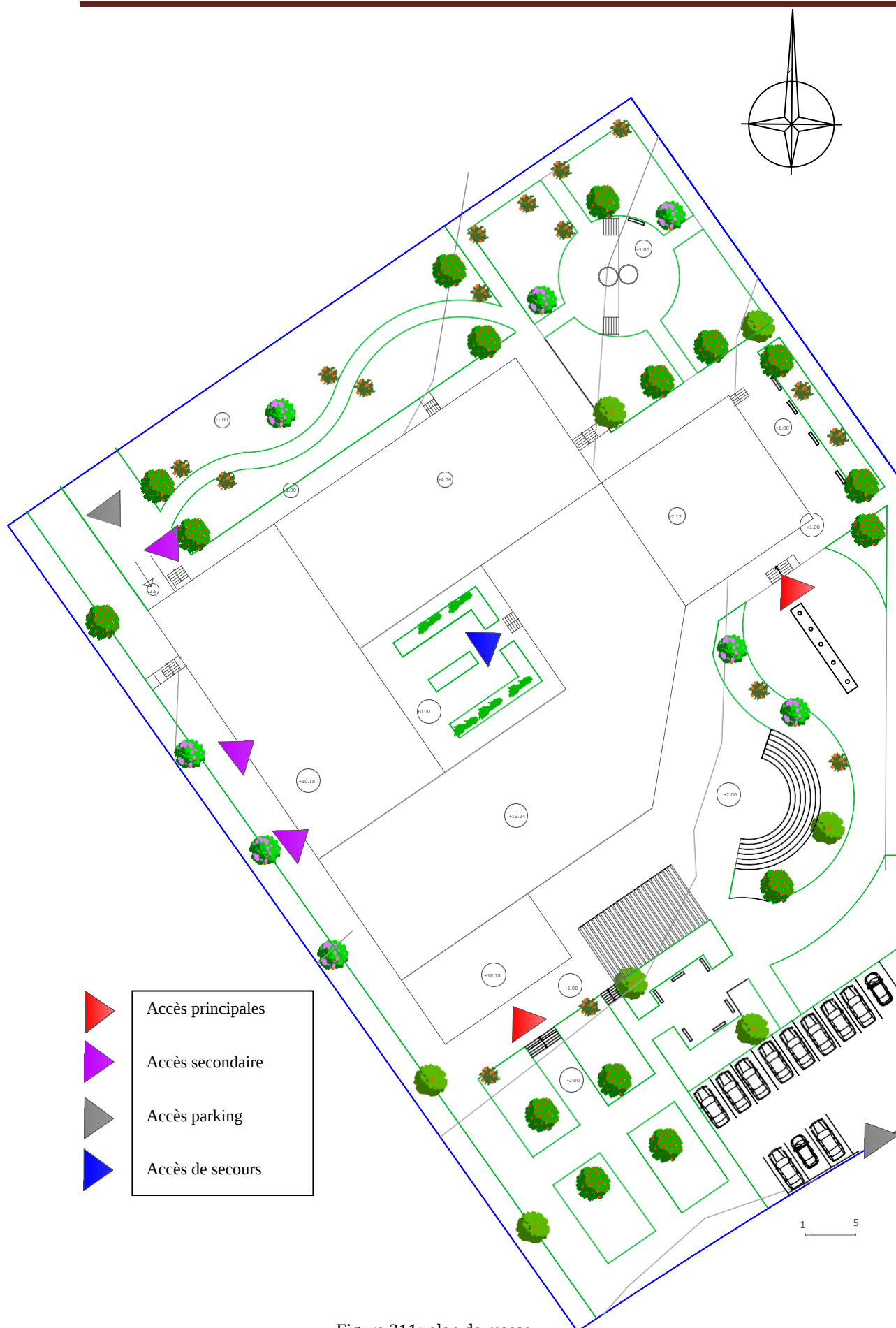


Figure 211: plan de masse

Source : auteurs

IV.2. Plan de différents niveaux

➤ Organisation spatiale intérieure

Notre projet se compose de trois entités :

Entité 01 se développe en RDC plus terrasse accessible, la seconde entité se développe en R+3 plus terrasse accessible et la troisième entité se développe en R+3.

➤ Organisation spatial du premier niveau : sous-sol (-2.5)

Le sous-sol s'élève à 2,5 mètres de hauteur, consacré à l'espace parking et les locaux techniques du projet.

C'est le niveau qui comporte l'accès mécanique à partir de la piste au côté Nord, il se fait par une rampe dont l'entrée et la sortie est la même.

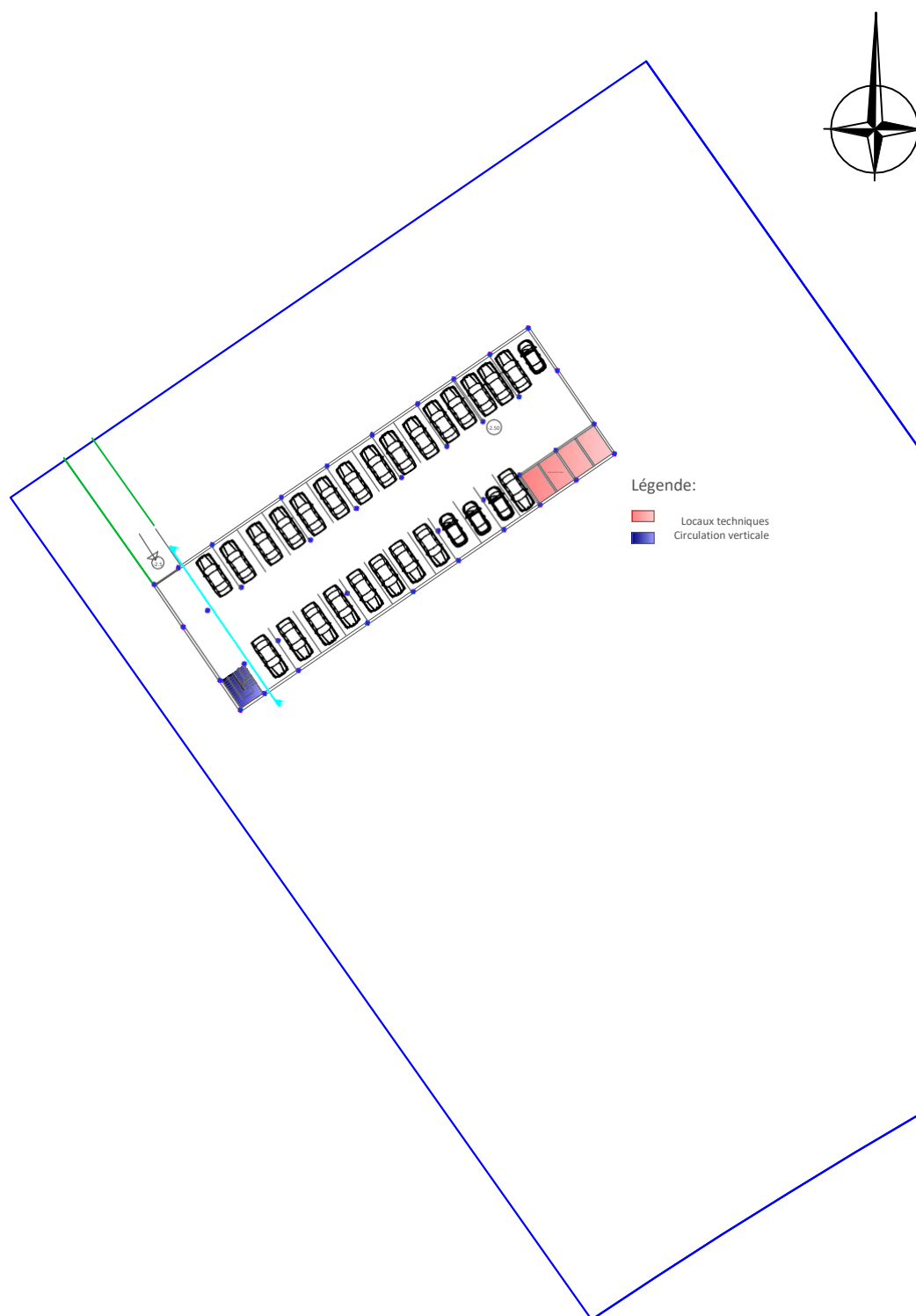


Figure 212 : plan de sous-sol

Source : auteurs

➤ **Organisation spatial du deuxième niveau : le Rez de chaussée (≠0.00)**

Le bâtiment doit être ouvert sur la ville en dialogue avec elle, accueillant aux regards croisés des habitants du quartier, des visiteurs et les étudiants. Donc le projet se compose de 3 entités avec une partie intermédiaire commune qui permet l'articulation et la circulation (la cour centrale), en distingue :

L'entité formation :

Se comporte l'accès piéton principal où on se trouve dans le hall d'accueil et la réception, ainsi avec deux amphithéâtres dédient aux étudiants de l'institut.

Ainsi deux autres entités :

Sciences archéologiques qui comporte un accès principal où se trouve le hall d'accueil et la réception et l'entité échange et interaction qui sont reliés par un couloir accueillant les activités publiques de l'institut ; les clubs, les magasins, cafétéria, restaurants ...etc.). Cet horizon offert sur la ville et se prolonge en verticalement dans les autres niveaux.

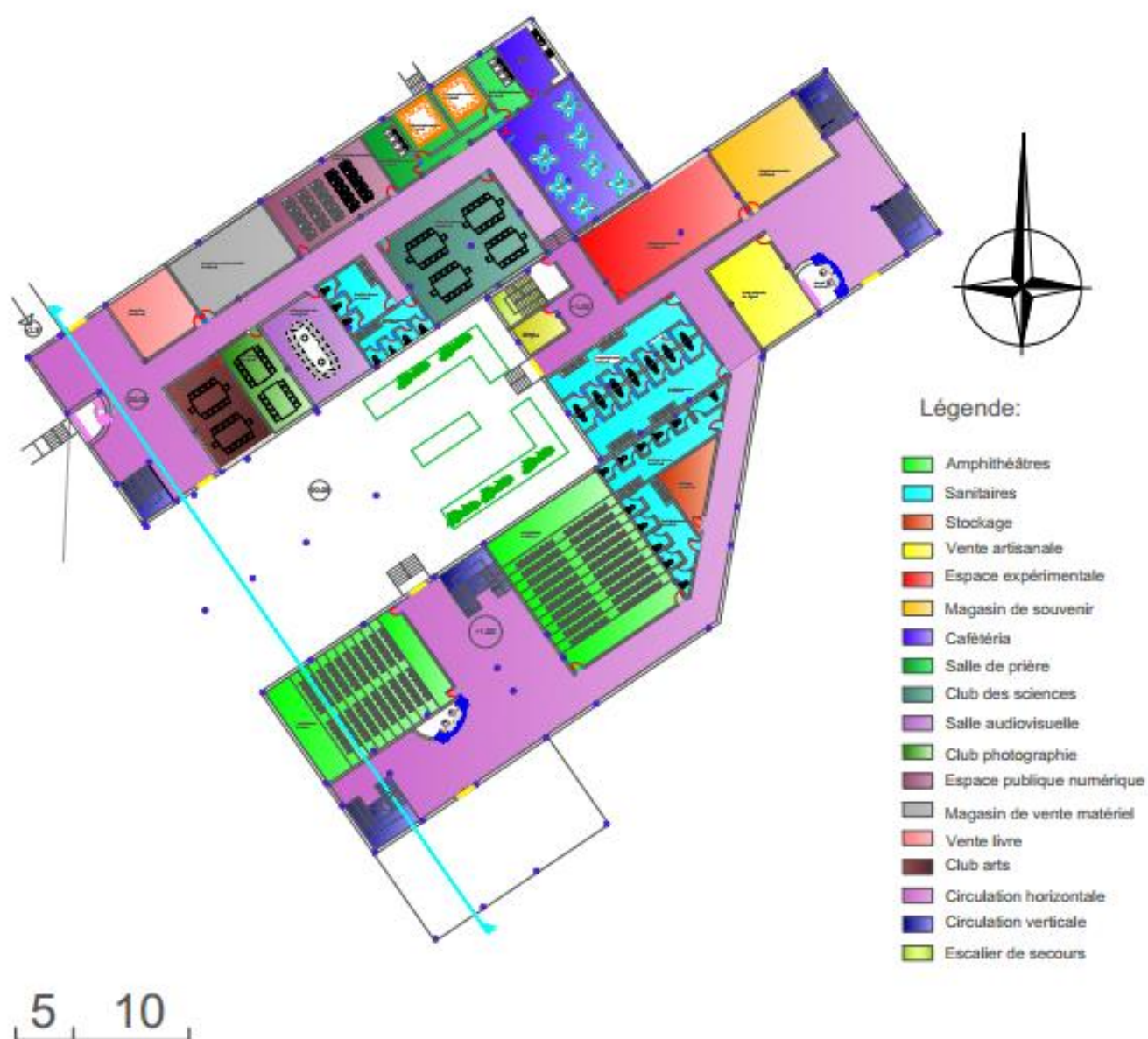


Figure 213: plan de Rez de chaussée

Source : auteurs

➤ **Organisation spatial du troisième niveau : le 1^{er} étage (+4.06)**

La circulation verticale se fait par 5 escaliers et 2 ascenseurs.

Le 1^{er} étage comporte deux entités qui sont dans la continuité du rez de chaussée .Les différents espaces sont desservis par une coursive.

L'entité diffusion de s'avoir :

C'est un lieu d'apprentissage et d'échange scientifique entre intellectuels, chercheurs et étudiants, donc on trouve dans cette entité les salles de cours, les salles de TD, laboratoires, vidéothèque, salle maquette pour la formation ; la bibliothèque et la salle informatique pour la recherche et la documentation et à la fin de coursive on trouve un espace de consommation.

L'entité sciences archéologiques :

Son rôle est de sensibiliser le grand public à l'importance du patrimoine archéologique de la ville de Tipaza et sur la nécessité de sa protection. Elle offre des ateliers et des laboratoires ouverts au large public.

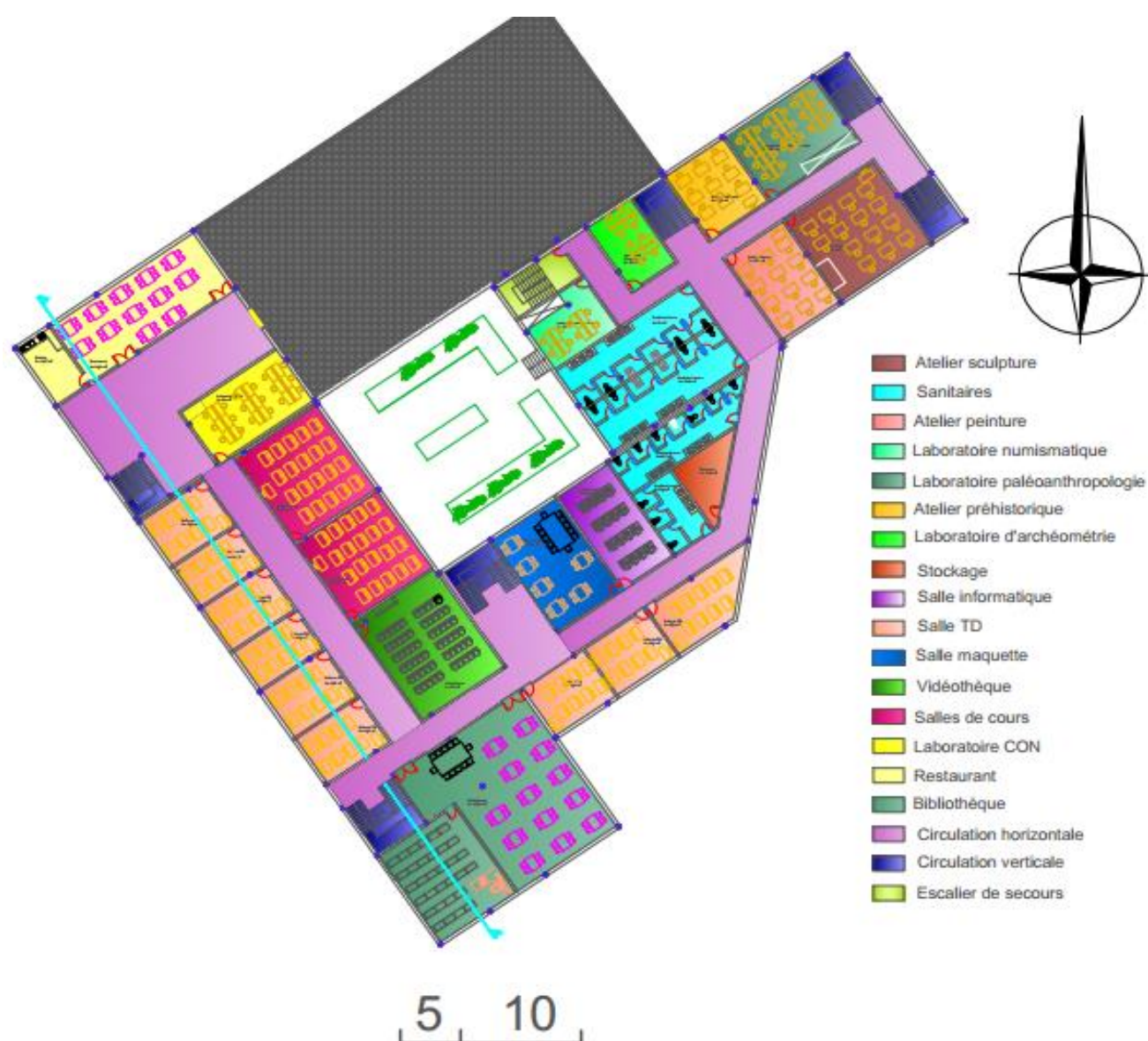


Figure 214: plan du 1^{er} étage

Source : auteurs

➤ **Organisation spatiale du quatrième niveau : 2ème étage (+7.12)**

Pour l'entité diffusion de savoir on trouve les différents types d'ateliers (atelier artistique, atelier cartographie...) destinés à contenir les activités pédagogiques de l'institut ainsi qu'un laboratoire et une vidéothèque dédiée aux étudiants.

L'entité sciences archéologiques offre à partir de ce niveau une exposition permanente chronologique de l'histoire de la ville de la période préhistorique en passant par la période romaine et byzantine, la période islamique, la période coloniale jusqu'à la période actuelle de la ville. Ainsi qu'une terrasse pour l'exposition temporaire.

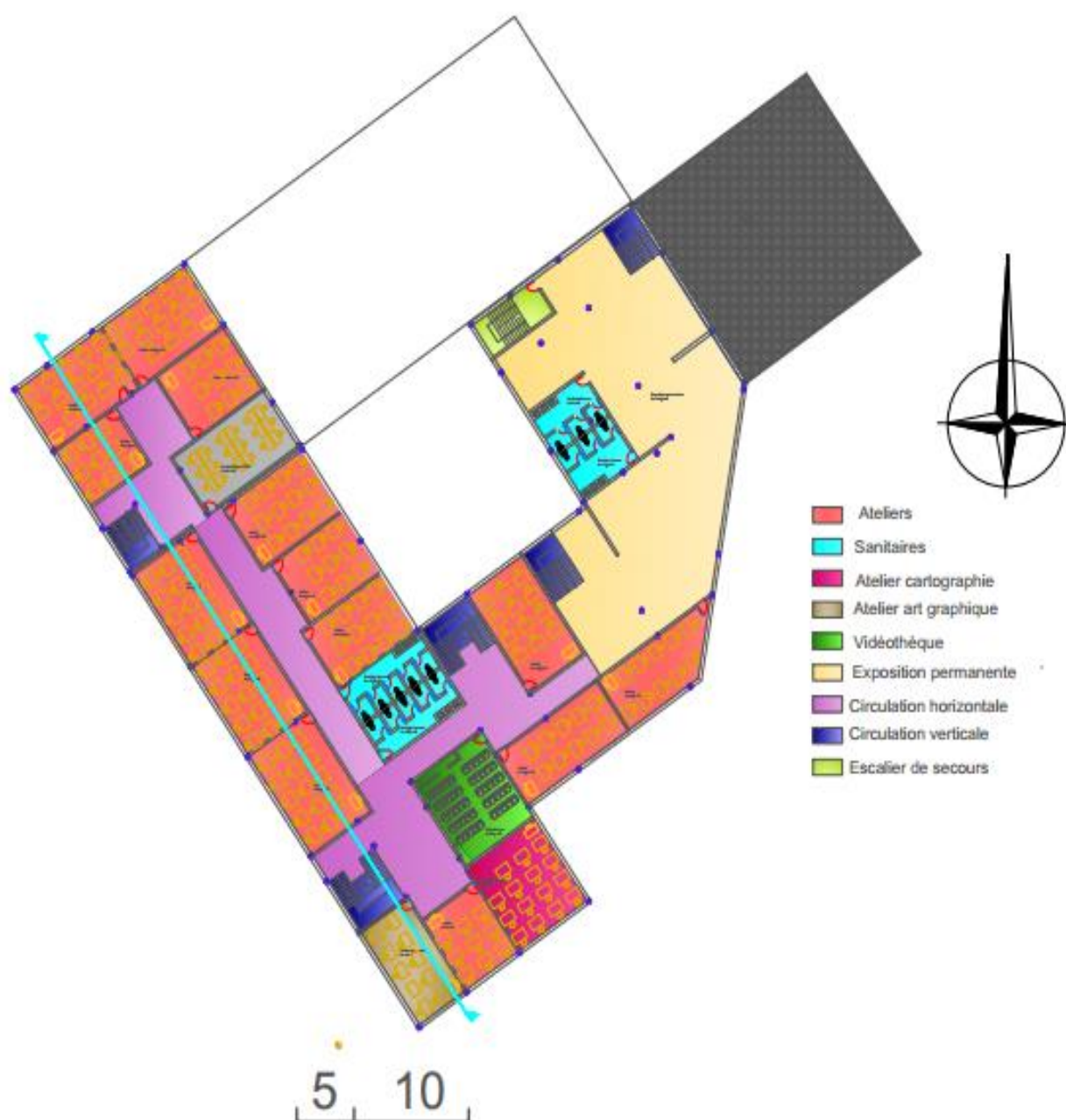


Figure 215 : plan du 2^{ème} étage

Source : auteurs

➤ **Organisation spatial du cinquième niveau : 3^{eme} étage (+10.18)**

Pour l'entité diffusion de s'avoir en trouver :

L'administration avec ses différents espaces, bureau de directeur, bureau de comptable, secrétariat, scolarité, salle de réunion, salle des enseignants, différents bureaux.

L'exposition permanente continue dans ce niveau selon une organisation chronologique pour la période coloniale et contemporaine pour les projets en cours de réalisation ou proposés dans la ville.

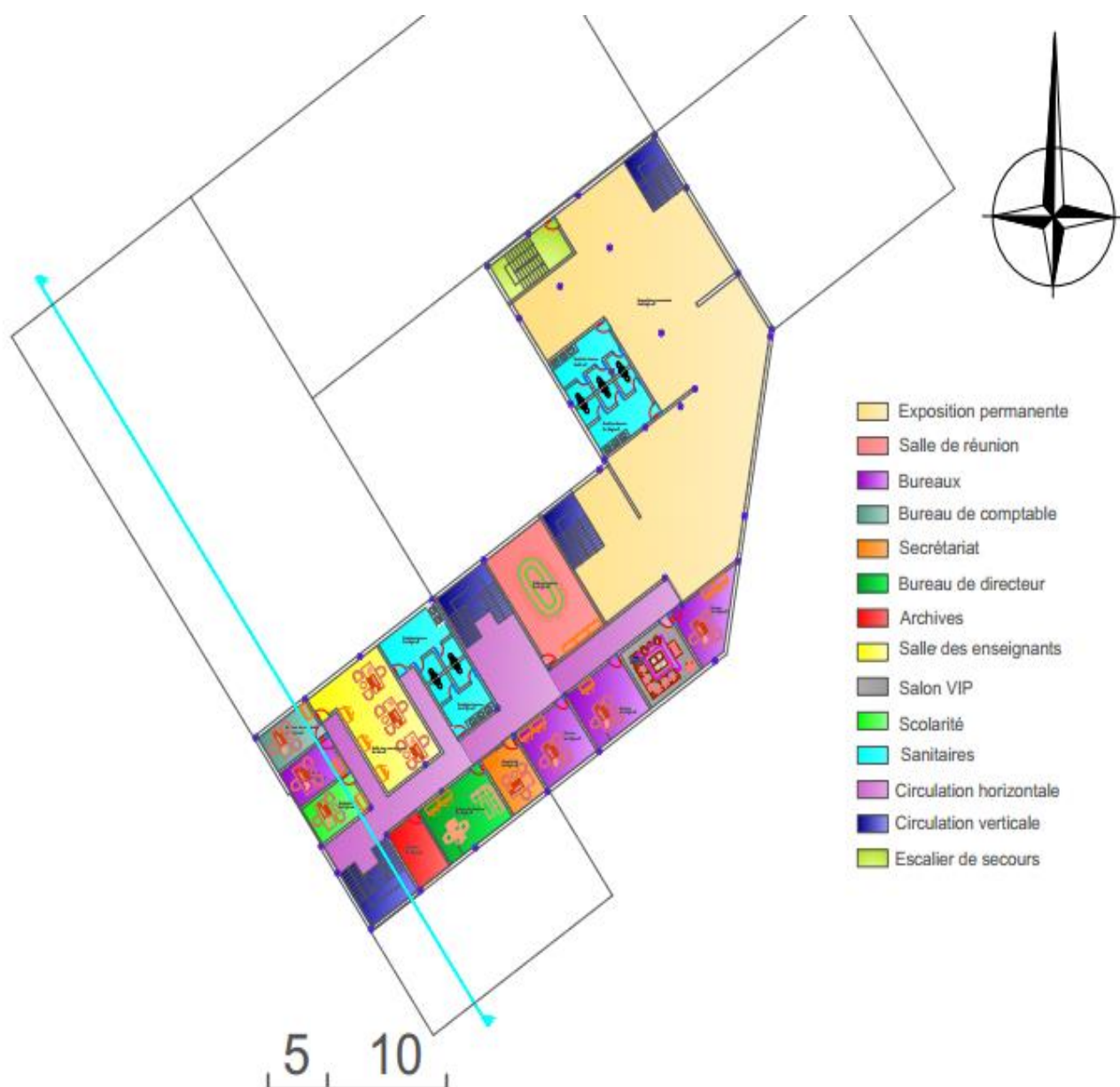


Figure 216: plan du 3^{ème} étage

Source : auteurs

V. Description de l'enveloppe

V.1.Façade principale

La façade principale est orientée vers le Sud, s'ouvre sur l'axe culturel. On a utilisé des grandes ouvertures sous forme du mur rideau pour bénéficier le maximum de l'éclairage naturel pendant la journée et avec des éléments verticaux en bois qui venant casser l'horizontalité de l'ensemble et protéger le vitrage contre les vents pour réduire la chaleur vu ces capacités d'isolation. Cette transparence assure le dialogue entre l'équipement, la ville et l'environnement.

L'entrée est matérialisée par un auvent qui accentue la notion du seuil.



Figure 217 : façade principale

Source : auteurs

V.2. La façade postérieure

La façade postérieure est orientée vers le Nord sur laquelle on trouve l'accès secondaire et l'accès de parking au sous-sol. On a joué sur le plein et le vide ; la transparence et l'opacité, l'horizontalité et la verticalité. On a créé aussi un rythme des ouvertures en longueur sur cette façade reflétant l'architecture romaine.

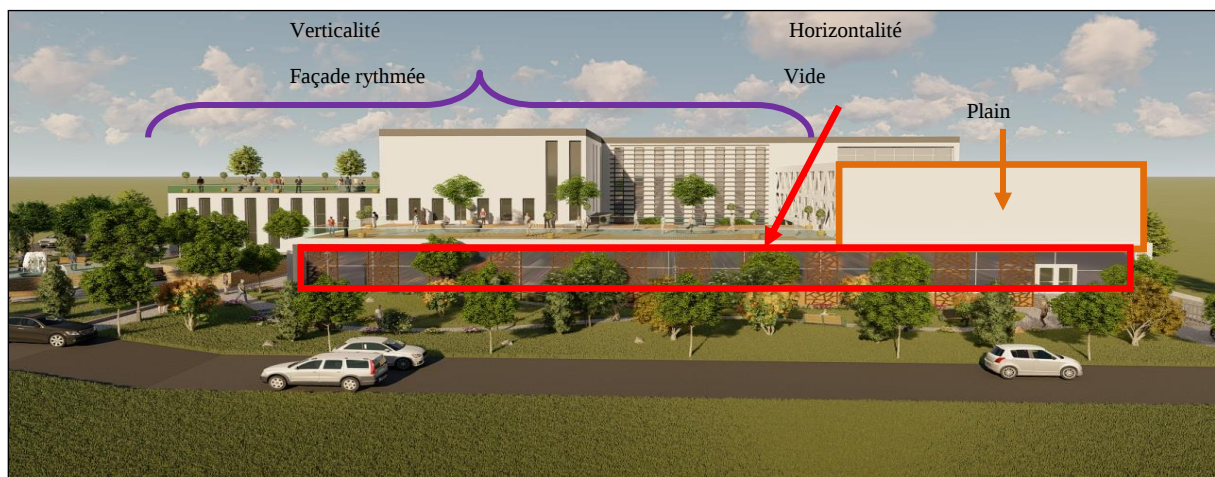


Figure 218 : façade postérieure

Source : auteurs

V.3.Façade latérale

Cette façade est orientée vers le Sud- est vu le besoin de l'éclairage naturelle pendant la journée. Une partie de la façade est rythmée par des ouvertures en longue en référence à l'architecture romaine .Un mur rideau protégé par des éléments verticaux en bois de mélèze qui est un matériau durable résistant à l'humidité, au champignons et aux insectes offre une bonne isolation thermique et acoustique.



Figure 219 : façade latérale (Sud-est)

Source : auteurs

V.4. Façade latérale

Cette façade qui est inspirée par la forme d'une fleur est orientée vers le Sud-ouest vu le besoin d'éclairage pendant la période de la matinée et début d'après-midi (période d'étude), on a utilisé la transparence pour projeter les espaces intérieurs du travail à l'extérieurs.

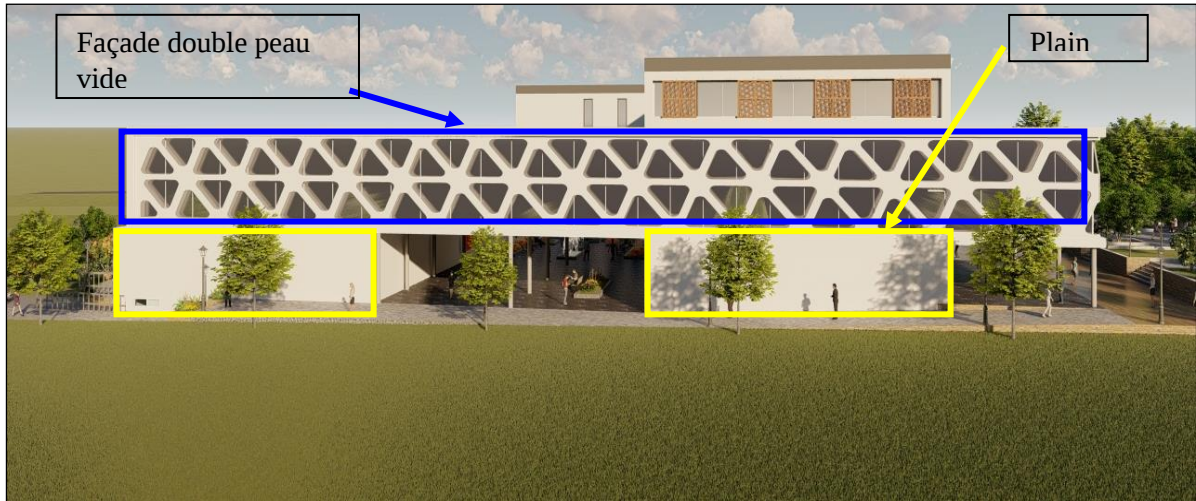


Figure 220: façade latérale (Sud-ouest)

Source : auteurs

VI. Evaluation environnementale

Pour que nous puissions faire les bons choix, nous devons revenir aux résultats de diagramme de Givoni.

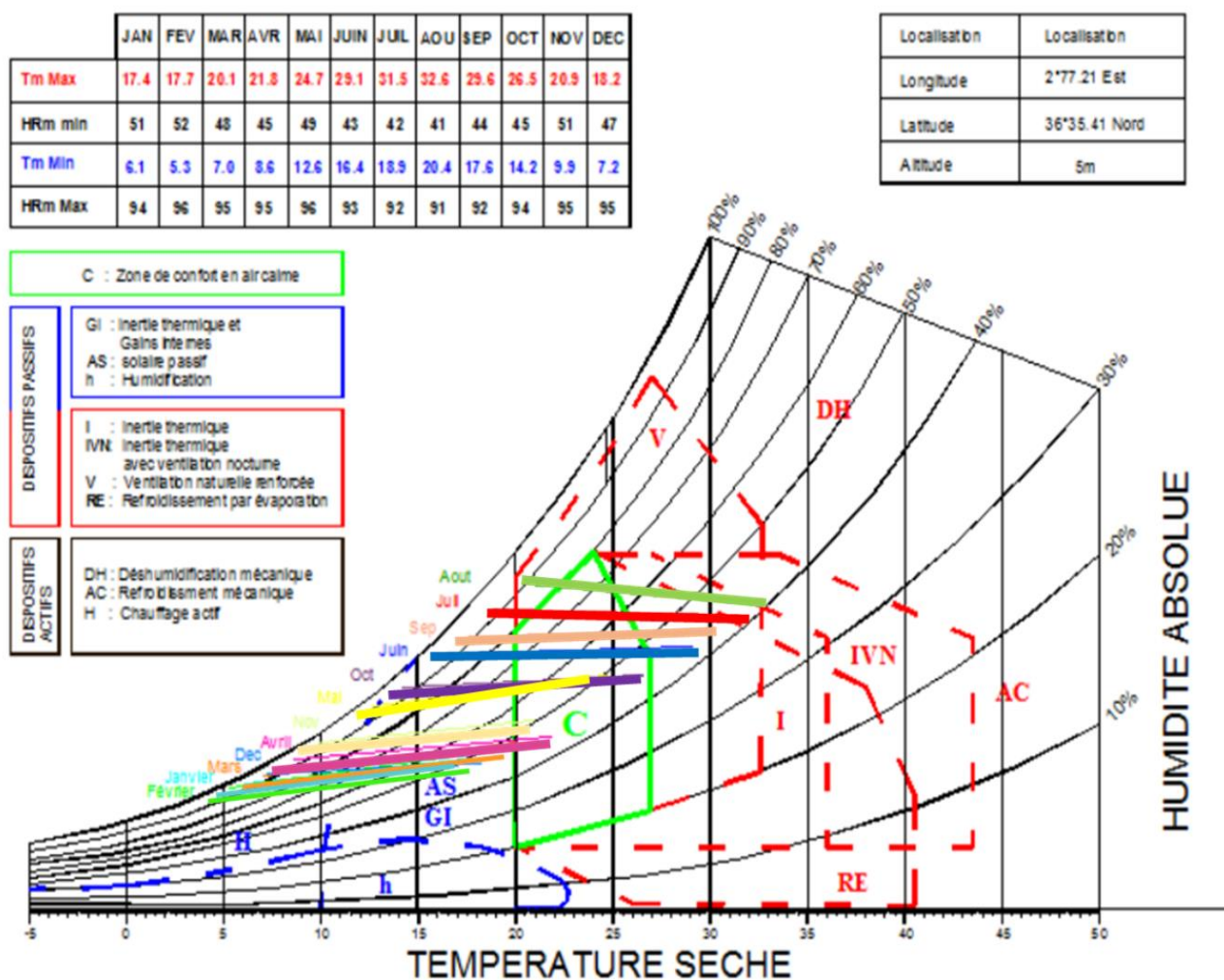


Figure 221 : diagramme de Givoni

Source : auteurs

- Interprétation des résultats

On peut distinguer trois grandes parties :

- **La zone de confort** : correspond en majeure partie le mois de juin et septembre, en moyenne partie les mois de mai, juillet, août et octobre.
- **La zone de sous-chauffe** : on retrouve en majeure partie le mois de décembre, janvier, février, mars et en partie les mois d'avril et novembre.
- **La zone de surchauffe** : Correspond au mois d'août et juillet, en petite partie au mois de septembre et juin.

Après avoir établi le diagramme de Givoni, Les orientations étaient comme suit :

Zones : dispositifs passifs / actifs	Dispositifs recommandés
GI : inertie thermique et gaines interne	- Utilisation de matériaux à forte inertie thermique.
As : solaire passif	- Technique de captage passive (serre bioclimatique). - Optimisation des gains solaires passifs (orientation sud, répartition spatiale correcte, façade vitrée).
IVN : inertie thermique avec ventilation nocturne	-Utilisation de la ventilation naturelle orientant les brises marines (les vents frais d'été). -Utilisation des dispositifs de protection solaire ; obtenus par la forme elle-même (self-shading) ou par des dispositifs innovateurs tel que les brises soleil, la façade double peau...
I : inertie thermique	- Utilisation de matériaux à forte inertie thermique.

VI-1-Stratégie du chaud

- Capter l'énergie solaire en positionnant les ouvertures en priorité au Sud.
- Stocker dans la masse interne.
- Eviter la perte par une forte isolation et le coefficient de forme.
- Distribuer ou régulariser.

A. Solutions bioclimatiques passives

• La façade double peau

En hiver, la façade double peau présente plusieurs avantages tels que :

- Eviter le phénomène de paroi froide ;
- Le canal qui présente aussi un espace tampon ;
- Diminution des déperditions thermiques, stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau ;
- Economie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage, avec un coefficient de transmission thermique moyen $\approx 1,15 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ainsi que l'utilisation de l'éclairage naturel ;
- Préchauffage des amenées d'air.

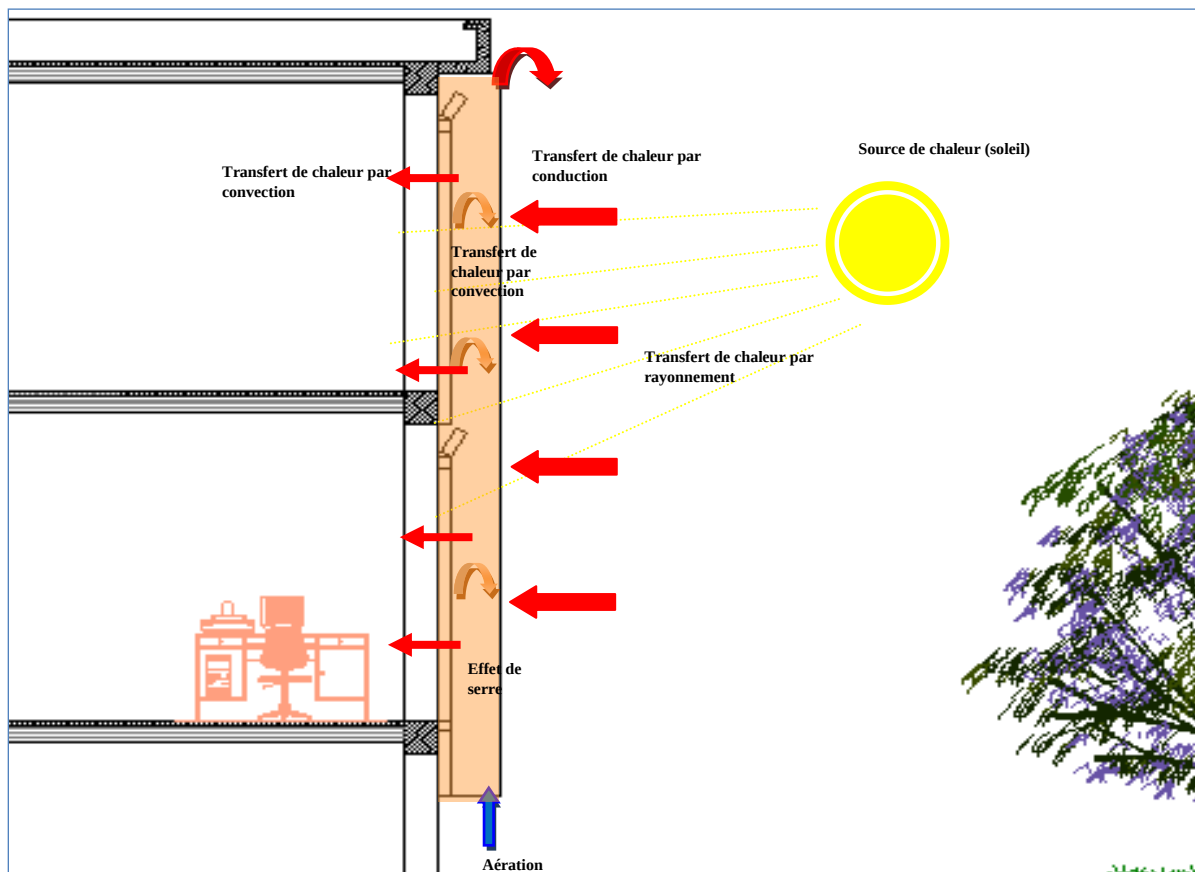


Figure 222: le fonctionnement de la façade double peau en hiver

Source : auteurs

B. Solution bioclimatiques actives

- puits canadien

Le site étant proche de la mer, l'air est humide et pour cela nous avons besoin d'une bonne ventilation, nous avons choisis le puits canadiens qui réduire l'utilisation d'une ventilation mécanique, en plus de ces capacités de chauffer l'espace par son parcours souterrain (inertie de la terre). Ce système fonctionne grâce à une canalisation située dans le sol qui transporte l'air aspiré à l'extérieur pour l'insuffler dans l'habitat par ventilateur. Durant cette circulation, l'air échange ces calories ou frigories avec celles de la terre.

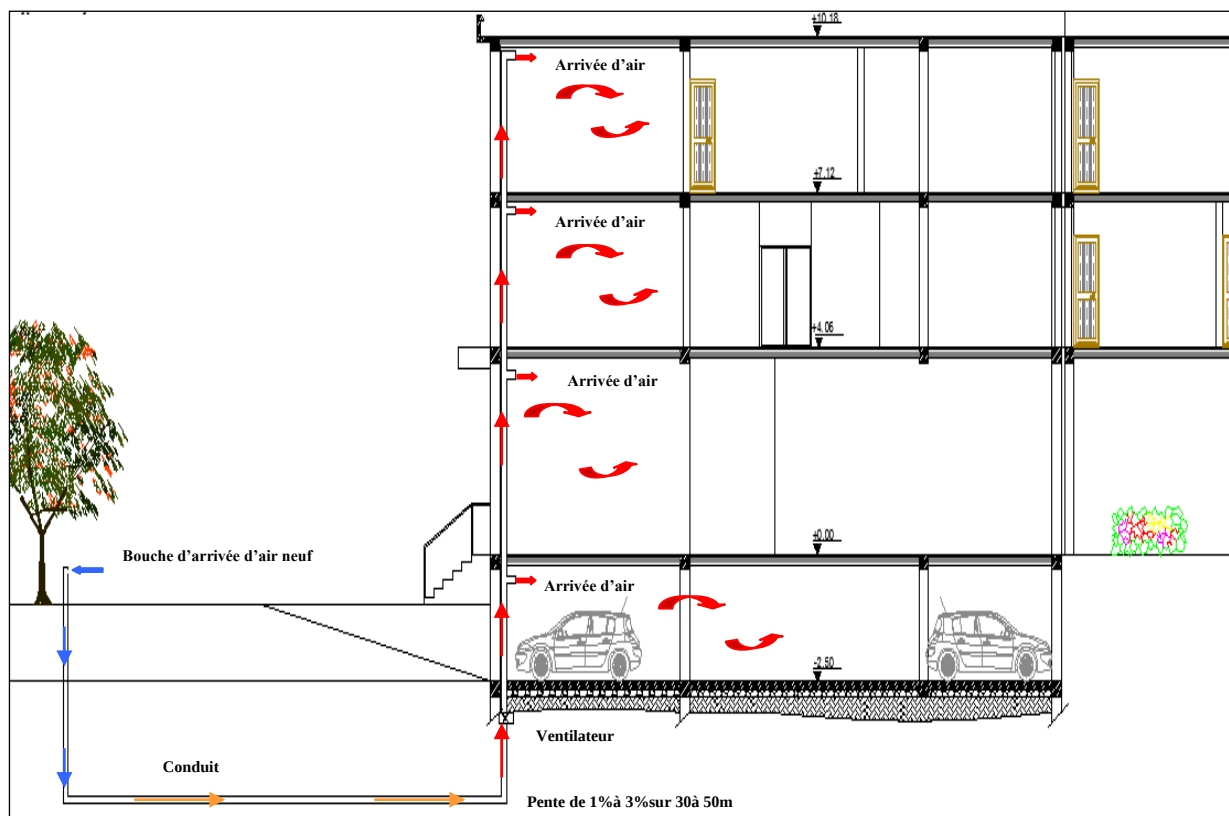


Figure 223 : fonctionnement de puits canadien

Source : auteurs

V.2. stratégie du froid

- Protéger du rayonnement solaire : brise soleil extérieur, végétation, isolation.....
- Ventiler fortement la nuit et « stocker le froid » dans de la masse interne : murs de refend, sols, plafonds, cloisons lourds, etc.

A. Solutions bioclimatiques passives

- **Façade double peau**

La façade double peau est avantageuse en été car elle évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil, ainsi que l'augmentation de l'isolation vu la présence de vitrage performant (rétro-réfléchissant).

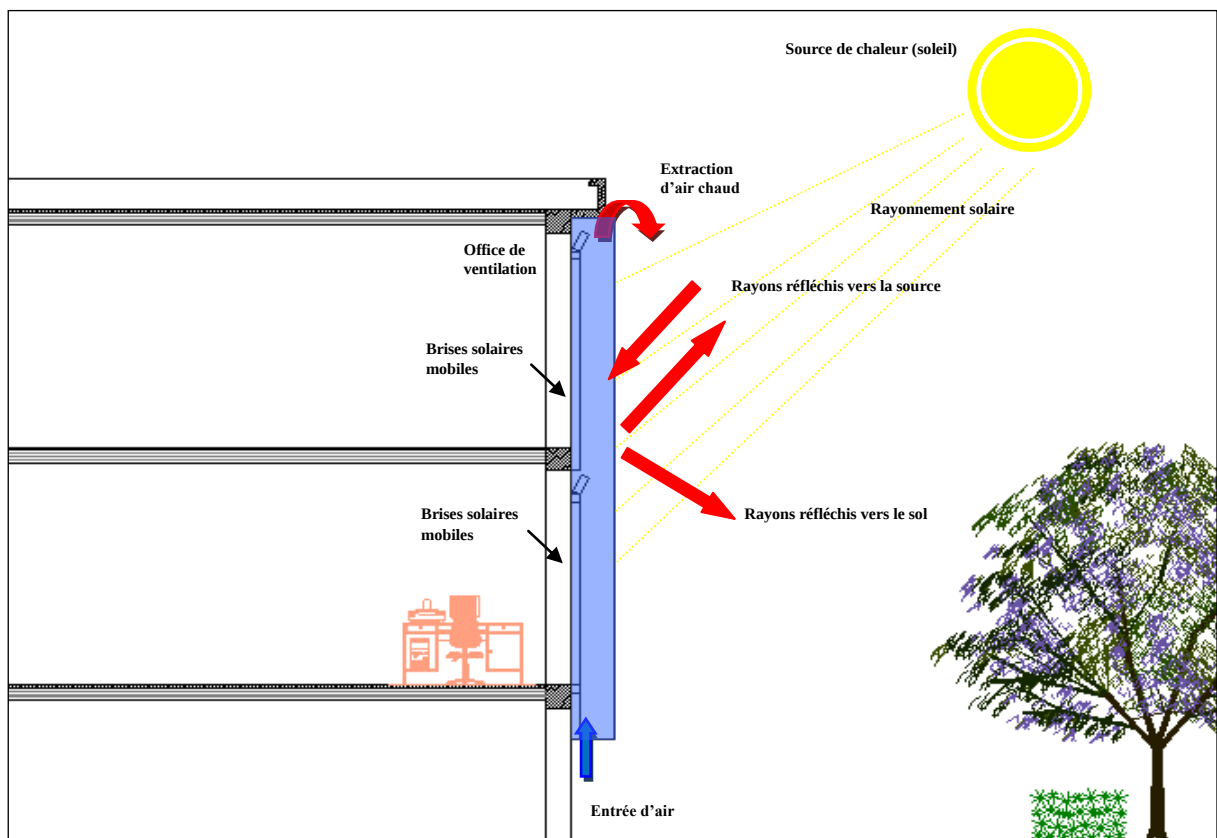


Figure 224: fonctionnement de la façade double peau en été

Source : auteurs

- **La cour centrale**

La cour occupe le cœur de notre projet, c'est un lieu de rassemblement de circulation, mais aussi d'aération et de rafraîchissement de nos espaces. Grâce à son orientation Sud elle joue le rôle d'un véritable régulateur thermique pour le projet.

L'effet thermosiphon

La ventilation naturelle dans les entités du projet est assurée par la cour centrale, l'air frais pénètre dans le bâtiment et rafraîchir les espaces intérieurs puis il sera évacué vers l'extérieur. Cette opération permet de réduire l'humidité aussi.

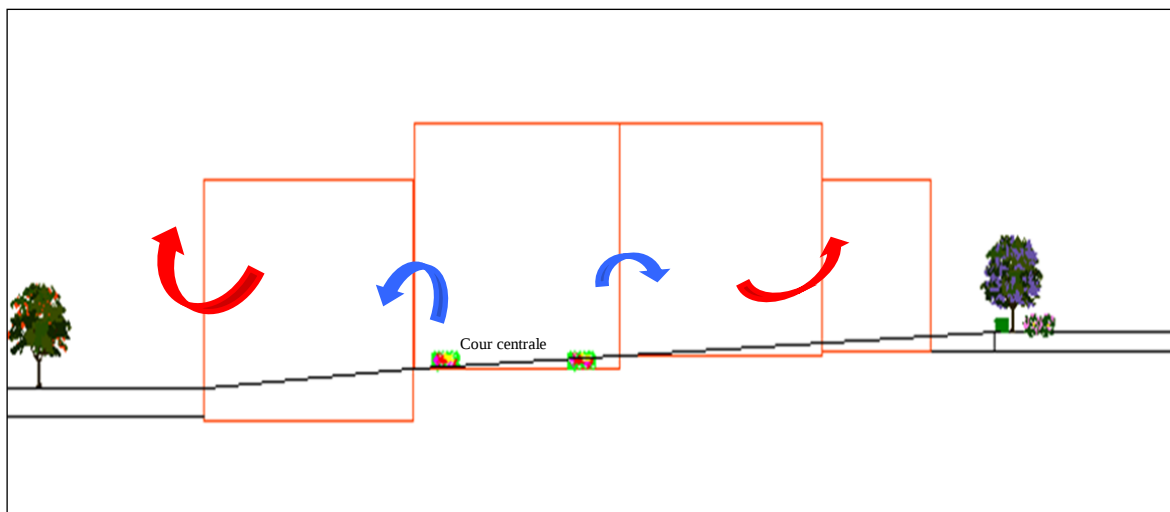


Figure 225 : effet thermosiphon

Source : auteurs

- **La végétation**

Le toit végétalisé permet :

- Une meilleure isolation thermique (isolation renforcée pendant les périodes hivernales et estivales) ;
- Le confort thermo-hygrothermique ;
- L'amélioration du cadre urbain ;
- Protection du bâti contre les chocs thermiques ;
- Biodiversité urbaine ;
- La meilleure qualité de l'air (filtration de l'air des végétaux).

Critère du choix

- Faible épaisseur de substrat (3 à 15 cm environ) ;
- Poids de surcharge compris entre 30 et 100 kg/m² (à capacité maximale en eau)
- Entretien restreint (arrosage uniquement en cas de sécheresse prolongée) ;
- Végétation colonisatrice très résistante (mousse et sédums, graminées, plantes grasses) ; la hauteur de ces végétaux ne dépassent guère 25 cm ; le mixage de plusieurs variétés lui donne un aspect multicolore du meilleur effet décoratif et varie au gré des saisons ;
- Les plantations (arbres, buissons ...) permet de créer un sol environnant qui participe à la création de l'ombrage et éviter la formation de chaleur dans les sols environnants ce qui assure le confort.

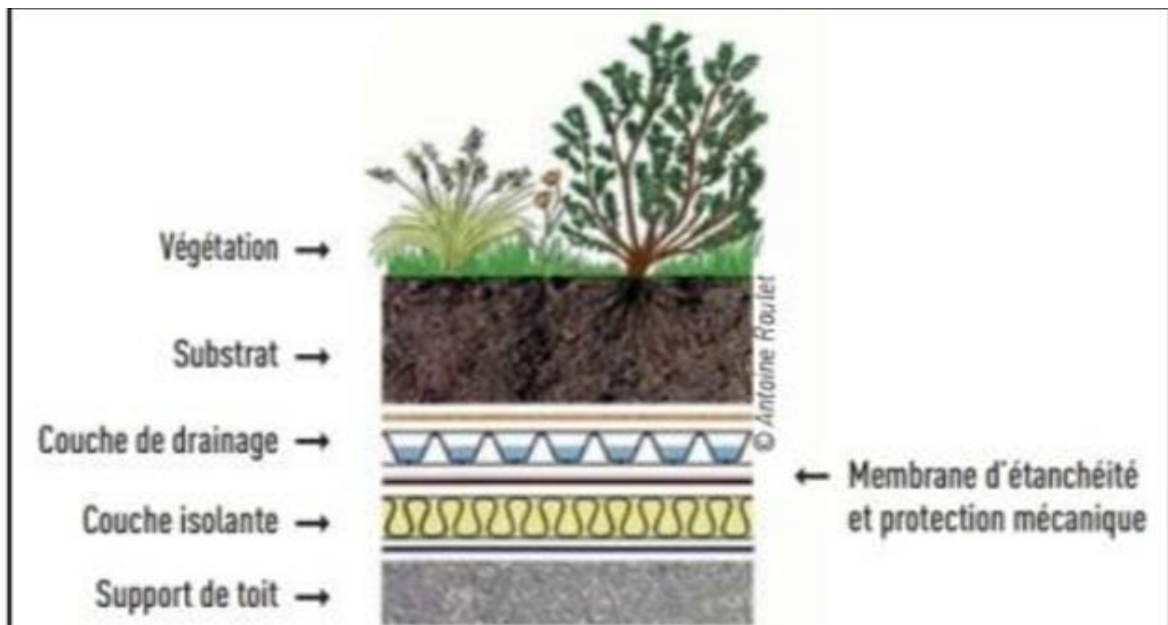


Figure 226: coupe sur une toiture végétale

Source : guide-végétalisation extensive.pdf.

B. Solutions bioclimatiques actives

• Puits canadien

Ce système de ventilation permet un renouvellement de l'air à l'intérieur. L'air extérieur profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir et arriver dans le bâtiment. Le recours à l'énergie géothermique est aussi obligatoire.

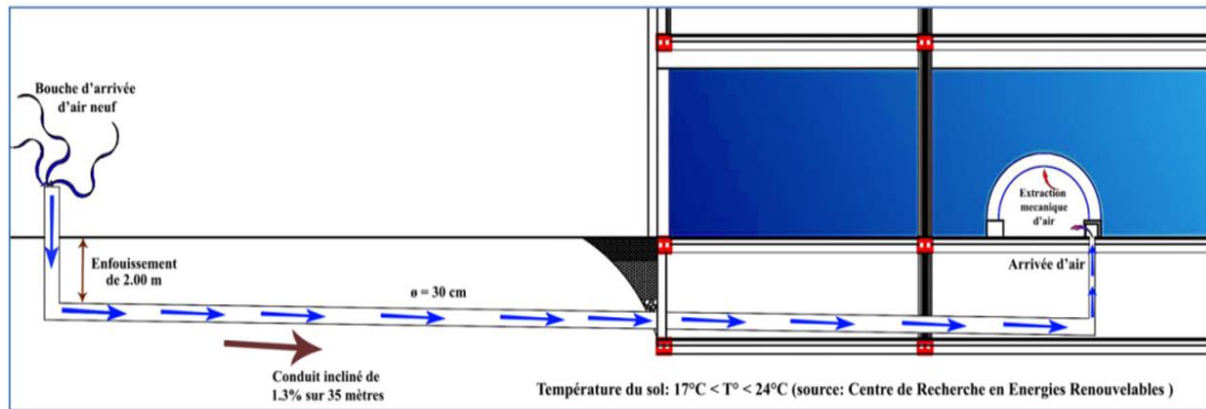


Figure 227 : fonctionnement du puits canadien

Source : mémoire2019

VII. Le choix du système structurel

Le choix du système structurel se fait en tenant compte de la nature et les exigences spécifiques de chaque équipement.

Nous avons adoptés des trames structurelles en fonction des besoins des différentes parties de notre projet. Notre équipement ne demande pas de grands dégagements et d'espace libre et pour cela on a opté pour le choix d'une structure en béton armé.

VII.1. La structure en béton armé (poteaux, poutres)

Notre choix c'est porté sur une ossature en béton armé, car ce dernier présent divers avantages par rapport à la durabilité de la construction, économie d'énergie considérable, la résistance à la compression et la résistance au feu et aux chocs. Il s'agit aussi d'une matière recyclable d'où une construction écologique.

A. Infrastructure

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et des éléments situés en dessous du niveau de base.

- **Les fondations**

Le choix du système de fondation dépend de la résistance du sol et du résultat de calcul des descentes de charge, elles permettent l'ancrage de la structure au terrain ; de limiter les tassements différentiels et les déplacements horizontaux.

Dans le choix des fondations du projet on doit faire en considération les éléments suivants:

- Le site d'intervention est situé dans la zone sismique (zone III) ;

- Le site d'intervention proche de la mer ce qui engendre la présence de nappes phréatiques.

Ces critères nous a orientés vers :

1- Fondations ponctuelles en semelles isolées

- La mise en œuvre de ce type de fondations est simple ;
- Faible cout.

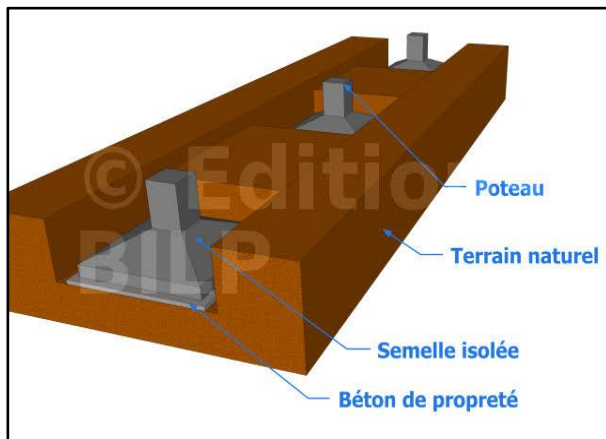


Figure 228 : semelle isolée

Source : <https://maconnerie.bilp.fr/guide-general/ouvrage/fondations/superficielles>

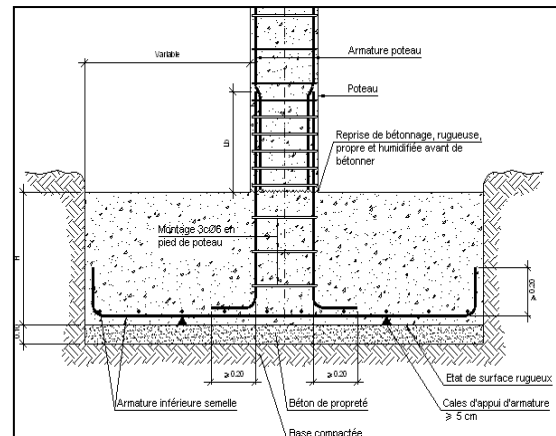


Figure 229: coupe transversale sur semelle

Source : <https://detailsconstructifs.cype.fr/CSZ001.html>

2- Semelles filantes

Elle est utilisée sous un mur continu (Voile) avec une armature de chaînage et une armature de transversale qui serve à équilibrer la flexion de la semelle par rapport au soubassement.

- Moins encombrante ;
- Le cube de béton sera réduit ;
- Elle représentera une meilleure résistance.

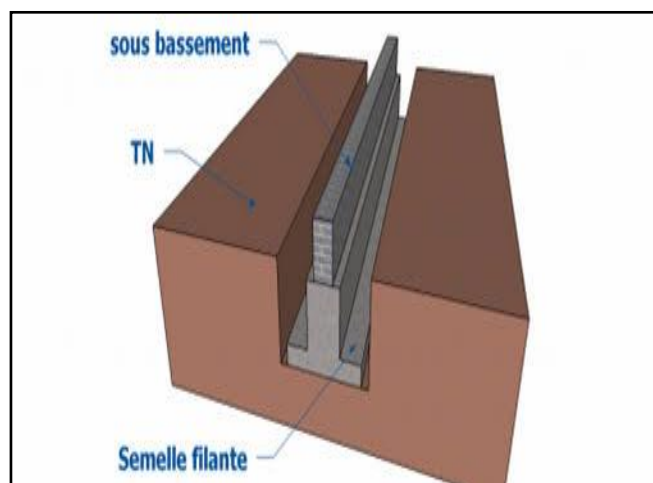


Figure 230 : semelle filante

Source : <http://coursexosup.blogspot.com/2015/04/fondations-introduction-toute-structure.html?m=1>

3- Mur de soutènement (voile)

Pour la partie sous-sol, un voile périphérique étanche en béton est prévu, doté d'un drainage périphérique pour éviter toute infiltration des eaux de l'ensemble de l'équipement. Nous avons prévus des murs de soutènements en béton armé pour le parking en sous-sol d'une épaisseur de 20 cm.

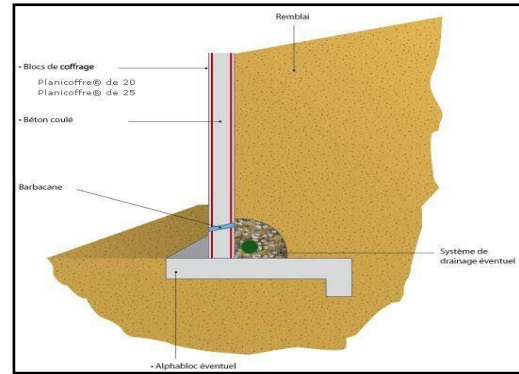


Figure 231: mur de soutènement

Source: <http://www.anco.pro/blog/construire-un-mur-de-soutenement/>

4- Joints

• Joints de rupture

Ils sont prévus là où un changement de forme, et une différence de hauteur importante, afin d'assurer la stabilité du bâtiment et d'offrir à chaque son autonomie, ils assurent l'indépendance complète des blocs qu'ils délimitent et empêcher leur entrechoquement dont les dimensions sont calculées en fonction des déformations possibles des constructions.

• Joints de dilatation

Ils sont prévus pour répondre aux dilatations dues aux variations de températures, tous les 20 ou 35 mètres.

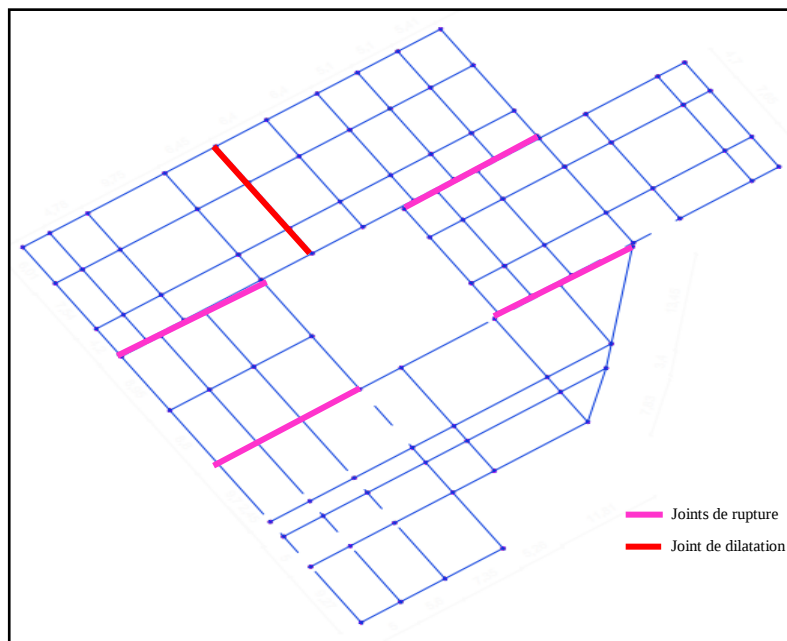


Figure 232 : la présentation des joints dans le projet

Source : auteurs

B. Superstructure

1- Poteau en béton armé

Les poteaux sont des éléments structuraux travaillant principalement en compression, transmettent au sol les charges supportées par les différents étages, ils doivent résister à la fois aux charges verticales et horizontales (ventes séisme). Notre

choix est porté sur des poteaux x en béton armé de section rectangulaire 30*40cm.

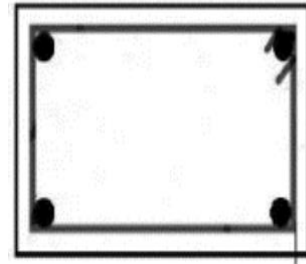


Figure 233 : détail poteau en BA

Source : www.cahiers-tecchniques-batiment-fr

2- Poutres en béton armé

C'est des éléments horizontaux en béton reposent sur deux appuis. Nous avons choisis d'assembler aux poteaux en béton armé des poutres en béton armé car elle résiste très bien à la compression et à la traction.

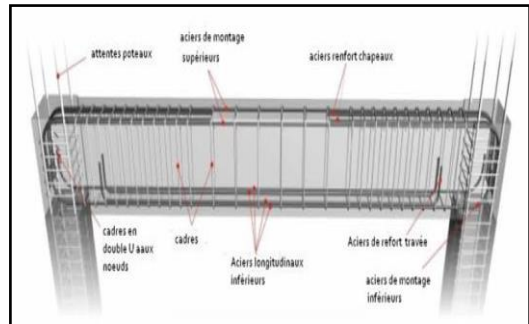


Figure 234 : détail d'une poutre en BA

Source : <http://coursexosup.blogspot.com/2015/04/les-elements-destructure-poteaux-et.html> ?m=1

3- Plancher corps creux

Par rapport au choix de la structure en béton armé (poteaux et poutres en béton armé) on a opté pour les planchers en corps creux qui sont des versions considérablement améliorées des dalles solides qui offrent plus d'améliorations au niveau de la construction d'un bâtiment dans son ensemble. Il se compose de deux dalles minces et de nervures qui relient, ayant des mêmes performances ou meilleures que celles d'une dalle pleine, avec moins du béton.

- **Avantages structurales**

- Ils présentent moins, rendant l'ensemble de la structure plus résistante aux séismes ;
- Les fondations sont moins stressées en raison de la diminution de la charge de construction ;
- Ils sont convenant pour les étendues moyennes et grandes (7à12m) ;
- Même à corps creux, ces dalles ont la même résistance que les dalles pleines.

- **Avantages fonctionnels**

- Les dalles à corps creux sont adaptées aux espaces avec des colonnes en position irrégulière.

- Des étendues plus larges offrent une flexibilité plus grande d'organisation de l'espace intérieur.

- La surface inférieure plate fournit un passage ininterrompu aux conduits et aux tuyaux ;
- Une esthétique améliorée pour une surface de plafond plate et lisse.
- Un traitement ultérieur, plâtrage ou montage plus facile du plafond suspendu.

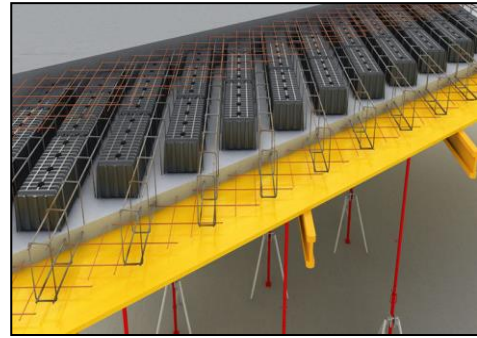


Figure 235: dalle corps creux

Source : <https://www.geoplastglobal.com>

- **Avantages économiques**

Une utilisation de coffrages en plastique noyés dans les dalles en béton diminue le volume de béton utilisé (jusqu'à 20%) ;

Ils permettent de réduire les coûts et le temps requis pour accélérer le processus de construction.

- **Avantages environnementaux**

- La diminution du béton utilisé a un impact sur la quantité de CO₂ émise dans l'air.

C. Second œuvre

-L'utilisation des matériaux et des techniques d'isolation acoustique et thermique

- **Travailler la géométrie des locaux**

Ajouté des panneaux légèrement inclinés, ce sont des moulures, des cariatides, des trucs qui assurent la diffusion du son.

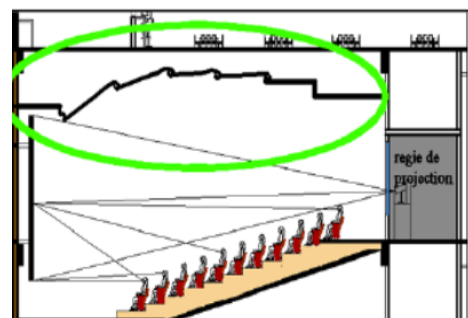


Figure 236: les panneaux d'isolation acoustique

- **la fibre en bois**

C'est un composant 100% naturel, il régule efficacement la température intérieure en été comme en hiver.

Le bois permet une absorption calorifique très lente et un déphasage (inertie) très longue, en isolation phonique les panneaux absorbent jusqu'à 95% des ondes sonores.



Figure 237 : la fibre en bois

Source : <http://fr.qaz.wiki./Hardboard/>

- **Cloisons intérieurs**

On a utilisé les murs en maçonnerie (briques creuses) pour la séparation entre les espaces intérieures.



Figure 238: mur en brique creuse

Source : <https://monmacon.pro/construction-de-mur-en-brique/>

- **faux plafonds**

Des faux plafonds insonorisant, démontable, conçus en plaques de plâtre de 10 mm d'épaisseur accrochés au plancher, avec un système de fixation sur rails métalliques réglables.

Les faux plafonds sont prévus pour permettre :

- Le passage des gains de climatisations et de différents câbles (électrique, téléphoniques etc. ...) ;
- La protection de la structure contre le feu.
- La fixation des lampes d'éclairage, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.

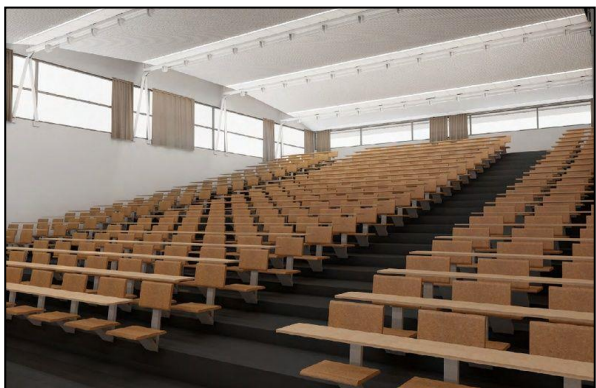


Figure 239: faux plafonds

Source : <http://www.amplitude-conseil.fr/amphitheatre-manufacture-des-tabacs/>

- **Façade double peau**

On a utilisé beaucoup de surfaces vitrées dans le projet, cependant cela peut causer des situations d'inconfort et de surchauffe en été, et de froid en hiver. Afin d'éviter cela nous avons opté pour l'utilisation des verres isolant double vitrage à base émissivité et le verre rétro-réfléchissant.

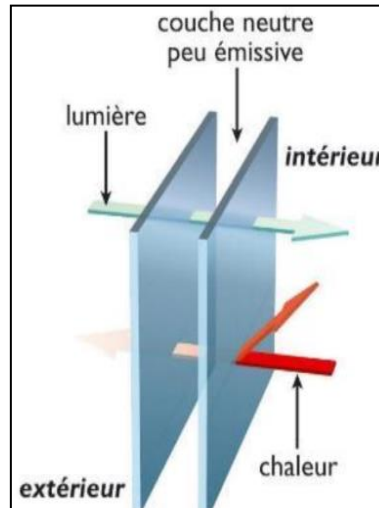


Figure 240: double vitrage à base émissivité

Source : www.energiepluslesite.be

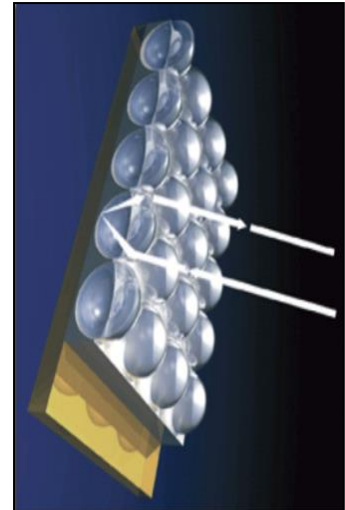


Figure 241: rétro-réfléchissant

Source : www.energiepluslesite.be

Conclusion

Dans ce chapitre, on a retracé le processus et les étapes d'élaboration du projet. Cette démarche pré-opérationnelle nécessite une réflexion approfondie car l'architecture du projet doit être émergée de son contexte urbain et bioclimatique et des exigences spécifiques de la thématique. On voit clairement l'effet de ces données dans la forme finale du projet en termes de choix de forme. La distribution des espaces intérieurs et le choix des dispositifs nécessaires pour assurer le confort de l'occupant et le respect de l'environnement.

Conclusion générale

Conclusion générale

La culture d'un peuple c'est son identité et son mémoire ; puisqu'elle regroupe les croyances, les savoirs, le mode de vie qui a été transmis et préservé d'une génération à l'autre qui se diversifient d'un peuple à un autre. Elle est devenue de nos jours le point de repère d'un pays. L'Algérie est riche culturellement car elle a subi une succession de plusieurs civilisations qui ont marqué son territoire. Ces dernières ont laissé des empreintes permanentes, une variété inestimable en matière d'héritage architectural, urbanistique et archéologique. Malgré l'existence de cette richesse culturelle et archéologique, elle n'est ni exploitée ni prise en compte. L'objectif de ce travail réalisé tout au long de cette année, que fut celui de réaliser un institut d'architecture au niveau de la zone d'extension Est à Tipaza à proximité des deux sites archéologiques et le centre-ville ce qui m'a permis en premier lieu d'approfondir mes connaissances concernant le monde de la culture et le tourisme dans un paysage naturel exceptionnel. Par ailleurs d'aborder la question très actuelle des bâtiments qui est la forte consommation énergétique (énergivore) et qui répondent à l'architecture bioclimatique. A travers ce projet j'ai pu apporter des éléments de réponses aux problématiques émises au début du travail, ainsi que confirmer ou affirmer les hypothèses formulées, pour aboutir aux objectifs fixés.

Rappelons des hypothèses mise en place au début de la recherche :

- La création d'un dialogue entre l'architecture et l'environnement pourrait mettre en évidence la valorisation des ressources naturelles ;
- la transmission et la vulgarisation du savoir ainsi que la sensibilisation du grand public de l'importance du patrimoine par le biais de nouveaux moyens de communication peuvent être constituées les bases de la thématique d'un projet qui s'adresse au grand public et qui contribuera à créer un espace d'échange et de partage entre les différentes tranches de la société ;
- Projeter un équipement destiné à la formation de l'architecture, l'histoire, la culture serait à même de rehausser l'image de la ville de Tipaza.

Les objectifs fixés au début du travail de la recherche :

- Mettre en place une esquisse de stratégie d'écologie et de gestion durable en mettant en pratique des procédés bioclimatiques.

Conclusion générale

- créer une liaison entre l'architecture, environnement et l'histoire (sites archéologique).
- l'exploitation de la richesse naturelle de la ville.
- Revaloriser, protéger et renforcer le patrimoine archéologique de la ville de Tipaza.

Pour obtenir au résultat final, il était indispensable de passé par une étude théorique bibliographique pour mieux comprendre la thématique et l'option d'étude, celle de l'architecture bioclimatique, commençant par une recherche sur l'architecture bioclimatique avec ces différents principes et dispositifs, ensuite une recherche thématique sur les instituts d'architecture avec une analyse approfondie des exemples qui nous a aidé dans l'élaboration du projet.

Le projet doit être conçu sous les influences de son contexte urbain et naturel. Une analyse contextuelle a été effectuée, elle comporte :

- Les potentialités et les contraintes du site ;
- Les différentes informations concernant le site (ensoleillement, climat morphologie..) ;
- Les besoins en termes sociaux, économiques, démographique, énergétiques, patrimoniaux, environnementaux.

D'après cette analyse plusieurs renseignements sur l'application de certains principes bioclimatiques en climat méditerranéen, suivant la lecture de diagramme de Givoni de la ville de Tipaza, une bonne ventilation est nécessaire pour résoudre le problème d'humidité relativement élevé.

Mon projet est conçu sous l'influence de son contexte urbain et naturelle. La bonne compréhension des exigences contextuelles et thématiques et les exigences de développement atteint par la technologie dans le domaine de la construction ainsi que la touche personnelle de concepteur afin de concevoir un espace s'intègre dans son environnement et qui répondre aux exigences fonctionnelles et assure le confort de ses usages grâce à l'équipement du projet de divers procédés architecturaux bioclimatiques passifs et actifs avec une consommation énergétique modéré.

Bibliographie

- **Dutreix, A. 2010.** Bioclimatisme et performances énergétique. [éd.] Eyrolles. p. 19.
- **Givoni, B. 1978.** L'homme, l'architecture et le climat ». [éd.] le moniteur Paris.
- **LIEBARD A, DE HERDE A,** traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique .ED : Observe ER, Paris.2005.
- **PIOBETTA J.B,** Les Institutions Universitaires, Paris, PUF, 1961, p.8.
- **Architecture contemporaine et nature en ville,** PDF.
- **Ilots de fraîcheur dans la ville** PDF. Consulté le 10/03/2020.
- **Ilots de chaleur urbains** PDF sur slideshare .consulté le : 09/03/2020.
- **CHANOUNE R, CHERIFI H., CHETTAH K.:** diplôme de Master en Architecture: L'impact de la végétation sur l'ambiance lumineuse dans l'habitat individuel.
- **Mlle Benhalilou Karima :** mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère (PDF): impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment.consulté le 07/03/2020.
- **Mlle ASSOUL C, HARB H,** Aquarium El-Djazair ,Mohammadia – Alger, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Mémoire de master 2 en architecture.
- **Mlle BENMESSAOUD S, KHIARI A,** Centre d'interprétation d'archéologie et du patrimoine à Tipaza, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Mémoire de master 2 en architecture.
- **Mlle ABDELLI N, Mr BELHOCINE S,** Ecole d'architecture à Tizi Ouzou. architecture bioclimatique. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2016, 92 p. Disponible sur : PDF.dl.ummto.dz.
- <http://di.univblida.dz :8080/jsui/bistream/123456789/2084/1/4.720.12.pdf>.
- **Peter Van Tilburg.** Politiques et gestion de l'enseignement supérieur.n°14[en ligne].2/2002.Disponible sur : <https://ww.cairn.info/revue-politiques-et-gestion-de-l-enseignement-supérieur-2002-2-page-9.htm> #(consulté le 10septembre 2020).

- **FuturaMaison.**Architecturebioclimatique[enligne].Disponiblesur<<https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/>> (consulté le 3septembre2020).
- Végétation et confort(en ligne) disponible sur <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/vgtation-confort>
- **Lancour**, et al. (2004). Les doubles façades ventilées, classification et illustration des concepts de façades.
- **Safer**, N. (2006). Modélisation des façades de type double peau équipées de protections solaires : Approche multi-échelles.
- **Poirazis**, H. (2006). Double skin façades a literature review. [en ligne]. Disponible sur www.ebd.lth.se consulté le 19/09/2020.
- **Agnès Wojciechowicz**.(01/04/2015).quels sont les différentes métiers de l'architecture. [en ligne].Disponible sur <[https:// etudiant . le figaro .fr/orientation/trouver-sa-formation/detail/article/quels-sont-les differents-metiers-de-l'architecture-1313/](https://etudiant.lefigaro.fr/orientation/trouver-sa-formation/detail/article/quels-sont-les-differents-metiers-de-l-architecture-1313/)>consulté le : 22/04/2020.
- **Christien Robischon** (bureau de Strasbourg du Moniteur).(23/09/2016).A Strasbourg , l'école d'architecture ajoute le Garage sa Fabrique.[en ligne].Disponible sur<<https://www.lemoniteur.fr/article/a-strasbourg-l-ecole-d-architecture-ajoute-garage-a-sa-fabrique.1316499>> consulté le 22/04/2020.
- **Julien Lano**. (18/04/2014).Strasbourg School of Architecture/Marc Mimram. [en ligne].Disponible sur<<https://www.archdaily.com/496751/strasbourg-school-of-architecture-marc-mimram>> consulté le 08/05/2020.
- Centre d'étude sur l'environnement bâti et les infrastructures (CBEEIS).MORGAN STATE UNIVERSITY. [en ligne].Disponible sur<<https://www.hc2.com/projets/center-built-environment-infrastructure-studies-cbeis-morgan-state-university/>>consulté le 08/05/2020.
- <https://archiguelma.blogspot.com/2018/11/analyse-urbain-ville-tipasa-kevin-lynch.html>.
- ENSAS-brochure-2020.Disponible sur <<https://www.strasbourg.archi.fr/lecole>>.

- **Architecture Cinétique** .jul18, 2012[en ligne].Disponible sur <<https://fr.scribd.com/doc/100413076/Architecture-Cinetique> .consulté le 10/03/2020.
- **Francesco Guidetti**. Avantages des dalles à corps creux, (19mai2019). [en ligne].Disponible sur <<https://www.geoplastglobal.com/fr/blog/avantages-des-dalles-a-corps-creux>.consulté le 25/10/2020.
- **Hamza Khadri**, Les éléments de structure poteaux poutres, (13avril2015). [en ligne].Disponible sur<<https://courssexosup.blogspot.com/2015/04/les-elements-destructure-poteaux-et.html> ?m=1.

Annexes





