

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté du Génie de la Construction
Département d'Architecture**



Mémoire de Master en Architecture
Option : architecture et environnement
Atelier : Archi-Bio.

« Au forum du patrimoine »

Un musée qui respire et explore l'histoire.



Présenté par :

Boualam Rabiaa.
Khabil Nour el Houda.

Encadré par :

Mme. K. MEHAOUED.

Soutenu le 06/12/2020

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Le présent travail de recherche pour la soutenance et l'obtention du diplôme de Master en architecture, option architecture et environnement, atelier Archi-bio est réalisé au département d'architecture, de la faculté de génie de la construction de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, promotion 2019/2020.

On remercie Allah de nous avoir donné la volonté, le courage et la santé pour finaliser ce modeste travail.

On exprime toute notre gratitude à l'égard de notre promotrice : Mme MEHAOUED KARIMA, qui a dirigé ce travail. Pour sa disponibilité, son soutien, ses conseils et critiques très constructives tout au long de ce travail de recherche, malgré la situation sanitaire critique.

Nos vifs remerciements vont aux membres de jury, qui nous ont fait l'honneur d'évaluer notre travail de recherche et de participer à la soutenance.

Notre gratitude va également pour l'ensemble des enseignants du département d'architecture de l'UMMTO, qui nous ont donné l'envie de poursuivre dans cette voie.

On tient également à remercier tout le personnel de la bibliothèque de l'université de Tizi-Ouzou, département d'architecture Tamda, l'Habitat, leurs aides nous ont été d'un grand apport.

Enfin, Il nous reste à ne pas oublier de remercier tant de personnes, que nous ne pouvons nommer, de peur d'en oublier ; que toutes sachent qu'elles sont bien présentes dans notre esprit et dans nos cœurs.

Rabiaa et Houda.

Dédicaces

Avec ma profonde affection, Je dédie ce modeste travail :

*A ceux qui m'ont soutenu, m'ont encouragé durant toute ma vie. A ceux qui ont toujours
voulus que je sois la meilleure : A ma mère, et mon père. Symboles du
Sacrifice, de l'amour, de l'encouragement, et de la tendresse,... je voudrais vous exprimer
toute mon affection, et admiration.*

Mes frères, mes sœurs et leurs enfants ainsi que l'ensemble de ma famille.

À mon amie et binôme Khabil Nour el houda.

*À mes chères amies avec qui j'ai surmonté des moments durs et vécu des moments
inoubliables durant mon parcours : Amal, Hannan, Siham, Katia.*

*À toute ma famille, mes amies, et tous ceux qui me sont chers, et que j'ai omis de citer
Involontairement.*

Rabiaa,

Dédicaces

A la mémoire de mes grands-parents paternels que dieu garde leurs âme dans son vaste paradis.

A Ayi et Djeddi que dieu garde leurs santés et leurs vies.

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers :

A mes chers parents,

Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, que dieu les garde toujours près de moi.

A mes adorables sœurs Yasmine, Lina, Nouha, et mes petits anges Abdellah et Abdrahman,

A tata Djamila qui a toujours cru en moi,

A toute ma famille : KHABIL et KHERROUBI,

A mon binôme et mon amie Rabiaa,

A ceux qui m'ont aidé et toujours soutenu durant ces cinq années : Hafsa et Saliha,

Yassine et Yazid.

A mes meilleures amies : Imane Ka, Djouhar et Roza je vous souhaite beaucoup de réussite.

A la meilleure de toutes : Ma Zozo.

Houda,

Résumé

L'Algérie, un pays riche en patrimoine, qui est depuis des années face aux menaces et au risque de perte de la mémoire collective, des repères historiques et de l'identité qu'il symbolise. Tipaza est l'une des villes qui porte le plus de significations historiques en plus de son paysage naturel exceptionnel. Actuellement elle se trouve au centre d'un plan de la relance de l'activité touristique et plus précisément de la promotion d'un véritable tourisme culturel

Dans ce contexte et dans le cadre des diverses démarches qui visent la réduction de la consommation énergétique que nous nous sommes proposé de concevoir un équipement à caractère novateur dédié à la préservation de l'héritage de cette ville qui retracera son histoire, et qui contribuera à la revitalisé.

Un projet intitulé « au forum du patrimoine » se distingue par son architecture durable et sa conception qui tient compte de tous les attributs d'une architecture bioclimatique intégrant diverses techniques et solutions passives et actives pour une architecture respectueuse de son environnement. Un projet qui sera non seulement un endroit où exposer des œuvres d'art, mais la fusion de toute une série de fonctions et de services. Il sera un lieu de rencontre avant d'être un lieu de découverte, un lieu de socialisation et de mixité social, qui offrira aux amateurs et aux professionnels leur dose de connaissances culturelles. C'est le fruit de l'interaction de plusieurs éléments et facteurs liés aux données relatives au contexte, aux exigences du thème, suivant une démarche respectueuse de l'environnement.

Mots clés : architecture bioclimatique, musée, Tipaza, patrimoine, forum.

Abstract

Algeria, a country rich in heritage, has for years faced threats and the risk of loss the collective memory, historical landmarks and the identity that they symbolize. Tipaza is one of the cities with many historical meanings in addition to its exceptional natural landscape. At present, it is at the center of a plan to revive tourist activity.

In this context and that which aims at the reduction of energy consumption, we have proposed to design innovative equipment devoted to the preservation of the heritage of this city. It will retrace its history, and will contribute to its revitalization.

A project titled "Au forum du patrimoine" stands out by its durable architecture and its design that takes into account all the characteristics of a bioclimatic architecture and solutions for an architecture respectful of its environment. A project that will not only be a place to exhibit artwork, but the fusion of a whole series of functions and services. It will be a meeting place before being a place of discovery, a place of socialization and social diversity, which will offer to amateurs and professionals their dose of cultural knowledge. It is the result of the interaction of elements related to the context, to the requirements of the theme, following an environmentally friendly approach.

Keywords: bioclimatic architecture, museum, Tipaza, heritage, forum.

ملخص

لقد واجهت الجزائر، وهي بلد غني بالتراث، منذ سنوات تهديدات وخطر فقدان الذاكرة الجماعية والمعالم التاريخية والهوية التي ترمز إليها. تعد مدينة تيبازة واحدة من المدن التي تحمل أكثر المعاني التاريخية بالإضافة إلى مناظرها الطبيعية الاستثنائية. وهي في الوقت الحاضر في مركز خطة إحياء النشاط السياحي وترويج السياحة الثقافية. وفي هذا السياق، وكجزء من المبادرات المختلفة الرامية إلى خفض استهلاك الطاقة، اقترحنا تصميم مبنى مبتكر مخصص للحفاظ على تراث هذه المدينة الذي سيعيد تتبع تاريخها، وسيساهم في إعادة تنشيطها. المشروع يحمل عنوان "منتدى التراث" تصميمه يأخذ الاعتبار لكل سمات العمارة المستدامة التي تدمج مختلف التقنيات والحلول لبناء يحترم بيئته. مشروع لن يكون مجرد مكان لعرض الأعمال الفنية، بل سيدمج سلسلة كاملة من الوظائف والخدمات. وسوف يكون هذا المكان مكاناً للاجتماع قبل أن يكون مكاناً للاكتشاف، ومكاناً للتنشئة الاجتماعية والتنوع الاجتماعي، والذي من شأنه أن يقدم للهواة والمهنيين جرعة من المعرفة الثقافية. انه نتيجة للتفاعل بين عدة عناصر وعوامل تتصل بالمكان، ومتطلبات الموضوع، باتباع منهج صديق للبيئة.

الكلمات الدالة: هندسة المناخ، متحف، تيبازة، تراث، منتدى

Tables des matières

Chapitre introductif :

I-Introduction	I
II-Problématiques	II
III-Hypothèses	II
IV- Objectifs :	III
V- Méthodologie de recherche :	III
VI-Structure du mémoire :	III

Chapitre I : Etat de l'art et de la recherche

Introduction :	1
I. L'architecture bioclimatique :	1
I.1 Définition :	1
I.2 Objectifs de l'architecture bioclimatique :	1
I.3 Évolution de l'architecture bioclimatique :	2
I.4 La bioclimatique : à la recherche du confort :	2
I.4.1 Notion du confort :	2
I.4.1.1 Le confort thermique :	2
I.4.1.2 Les paramètres affectant le confort thermique :	3
I.5 Les stratégies bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l'efficacité énergétique	3
I.5.1 La stratégie du chaud (confort d'hiver) :	3
I.5.2 La stratégie du froid (confort d'été) :	4
I.5.3 La stratégie de l'éclairage naturel :	4
I.6 Les principes de l'architecture bioclimatique :	4
I.6.1 L'implantation et intégration au site :	4
I.6.2 L'orientation et ensoleillement :	5
I.6.3 La forme et la configuration architecturale :	5
I.6.4 La lumière naturelle :	5
I.6.5 Le choix des matériaux :	5
I.6.6 l'utilisation des énergies renouvelables :	5
I.6.7 l'isolation thermique :	6
I.6.7.1 Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs :	6
A) Par remplissage de la lame d'air dans le cas d'un mur creux :	6
B) Par l'extérieur :	6
C) Par l'intérieur :	7
D) Procédés d'isolation thermique des vitres :	7
I.6.7.2 Les matériaux d'isolation thermique :	7
I.6.8 La ventilation naturelle :	10
I.6.8.1 Définition :	10
I.6.8.2 Les moteurs de la ventilation :	10
I.6.8.3 La ventilation à l'échelle urbaine :	10
I.6.8.4 Effet du vent sur le confort (échelle de BEAUFORT) :	11
I.6.8.5 Effet du vent sur les bâtiments selon l'implantation :	11
I.6.8.6 Les effets de la végétation :	11
I.6.8.7 Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain :	12
I.6.8.8 La ventilation à l'échelle du bâtiment :	13
A) La ventilation naturelle :	13
E) Les modes de la ventilation :	13
I.7 LES DISPOSITIFS DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :	16
I.7.1 Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique :	16
I.7.1.1 La serre bioclimatique :	16
A) En hiver :	16
F) En été :	16
I.7.1.2 Les protections solaires :	17
A) Les masques architecturaux :	17
1. Le masque architectural par la stratégie de l'auto-ombrage :	17
<input type="checkbox"/> Origine :	18
<input type="checkbox"/> Fonctionnement :	18
<input type="checkbox"/> Modèles géométriques pour réaliser la stratégie de l'auto-ombrage.....	18
<input type="checkbox"/> Le modèle expérimentale :	20
<input type="checkbox"/> Synthèse :	20
B) Les protections mobiles :	20
1. Architecture cinétique :	21
C) Les films réfléchissants/ionisants :	22
D) Les protections végétales :	22
1. Toiture végétale :	22
<input type="checkbox"/> Le mur végétal intérieur et extérieur :	23
<input type="checkbox"/> Le végétal comme paramètre passif de l'architecture bioclimatique.....	23
<input type="checkbox"/> Le végétal à la conquête de la ville.....	23
<input type="checkbox"/> L'effet de la végétation sur le confort et la consommation d'énergie...	24
I.7.1.3 Le mur capteur accumulateur :	25
A) Le mur trombe :	25
B) Le mur rayonnant mixte ou mur « double peau ».....	25
C) Le mur capteur en bois :	25
I.7.1.4 Le vitrage et ses performances :	26
A) Caractéristiques principales des vitrages :	26
<input type="checkbox"/> Température des vitrages et confort :	26
<input type="checkbox"/> Le coefficient de transmission thermique Ug :	26
<input type="checkbox"/> La transmission lumineuse TL.....	27
<input type="checkbox"/> Le facteur solaire G exprimé en %	27

<input type="checkbox"/> Le confort acoustique.....	27
<input type="checkbox"/> L'épaisseur du vitrage.....	27
B) Les types de vitrage :	27
<input type="checkbox"/> Le vitrage isolant :	27
<input type="checkbox"/> Le double vitrage :	27
<input type="checkbox"/> Le triple vitrage :	27
<input type="checkbox"/> Verre électro-chromique :	28
<input type="checkbox"/> Verre photochromique :	28
<input type="checkbox"/> Verre armé :	28
<input type="checkbox"/> Verre photovoltaïque :	28
<input type="checkbox"/> Vitrage rétro réfléchissant.....	28
C) Conclusion :	29
I.7.1.5 Façade double peau :	29
A) Les composants de la FDP et leurs caractéristiques	29
B) Les types de façade double peaux :	29
C) Les types de ventilation	31
<input type="checkbox"/> La ventilation forcée ou mécanique :	31
<input type="checkbox"/> La ventilation naturelle	31
<input type="checkbox"/> La ventilation hybride	31
D) Contribution de la façade double peau au confort.....	31
<input type="checkbox"/> Performance acoustique :	31
<input type="checkbox"/> Performance thermique :	31
I.7.2 Les dispositifs bioclimatiques actifs :	32
I.7.2.1 Les panneaux solaires :	32
A) Panneau solaire photovoltaïque :	32
B) Panneau solaire thermique :	32
C) Panneau solaire hybride (capteurs mixtes).....	33
I.7.2.2 Le chauffage chauffant rafraichissent :	33
I.7.2.3 La pompe à chaleur air-air :	33
I.7.2.4 La pompe à chaleur (PAC) air-eau :	34
I.7.2.5 La pompe à chaleur (PAC) géothermique :	34
I.7.2.6 l'éolienne :	35
I.7.2.7 Matériaux à changement de phase (MCP)	35
A) Les méthodes de stockages de l'énergie thermique	35
B) Principes de fonctionnement :	35
C) Domaines d'application :	36
D) Classification des MPC :	36
1. Composés organiques :	36
2. Composés inorganiques :	36
3. Composés eutectiques :	36
E) Critères de sélection d'un MCP :	37
F) Analyse des systèmes de stockage d'énergie à base de MCP dans le bâtiment	37
1. Procédures d'intégration des MCP	37
G) Utilisations passives des MCP en bâtiment	38
1. Les MCP intégrés dans les murs :	38
2. Les murs trombes à base de MCP :	38
3. Les enduits à base de MC :	38
4. Intégration des MCP dans les fenêtres :	38
5. Les MCP dans le plafond et dans le plancher :	38
6. Les blocs de béton à base de MCP :	39
7. Intégration des MCP dans des rideaux :	39
8. Le chauffage par le sol :	39
H) Utilisation active des MCP dans le bâtiment :	40
1. MCP dans le chauffage solaire :	40
2. Unité de rafraîchissement active des plafonds :	40
3. Unité de rafraîchissement des bâtiments par ventilation :	41
4. Unité de concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol	41
CONCLUSION	41

Chapitre II : Analyse de projets modèles

INTRODUCTION :	42
II. La recherche thématique :	42
II.1 le choix du thème :	42
II.1.1 La cité du patrimoine c'est quoi ?	42
II.1.2 l'histoire des musées :	43
II.1.3 Les typologies des musées :	44
II.1.4 Le parcours dans les musées :	44
II.1.4.1 Parcours linéaire :	44
II.1.4.2 Parcours circulaire :	44
II.1.4.3 Parcours labyrinthe :	44
II.1.5 Le fonctionnement d'un musée :	45
II.1.6 La lumière dans les musées :	46
II.1.7 Le rôle de l'éclairage dans les musées :	46
II.1.8 Entre musée, muséologie et scénographie :	47
II.1.8.1 La muséologie :	47
II.1.8.2 La muséographie :	47
II.1.8.3 La scénographie :	47
II.2 analyse de projets :	47
II.2.1 Le musée de l'acropole d'Athènes :	47

II.2.1.1	Fiche technique :	47
II.2.1.2	Le climat de la ville d'Athènes :	47
II.2.1.3	Présentation du projet et son contexte :	48
II.2.1.4	Le site d'implantation :	49
II.2.1.5	l'idée du projet :	49
II.2.1.6	La volumétrie :	50
II.2.1.7	l'étude des plans et analyse fonctionnelle :	50
	A) Le plan de masse :	50
	B) Le RDC pour les ruines archéologiques :	51
	C) Le 1er étage s'adresse à la sculpture et l'exposition :	51
	D) Le mi-niveau un espace de service :	52
	E) Le 2ème étage se dialogue avec le Panthéon :	52
II.2.1.8	Les façades :	52
	A) Les matériaux :	53
	B) Une conception des façades esthétiques et durables :	53
II.2.1.9	Les dispositifs bioclimatiques :	53
	A) La protection solaire :	54
	B) l'atrium :	54
	C) Le double vitrage :	54
	D) La façade double peaux ventilés :	54
II.2.1.10	Les ambiances :	54
II.2.1.11	La structure :	56
II.2.1.12	Les concepts tirés du projet :	56
II.2.2	Le musée de civilisation de l'Europe et de la méditerranée (mucem) :	57
II.2.2.1	Fiche technique :	57
II.2.2.2	Climat de Marseille :	57
II.2.2.3	Présentation du projet et son contexte :	57
II.2.2.4	Implantation :	58
II.2.2.5	l'idée et la genèse du projet :	58
II.2.2.6	La volumétrie :	58
II.2.2.7	l'étude des plans et analyse fonctionnelle :	59
	A) Plan du premier sous-sol :	60
	B) Plan du deuxième sous-sol :	60
	C) Plan du rez-de-chaussée :	60
	D) Plan du niveau 2 :	61
	E) Plan du niveau 3 :	61
	F) Plan étage 4 :	62
	G) Plan niveau 5 :	63
II.2.2.8	Les façades :	63
II.2.2.9	Les dispositifs bioclimatiques :	64
II.2.2.10	La structure :	66
II.2.2.11	Les ambiances :	67
	A) Ambiances extérieurs :	67
	B) Ambiances intérieures :	67
II.2.2.12	Les concepts tirés du projet :	69
II.2.3	Cité du patrimoine au quartier de la marine (PFE) :	69
II.2.3.1	Description :	69
II.2.3.2	Le programme :	70
II.2.3.3	Analyse fonctionnelle :	70
II.2.3.4	Les concepts tirés du projet :	70
CONCLUSION :		71

Chapitre III : Etude du site d'intervention

INTRODUCTION :	72	
III. Etude du site d'intervention :	72	
III.1 LE CHOIX DU SITE :	72	
III.1.1 Présentation de la ville de Tipasa :	72	
III.1.2 La situation de la ville de Tipasa :	73	
III.1.2.1 A l'échelle nationale :	73	
III.1.2.2 A l'échelle régionale :	73	
III.1.2.3 Synthèse :	73	
III.1.3 L'accessibilité de la ville de Tipasa :	73	
III.1.4 Lecture morphologique des éléments de composition urbaine :	74	
III.1.4.1 Les portes :	74	
III.1.4.2 Les voiries :	75	
	A) Parcours principale :	75
	B) Parcours secondaire :	75
III.1.4.3 Les nœuds :	75	
III.1.4.4 Les points de repères :	76	
III.1.4.5 Synthèse :	76	
III.1.5 Environnement immédiat :	77	
III.1.5.1 Système bâti :	77	
III.1.5.2 Système non-bâti :	77	
III.1.6 Potentialités de la ville :	78	
III.1.6.1 Potentialités paysagères :	78	
III.1.6.2 Potentialités historiques et culturelles :	78	
	A) Aperçu historique de la ville de Tipasa :	78
III.1.7 Vocations de la ville :	82	
III.1.7.1 Secteur du tourisme :	82	

III.1.7.2 Secteur de l'agriculture :	82
III.1.7.3 Secteur de l'industrie :	83
III.1.8 Environnement socio-économique :	83
III.1.9 Environnement naturel :	83
III.1.10 Topographie et l'hydrographie :	83
III.1.10.1 Le relief :	83
III.1.10.2 Les promontoires :	84
III.1.10.3 l'hydrographie :	84
III.1.10.4 La domaine littorale :	85
III.1.10.5 La végétation :	85
III.1.11 Le climat :	85
III.1.11.1 Température :	85
III.1.11.2 Humidité :	86
III.1.11.3 Précipitations (mm) :	87
III.1.11.4 Vents (Km/h) :	87
III.1.11.5 Ensoleillement :	88
III.2 DIGRAMME DE GIVONI :	88
III.2.1 Présentation :	88
III.2.2 Interprétation des résultats :	89
III.3 Présentation de l'aire d'intervention pos AU3 :	91
III.3.1 Les objectifs d'intervention sur cette extension à l'Est de la ville de Tipasa :	91
III.3.2 Les limite de l'AU3 :	91
III.3.3 l'accessibilité du AU3 :	92
III.3.4 les éléments de repères du pos AU03 :	92
III.3.5 Les propositions du C.N.E.R.U :	94
III.3.6 Le programme du PDAU zone AU3 :	94
III.3.7 Critique de la proposition de PDAU :	95
III.4 ANALYSE DE L'ASSIETTE D'INTERVENTION :	95
III.4.1 Le choix de l'assiette :	95
III.4.2 Logique du découpage :	95
III.4.3 La situation :	96
III.4.4 L'accessibilité :	96
III.4.5 La forme et topographie :	96
III.4.6 L'environnement immédiat :	97
III.4.7 Les points de repère :	97
III.4.8 L'ensoleillement :	97
III.4.9 Les vents :	98
III.4.10 Les orientations du POS :	98
CONCLUSION :	99

Chapitre IV : Approche architecturale.

INTRODUCTION :	100
IV. Création et concrétisation du projet architectural :	100
IV.1 LA METHODOLOGIE DE CONCEPTION :	100
IV.1.1 Phase idéation et sources d'inspirations :	101
IV.1.2 Conceptualisation :	101
IV.1.2.1 Ceux liés au contexte :	102
IV.1.2.2 Ceux liés au thème :	102
IV.1.2.3 Ceux lié au bioclimatique :	103
IV.1.3 La formalisation du projet :	103
IV.1.3.1 Schéma de principe :	103
IV.1.3.2 La genèse du projet :	104
a) Etape 01 : La géométrie et la polyaxialité :	105
b) Etape 02 : La centralité et la mémoire du lieu :	105
c) Etape 03 : La confirmation du centre :	105
d) Etape 04 : l'innovation et le parcours :	106
e) Etape 05 : L'intégration, l'articulation et l'émergence :	106
f) Etape 05 : la fragmentation et la création d'une faille :	107
g) Etape 06 : un peu d'organique ! :	107
h) Les solutions bioclimatiques au niveau du plan de masse :	108
IV.1.4 Programme qualitatif du projet : (Programme surfacique voir annexe) :	109
IV.2 Description du projet :	113
IV.2.1 Description formelle (les entités) :	113
IV.2.2 Les organigrammes fonctionnels :	115
IV.2.3 Description des plans :	117
IV.2.3.1 Plan de masse :	117
a) L'accessibilité :	118
IV.2.3.2 Plan du sous-sol -3.06m :	118
IV.2.3.3 RDC +0.00 :	120
a) L'entité exposition :	120
b) L'entité administrative :	120
c) L'entité recherche :	120
d) L'entité détente :	120
IV.2.3.4 Premier étage :	122
a) L'entité d'exposition : +6.00m :	122
b) L'entité administrative : +4.00m (dernier niveau de cette entité) :	122
c) L'entité recherche : +4.00m :	122
d) L'entité détente : +6.00 :	122
IV.2.3.5 Deuxième étage :	124

a) L'entité exposition : +12.00	124
b) L'entité recherche : +8.00	124
IV.2.3.6 Troisième étage :	126
a) L'entité exposition : +18.00m	126
b) L'entité recherche : +12.00m	126
IV.2.3.7 Quatrième étage :	127
IV.2.4 Description de la façade :	127
IV.2.4.1 Façade intérieure :	128
IV.2.4.2 Façade nord :	128
IV.2.4.3 Façade latérale :	128
IV.2.4.4 Façade latérale est :	128
IV.3 Volet bioclimatique et efficacité énergétique du projet :	131
IV.3.1 L'orientation et l'implantation :	131
IV.3.2 La forme :	131
IV.3.3 La végétation :	132
IV.3.4 Les dispositifs selon le diagramme de GIVONI :	132
IV.3.5 Stratégie du chaud :	133
IV.3.5.1 Toiture réfléchissante :	133
IV.3.5.2 Toiture végétalisée :	134
IV.3.5.3 ventilation naturelle renforcée :	134
a) La ventilation transversale : (figure 30)	134
b) Capteur à air : (figure 30)	134
c) Puits canadien : (figure 31)	134
IV.3.5.4 Atrium :	137
IV.3.5.5 Enveloppe bioclimatique : (figure 33)	137
IV.3.5.6 Masque architectural :	139
IV.3.5.7 Façade double peau vitrée :	139
IV.3.6 Stratégie du chaud :	140
IV.3.6.1 Toiture végétalisée :	140
IV.3.6.2 Atrium :	140
IV.3.6.3 Puits canadien : (figure 38)	140
IV.3.6.4 Chauffage par rayonnement solaire direct :	142
IV.3.6.5 Façade double peau :	142
IV.4 Détails constructifs :	143
Introduction liée à l'approche constructive :	143
IV.4.1 La structure :	143
IV.4.1.1 Structure métallique :	144
IV.4.1.2 Structure en béton armé :	144
IV.4.2 L'infrastructure :	145
IV.4.2.1 Fondations :	145
IV.4.2.2 Murs de soutènement et drainage :	145
IV.4.2.3 Joints :	146
IV.4.3 La superstructure :	146
IV.4.3.1 Matériaux :	146
IV.4.3.2 Poteaux :	146
a) Poteaux métalliques :	146
b) Poteaux en béton armé :	147
IV.4.3.3 Les poutres :	147
IV.4.3.4 Les assemblages pour les deux entités (exposition + consommation et détente)	147
IV.4.3.5 Les planchers :	148
IV.4.3.6 Le contreventement :	148
IV.4.4 Second œuvre :	149
IV.4.4.1 Mur extérieur :	149
IV.4.4.2 Mur rideau :	149
IV.4.4.3 Rideau opaque :	150
IV.4.4.4 Cloison intérieure :	150
a) Les cloisons en bois :	150
b) Les cloisons fixes :	150
c) Les cloisons en Placoplatre :	150
d) Les cloisons en verre :	151
IV.4.4.5 Faux plafond :	151
IV.4.4.6 Les gaines techniques :	151
IV.5 LES AMBIANCES INTERIEURES :	152
CONCLUSION :	153
CONCLUSION GENERALE	154

Chapitre introductif

I. Introduction

« *La survie des hommes, c'est aussi leur culture, leur mémoire et leur patrimoine* ».¹

L'histoire d'Algérie s'étend sur plus de 5000 ans et depuis la plus haute Antiquité elle fut le berceau de plusieurs civilisations qui se sont succéder l'une après l'autre, laissant trace de leur passage un important patrimoine. Et les villes anciennes abondent de ces traces historiques qui enrichissent le réservoir patrimonial du pays, et sans doute la ville de Tipaza est l'une de celle qui porte le plus de signification historique en plus de son paysage naturel exceptionnel ; elle se dresse comme un véritable musée à ciel ouvert qui se déploie sur la méditerranée.

Depuis des années le patrimoine est exposé face aux menaces et au risque de perte de la mémoire, des repères historiques et de l'identité qu'il symbolise, hélas certains biens patrimoniaux sont déjà perdus, d'autre sont menacés par l'ignorance, le laisser aller, l'urbanisme non planifié et le tourisme incontrôlé.

Cette marginalisation ne participe guère à la dynamique urbaine et socioculturelle des habitants, l'entité paysagère est quant à elle complètement abandonnée.

C'est dans ces conditions défavorables qui est née une conscience de préservation car la prise en charge et la valorisation de ce patrimoine culturel serait sans doute une source de revenus non négligeable pour tout le pays.

La sauvegarde et la valorisation du patrimoine archéologique, qui comprend les sites archéologiques, les découvertes, les collections et les objets divers issus des fouilles archéologiques nécessitent non seulement de gros moyens humains et matériels mais aussi une volonté fondée sur une vraie politique de sauvegarde du patrimoine, donc de l'identité nationale.

La ville de Tipaza fait partie d'un plan de relance de l'activité touristique et plus exactement la promotion d'un véritable tourisme culturel. Et dans ce sens plusieurs projets sont prévus afin de redonner un coup d'éclat à cette ville. Ainsi, le secteur du tourisme se développerait et créerait à son tour des milliers de postes d'emplois pour ses nombreux jeunes.

Le souci qu'on porte pour notre environnement, le souhait de revitaliser cette ville, de contribuer à la préservation d'un riche patrimoine et la volonté de s'aligner au programme porté par l'état a motivé notre choix de la thématique.

¹ Béatrice de Durfort, entretien réalisé sur « patrimoine culturel et développement ».

Un projet qui contribuera à la préservation de son héritage. Un projet qui s'intègre dans son contexte et respecte son environnement avec une consommation énergétique la plus faible possible de par sa conception bioclimatique, qui « *vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecture* »².

II. Problématique

Le patrimoine archéologique est l'outil des allées et venues, entre passé, présent et futur, c'est le réceptacle des mémoires. Il matérialise la valeur symbolique des identités culturelles et constitue un repère structurant de tous ces legs et richesses.

Dans ce contexte, Tipaza l'une des villes algériennes côtières qui regroupe l'un des plus extraordinaires complexes archéologiques du Maghreb, classé par l'UNESCO en 1982, se retrouve face à des difficultés énormes de présentation et préservation.

Aujourd'hui, il est reconnu que la présentation du patrimoine au public est un moyen fondamental de prise de conscience, de communication de ses valeurs pour son maintien en vie.

- A travers quel projet peut-on rattraper les carences culturelles de la ville de Tipaza tout en tirant profit de l'héritage patrimonial de celle-ci ?
- Comment faire d'un grand équipement, un forum de présentation et préservation le moins consommateur d'énergie ?
- De quelle façon le projet peut-il assurer le confort des usagers à tous les niveaux et répondre aux exigences bioclimatiques les plus avancées ?

III. Hypothèse

Pour répondre au questionnement, on suppose que :

- Projeter une cité du patrimoine d'art et d'histoire pourrait combler les lacunes accumulées dans les secteurs culturels ;

² Chatelet. A, Fernandez. P et Lavigne. P., Architecture climatique, une contribution au développement durable, Tome2 : concepts et dispositif, Aix-en-Provence, Ed Edisud, 1998, p10.

- La sauvegarde ; l'exposition du patrimoine matériel et immatériel de la ville de Tipaza permettrait la conservation et la valorisation de ce trésor ;
- Diffuser et conserver les éléments du patrimoine algérien dans ses différents domaines et à travers les différentes époques et offrir aux citoyens une structure culturelle et scientifique.

IV. Objectifs :

A travers ce travail nous essayerons d'atteindre les objectifs suivants :

- Expositions du patrimoine local à un grand public.
- Préserver les paysages en prenant en considération la mémoire du lieu.
- S'inscrire dans une approche environnementale qui mettra en place les principes d'une architecture bioclimatique, pour garantir l'autosuffisance énergétique et le confort dans le projet.
- L'éducation et la prise de conscience du public de son histoire et son identité ; afin de protéger le patrimoine archéologique et paysager de Tipaza.
- Redynamiser la ville en favorisant la mixité sociale et le tourisme culturel.

V. Méthodologie de recherche :

Pour arriver à des résultats précis et répondre à ces objectifs, il est nécessaire de suivre une méthode adéquate avec le thème de recherche.

- En premier lieu faire une recherche bibliographique liée au thème et au site, effectuer des sorties sur le site, lire des ouvrages relatifs à notre projet afin d'avoir un corpus théorique suffisant pouvant cerner les spécificités du thème et site choisis.
- Deuxièmement étudier les caractéristiques spécifiques du site, pour établir un diagnostic qui nous aidera à mieux intégrer le projet dans son contexte et répondre aux objectifs contextuels et tirer profit des avantages climatiques du lieu.

VI. Structure du mémoire :

Pour organiser notre travail nous l'avons devisé en deux parties après l'élaboration d'une introduction générale.

1. Rédiger un chapitre introductif composé d'une introduction générale, diverses problématiques touchant différents aspects tel que le patrimoine et l'environnement, les hypothèses, les objectifs et la méthodologie de travail.
2. Diviser le travail en deux parties :

- Partie 01 repères théoriques : c'est toutes les connaissances théoriques recueillies.
 - a) Etat de l'art et de la recherche sur l'architecture bioclimatique : ce chapitre contient les notions relatives à la conception bioclimatique ainsi que ses dispositifs, qu'on introduira dans notre projet.
 - b) Analyse de projets modèles : pour pouvoir produire un musée respectant les normes universelles, on commencera par faire une recherche sur le thème choisi, son historique et son évolution à travers le temps, puis on analysera des équipements portant la même thématique pour mieux assimiler le fonctionnement d'un musée mais aussi des différents concepts bioclimatiques.
 - Partie 02 élaborations du projet : commencer par l'étude de site pour arriver à la conception d'un projet architecturale avec tous ses détails
 - a) Etude du site d'intervention : une phase qui nous permet de faire un état des lieux et analyser l'assiette d'intervention sur tous ses aspects : morphologie, limites, climat. Pour mettre en avant ses potentialités, corriger ses carences et enfin implanter un projet en harmonie avec son site.
 - b) Programmation et conception du projet d'étude : c'est la matérialisation de toutes informations recueillies depuis le début de la recherche dans un projet qui répondra à toutes les exigences d'ordres architecturales, bioclimatique et thématiques, tout en expliquant les différentes étapes de l'idéation à la matérialisation de notre projet.
3. Rédiger une conclusion générale : Pour clôturer le travail, nous terminons avec une conclusion générale, qui viendra synthétiser les différentes étapes de la création du projet.

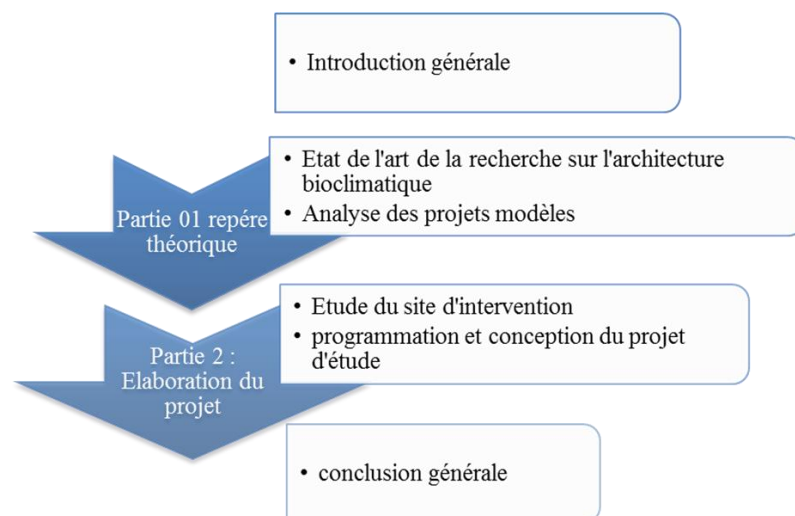


Figure i Structure du mémoire
Source : auteur

Chapitre I : Etat de l'art et de la recherche

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 écologique¹ 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. L'architecture bioclimatique :

I.1 Définition :

« *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 possible* »².

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.

I.2 Objectifs de l'architecture bioclimatique :

- Diminuer les impacts des constructions sur l'environnement ;
- Assurer l'efficacité énergétique du bâtiment ;
- Atteindre un confort thermique optimal ;

¹L'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)

²FuturaMaison.Architecturebioclimatique. Disponiblesur <https://www.futurasciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/> (consulté le 3septembre2020)

- Faire des économies d'énergie et d'argent ;
- Diminuer l'utilisation des énergies fossiles polluantes ;

I.3 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 » qui 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 apparu 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.

I.4 La bioclimatique : à la recherche du confort :

I.4.1 Notion du confort :

Toute la conception bioclimatique est basée sur le maintien du bien-être des utilisateurs par une architecture naturellement la plus confortable, ce 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.

I.4.1.1 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 environnement³ qui est atteint grâce à trois mécanismes notamment la conduction, la convection, et le rayonnement.

I.4.1.2 Les paramètres affectant le confort thermique :

La sensation de confort thermique est en fonction de plusieurs paramètres, ils sont résumés dans la figure ci-dessous :

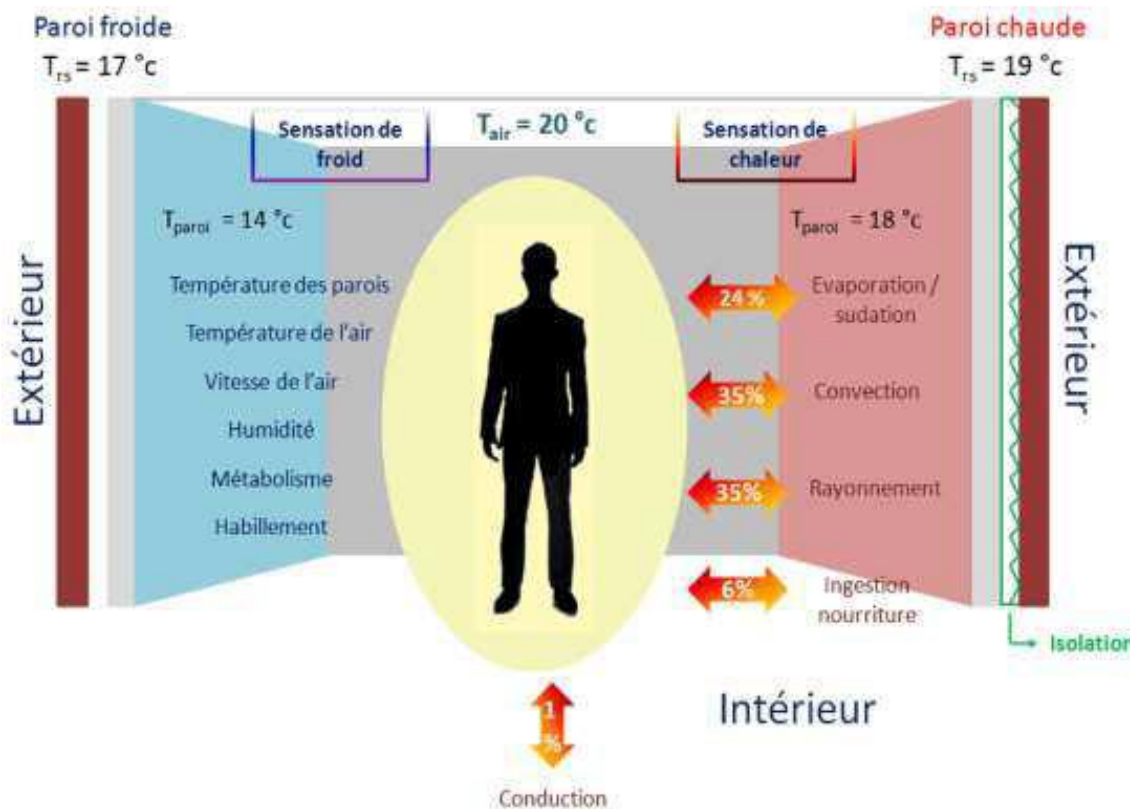


Figure I-1-les paramètres affectant le confort thermique.
Source : le confort thermique, article de Batitherme SA.

I.5 Les stratégies bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l'efficacité énergétique :

I.5.1 La stratégie du chaud (confort d'hiver) :

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

1. Capturer la chaleur du rayonnement solaire ;
2. Stocker la chaleur dans la masse ;
3. Conserver la chaleur grâce à l'isolation ;
4. Distribuer la chaleur dans le bâtiment ;

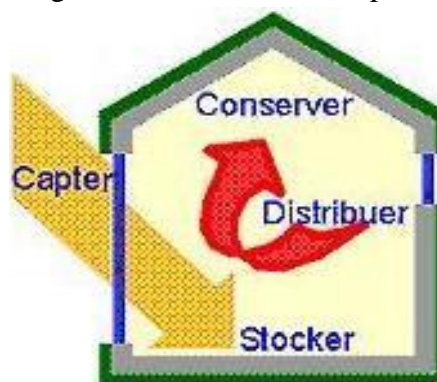


Figure I-2 : la stratégie du chaud.
Source : econo-ecolo.org/bioclimatisme

³ LIEBARD A, DE HERDE A, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Ed : Observe ER, Paris.2005.

I.5.2 La stratégie du froid (confort d'été) :

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

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

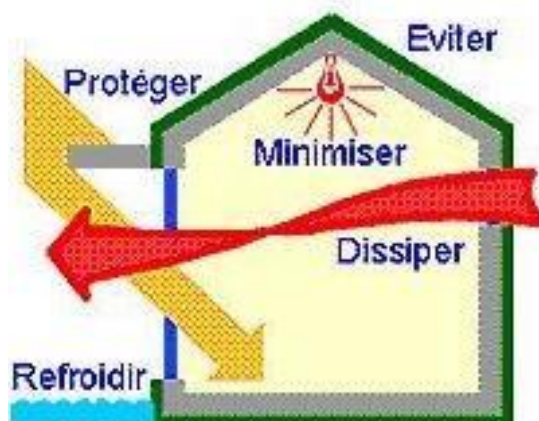


Figure I-3: la stratégie du froid.

Source : econo-ecolo.org/bioclimate.

I.5.3 Stratégie de l'éclairage naturel :

- Capturer 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



Figure I-4: la stratégie de la lumière naturelle.

Source : econo-ecolo.org/bioclimate.

lorsqu'il présente des caractéristiques néfastes à l'utilisation du bâtiment. Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de se 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.

I.6 Principes de l'architecture bioclimatique :

I.6.1 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 une protection des vents.

I.6.2 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.

I.6.3 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 à la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact. La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites.

I.6.4 La lumière naturelle :

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans la conception d'un bâtiment et ce pour diverses 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.



Figure I-5 : Eclairage naturel.
Source : <http://next.liberation.fr/>

I.6.5 Le choix des matériaux :

Le choix judicieux des matériaux conclut la conception d'un bâtiment bioclimatique, celle-ci 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 et 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.

I.6.6 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, éoliennes et hydrauliques, les biocarburants, et la géothermie.

I.6.7 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, on se dirigera vers un isolant 100% naturel comme la laine de chanvre ou la laine de bois.

I.6.7.1 Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs :

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

a) 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.

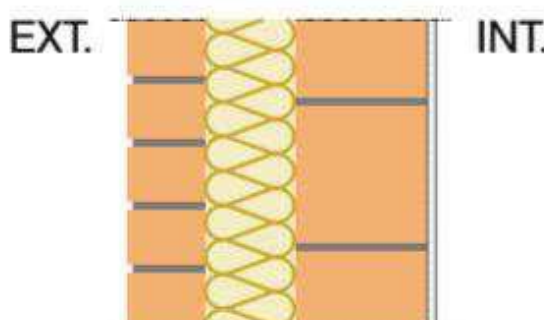


Figure I-6: Isolation thermique dans la lame d'air.
Source : Guide de l'isolation thermique en France.

b) 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 ;

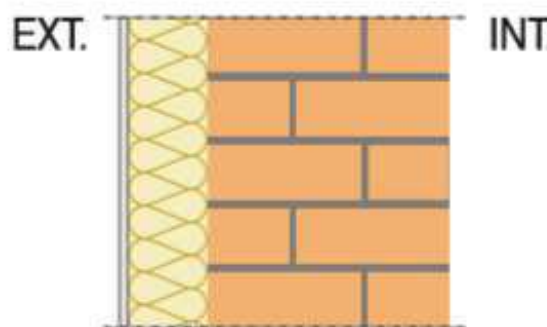


Figure I-7: Isolation thermique dans la lame d'air.
Source : Guide de l'isolation thermique en France.

- Masse thermique et finitions intérieures préservées.
- Retours de baies doivent être isolés, seuils remplacés, etc. (diminution de la surface vitrée).

c) 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 ;

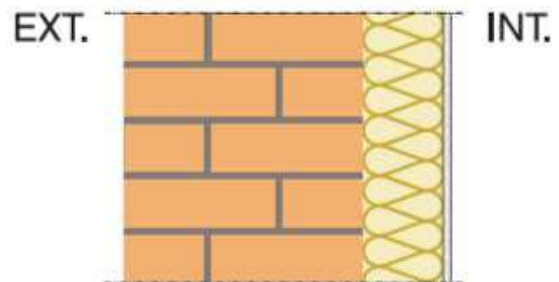


Figure I-8: Isolation thermique par l'intérieur. I
Source : Guide de l'isolation thermique en France

d) 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 .

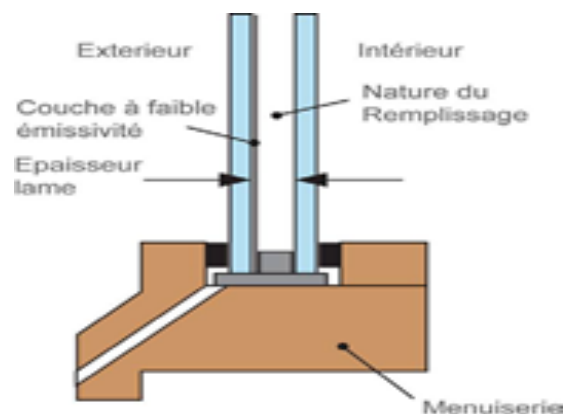









Figure I-9: Isolation thermique des vitres.
Source : Guide de l'isolation thermique en France

I.6.7.2 Les matériaux d'isolation thermique :

Tableau I-1: comparatif des isolants. source : conseils-thermiques.org + traitement auteur.

	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	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 pourrit pas).	ne se tasse pas	Grande longévité mais forte dérations 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 élevé	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

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
E humide	180 mm	400 mm	180 mm	234 mm	10-20 cm	15-16cm	160 mm
E 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

I.6.8 La ventilation naturelle :

I.6.8.1 Définition :

La ventilation naturelle est utilisée en approche bioclimatique pour fournir l'air frais nécessaire aux occupants 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].

I.6.8.2 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, est le renouvellement d'air basé sur une différence de température. L'air froid, reste au sol car plus lourd que l'air chaud qui 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 I-10: effet du vent.

Source : researchgate.net.



Figure I-11: effet cheminée.

Source : researchgate.net

I.6.8.3 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).

I.6.8.4 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

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	Ouagan	> 118	> 64	Dommages maximum

Figure I-12: Echelle de BEAUFORT. Source : simexperts.com.

confort aérothermique, selon cette échelle la vitesse de confort à ne pas dépasser est de 4m/s.

I.6.8.5 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.

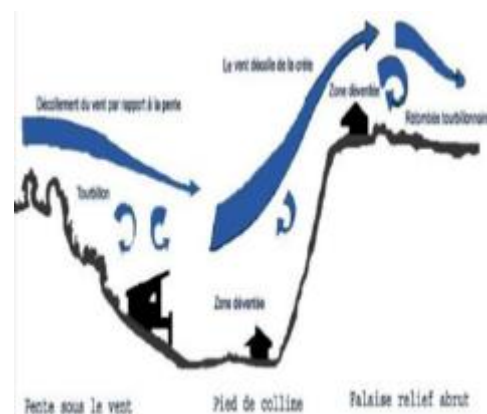


Figure I-13: influence de l'effet topographique. Source : Sacré, et al., 1992.

I.6.8.6 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 (il faut choisir le type, la taille et la disposition de cette végétation, haies et arbre à feuillage persistant et caduque...).

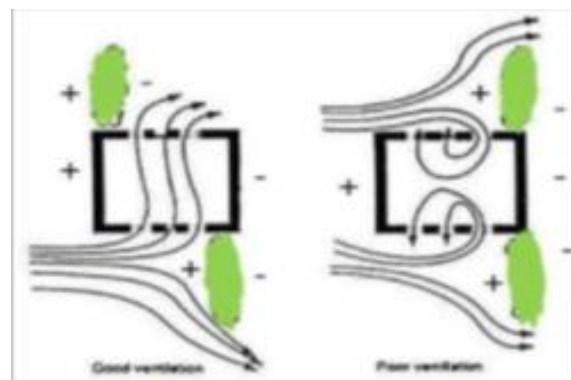
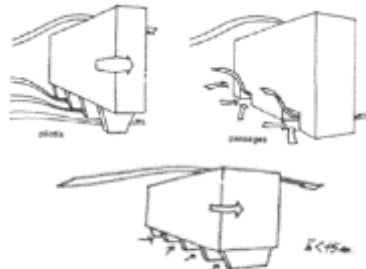
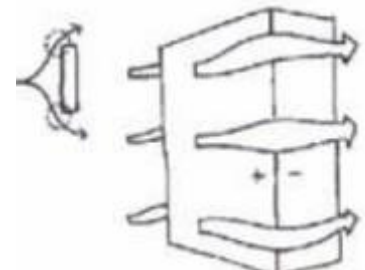
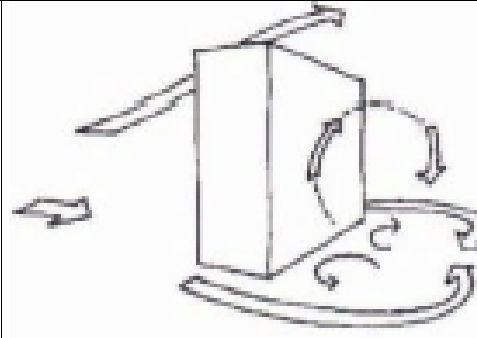
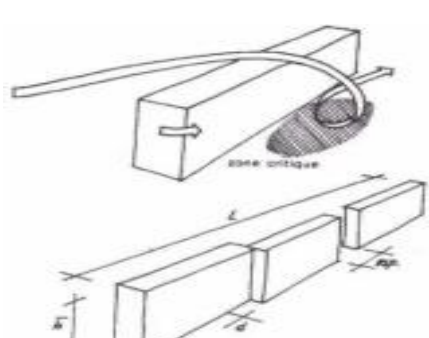
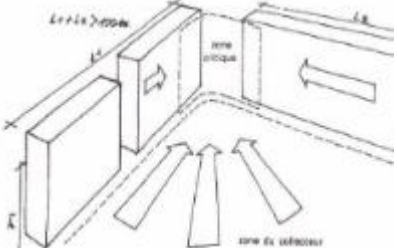
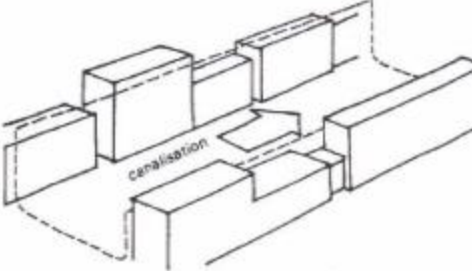



Figure I-14: utilisation de la végétation pour améliorer la ventilation naturelle. Source : Allard, 1998.

I.6.8.7 Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain :

Tableau I-2: les effets du vent sur le bâtiment. source: auteur. source des image : cours Mr Chabi 2020.

Définitions	Figures	Particularités
<p>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.</p>	 <p>le bâtiment ne fait pas suffisamment écran</p> <p>Figure I-15: Effet de trous sous immeuble.</p>	<p>Hauteur minimum > 15 m</p>
<p>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.</p>	 <p>Figure I-16: Effet de coin.</p>	<p>Les formes isolées sont plus exposées à ce phénomène</p>
<p>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.</p>	 <p>Figure I-17: effet de sillage.</p>	<p>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.</p>
<p>Effet de barre : Déviation en vrille de l'écoulement au passage d'une barre pour une incidence voisine de 45</p>	 <p>Figure I-18: Effet de barre.</p>	<p>Le phénomène existe si la géométrie de la barre est :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hauteur moyenne $h < 25m$. -Longueur minimum de la barre $L > 8h$ -espacements entre les constructions $\leq h$.

<p>Effet de Venturi :</p> <p>Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert au vent. La zone critique pour le confort se situe à l'étranglement.</p>	 <p>Figure I-19: Effet Venturi.</p>	<p>Hauteur moyenne des bras $h > 15\text{m}$.</p> <p>-Longueur minimale des bras pour un angle aigu ou droit entre ceux-ci $l_1 + l_2 > 100\text{m}$</p> <p>-Direction du vent grossièrement axé sur la bissectrice de l'angle des bras.</p>
<p>Effet de canalisation</p> <p>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.</p>	 <p>Figure I-20: Effet de canalisation.</p>	<p>Condition d'existence</p> <p>-Le couloir est constitué de parois peu poreuses : espacement \leq l'épaisseur des bâtiments.</p> <p>-La largeur du couloir $< 2h$.</p> <p>-Hauteur minimum des bras $h \geq 6\text{ m}$</p>
<p>Effet de pyramide</p> <p>Groupement de constructions à décrochement et à caractère pyramidal.</p>	 <p>Figure I-21: effet de pyramide.</p>	<p>Les coins de la pyramide. Si la hauteur de la pyramide = 40 m, alors $Y = 1,6$.</p> <p>-Les balcons ou loggias au vent et au voisinage des crêtes.</p>

I.6.8.8 La ventilation à l'échelle du bâtiment :

a) 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.

e) Les modes de la ventilation :

- **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.

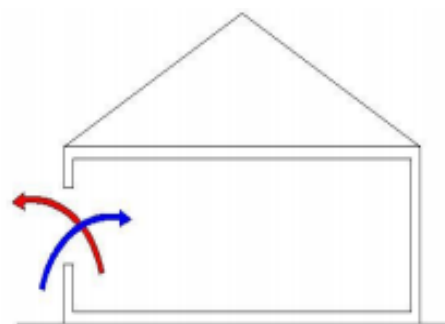


Figure I-22: ventilation mono exposée.
Source : cours Mr Chabi 2020.

- **Ouverture unique en façade :**

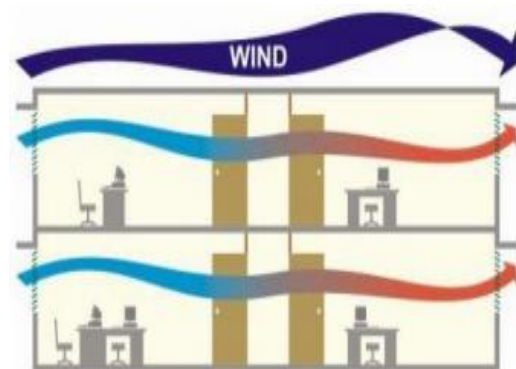
L'efficacité de cette configuration étant faible, il faut se limiter, en général, à une profondeur de la pièce inférieure ou égale à 2 fois la hauteur sous plafond. On considère qu'une profondeur de 6 mètres est le maximum pour avoir une ventilation efficace dans toute la zone

- **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.

- **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 I-23: ventilation transversale.
Source : cours Mr Chabi 2020

- **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.

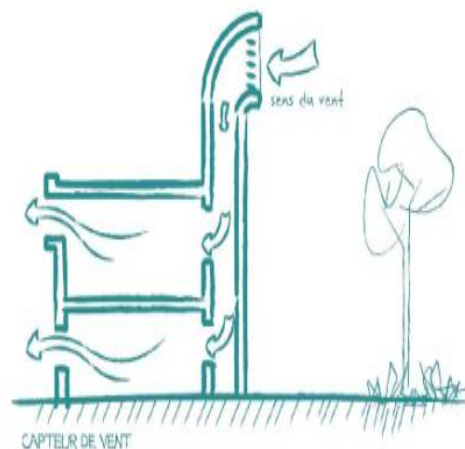


Figure I-24: capteur de vent.
Source : cours Mr Chabi 2020.

- **Ventilation par conduit vertical :**

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

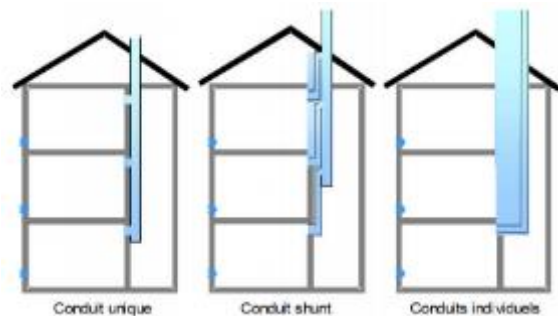


Figure I-25: Ventilation par conduit vertical.
Source : Cours de Mr Chabi, 2020

- **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.

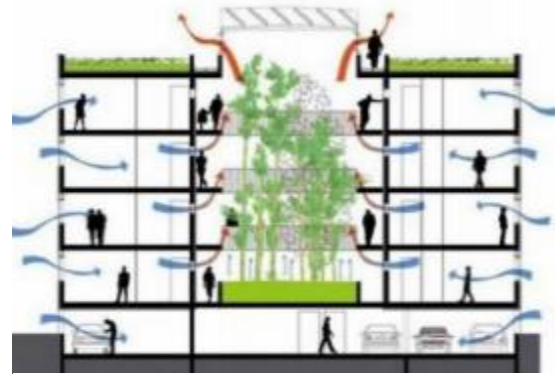


Figure I-26: Ventilation par atrium.
Source : Cours de Mr Chabi, 2020

- **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.

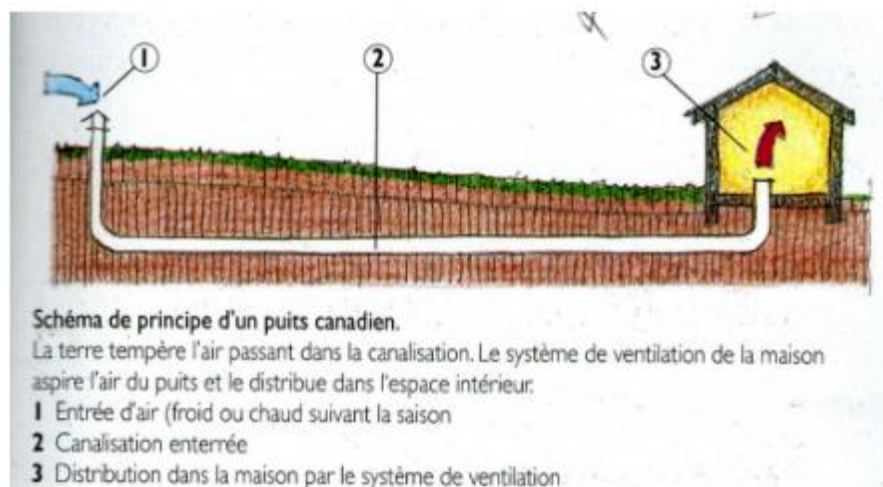


Figure I-27: fonctionnement d'un puits canadien.
Source Mr Chabi 2020.

I.7 Les dispositifs de l'architecture bioclimatique :

I.7.1 Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique :

I.7.1.1 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.

a) 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'aire du bâtiment. Le chauffage a donc lieu par convection c'est-à-dire par 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 leurs autres faces 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.

b) En été :

Les protections solaires limitent l'exposition au rayonnement solaire et évitent les surchauffes, 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.

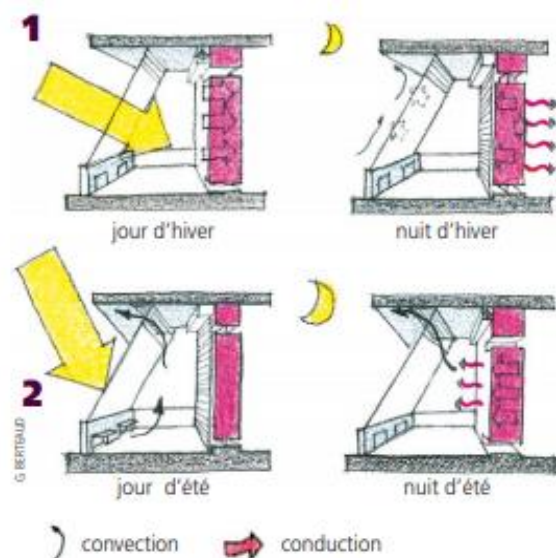


Figure I-28: Principe de fonctionnement d'une serre
Source : abonnes.terrevivante.org.

I.7.1.2 Les protections 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 leur conception. 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 I-29: Le masque architectural durant l'année

Source : publications.eti-construction.fr

On retrouve quatre catégories de protection solaire pour bâtiments :

a) 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.

1. 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 la consommation d'énergie pour le 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...

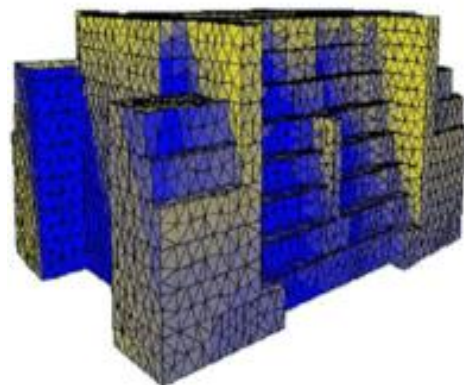


Figure I-30 Self-shading sur L'immeuble à gradins d'H. Sauvage.

Source : Kandar et al., 2019

- **Origine :**

L'auto-ombrage par l'enveloppe elle-même, 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 a une forme lisse.



Figure I-31: 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 en 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 l'auto-ombrage résumé ci-dessous :

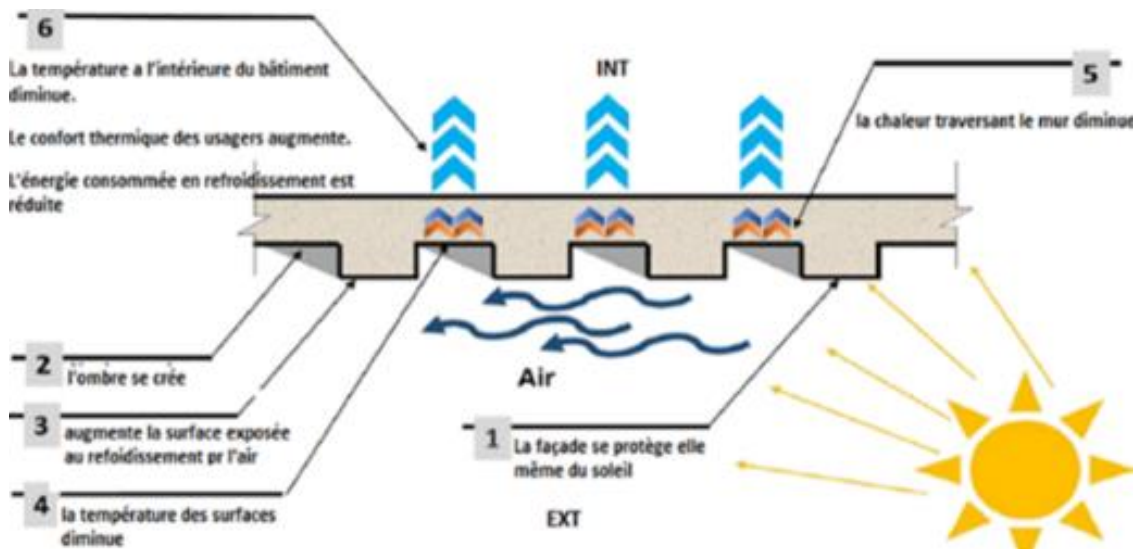








Figure I-32 : Fonctionnement de l'auto-ombrage.

Source : Merhan M. shahda, traitée par auteur.

- **Modèles géométriques pour réaliser la stratégie de l'auto-ombrage :**

Tableau I-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
<p>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.</p>	 <p>Figure I-33: Mosquée du nord du Ghana</p>
<p>Façade avec panneaux solaire saillants : 15300 panneaux solaires saillants agissent pour refléter la chaleur du soleil et confèrent un caractère esthétique unique.</p>	 <p>Figure I-34: Bureaux solaires au</p>
<p>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.</p>	 <p>Figure I-35: Immeuble de bureau en suède</p>
<p>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.</p>	 <p>Figure I-36: L'hôtel de ville de Tempe.</p>
<p>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.</p>	 <p>Figure I-37 : Parc informatique à Bangalore</p>
<p>Combinaison entre mur incliné et fenêtre en profondeur : Pour éviter les murs très inclinés ; les concepteurs ont proposé une combinaison entre mur incliné et fenêtre en profondeur.</p>	 <p>Figure I-38 Banque d'Israël, Jérusalem</p>

• **Le modèle expérimentale :**

L'étude propose une simulation d'une stratégie d'auto-ombrage (trois motifs géométriques différents) d'une façade en brique pour bloquer le soleil. (source, Merhan M. shahda), pour trouver quels types de configurations géométriques peuvent être appliqués à la façade des bâtiments pour réduire les gains de chaleur et améliorer les performances thermiques à l'intérieur, afin de minimiser l'utilisation de l'énergie de



Figure 1-39: Les motifs de l'auto-ombrage source : Merhan M. shahda.

refroidissement au moindre coût 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 le tableau ci-dessous :

Tableau I-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
Figure												
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 Sunlit%	100%	37,88% 25%		41,33% 100%		47,03% 41,74%	65,42% 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

• **Synthèse :**

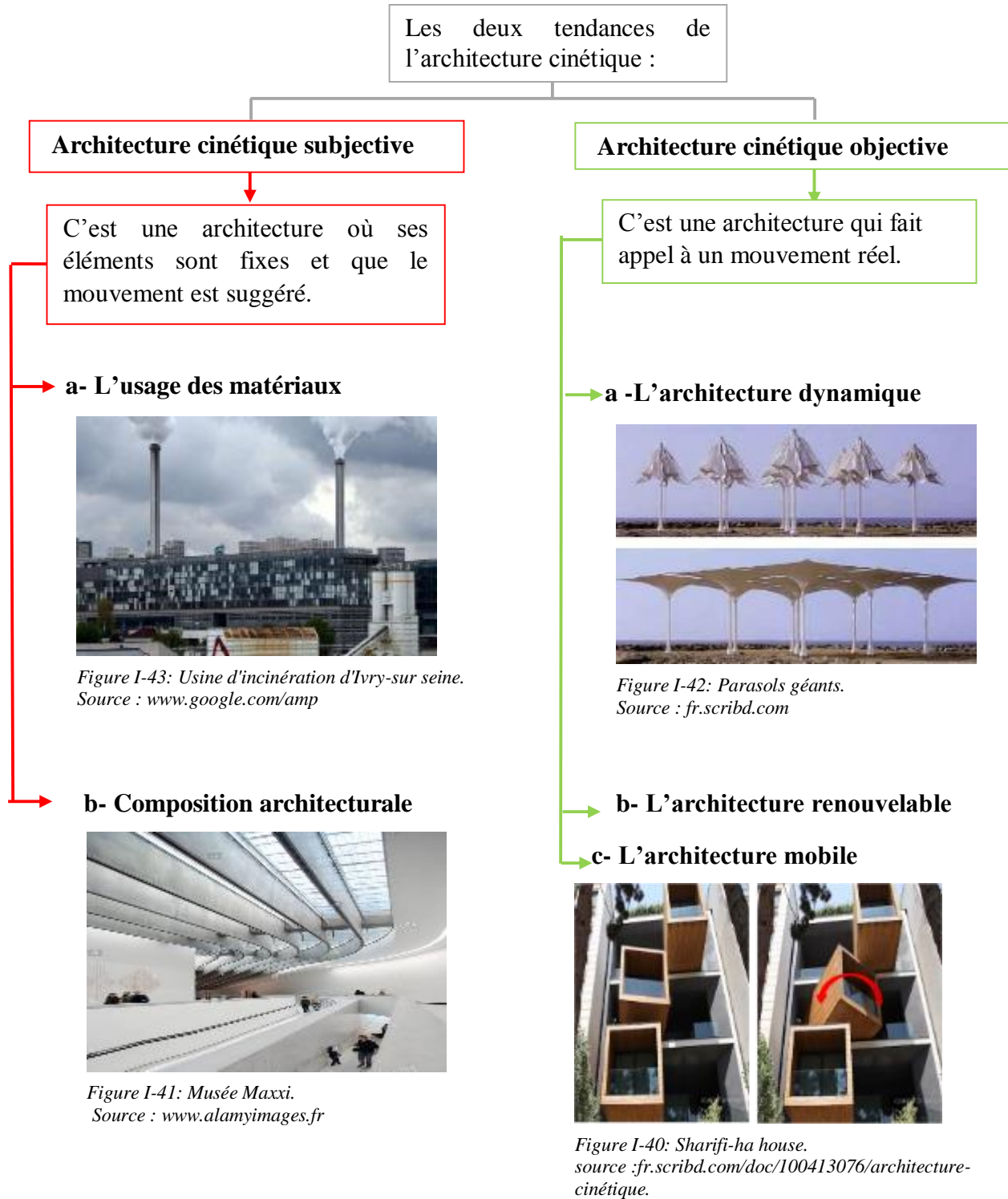
On peut dire que l'application d'une stratégie d'auto-ombrage dans les bâtiments entraînerait une réduction de la consommation d'énergie pour le refroidissement. Le principe d'auto-ombrage peut donc être utilisé par les architectes pour la conception de bâtiments éco-énergétiques et écologiques à moindre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

b) 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.

1. Architecture cinétique :

Ce concept fait vivre les bâtiments, statiques et fermés, certains bâtiments deviennent vivants et organiques, parfois pour s'exposer à davantage de luminosité ou, au contraire se protéger du soleil pour 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 projetées en été pour l'éclairage, l'aération et pour créer des terrasses. Alors qu'en hiver se retirent dans la structure offrant

le minimum

d'ouvertures pour garder la chaleur à l'intérieur.

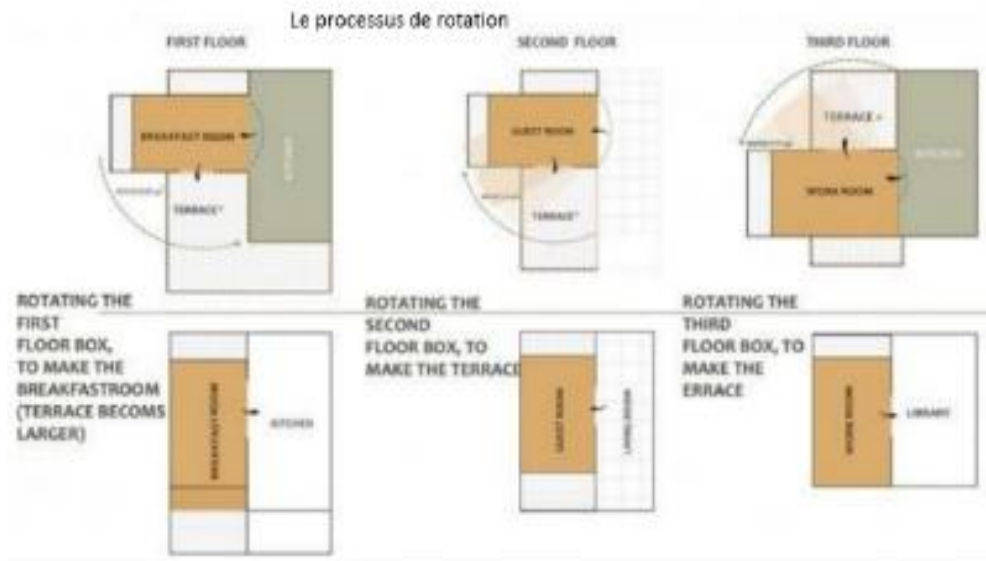


Figure I-44: processus de rotation de Scharifi-ha house.

Source: ifitshipitshere.com/sharifa-ha-house-by-next-office

c) Les films réfléchissants/ionisants :

Il s'agit d'une technique récente possédant beaucoup d'avantages. Elle 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.

d) Les protections végétales :

Il faut planter des arbres ou des plantes tout près du bâtiment. L'avantage écologique réside dans le fait que la masse de feuillage varie d'une saison à l'autre, le bâtiment peut être protégé avec la végétation de différente manière

1. Toiture végétale :

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

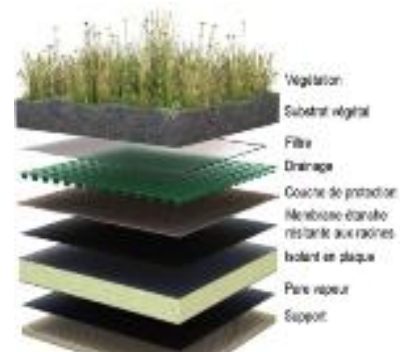


Figure I-45: Les différents composants d'une toiture végétalisée.

Source : Google image

⁴ Architecture contemporaine et nature en ville, PDF

- **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 protéger.⁵



Figure I-46: Murs vivants.
Source : pinterest.com

- **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 du confort.

La végétation est un terme couramment employé dans le milieu de l'architecture et de l'urbanisme, qui est considérée 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 a un effet négatif sur le confort thermique urbain.

Et pour 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 fraîcheur.



Figure I-47: îlot de fraîcheur urbain.
Source : interaction bâtiment enveloppe végétale microclimat, PDF

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.

L'intégration du végétal au sein des abords de l'habitat inaugure une nouvelle typologie d'espace vert.⁶

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 refroidir.⁷

- **L'effet de la végétation sur le confort et la consommation d'énergie :**

Effets de la végétation sur le climat et le confort thermique :

La végétation à un effet régulateur sur les températures.

Effets de la végétation sur le confort phonique :

Elle est une solution au problème du bruit puisque les feuilles peuvent faire office d'obstacle en absorbant, réfléchissant ou réfractant le bruit.⁸

Effets 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.

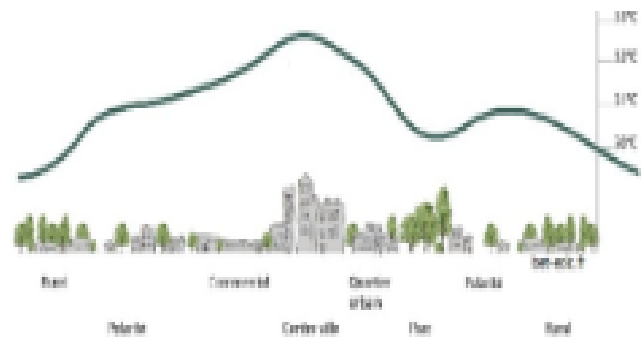


Figure I-48: îlot de fraîcheur urbain.

Source : interaction bâtiment enveloppe végétale microclimat, PDF

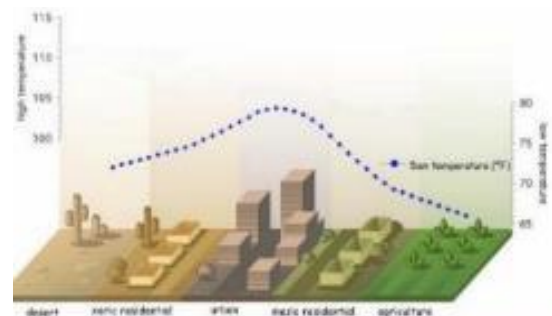


Figure I-49 : Schéma montrant le rôle de végétation sur la variation de température.

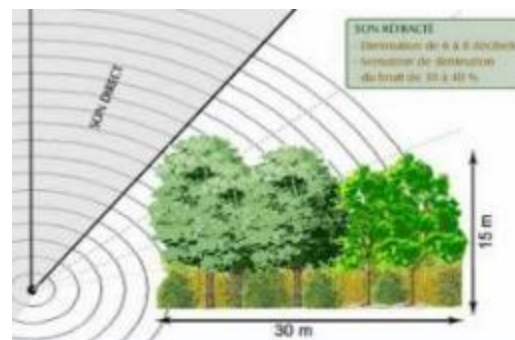


Figure I-50: La diminution de la pollution sonore/
Source : //fr.slideshare.net/Saamysaami/vgtation-confort

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

Effets 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...

I.7.1.3 Le mur capteur accumulateur :

Les murs capteurs accumulateurs sont en général des portions de mur orientées au Sud, composées 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 :

a) 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

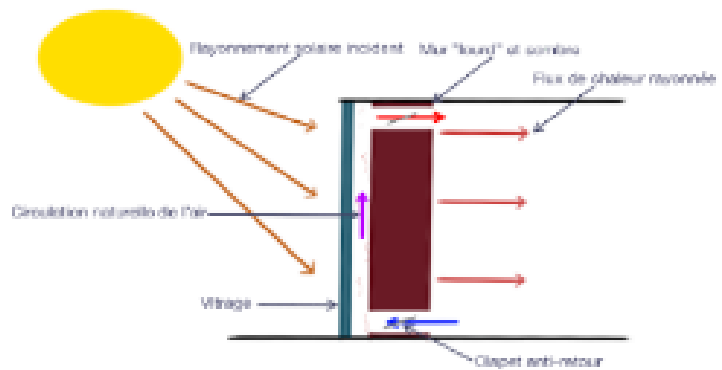


Figure I-52: Schéma d'un mur trombe.

Source : mmonceaux.free.fr/solaire_thermique

réchauffé devient moins dense et monte 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.

b) 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.

c) Le mur capteur en bois :

Le but est de remplacer les éléments de maçonnerie lourds par des panneaux en bois massif profondément rainurés. Le bois possède une faible diffusivité ce qui permet un transfert

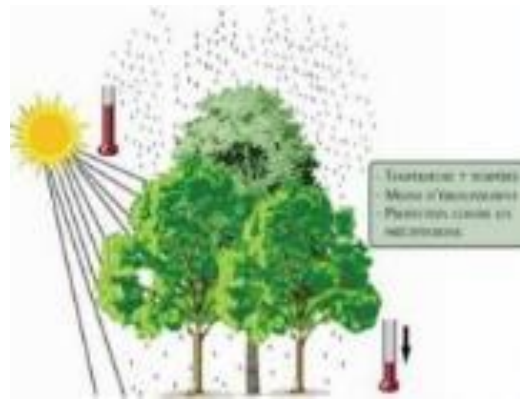


Figure I-51: Un microclimat plus confortable par la présence des arbres.

Source : végétation et confort. Slideshare

de chaleur rapide. L'ensemble se constitue d'une lame d'air, du bois et d'un isolant pour le déphasage.

I.7.1.4 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, 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 et l'incendie.

Les bâtiments transparents occasionnent des problèmes thermiques, l'éblouissement, problème d'îlot de chaleur urbain et la surchauffe.

a) Caractéristiques principales des vitrages :

- **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.

- **Le coefficient de transmission thermique U_g :**

Il est exprimé 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.

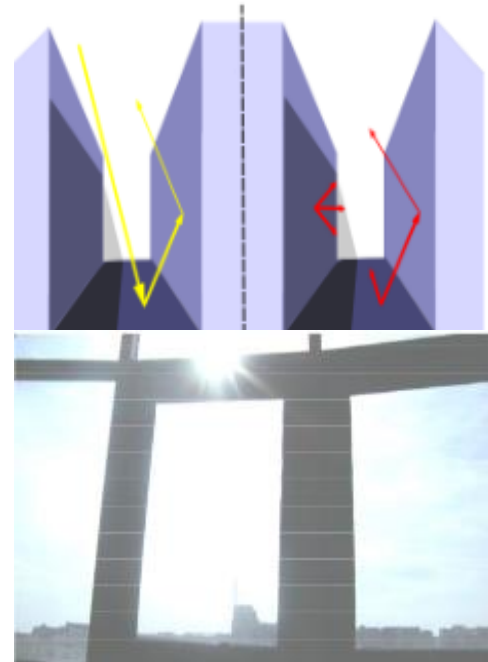


Figure I-53: Schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'îlot de chaleur

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

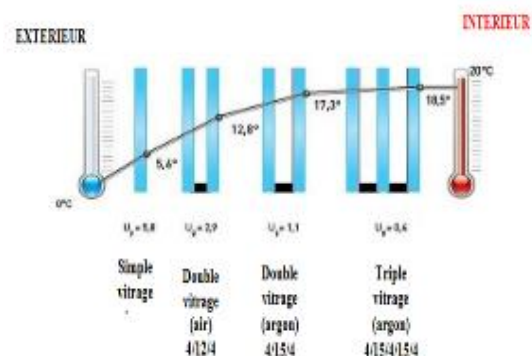


Figure I-54: Le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.

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

- **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.

- **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.

- **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.

- **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) et facteur d'équivalence (ϵ) selon le type de vitrage.

b) 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 :

- **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.

- **Le triple vitrage :**

Ce vitrage consiste à améliorer le pouvoir isolant en ajoutant une troisième plaque de verre séparée 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.



Figure I-55 : le vitrage isolant.

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

- **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, sombre en été lors des périodes de fort ensoleillement pour éviter des températures trop élevées.



Figure I-56 : verre électro-chromique
Source : <https://www.verre-solutions.fr>

- **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.

- **Verre armé :**

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.

- **Verre photovoltaïque :**

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



Figure I-57 : verre photovoltaïque
Source : vitrumglass.com

- **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 réfléchissants RR sur les façades des bâtiments peuvent aussi éviter

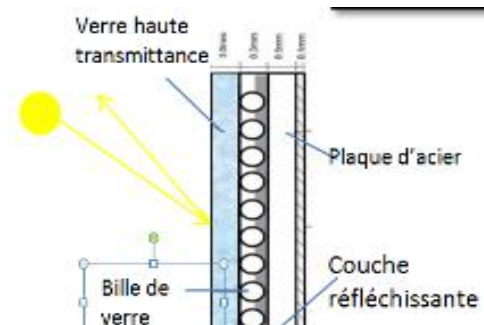


Figure I-58 : Principe de vitrage rétro-réfléchissant
Source : memoireonline.com/06/11/4570/

les effets néfastes et les impacts du reflet de radiation solaire sur les piétons.

c) Conclusion :

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 de certain vitrage sans protecteur solaire dans la construction est suffisante pour avoir le confort souhaité et réduire les énergies consommées.

I.7.1.5 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 utilisée.⁹

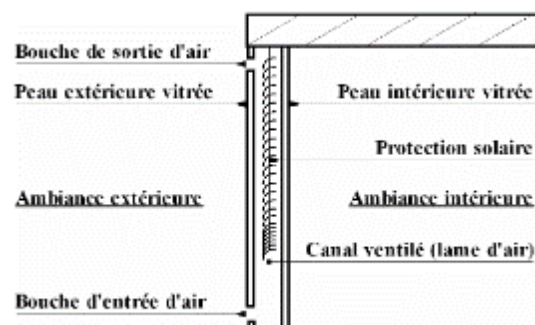


Figure I-59 Façade double peau et ses différents composants
Source : Safer 2006.

a) Les composants de la FDP et leurs caractéristiques

D'après Poirazis (2006) et Safer (2006)¹⁰ 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 tel que 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.

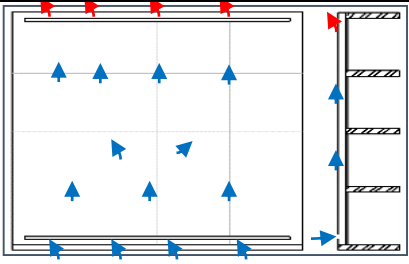
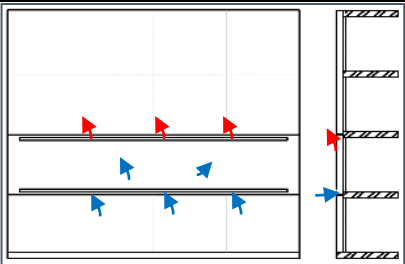
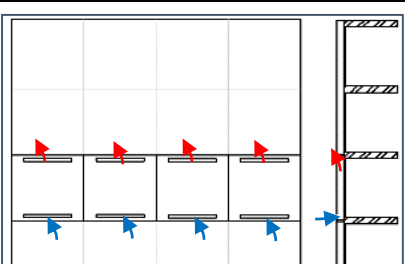
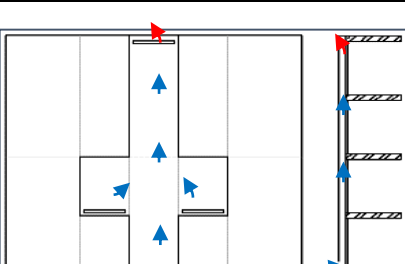
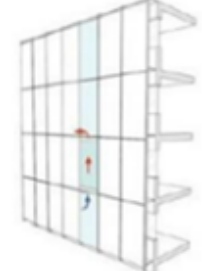
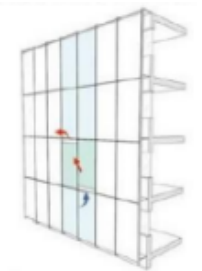
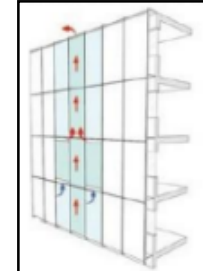
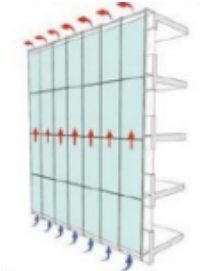
b) Les types de façade double peaux :

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

⁹Lancour, et al. (2004). Les doubles façades ventilées, classification et illustration des concepts de façades.

¹⁰ 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.

Tableau I-5: les types de façade double peau. source : auteur

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				
Illustration : Source :Khadraoui, 2019				

c) Les types de ventilation

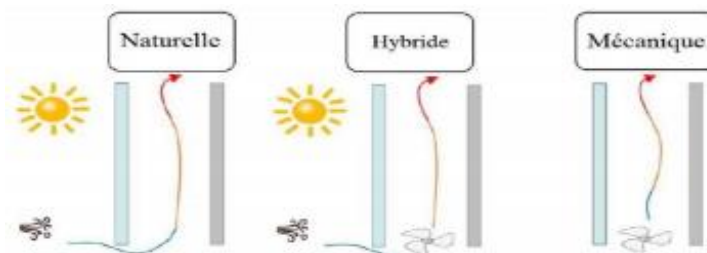


Figure I-60: : Les types de ventilation.
Source : Safer 2006

- **La ventilation forcée ou mécanique :**

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

- **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.

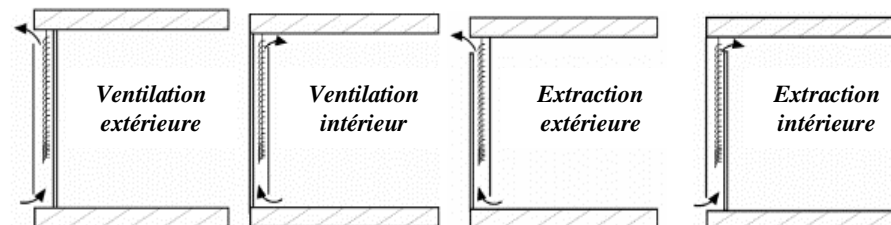


Figure I-61: Les modes de ventilation naturelle.
Source : Safer 2006

- **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.

d) 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.

I.7.2 Les dispositifs bioclimatiques actifs :

I.7.2.1 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.

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. 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.

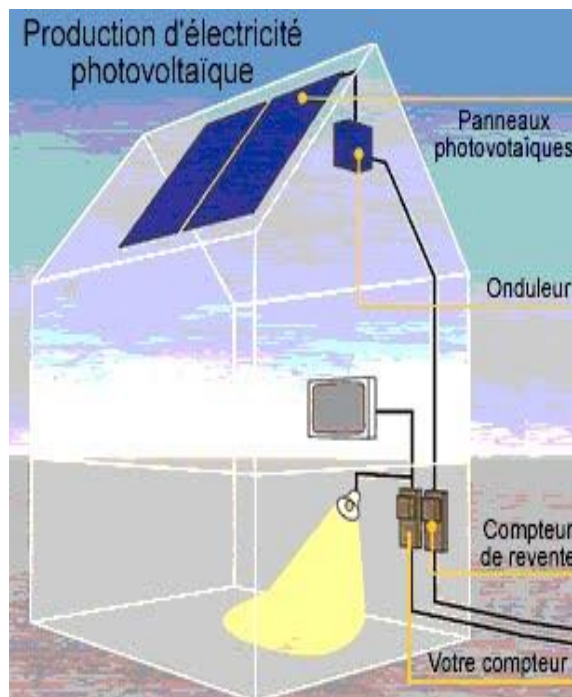
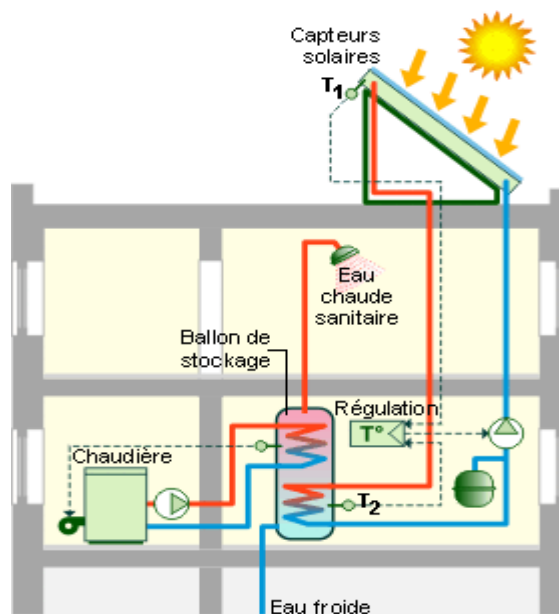


Figure I-62: fonctionnement d'un panneau solaire photovoltaïque.

Source : <https://sites.google.com/site/lhabitatdedemain/home/une-reponse-ecologique-a-ces-besoins>.



c) Panneau solaire hybride (capteurs mixtes) :

C'est à la fois un panneau photovoltaïque et un panneau solaire thermiques. 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 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.



Figure I-63: Figure : fonctionnement d'un panneau solaire hybride.

Source : climamaison.com/comment-faire/panneaux-solaires-hybrides-les-modeles-conseils-et-prix.htm.

I.7.2.2 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 posé 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.



Figure I-64 : plancher chauffant rafraichissant.

Source : www.habitatpresto.com/interieur/chauffage/1018-plancher-chauffant-rafraichissant.

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).

I.7.2.3 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 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 le bâtiment sous forme d'air chaud, cette chaleur sera diffusée dans le bâtiment par des émetteurs de chaleur. Ces émetteurs fonctionnent sous la forme d'un système de ventilation.

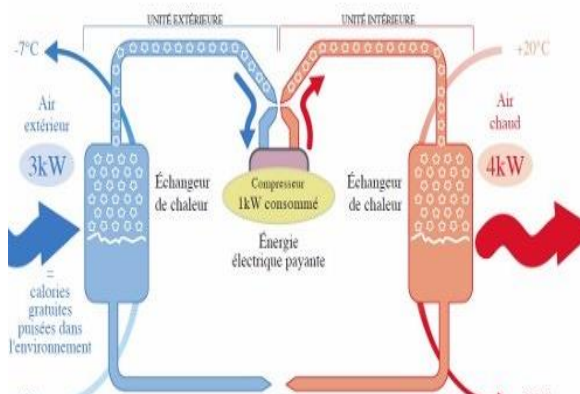


Figure I-65 Fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air.
Source : www.avenirenergies.fr/chauffage-par-pompe-a-chaleur/

I.7.2.4 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.

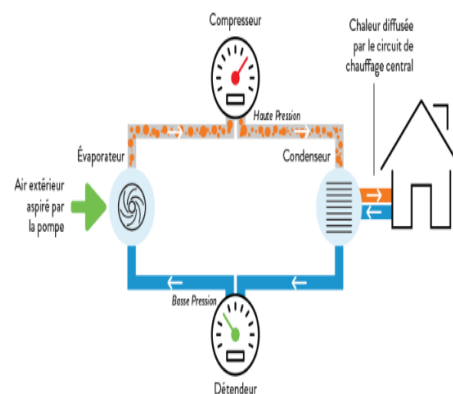


Figure I-66 Fonctionnement d'une pompe à chaleur air/eau.
Source www.quelleenergie.fr/economies-energie/pompe-chaleur-air-eau/schema

I.7.2.5 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

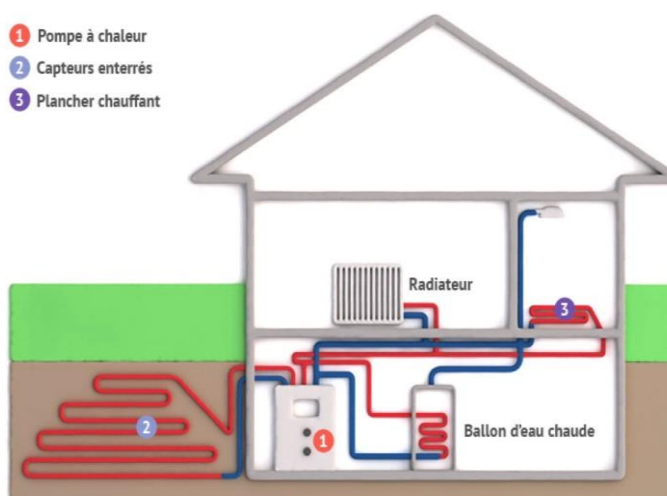


Figure I-67. Fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique.
Source : <https://www.lenergetoutcompris.fr/travaux-chauffage/pompe-a-chaleur-geothermique/comment-ca-marche>

par les émetteurs de chaleur (plancher chauffant ou radiateurs) grâce à un circuit de chauffage ou d'eau chaude.

I.7.2.6 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-mêmes 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.

I.7.2.7 Matériaux à changement de phase (MCP)

a) Les méthodes de stockages de l'énergie thermique :

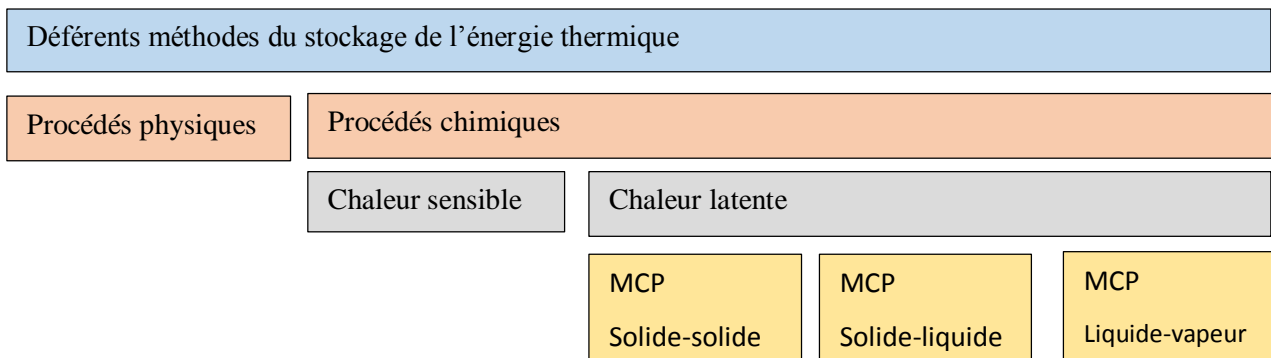


Figure I-68: les méthodes de stockage de chaleur. Source : auteur

b) Principes 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.

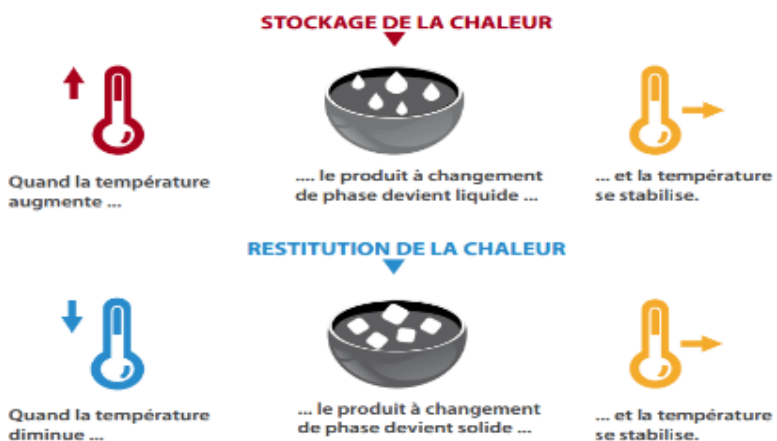


Figure I-69: Le principe de fonctionnement des MCP. Source : www.winco-tech.com/be/produit/inertek-

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

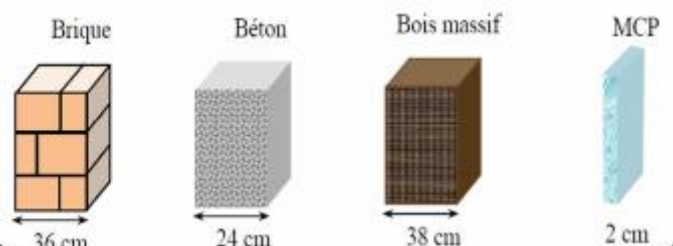


Figure I-70: Schéma comparatif des inerties thermiques en fonction de l'épaisseur et de la nature du matériau. Source: di.univ-blida.dz:8080/jspui/handle/123456789/4028

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.

c) Domaines 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.

d) Classification des MPC :

1. Composés organiques :

Tableau I-6: les MCP composé organique. Source : auteur

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.

2. Composés inorganiques :

Tableau I-7: les MCP composé inorganique. Source : auteur

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.

3. Composés eutectiques :

Tableau I-8 : les MCP composé eutectique. Source : auteur

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.

e) Critères de sélection d'un MCP :

Tableau I-9 Critères de sélection d'un MCP

Critère	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,...). -Recyclabilité.

f) Analyse des systèmes de stockage d'énergie à base de MCP dans le bâtiment

1. Procédures d'intégration des MCP

• 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

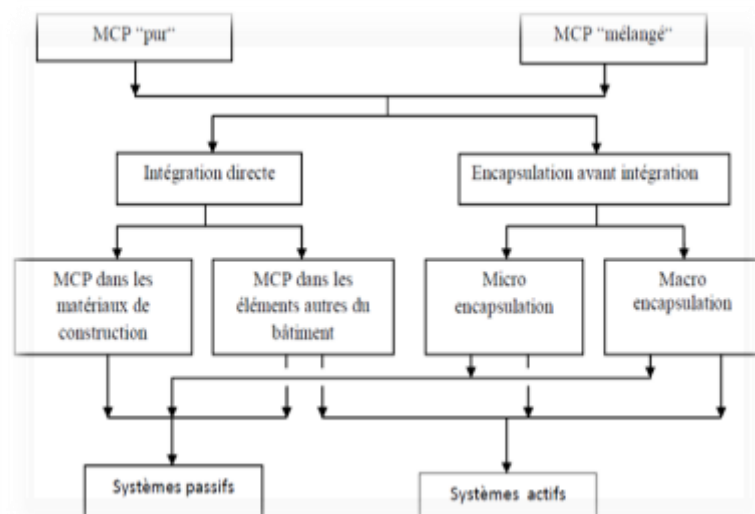


Figure I-71: procédés d'intégration des MCP dans le bâtiment.

Source : auteur.

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 constituantes d'échangeur de chaleur. Ces MCP macro-encapsulés sont généralement fabriqués pour chaque application visée.

g) Utilisations passives des MCP en bâtiment

1. Les MCP intégrés dans les murs :

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

2. Les murs trombes à base de MCP :

Le principe de fonctionnement d'un mur trombe est basé sur le stockage de chaleur sensible comme il est illustré dans la figure suivante :

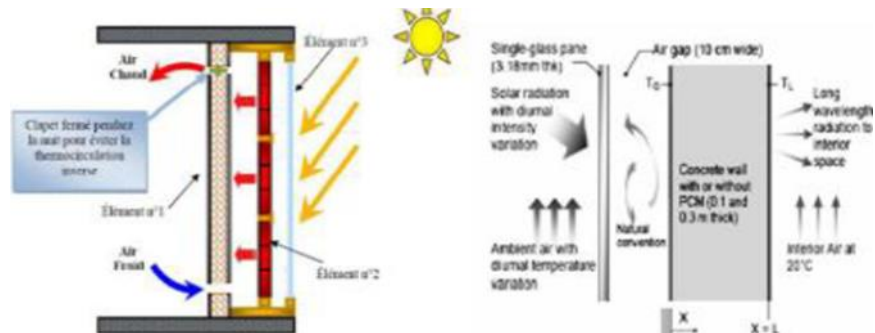


Figure I-72: Configuration d'un modèle de mur trombe MCP
Source : <https://pastel.archives-ouvertes.fr>

3. 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.

4. 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.

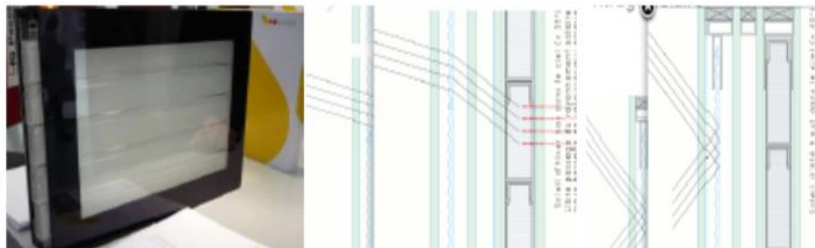


Figure I-73: Fenêtre GlassX fabriqué par Dietrich.
Source : mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

5. Les MCP dans le plafond et dans le plancher :

Le panneau le plus connu est le panneau DuPont™ Energain.



Figure I-74: Panneau à base de MCP fabriqué DuPont.
Source : mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

6. Les blocs de béton à base de MCP :

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

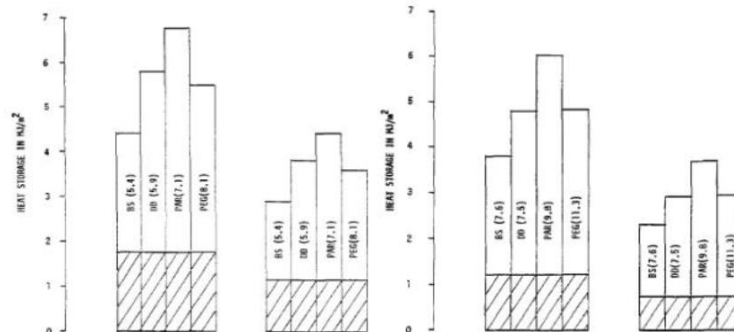


Figure I-75: les blocs de béton à base de MCP

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

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



Figure I-76: 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 ; 2013

8. 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.

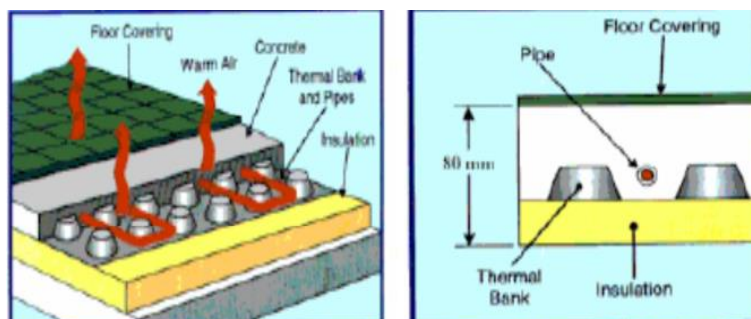


Figure I-77: premier système d'intégration des MCP dans le sol

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

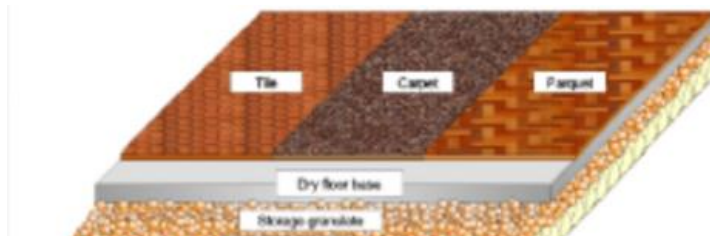


Figure I-78: deuxième système d'intégration des MCP dans le sol
Source : Source : Confort thermique : un avenir pour les matériaux à changement de phase ? Par Maïwenn LARNICOL / LIEGE CREATIVE, 24.10.14

h) 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.

1. 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.

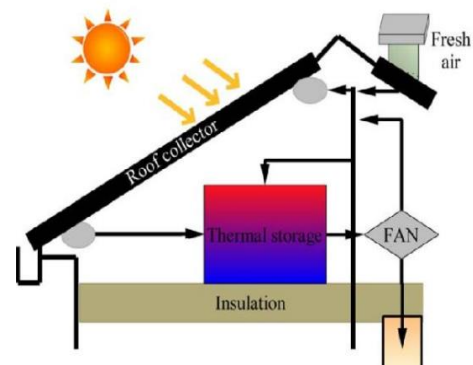


Figure I-79: Schéma du système de chauffage solaire
Source : Google image.

2. Unité de rafraîchissement active des plafonds :

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

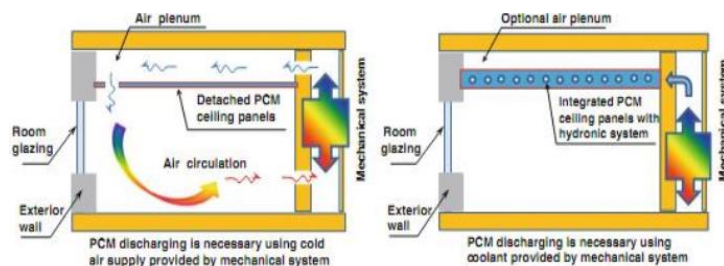


Figure I-80: Applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP
Source : mémoire (des matériaux nouveaux dans le confort thermique des bâtiments : cas des matériaux à changement de phase 2017)

3. 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).

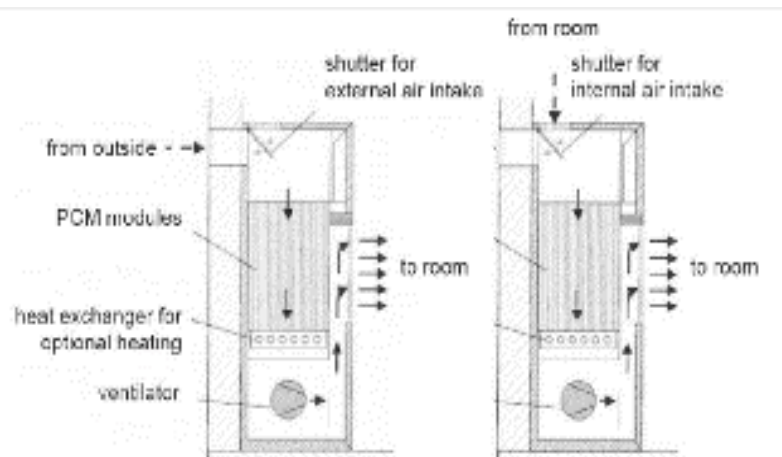


Figure I-81: Unité de rafraîchissement des bâtiments par ventilation

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

4. Unité de concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol

Le concept général d'un tel système est montré sur la figure I-82. 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 rejette la chaleur stockée.

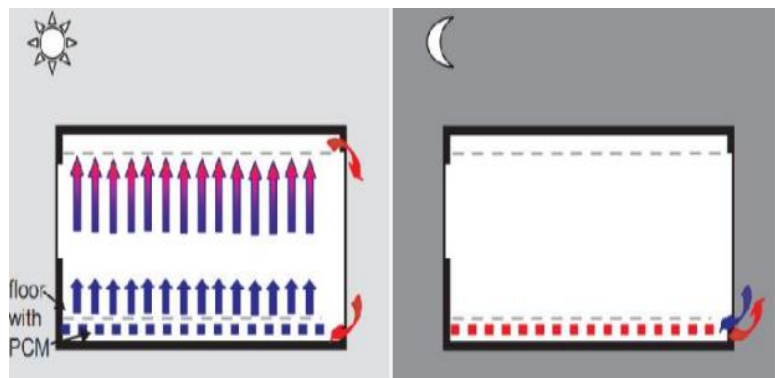


Figure I-82: Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol

Source : *Confort thermique : un avenir pour les matériaux à changement de phase ?* Par Maiwenn 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 de projets modèles

Introduction :

La présente analyse consiste en la lecture d'exemples, selon la forme, la fonction et la structure, cette dernière fera office d'une base conceptuelle, pour tirer des concepts architecturaux pour notre projet. Notre choix d'exemples s'est porté sur les raisons suivantes :

- L'adaptation du climat des sites des projets choisis à notre site.
- L'intégration des concepts bioclimatiques dans la conception.
- L'exploitation des potentialités et les qualités du paysage.

Exposition : Action de mettre en vue ; fait d'être montré, exposé. Présentation au public des œuvres d'art ; ensemble des œuvres exposées.

Conservation : Action de conserver quelque chose intact, de le maintenir dans le même état.

II. La recherche thématique :

II.1 Le choix du thème :

- L'inscription dans la thématique «conservation et exposition» ;
- Prise en charge de l'aspect patrimonial et historique du site ;
- L'emplacement privilégié de notre périmètre d'étude (sa proximité des parcs archéologiques, et sa position à l'entrée de la ville) ;
- L'équipement aura pour objectif :
 - Reflète l'identité et la mémoire du lieu ;
 - Élément de repère et de référence ;
 - Mettre en valeur les vestiges archéologiques ;
 - Tirer profit des richesses naturelle et culturelle.



Figure II-1: les objectifs du projet.
Source : auteur

II.1.1 La cité du patrimoine c'est quoi ?

C'est un concept nouveau qui rapproche l'homme de son environnement et le réconcilie avec son histoire et son patrimoine.

C'est un lieu de conservation, restauration, exposition et mise en valeur d'objets témoins de l'histoire et de la culture des différentes civilisations, mais également un espace qui regroupe les professionnels et le public ; basé sur la recherche, la conservation et l'exposition.

Suivant le conseil international le musée est : « *une institution permanente sans but lucratif, au service de la société et de son développement, ouverte au public, qui acquiert, conserve, étudie, expose et transmet le patrimoine matériel et immatériel de l'humanité et de son environnement à des fins d'études, d'éducation et de délectation.* »¹².

Suivant la législation algérienne le musée est une : « *institution permanente disposant de collections culturelles et/scientifiques composées de biens dont la présentation revêt un intérêt public et organisées en vue de la connaissance, de l'éducation, de la culture et de la délectation.* »¹³

II.1.2 L'histoire des musées :

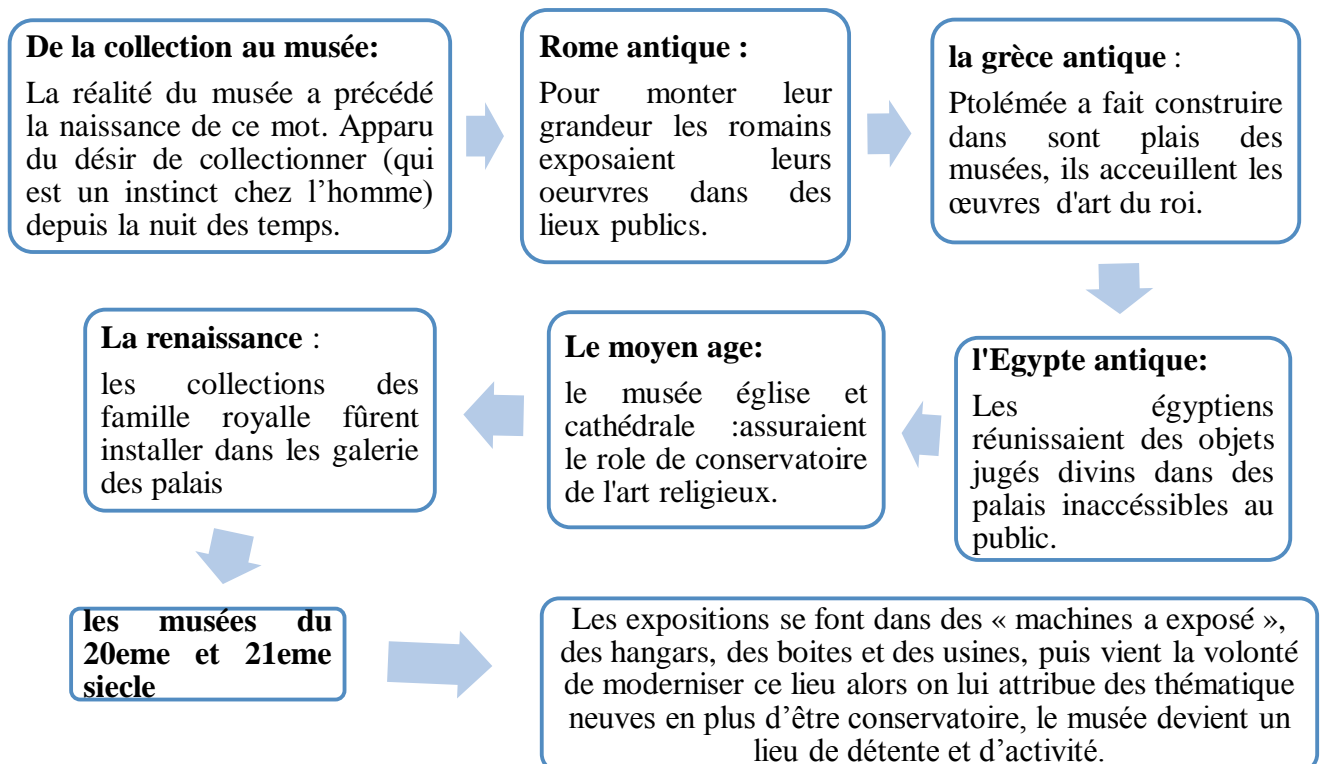


Figure II-2: l'histoire des musées. Source : auteur.

¹² http://icom.museum/definition_fr.html

¹³ Le journal officiel de la république algérienne n° 36 le 03 juin 2007

II.1.3 Typologie des musées :

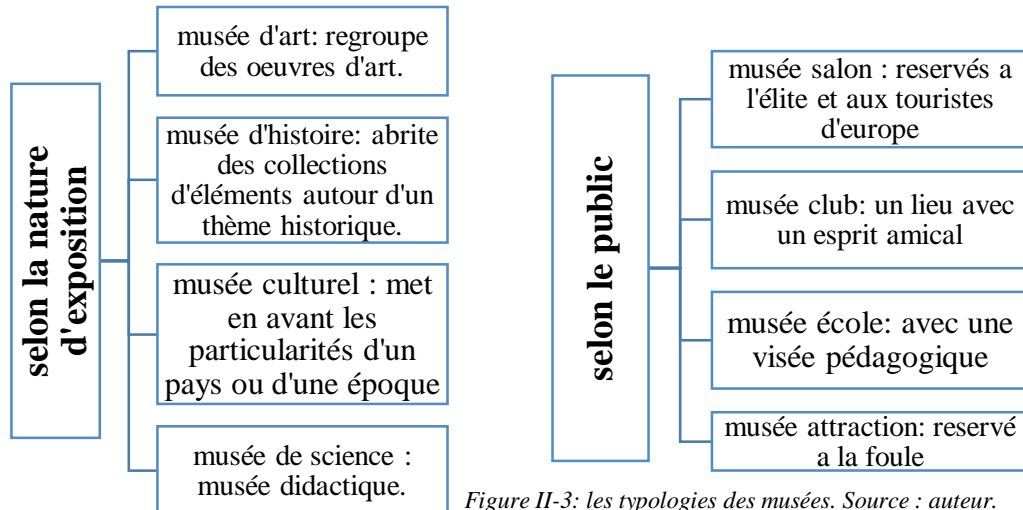


Figure II-3: les typologies des musées. Source : auteur.

II.1.4 Le parcours dans les musées :

C'est une composante essentielle du musée, ce dernier représente le cheminement que suit le visiteur dans le musée. Il existe trois types de parcours :

II.1.4.1 Parcours linéaire :

Les œuvres sont exposées soit selon un principe de déplacement clair et obligatoire ; soit l'exposition est organisée dans des salles distribuées de part et d'autre d'une artère principale ; ce parcours peut être arborescent ou en ruban.

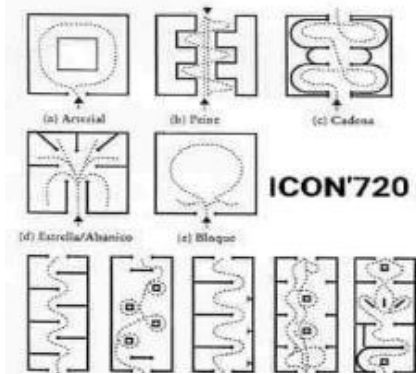


Figure II-4: les parcours dans les musées. Source : page Facebook icon720.

II.1.4.2 Parcours circulaire :

Il s'organise autour d'un espace central autour duquel s'organisent les espaces d'exposition. Sa particularité est la superposition du point de départ avec le point d'arrivée.

II.1.4.3 Parcours labyrinthe :

Ce type de musée est composé d'un grand nombre de pièces de telle manière que l'on retrouve très difficilement les salles d'exposition.




Figure II-5: les parcours dans les musées. Source : pinterest.com

II.1.5 Fonctionnement d'un musée :

Le musée comprend trois fonctions principales, répondant à trois types d'espace chacun adaptés aux exigences de la fonction.

Tableau II-1: les fonctions principales d'un musée. source : auteur. Source des images : pinterst.com

Accueil et orientation	<p>Constitue le premier contact avec le visiteur. Assure la sécurité et oriente les flux.</p>	
	<p>La fonction principale d'un musée, elle permet au visiteur d'admirer les objets exposés. Assurer un calme pour bien admirer les objets d'art. Avoir des espaces d'exposition flexible. Assurer un éclairage optimal.</p>	
Exposition	<p>Exposition permanente : la partie dominante d'un musée. La fonction principale est la présentation et la conservation des vestiges archéologiques, chaque espace recevra un type d'objets suivant une chronologie historique.</p>	
	<p>Exposition temporaire : Incite le visiteur à revenir pour découvrir les objets d'actualité. Cet espace devra comporter un aménagement spécifique tel que les cloisons mobiles permettant de nombreuses possibilités d'adaptation de la salle aux besoins pouvant engendrer plusieurs types d'organisations.</p>	

maintenace	<p>Un espace très technique permettant le stockage et l'entretien des objets en cas de besoin.</p> <p>Il doit être en contact avec les espaces d'exposition pour limiter les longs trajets de transport.</p> <p>Il doit protéger les objets des éléments externes nocifs (poussière, humidité)</p>	
L'audit orium	Lieu de rencontre et de conférences, il propose des manifestations autour des collections et expositions du musée	
bibliothèque	Espace complémentaire à celui du musée.	
Médiathèque	Elle sert à dynamiser le musée et à proposer un support audiovisuel riche et diversifié.	
Resta urant	Des espaces de détente annexés au musée pour combler sa fonction d'attraction.	
adminis tration	le musée n'est pas seulement un équipement exposant des objets d'arts mais aussi une société publique comportant des services qui veillent au bon fonctionnement du musée.	
Atelier	Ce sont des espaces réservés aux recherches et applications scientifiques sur les objets d'art.	

II.1.6 La lumière dans les musées :

La lumière est une composante fondamentale de l'architecture des musées. Elle doit être prise en compte dès les premiers croquis du projet car elle qualifie les espaces tout en traçant la balade muséale, et concerne l'éclairage des objets et la sensation de bien-être des visiteurs on trouve deux types de l'éclairage : naturelle et artificielle.

- **l'éclairage naturel** : il comprend l'éclairage zénithal et latéral.
- **l'éclairage artificiel** : s'effectue selon la protection des œuvres, la durée d'exposition, l'ambiance intérieure.

II.1.7 Le rôle de l'éclairage dans les musées :

- Il permet de mettre en évidence les œuvres,
- De créer une ambiance confortable ;
- D'inviter, de diriger et d'attirer le visiteur.

II.1.8 Entre musée, muséologie et scénographie :

II.1.8.1 La muséologie :

C'est la science de l'organisation du musée, de la conservation et de la mise en valeur de sa collection. Elle étudie sa conception et sa réalisation. La muséologie classique est caractérisée par un système statique, le visiteur subit l'information sans communiquer.

II.1.8.2 La muséographie :

La muséographie est l'ensemble des notions techniques nécessaires à la présentation et la bonne conservation des œuvres et des objets que détiennent les musées.

II.1.8.3 La scénographie :

La scénographie est l'aménagement de la scène. Ce terme issu des arts et spectacles désigne l'art, l'étude et la façon d'organiser, de mettre en place un décor de scène. La scénographie peut concerner des pièces de théâtre, des ballets ou des opéras par exemple.

II.2 Analyse de projets :

II.2.1 Le musée de l'acropole d'Athènes :

II.2.1.1 Fiche technique :

Type : musée archéologique culturel ;

Echelle : international ;

Inauguration : 20 juin 2009 ;

Surface totale : 25 000 m² ;

Coût de la réalisation : 130 millions € ;

Éléments de constructions : béton, verre, métal ;

CLIENT : Organisation pour la construction du nouveau musée de l'Acropole.



Figure II-6: Le musée de l'acropole d'Athènes.
Source : vivreathenes.com

II.2.1.2 Le climat de la ville d'Athènes :

À Athènes, la capitale de la Grèce, le climat est méditerranéen, avec des hivers doux et modérément pluvieux et des étés chauds et ensoleillés.

En hiver, de décembre à mi-mars, elle est parfois sujette à des poussées d'air froid en provenance de la péninsule balkanique, qui peuvent apporter du froid et de la pluie pendant quelques jours. L'été est chaud et ensoleillé, Athènes est la capitale la plus chaude d'Europe.

En juillet et août, la température atteint assez facilement 35/36 °C.

Les précipitations ne sont pas abondantes, elles s'élèvent à environ 400 millimètres par an, et suivent le

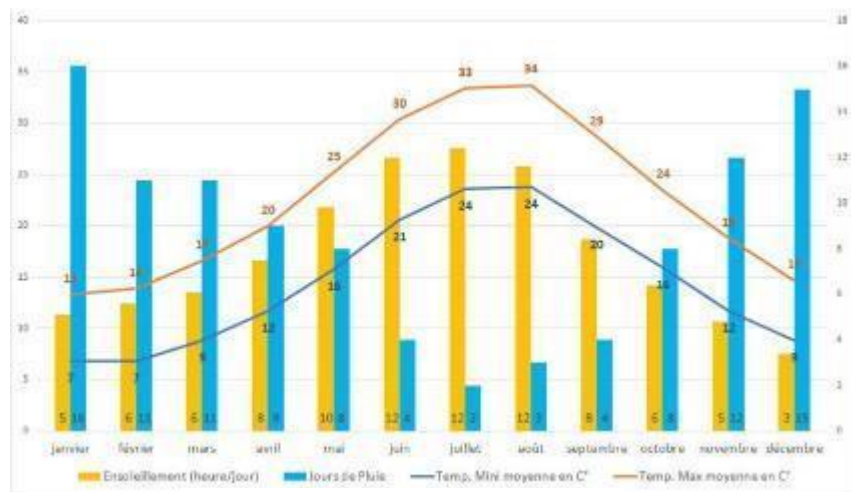


Figure II-7 : Météo de la ville d'Athènes.

Source : vivreathenes.com

modèle méditerranéen, avec un maximum de novembre à février et un minimum en été, lorsque le ciel est clair et qu'il n'y a que des orages occasionnels.

II.2.1.3 Présentation du projet et son contexte :

Ce musée « est un symbole de la Grèce moderne qui rend hommage à ses ancêtres, c'est le devoir accompli d'une nation vis-à-vis de son patrimoine culturel ». ¹⁴

Conçu par l'architecte Bernard Tschumi. Il s'agit d'un musée archéologique grec, de 19 509m² de surface, il abrite les sculptures provenant des monuments de l'acropole et des fouilles depuis le 7ème siècle sur le site.

Tirant avantage de sa situation géographique stratégique et sa position importante dans un site urbain ; touristique et historique par excellence,

au cœur de la ville d'Athènes, dans le quartier de Makryianni juste en contrebas de



Figure II-8 Vue sur le musée de l'acropole.

Source : lemoniteur.fr



Figure II-9: Le panorama visuel du musée.

Source : archilovers.com

¹⁴ Antonis Samaras, Ministre grec de la culture.

l'Acropole (la ville haute), à trois cents mètres au sud du Parthénon. Athènes se situe sur une colline de nature rocheuse, elle comprend de nombreux vestiges.

Elle était un foyer d'immigration pour plusieurs invasions, dont chacune a apporté un enrichissement.



Figure II-10 La situation du musée.
Source : archilovers.com

II.2.1.4 Le site d'implantation :

Le site d'implantation du musée est un site archéologique qui possède une valeur patrimoniale, la zone de fouilles archéologiques situées sous le musée de l'Acropole d'Athènes et sa position occupe une place importante pour toute la ville. La décision du gouvernement grec d'implanter au pied de l'Acropole un musée, préservant, exposant le patrimoine du site sacré et de ses versants ; et d'intégrer cette richesse dans le projet.

L'architecte a étudié la ville ; il a trouvé trois défis majeurs qui entraveraient sa conception s'il n'était pas résolu d'avance :

- le musée abriterait les sculptures les plus spectaculaires de l'histoire grecque ;
- L'emplacement proposé du bâtiment au pied de l'Acropole a présenté plusieurs défis d'excavation ;
- Cette ville a un climat chaud et est très sujette aux tremblements de terre.



Figure II-11: Le site d'implantation du projet.
Source : lemoniteur.fr

II.2.1.5 L'idée du projet :

Le besoin de créer un nouveau musée de l'acropole a été souligné par les archéologues et les architectes car l'ancien musée ne pouvait plus répondre aux normes. Pour cela plusieurs concours ont été organisés. Bernard Tschumi remporte le premier prix en l'an 2000. Son idée est de faire un projet original qui protège, conserve et expose le site archéologique (les ruines) pour cela il a proposé que la base du musée soit soutenue par des colonnes implantées soigneusement, pour ne pas endommager le patrimoine existant, intégrer la richesse architecturale d'Athènes à travers une simplicité maximale, et créer une liaison entre la ville antique et le projet en inspirant du Parthénon d'Athènes.

II.2.1.6 La volumétrie :

L'architecte Bernard Tschumi a commencé la conception en divisant le bâtiment en trois parties, une base, un milieu et un haut, concept de l'architecture grec. La base du musée flotte sur pilotis au-dessus des fouilles existantes.

La forme s'intègre à son contexte, elle délimite le site archéologique et s'aligne par rapport aux axes des rues. Le troisième volume reprend les mêmes dimensions que celle du Parthénon.

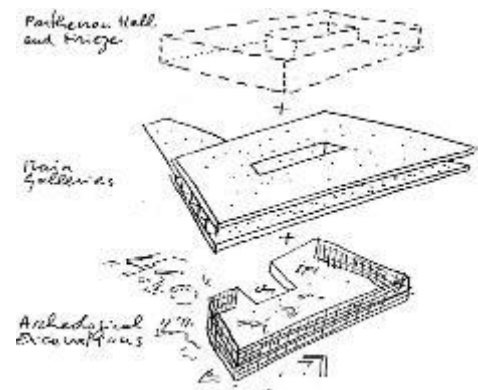


Figure II-12: La forme du musée.
Source : www.archute.com

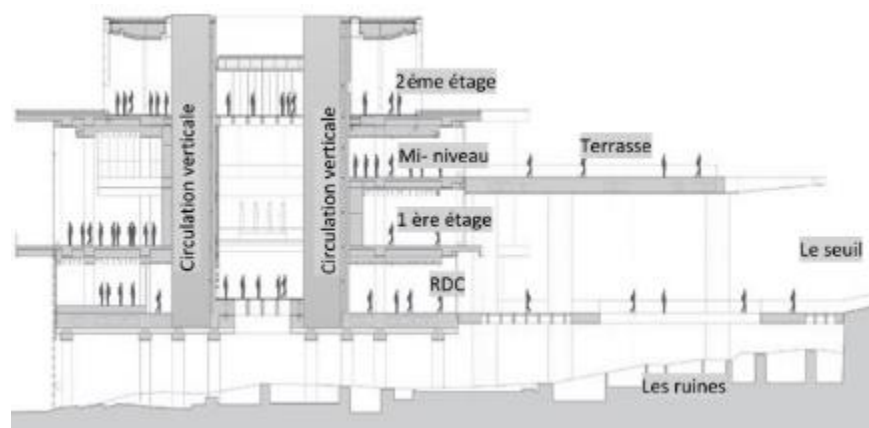


Figure II-13: coupe schématique du musée.
Source : nouveau musée de l'acropole PDF

II.2.1.7 L'étude des plans et analyse fonctionnelle :

a) Le plan de masse :

La parcelle du projet est recouverte de ruines archéologiques, le nouveau musée est construit au-dessus avec un réseau de colonnes soigneusement placées dans le sol, l'architecte Bernard Tschumi a commencé la conception en faisant le lien avec l'ancien musée en utilisant le concept d'entre deux pour assurer cette relation.

Le concept est matérialisé par une coursive qui contient une rampe vers l'ancien musée et un escalier vers le nouveau, les fouilles qui se trouvent entre les deux musées sert d'articulation et d'exposition.

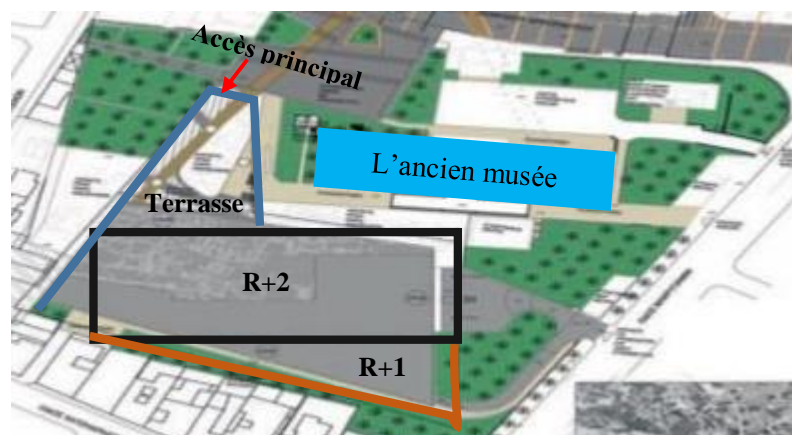


Figure II-14: Vue sur le plan de masse.
Source : archilovers.com

- **Le stationnement** : Le parking n'est pas disponible sur place, mais disponible à proximité dans le quartier Makryianni.
- **Aménagement paysager** : Le site est aménagé avec une végétation, il est entouré de 7000 m² d'espaces verts. Il est conçu pour ouvrir les espaces publics dans et autour du musée et pour s'intégrer au quartier.

b) Le RDC pour les ruines archéologiques :

Le musée sur pilotis a permis de conserver et de présenter une partie des ruines antiques se trouvant sur le site. Ce niveau accueille le hall d'entrée ainsi que les espaces temporaires d'exposition, un auditorium et toutes les commodités d'usage.

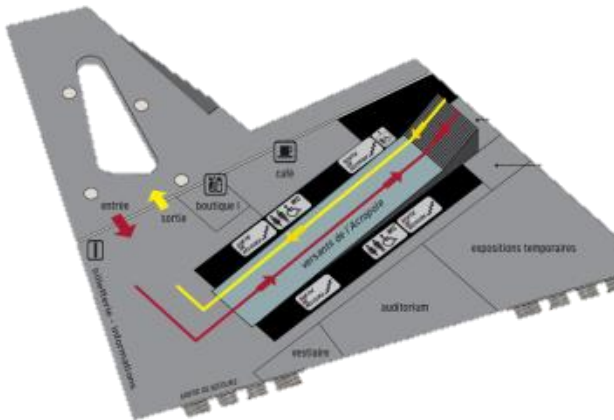


Figure II-15 : plan de masse.
Source : le nouveau musée de l'acropole PDF

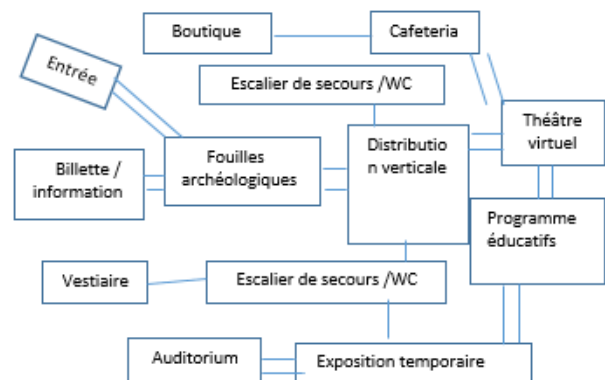


Figure II-15 : l'organigramme du RDC.
Source : auteur

c) Le 1^{er} étage s'adresse à la sculpture et l'exposition :

Le milieu à double niveaux accueillant galeries de la période archaïque jusqu'à l'empire romain. Une mezzanine inclut un auditorium multimédia, un bar et un restaurant avec une vue sur l'acropole et l'environnement immédiat.

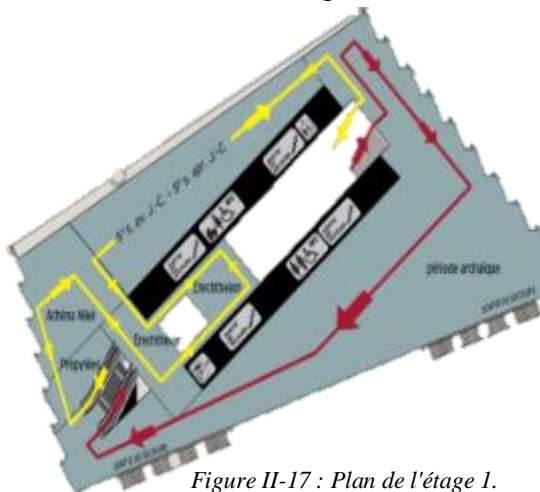


Figure II-17 : Plan de l'étage 1.
Source : le nouveau musée de l'acropole PDF

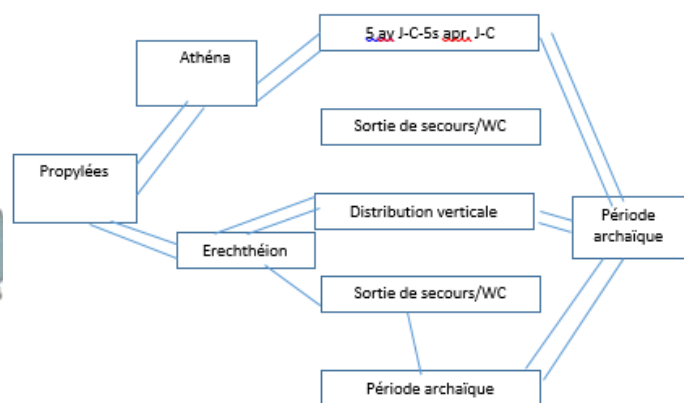


Figure II-18 : L'organigramme de l'étage 1.
Source : auteur

d) Le mi- niveau un espace de service :

Espace de service pour les visiteurs, où on peut trouver un salon, une médiathèque, un restaurant, une boutique...

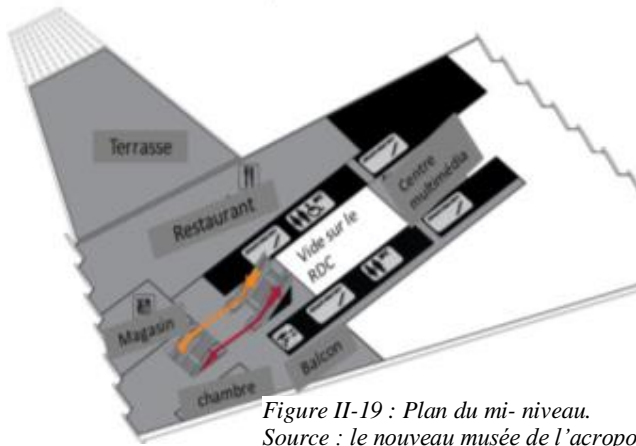


Figure II-19 : Plan du mi- niveau.
Source : le nouveau musée de l'acropole

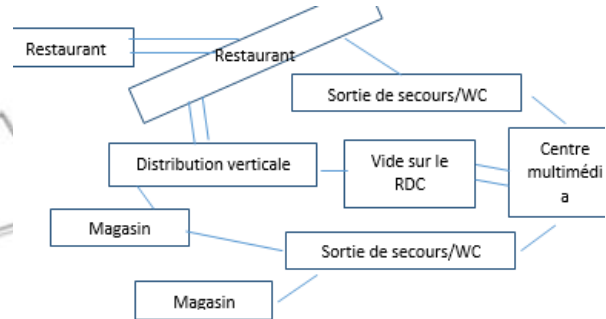


Figure II-16: L'organigramme du mi- niveau.
Source : auteur

e) Le 2ème étage se dialogue avec le Parthéon :

Entièrement vitré, il est construit sur mesure pour présenter l'ensemble du décor sculpté du Parthéon, qui est bien visible du côté nord, il en reproduit l'orientation, les dimensions et même le nombre de colonnes.

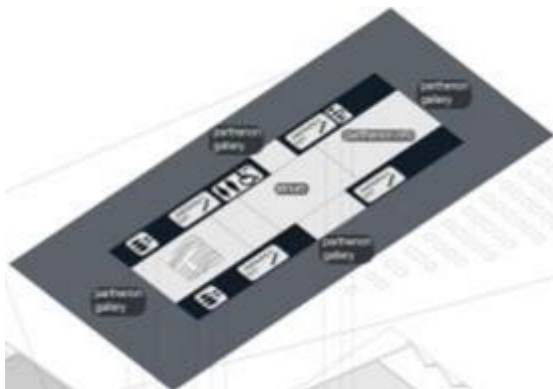


Figure II-21 : plan de l'étage 2.
Source : le nouveau musée de l'acropole PDF

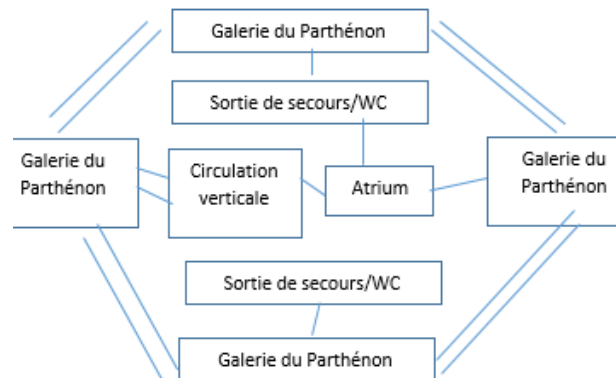


Figure II-17: l'organigramme de l'étage 2.
Source : auteur

II.2.1.8 Les façades :

La conception des façades est définie par une simplicité globale et la volonté d'intégrer le nouveau musée au cadre culturel préexistant.

a) Les matériaux :

L'utilisation de carreaux de terre cuite préfabriqués, spécialement décorés de gravures, qui sont mis en évidence sous le soleil de l'attique.

Le verre est un élément clé de la conception, apportant de la lumière naturelle dans l'espace et offrant de la transparence pour rester en lien avec le concept.



Figure II-18: la façade vitrée du musée d'Athènes.
Source : <https://www.miesarch.com/work/467>

b) Une conception des façades esthétiques et durables :

- Les façades du niveau inférieur sont constituées d'un écran en béton préfabriqué qui filtre la lumière à l'intérieur tout en fournissant une forte masse thermique.

- La façade de la partie centrale est entièrement vitrée sur les côtés Sud et Nord, est constituée de grandes nageoires opaques sur les côtés Est et Ouest pour offrir une protection contre le soleil couchant et levant. Côté Sud, des ailettes extérieures en verre fritté raidissent la façade et font également office de brise-soleil.

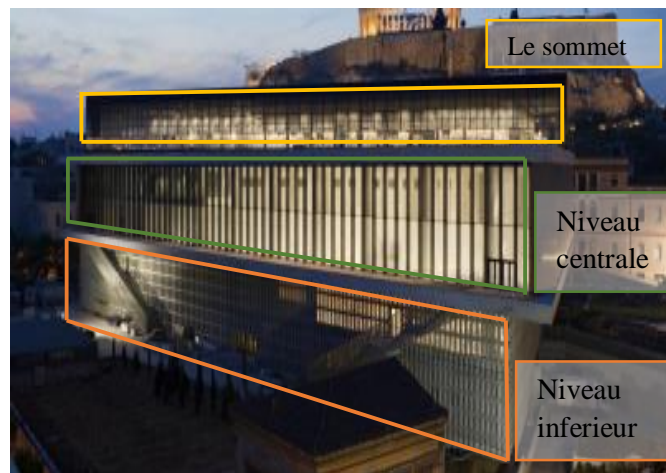


Figure II-19: les 3 parties de la façade.
Source : www.miesarch.com/work/467

- Une façade à double ventilation, un film haute performance et des vitres à double vitrage fritté réduisent le gain de chaleur tandis que l'entrefer entre les deux enveloppes est ventilé par convection, qui refroidit la façade sans climatisation.

II.2.1.9 Les dispositifs bioclimatiques :

La conception est fondamentalement durable car le climat chaud d'Athènes a exigé l'innovation dès le début, et les matériaux sont résistants et principalement locaux ; le béton et le marbre provenaient de la région.

a) La protection solaire :

Elle est assurée par des dalles de plancher en porte-à-faux tout autour du bâtiment, en particulier du côté Sud, ce qui empêche la plupart des rayons directs du soleil d'atteindre les façades.

b) L'atrium :

Eclairage : l'atrium est pensé comme un puits de lumière, il est donc largement ouvert.

Aération : l'atrium peut être utilisé comme répartiteur d'air frais ou comme canal d'évacuation de l'air vicié.

Refroidissement : l'atrium peut surtout en été, amorcer le déplacement naturel de l'air suite à la différence de température et éliminer ainsi les gains solaires non souhaitables.



Figure II-20: l'atrium du musée.
Source : journals.openedition.org

c) Le double vitrage :

Il permet de ralentir la transmission de chaleur et donc de limiter les déperditions thermiques, et augmenter la résistance thermique des baies vitrées. Il s'agit d'une isolation thermique.



Figure II-21: Le vitrage utilisé dans le musée.
Source : nouveau musée de l'acropole PDF.

d) Façade double peaux ventilés :

Toutes les façades vitrées sont en double peaux, cela évite la surchauffe pendant les mois d'été et aide à mieux conserver la température intérieure du bâtiment pendant les mois d'hiver.

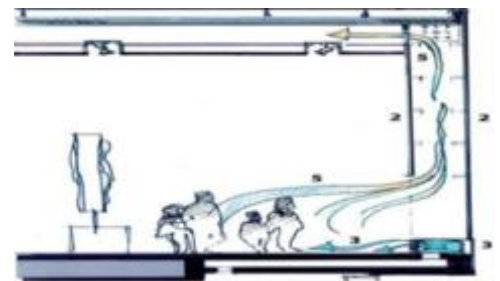
II.2.1.10 Les ambiances :

Figure II-22: Fonctionnement de la façade double peau.

Source : nouveau musée de l'acropole PDF

Tableau II-21es ambiances. Source : auteur.

	Explication	Illustration
Le plancher transparent	Après avoir traversé le hall d'entrée qui est spacieux, le plancher en verre permet une vue directe aux fouilles, il mène vers une pente qui fait allusion à l'ascension de l'Acropole ; matérialisé par des escaliers en verre.	 <p>Figure II-23: le plancher transparent du musée. Source : pinterest.com</p>
la galerie des pentes	Offrant de grandes vitrines qui présentent essentiellement une collection de vases et divers objets venant des sanctuaires Un hall qui se termine par des escaliers qui mènent au niveau supérieur.	 <p>Figure II-24: La galerie des pentes. Source : vivreathenes.com</p>
Musée boutique	Des boutiques au rez-de-chaussée, on y trouve une grande variété de cartes postales, la papeterie et le couloir de musée pour enfants.	 <p>Figure II-25: les boutiques du musée. Source : vivreathenes.com</p>
La galerie archaïque	Des éléments qui permettent la pénétration de la lumière .Ce niveau expose des objets allant de la période archaïque à l'Empire romain. C'est un espace vaste, soutenue par de hautes colonnes.	 <p>Figure II-26: La galerie archaïque. Source : vivreathenes.com</p>
Le film d'animation	Un film d'animation d'une dizaine de minutes qui présente l'histoire du Parthénon et de sa création.	 <p>Figure II-27: le film d'animation. Source : nouveau musée de l'acropole PDF</p>
La terrasse	Une terrasse au-dessus de la porte d'entrée, qui donne sur toute la ville ainsi elle permet une vue agréable et un dialogue avec toute la ville.	 <p>Figure II-28: la terrasse du musée. Source : alamyimages.fr</p>

II.2.1.11 : La structure :

La zone des fouilles et les parties portantes du musée devaient être harmonieuses. De longues réunions entre archéologues, ingénieurs civils et architectes ont abouti à des approbations détaillées.

La surface mesurée des éléments porteurs couvrait moins de 2% (1,7%) de la surface des fouilles.



Figure II-29: les fouilles sous le musée.
Source : miesarch.com/work/467

Construit sur pilotis, le musée préserve et intègre un site archéologique récemment mis au jour. La répartition des piliers est dictée en fonction de l'emplacement des vestiges.

Le système de construction, les pieux en béton et acier, est la méthode utile pour sauvegarder le trésor existant ; et reprendre au contrainte du site sismique. La structure verticale est quant à elle en béton et acier ; et les planchers sont en verre.

II.2.1.12 Les concepts tirés du projet :

Tableau II-3 Les concepts tirés de l'analyse du projet. Source : auteur.

Liés au thème	Le concept de transparence et légèreté : le verre est parfaitement transparent, filtre doucement la lumière, il permet la perception visuelle.
	Le seuil : un seuil accueillant couvert, surmonté d'une terrasse soutenue par des pilotis. Marqué par un retrait par rapport à tout le volume.
	Le concept du parcours : le circuit de visite dans le musée forme une boucle tridimensionnelle claire, offrant une promenade architecturale avec une expérience spatiale riche qui s'étend des fouilles archéologiques jusqu'aux Marbres du Parthénon et la période romaine.
	Le concept du mouvement : c'est une combinaison entre la circulation linéaire et le récit de l'art et de l'histoire.
	La continuité paysagère : le projet assure une vue vers l'acropole ; et ainsi toute la ville de l'intérieur vers l'extérieur.
Liés au site	La continuité urbaine : l'alignement sur les rues afin d'assurer une continuité urbaine.
	L'intégration : garder l'originalité du site et intégrer les éléments existants dans le musée, le premier volume s'implante suivant les ruines archéologiques.
	Concept d'articulation : les fouilles qui se trouvent entre les deux musées servent d'articulation et d'exposition.
	La mémoire du lieu : à travers la liaison de la ville antique avec le projet par le plancher vitré et la conception des proies vitrées inclinées, dédié à la projection des images des célèbres Romains pour leurs rendre hommage.

II.2.2 Le musée de civilisation de l'Europe et de la méditerranée (MuCEM) :

II.2.2.1 Fiche technique :

Type : musée culturel.

Echelle : internationale.

Maîtrise d'œuvre : Rudy Ricciotti.

Éléments de construction : BFUP¹⁵.

Adresse : 7, promenade Robert Laffont 13002
Marseille.



Figure II-30: le Mucem.

Source : www.mucem.org

II.2.2.2 Climat de Marseille

Commune du Sud-Est de la France, la ville de Marseille est caractérisée par un climat tempéré, chaud de type méditerranéen qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. La ville bénéficie d'une durée exceptionnelle d'ensoleillement, avec plus de 2 800 heures de soleil par année.



Figure II-31: Le climat de Marseille.

Source : www.meteoblue.com

II.2.2.3 Présentation du projet et son contexte :

Un musée innovant pour faire découvrir la diversité culturelle de l'Europe et de la Méditerranée, il offre une exposition permanente qui veut faire découvrir les grandes caractéristiques des civilisations méditerranéennes (archéologie, ethnologie, réalisations artistiques, etc.). C'est un portrait mosaïque des civilisations dans leur vie quotidienne, leur histoire et leur culture.

Implanté à l'entrée du Vieux-Port à Marseille, sur le site du complexe Mucem. Il est composé de deux bâtiments adjacents situés sur le front de mer de Marseille, le premier «historique» FORT SAINT-JEAN, un deuxième «contemporain» BATIMENT J4, les deux reliés par un pont piétonnier de 115 m de long.



Figure II-32: Vue aérienne du complexe.

Source : archdaily.com

¹⁵ BFUP : béton fibré ultra performant.

II.2.2.4 Implantation :

Un bâtiment s'intégrant parfaitement à la force du site tant du point de vue historique, climatique que paysager. Cela se traduit par une architecture sobre, en rapport avec la mer car elle a été ancrée sur un ancien mole portuaire.



Figure II-33: L'implantation du musée.
Source : archdaily.com

Sa position met en jeu des articulations urbaines de première importance :

- Articulation topographique : ville haute (Panier) - ville basse (Port) ;
- Articulation Nord- Sud : Cité de la Méditerranée - Saint-Jean ;
- Articulation Ouest- Est : Vieux-Port - Saint-Jean.

II.2.2.5 L'idée et la genèse du projet :

Le projet a été conçu suivant un processus simple dicté par des concepts clairs et précis, il est fondé sur la base d'une géométrie simple (un carré), l'architecte a opté pour une intégration discrète et un projet qui s'efface devant le paysage, ensuite une faille traverse au cœur des volumes, elle accueille deux rampes de circulation entrelacées qui permettent des vues panoramiques sur le port, la mer et le fort Saint-Jean.

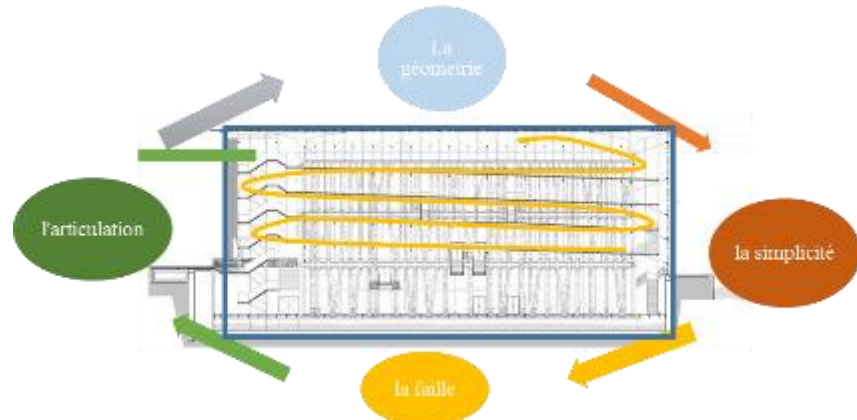


Figure II-34: la genèse du musée.
Source : archdaily.com.

Pour articulé, une passerelle en

béton accessible à partir du toit faite en béton, Ricciotti la compare à un « tapis volant ».

II.2.2.6 La volumétrie :

Le Mucem se compose de deux plans carrés insérés l'un dans l'autre. Un de 72m et l'autre de 52m. Le volume parallélépipédique s'élève sur 19m de hauteur. Entre ces deux

carrés, un vide dans lequel une rampe s'enroule autour des salles d'expositions et mène du rez-de-chaussée du musée à sa terrasse panoramique.

Le vide remplit une double fonction. Il est d'une part un espace de circulation, d'autre part une mise à distance entre les espaces centraux d'expositions et les espaces périphériques dédiés à l'administration, ces derniers ne risquant pas d'empiéter sur les salles d'expositions.

La hauteur du Mucem est de 19m. Elle permet d'anticiper une intégration respectueuse du futur bâtiment par rapport aux éléments naturels et patrimoniaux alentour sans aucune rivalité.

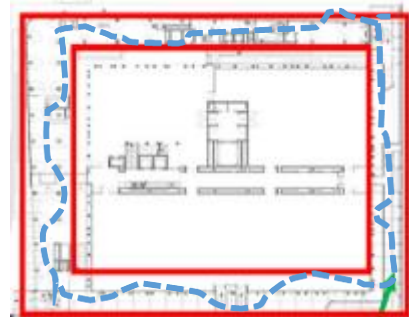


Figure II-35: la géométrie du musée.
Source : archdaily.com, traité par auteur

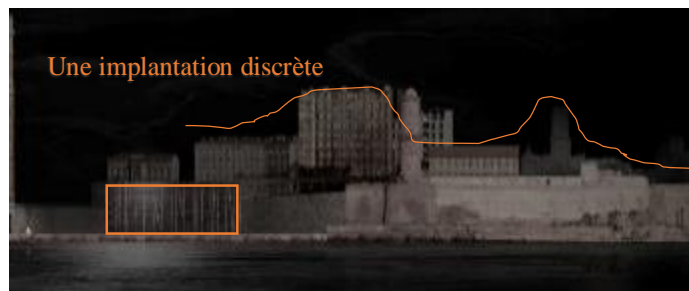


Figure II-36 : l'implantation du musée.
Source : archdaily.com

II.2.2.7 L'étude des plans et analyse fonctionnelle :

D'une superficie totale de 15 500 m², le bâtiment comporte 3 600 m² d'espace d'exposition, il se développe sur trois niveaux, chacun en double hauteur et deux sous-sols. Accueillant un auditorium d'une capacité de 335 places, un espace dédié aux enfants, une librairie, un restaurant doté d'une terrasse panoramique et tous les locaux inhérents à un tel équipement : ateliers, lieux de stockage...

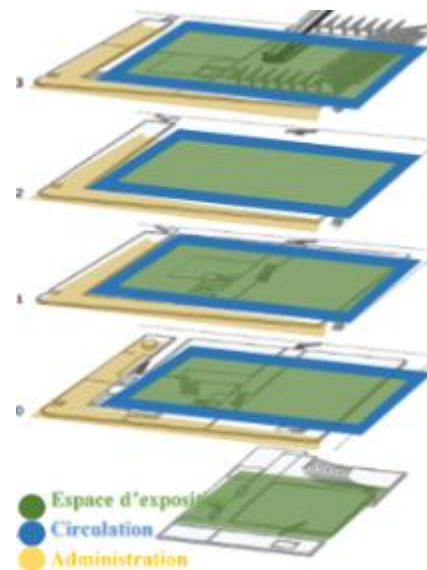


Figure II-37: la hiérarchie des espaces du musée.
Source : archdaily.com, traité par auteur.

a) Le premier sous-sol :

Niveau purement technique accueillant tout le matériel nécessaire pour le bon fonctionnement du projet avec le niveau inférieur de l'auditorium.



Figure II-38: plan du 2ème sous-sol.

Source : archdaily.com.

b) Plan du deuxième sous-sol :



PLAN DU SOUS-SOL



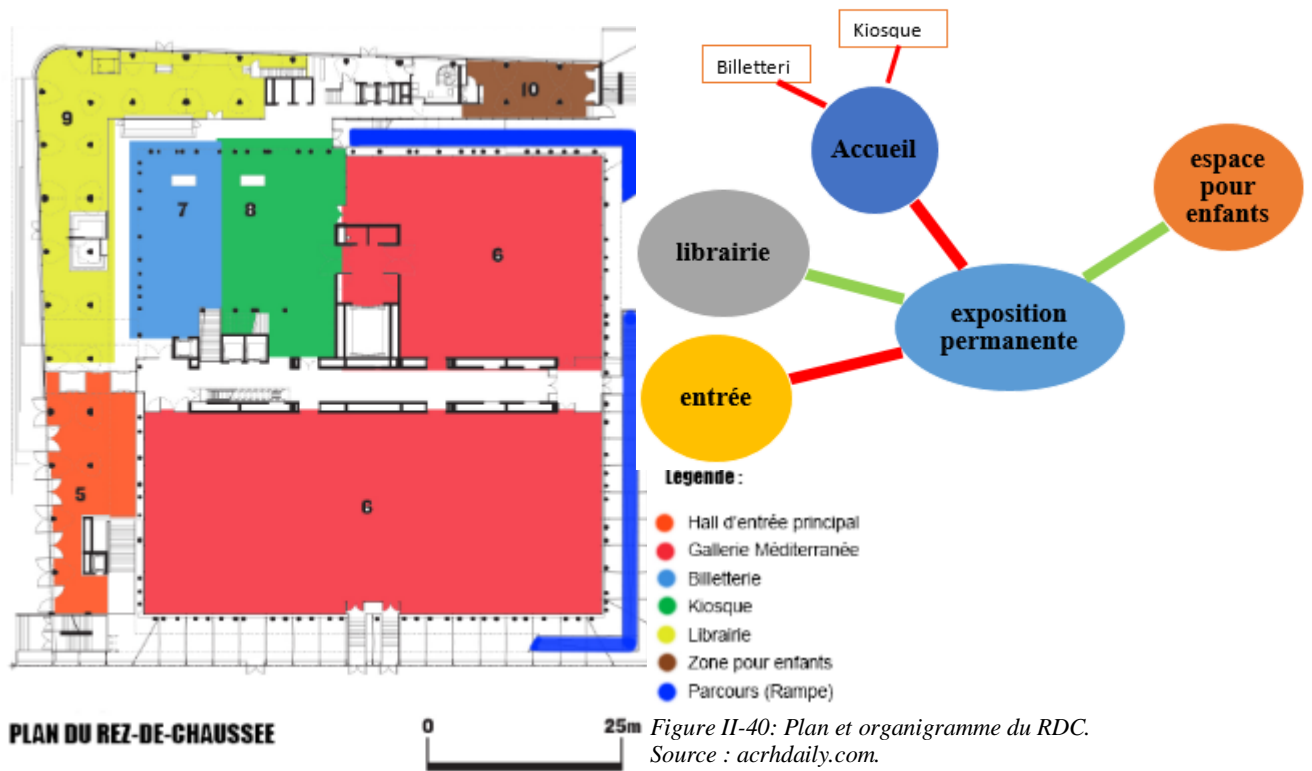
Figure II-39: plan et organigramme du sous-sol.

Source : archdaily.com.

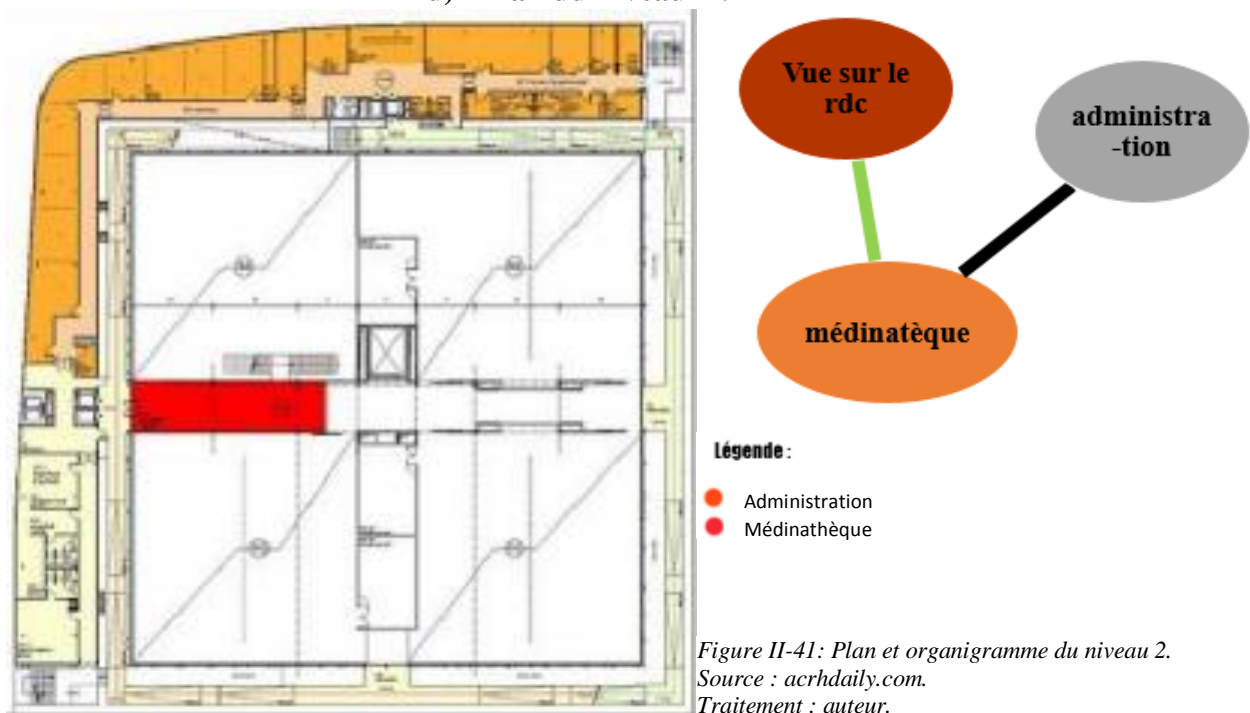
Traitement : auteur

c) Plan du rez-de-chaussée :

L'espace d'exposition se développe sur un plan libre occupant la majorité du rez-de-chaussée. L'espace se développe sur deux niveaux, au cœur se développe un espace (au 1er niveau) appelé la médinathèque qui est un lieu dédié au patrimoine audiovisuel de la méditerranée en accès libre aux visiteurs.

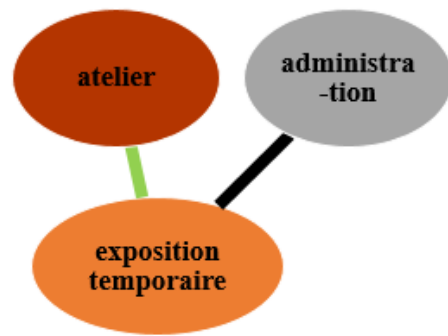
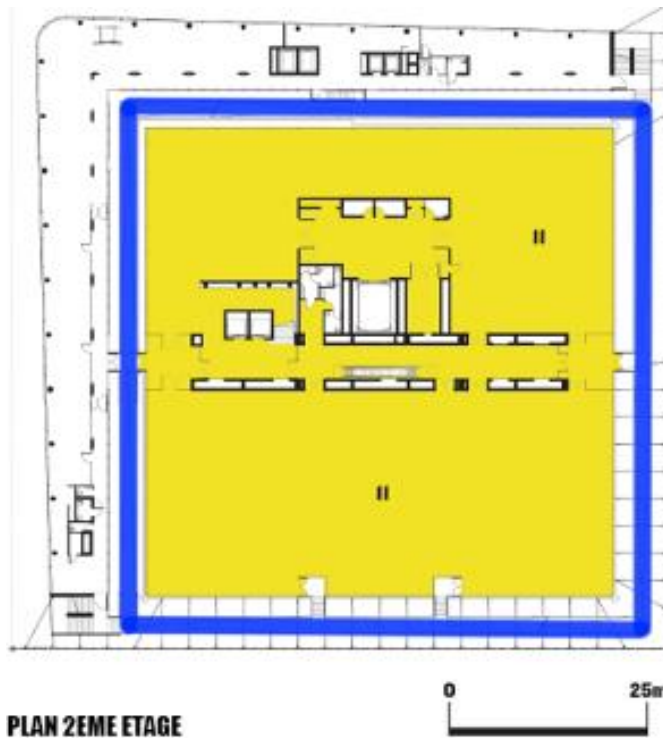


d) Plan du niveau 2 :



e) Plan du niveau 3 :

L'espace d'exposition se développe en double hauteur, le visiteur se trouvant au troisième niveau de la rampe verra l'exposition qui se déroule au deuxième niveau.

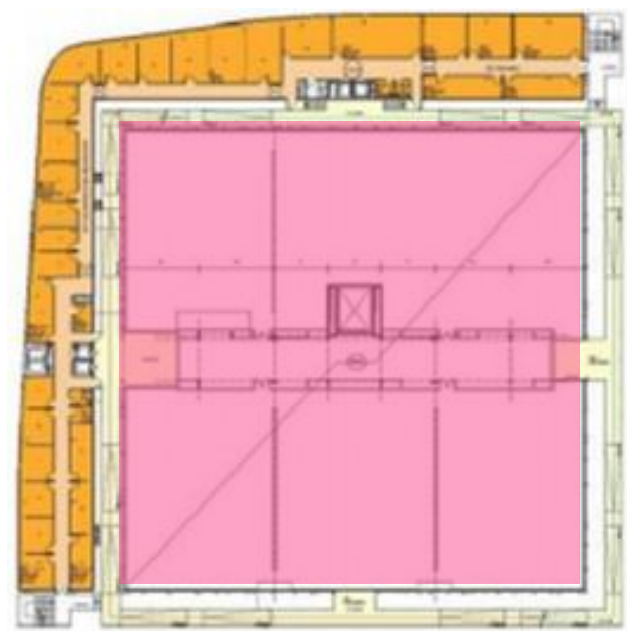


Légende :

- Exposition temporaire
- Parcours (Rampe)

Figure II-42 : plan et organigramme du niveau 3.
 Source : acrhdaily.com.
 Traitement : auteur.

f) Plan étage 4 :

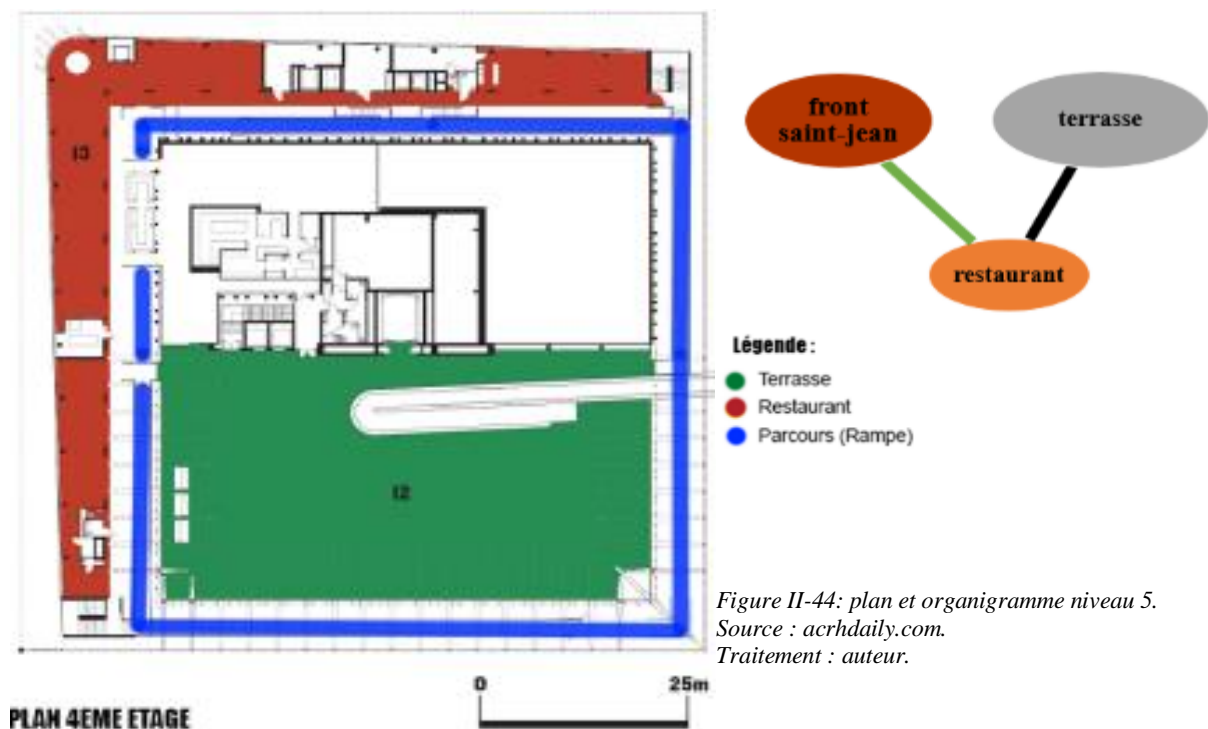


Légende :

- Administration
- Vue vers niv 3

Figure II-43: plan et organigramme du niveau 4.
 Source : acrhdaily.com.
 Traitement : auteur.

Plan niveau 5 :



II.2.2.8 Les façades :

Le bâtiment est fait de plusieurs «peaux». Les façades du parallélépipède carré se composent de deux types d'enveloppes. L'une est faite en dentelle de béton, l'autre en verre, privilégiant ainsi le vocabulaire de la transparence et de l'ouverture.

Leur répartition est dictée par la course du soleil ainsi, la partie vitrée accueille l'administration et les locaux techniques. La partie couverte accueille le musée et les espaces d'exposition sous une ambiance bien éclairée mais protégée des éblouissements.

L'aspect léger, mince, voire fragile du verre et de la dentelle de béton donne l'impression que le bâtiment n'a que « la peau sur les os », selon les termes de l'architecte.



Figure II-45: les façades du musée.
Source : archdaily.com

La résille utilisée est inspiré du sol marin rocheux sur lequel est édifié le projet. Elle constitue une véritable dentelle de béton constituée de 400 panneaux, chacun mesurant 6m x3 m. Elle est contreventée horizontalement par des bracons bi-articulés qui rythment le parcours le long de la rampe périphérique. Elle ne joue aucun rôle structurel mais sert de filtre contre le soleil.



Figure II-46: le motif de la résille et son inspiration.
Source : archdaily.com+ traitement : auteur.

II.2.2.9 Les dispositifs bioclimatiques :

Le bâtiment a été réfléchi de tel sorte à tirer profit des éléments naturels qui étaient autre fois carences (non seulement le soleil mais aussi de l'eau de mer).¹⁶

- **La forme** : l'architecte a choisi la plus simple et compacte, en réduisant les surfaces des parois, il réduit ainsi la surface du contact aux intempéries (soleil), le gain de chaleur diminue, en retour, on a la réduction de la consommation d'énergie.

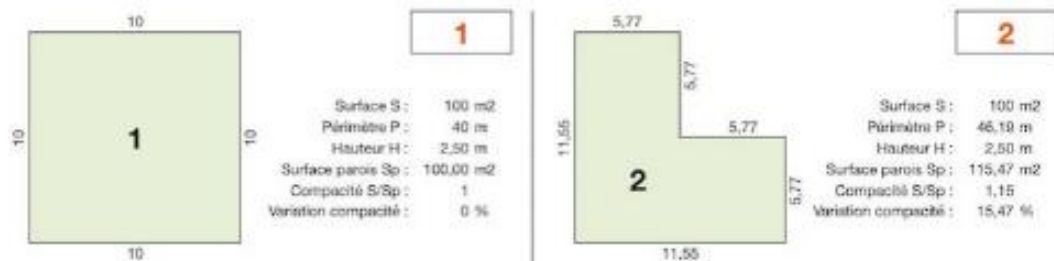


Figure II-47: caractéristique de la forme du Mucem.
Source : passivact.fr

- **La façade double peau** : une façon très ingénieuse de réadapter la façade double peau, toutes les parties vitrées du bâtiment sont doublées d'un voile translucide en maille noire, la cavité est ainsi ventilée grâce au mouvement de l'eau de mer (elle fonctionne comme une façade double peau ordinaire).

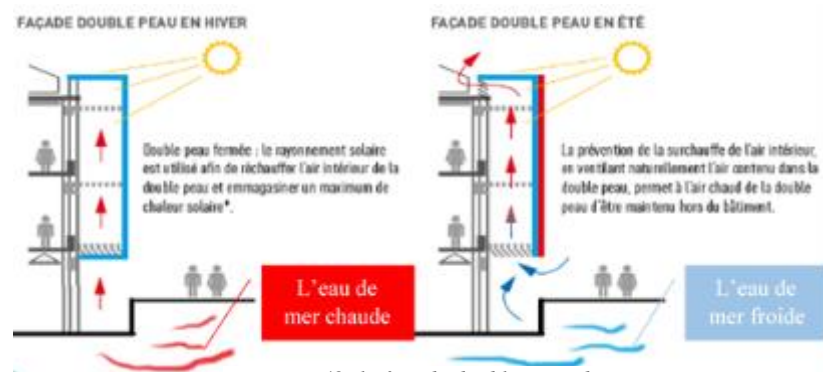


Figure II-48: la façade double peau du Mucem.
Source : auteur.

¹⁶ Ricciotti 2013 Marseille MUCEM architecture contemporaine bio-climatique conference F.Morin

- **La thalassothermie (les douves) :** consiste soit à capter de l'eau de mer se trouvant en dessous du bâtiment, à des profondeurs comprises entre 5 et 10 mètres, et à une température comprise entre 12 et 25 °C soit à utiliser pour refroidir l'air autour (comme pour la double peau). Dans le premier cas l'eau est conduite jusqu'à un échangeur thermique, relié à une boucle d'eau douce, qu'elle va refroidir ou réchauffer, selon la saison.

- **La résille comme brise soleil :** Sur les deux façades dentelées en résille de béton et afin de mieux protéger les œuvres d'un excès de chaleur, de lumière et de diminuer les surchauffe la résille est utilisés comme barre soleil.

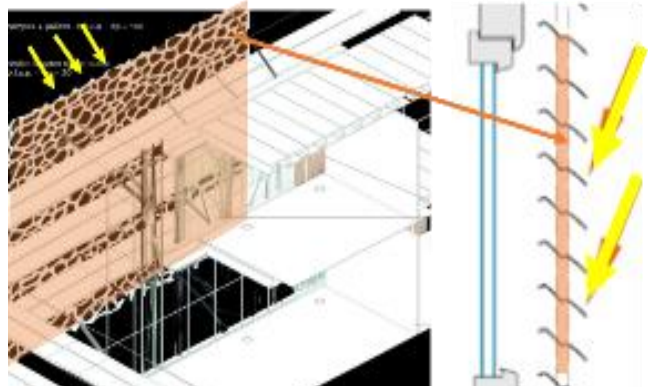


Figure II-49: les brises soleil du Mucem.
Source : archdaily.com + traitement auteur

- **La ventilation naturelle :** se fait à partir des vides d'air laissés sur l'eau de mer, une sorte de puits.

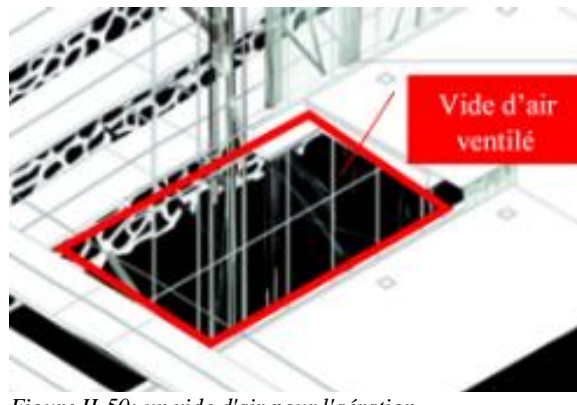


Figure II-50: un vide d'air pour l'aération.
Source : archdaily.com + traitement auteur

- **L'orientation :** Le projet est orienté Nord-Sud, cette orientation est marquée par la transparence/opacité des façades, profitant ainsi de l'ensoleillement et des vues panoramiques sur la mer du côté de l'administration, et se cachant des fortes chaleurs et lumières pour les espaces d'exposition. La première façade en L faite de verre sur les côtés Nord et Est, la deuxième est faite en dentelle en béton sur les faces Sud et Ouest (les plus ensoleillées).



Figure II-51: les façades du Mucem selon l'orientation.
Source : batiactu.com

II.2.2.10 La structure :

Le Mucem a été conçu selon une INVENTIVITÉ CONSTRUCTIVE, la volonté de l'architecte a été d'utiliser la matière uniquement là où elle était nécessaire, un dimensionnement des éléments architecturaux au plus proche de leurs limites physiques, une structure tendue et nerveuse. Mais cela veut également dire des prises de risque et beaucoup de calculs.

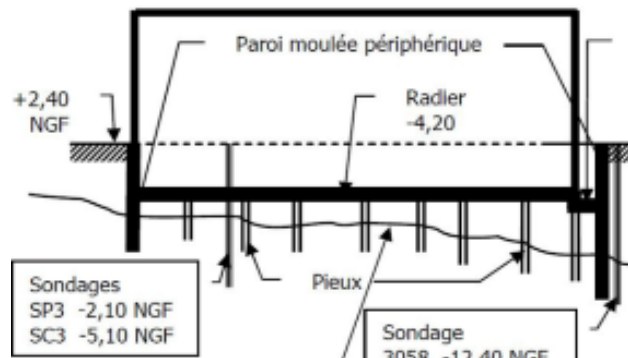


Figure II-52: la structure du Mucem.
Source : arc.ulaval.ca

- **Les fondations** : le sol sur lequel est implanté le Mucem, est constitué de remblai médiocre. Pour cela les fondations on était faites de parois moulées périphériques et pieux avec radier porté.
- **Les poteaux** : Le plan est cerné par 308 poteaux arborescents (suivant une trame irrégulière) présentant des hauteurs variables en fonction des niveaux auxquels ils sont reliés (de 2,79 m à 8,79 m de haut, pour des diamètres de 25 à 40 cm.). Au final, vingt configurations sont possibles.
- Les poteaux on était dimensionnés de manière à reprendre les charges exactement comme au calcul.¹⁷

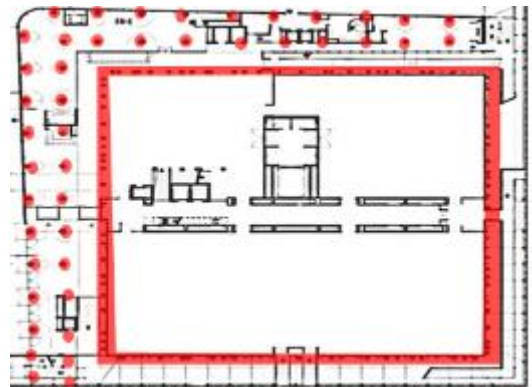


Figure II-53: la trame des poteaux.
Source : arc.ulaval.ca + traitement auteur.



Figure II-55: les poteaux.
source : SCIA Structural Design and Analysis Software

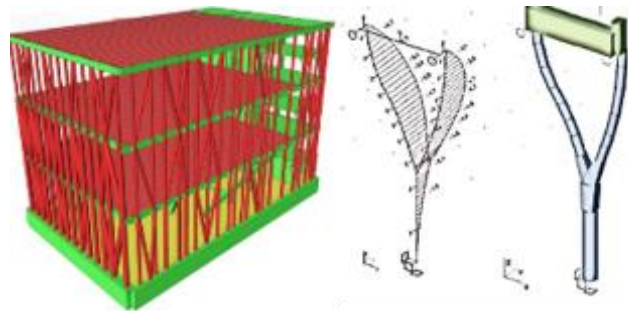


Figure II-54: la configuration des poteaux
Source : scia.net

¹⁷ SCIA Structural Design and Analysis Software

- **Les planchers** : Les planchers du Mucem sont composés de poutres en béton classique de 25 m de long, en forme de I formant les plafonds visibles des salles, la grande portée des poutres-planchers permet aux salles d'expositions d'être libérées des poteaux ou de cloisonnements fixes. Pour avoir des espaces libres et ouverts où la scénographie peut s'organiser sans contraintes et différemment pour chaque exposition.



Figure II-56: le plancher du mucem.
Source : arc.ulaval.ca

II.2.2.11 Les ambiances :

a) Ambiances extérieurs :

L'architecture de Mucem s'intègre au site et reflète l'identité méditerranéenne en jouant sur des oppositions. La dentelle de béton et les surfaces vitrées laissent passer la lumière et offrent une vue, attribuant au bâtiment une légèreté et une fragilité.

Le bâtiment est habillé d'un jeu de lumière fascinant laissant apparaître son intérieur et accentue le contraste de luminosité (partie obscure et partie sombre).¹⁸



Figure II-57: le jeu de lumière du musée.
Source : diaspora-dz.com

b) Ambiances intérieures :

¹⁸ https://www.arc.ulaval.ca/files/arc/Rudy-Ricciotti_MuCEM.pdf

Tableau II-4: les abiance du musée. source: auteur

Hall d'accueil	Espace d'une superficie de 400 m ² desservant les coursives, l'entrée de l'exposition permanente et de la librairie, et donnant accès au forum au N-1 et aux expositions temporaires au N+2.	 <p>Figure II-58: l'accueil du muceem</p>
Les coursives ou -rampes-	Sont constituées de deux espaces de circulation entrelacés, qui partent de rez-de-chaussée et conduisent au toit terrasse. Elles desservent les espaces d'exposition. Elles offrent des ambiances différentes (vues plus lumineuses et aériennes côté mer / vues intérieures plus sombres et métalliques)	 <p>Figure II-59: les rampes et coursives</p>
Môle Passédat	Surface de 400 m ² Situé au dernier étage du musée, il offre une vue panoramique sur la mer et le port de la Joliette. Il dispose également d'une partie de la terrasse du J4 (300 m ²).	 <p>Figure II-60: restaurant panoramique</p>
Les douves	Les douves ne font pas tout le tour du bâtiment du J4, mais couvrent 2 des 4 faces du musée en forme de L (côté mer). Accès par l'intérieur du musée + accès indépendant par les escaliers de secours). Possibilité de réaliser des prises de vues en contre-plongée sur les coursives et escaliers.	 <p>Figure II-61: les douves</p>
La terrasse	Surface de 1400 m ² (dont 300 m ² occupé par le Môle Passédat). Hauteur sous résille : 3.25 m au point haut et 2.50 m au point bas. Elle embrasse l'un des plus beaux panoramas offerts par le musée.	 <p>Figure II-62: la terrasse panoramique</p>
Auditorium	Surface de 430 m ² Jauge : 325 personnes + 10 PMR Hauteur sous plafond : 5.40 m	 <p>Figure II-63: l'auditorium</p>

II.2.2.12 Les concepts tirés du projet :

Le Mucem placé à l'intersection des civilisations de la Méditerranée et l'Europe, dialogue avec son environnement proche et lointain par le concept de transparence et d'ouverture et le long parcours qui traverse l'ensemble du bâtiment et qui le relie au site archéologique, Il fonctionne comme un forum, un lieu de débats, où les présentations de référence et les expositions temporaires s'articulent autour de grandes questions de société. On retient plusieurs concepts :

- La promenade démuséifiante : le Mucem a été conçu comme un parcours architectural. Par la création de la rampe périphérique, des deux passerelles et par l'ouverture du fort Saint-Jean au public, il offre un nouvel espace public et un jardin à la ville. Les visiteurs peuvent faire l'expérience de ce parcours gratuit sans nécessairement visiter les salles d'exposition, d'où le terme de promenade « démuséifiante » utilisé par Rudy Ricciotti. Le Mucem peut être perçu comme un pont qui relie symboliquement les différentes cultures méditerranéennes ;
- L'intégration par contraste ;
- La légèreté et la transparence ;
- La relation et le dialogue dehors-dedans.

II.2.3 Cite du patrimoine au quartier de la marine (PFE) :

II.2.3.1 Description

Projet de fin d'étude réalisé par Melle Babou Roza et Melle Mermouchi Ouiza, sur un terrain au pied de la casbah, d'une forme trapézoïdale et une surface de 1,2 ha.

Le projet est fondé sur la base d'une géométrie simple et pure, inspiré du site combinant des lignes droites et des courbes, une forme de base qui est le rectangle en référence aux barres qui sont autour de site (les barres Saccard) et le cercle en référence aux



Figure II-64: vue sur le projet.

Source : PFE Babou R et Mermouchi O, consulté le 20/04/2020

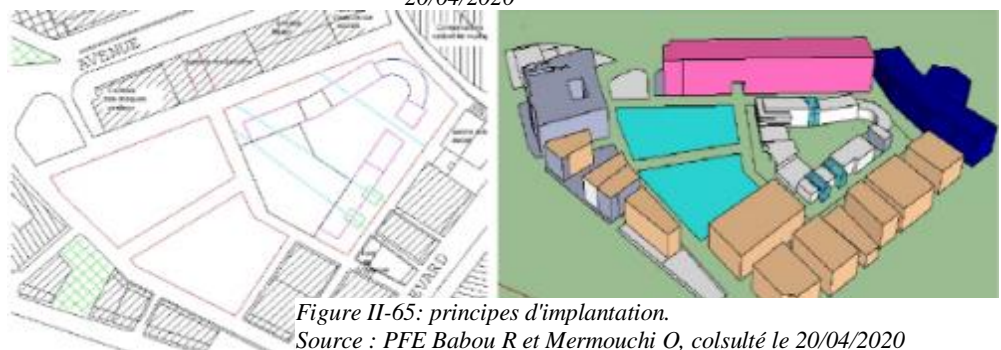


Figure II-65: principes d'implantation.

Source : PFE Babou R et Mermouchi O, consulté le 20/04/2020

coupoles des mosquées immédiates, le toit ondulé au niveau de l'entrée principale pour rappeler le mouvement des vagues de la mer et pour ouvrir notre projet vers les jardins et marquer le seuil.

II.2.3.2 Le programme :

Le projet assure les fonctions qui sont les suivantes:



Figure II-66: le programme du projet.

Source PFE Babou R et Mermouchi O. consulté le 20/04/2020

II.2.3.3 Analyse fonctionnelle :

Le projet est destiné à deux types d'utilisateurs :

- Le grand public qui bénéficie des espaces d'exposition, d'un auditorium, des espaces de consommation, de détente et de commerce.
- Les étudiants et professionnels qui bénéficient de trois entités : documentation et recherche, création et formation, administration.



Figure II-67: Plan du RDC.

Source : PFE Babou R et Mermouchi O, consulté le 20/04/2020

II.2.3.4 Les concepts tirés du projet :

Liés au contexte :

- L'articulation
- La continuité urbaine.

- La symbolique ;
- Le mouvement ;
- Concept de faille ;
- Le seuil.

Liés au thème :

- Le parcours et la fragmentation ;
- La lumière ;
- La transparence.



Figure II-68: le seuil du projet.

Source : PFE Babou R et Mermouchi O, consulté le 20/04/2020

Conclusion :

Nous avons pu définir à travers ce chapitre, les spécificités et les exigences relatives à la thématique « musée d'art et d'histoire », et la mise en lumière sur les différents aspects qui vont nous mener à une bonne compréhension de cette dernière, nous avons aussi mis l'accent sur son impact sur l'environnement social et naturel.

Toute la collecte des informations et le rassemblement des données nous serviront de support de conception lors de l'élaboration du projet, les deux exemples nous ont permis de tirer un programme qualitatif, mais aussi de faire le lien entre le climat méditerranéen et les solutions bioclimatiques qui lui conviennent. Cela nous aidera à mieux affirmer l'efficacité énergétique de ses dernières afin de bien les exploiter.

Chapitre III : Etude du site d'intervention

Introduction :

L'analyse du site constitue une étape clé dans le processus de conception architecturale et urbaine. Ce chapitre sera focalisé sur l'analyse contextuelle à différentes échelles. Il va nous permettre de déceler les concepts, les potentialités et les carences liés 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 au contexte et au paysage où il est situé et dont il devrait refléter l'harmonie.

III. Etude du site d'intervention :**III.1 Le choix du site :**

Le choix s'est porté sur la ville de Tipasa, 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.

III.1.1 Présentation de la ville de Tipasa :

La ville de Tipasa, est le chef-lieu de la wilaya est Tipasa, une wilaya algérienne partiellement berbérophone située à 68km à l'Ouest de la capitale Alger.

Elle couvre une superficie d'environ 700 000 ha et une population d'environ 630183 habitants (fin 2012). Tipasa 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.

III.1.2 La situation de la ville de Tipasa :

III.1.2.1 A l'échelle nationale :

La ville de « Tipasa » 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.



Figure III-1: la situation de Tipasa.

Source : andi.dz/PDF/monographies/Tipasa.

III.1.2.2 A l'échelle régionale :

La commune de Tipasa 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 Tagouraït et Sidi Rached à l'Est ;
- La commune de Hadjout au Sud ;
- La commune de Cherchell et Nador à l'Ouest.



Figure III-2: la situation de Tipasa.

Source : andi.dz/PDF/monographies/Tipasa.

III.1.2.3 Synthèse :

Tipasa 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 que à l'échelle du bassin méditerranéen.

III.1.3 Accessibilité de la ville de Tipasa :

Le réseau routier de la wilaya de Tipasa 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 :

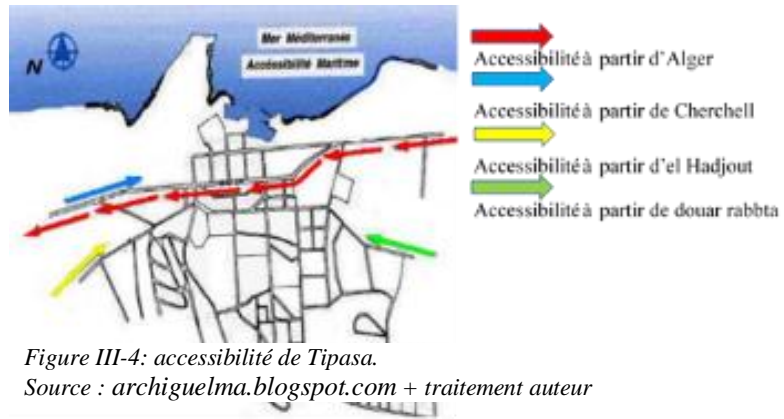
- La RN 11 assurant la liaison Est-Ouest de l'ensemble des villes côtières.
- Le CW 106 qui relie Tipasa à Sidi Rached et se raccorde à la RN 67 ;



Figure III-3: l'accessibilité de Tipasa.

Source : google earth + traitement auteur

- 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 Tipasa et d'autre, elle permet de canaliser le surplus de trafic et de relier les villes du littoral entre elles.

III.1.4 Lecture morphologique des éléments de composition urbaine

III.1.4.1 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 ou des placettes.



Figure III-5: les portes de la ville de Tipasa.

Source: skyscrapercity.com/threads/bou-isma%C3%8F1-cherchell-sidi-ghiles-expressway-82-km-partially-completed.1393604/

III.1.4.2 Les voiries :

a) Parcours principale :

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

b) 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 Tipasa et qui se développe perpendiculairement à la RN11 et à l'axe culturel.

• Parcours piétons.

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

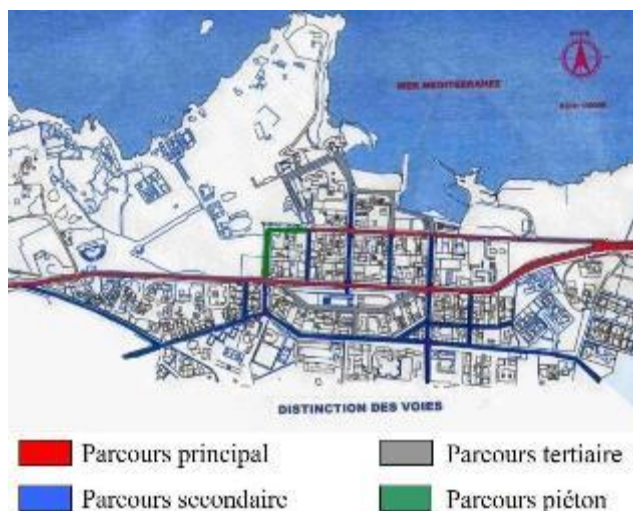


Figure III-6: les voiries de la ville de Tipasa.

Source : archiguelpma.blogspot.com/2018/11/analyse-urbain-ville-tipasa-kevin-lynch.html

III.1.4.3 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.

- **Nœud principal N02 Ouest :** Jonction entre la RN11 et le passage piéton et une autre vois mécanique. Il marque la sortie de la ville de côté Ouest.



Figure III-7: les nœuds importants.

Source : archiguelpma.blogspot.com/2018/11/analyse-urbain-ville-tipasa-kevin-lynch.html

III.1.4.4 Les points de repères :

Tipasa 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.

1-complexe touristique, 2- Corne d'or, 3- Cimetière, 4- site archéologique, 5- La wilaya.

6- Mosquée et place des martyrs, 7- Le port, 8- Les ruines romaines, 9- Le stade.

10- Mataress, 11- Le musée.



Figure III-8: les repères de la ville de Tipasa.

Source : PFE Benia F. conception d'une école primaire a Tipasa. Consulté le 02/04/2020.

III.1.4.5 Synthèse :

La ville de Tipasa 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 toute 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.

La situation du port entre les deux parcs archéologiques le rend facilement repérable.

III.1.5 Environnement immédiat :

III.1.5.1 Système bâti :

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

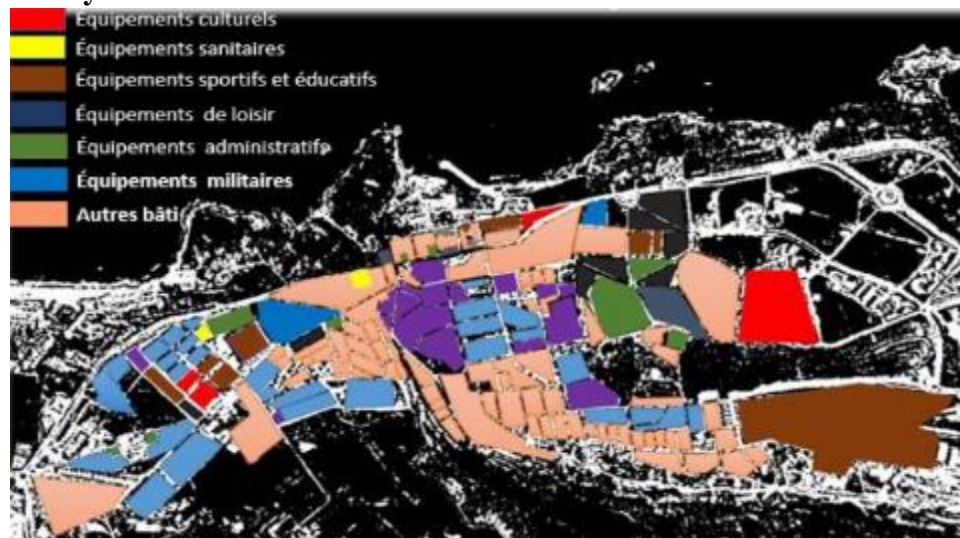


Figure III-9: le système bâti de la ville de Tipasa.

Source: di.univblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/2084/1/4.720.1212.pdf

III.1.5.2 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'espaces publics et les aires de stationnement.

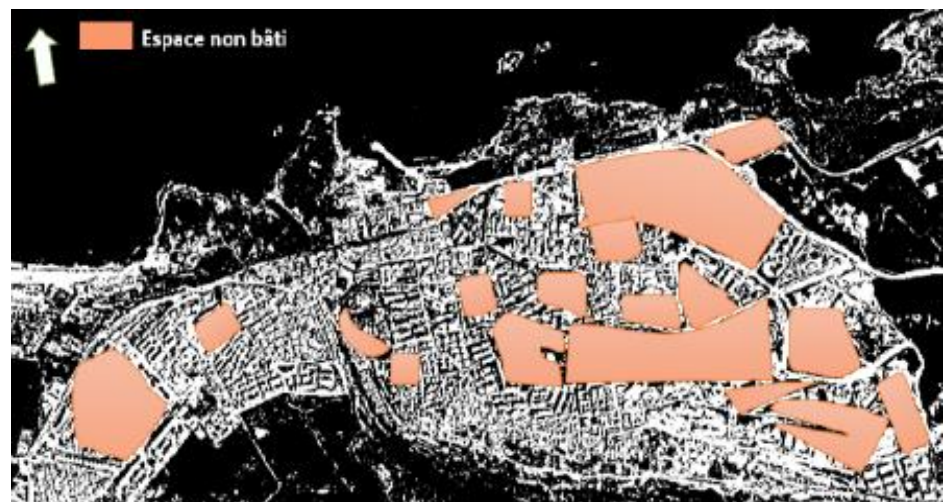


Figure III-10: système non-bâti de la ville de Tipasa.

Source: di.univblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/2084/1/4.720.1212.pdf

III.1.6 Potentialités de la ville :

III.1.6.1 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 Tipasa.



Figure III-11: vue vers la mer et le mont Chenaoua.
Source : [.algerie-eco.com/2019/05/31/protection-du-mont-chenoua-a-tipasa-trois-carrieres-fermees/](https://www.algerie-eco.com/2019/05/31/protection-du-mont-chenoua-a-tipasa-trois-carrieres-fermees/)

III.1.6.2 Potentialités historiques et culturelles :


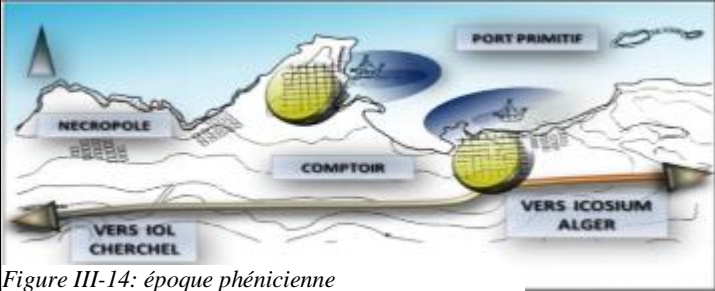
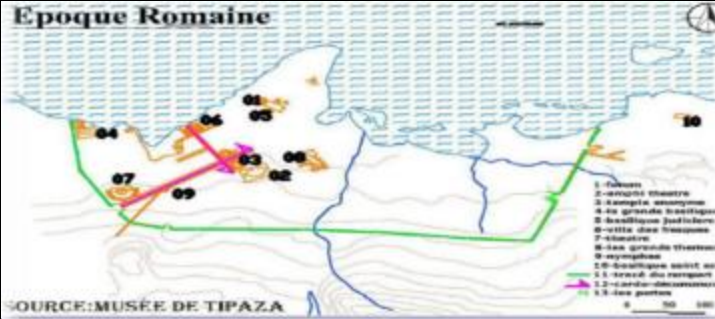
L'étude historique permet d'expliquer l'état actuel des villes autant que résultat d'un processus évolutif enraciné dans le passé, et d'en tirer des éléments utiles pour leur compréhension. La région de Tipasa, au même titre que l'ensemble du pays a connu plusieurs civilisations, d'importants témoignages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




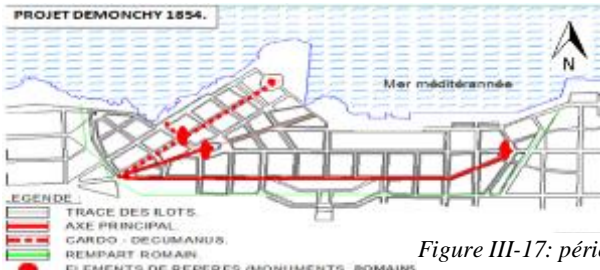

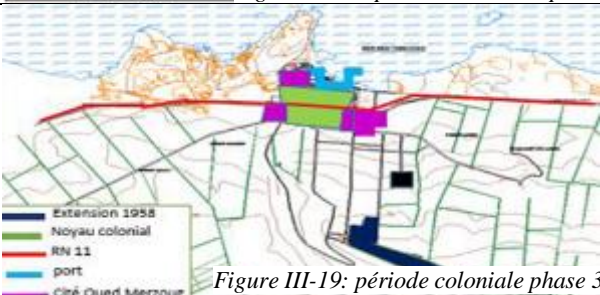

Figure III-12: les parcs archéologiques de Tipasa.
Source : [pinterest.com](https://www.pinterest.com)

a) Aperçu historique de la ville de Tipasa

Tableau III-1Aperçu historique de la ville de Tipasa. Source : whc.unesco.org + traitement auteur

Epoque	Description	illustration
<p>L'époque préhistorique 3ème millénaire AV.JC</p>	<p>Les hommes à cette époque se sont abrités dans les grottes du littoral, à l'Est comme à l'Ouest de Tipasa, 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.</p>	 <p>Figure III-13: l'époque préhistorique</p>
<p>L'époque phénicienne (1er siècle AV-JC)</p>	<p>Au début, elle était une escale parmi d'autres, 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.</p>	 <p>Figure III-14: époque phénicienne</p>
<p>L'époque romaine : (40 AV-JC -450 AP-JC) :</p>	<p>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, autour s'articulent les édifices publics. L'accroissement de la population a engendré une croissance de la ville.</p>	 <p>Figure III-15: ville romaine à Tipasa</p>

		<p>Ville civile 145-147 après JC : Tipasa 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, l'aqueduc, les thermes et théâtre.</p>	 <p>Figure III-16: ville civile a Tipasa</p>
		<p>Ville chrétienne : 3ème siècle AP/J.C : Transformation des édifices Idolâtres (les temples) en édifices religieux, aussi la construction d'autres édifices, la grande basilique de l'évêque Alexandre, la basilique Pierre et Pau.</p>	
<p>l'époque vandale (430 après J.C)</p>	<p>Les tribus Vandales occupèrent la ville de Tipasa et détruisirent le rempart (une ville ouverte).</p>		
<p>byzantine (533 après J.C)</p>	<p>À l'époque Byzantine, elle n'a laissé que peu de traces. Le port de Tipasa n'a pu connaître qu'une occupation temporaire.</p>		
<p>Musulmane (du IXe au XVe siècle)</p>	<p>À l'époque musulmane la ville fut nommée «TEFESSED »qui veut dire : une ville ruinée, dont la contribution au développement urbanistique de Tipasa est inexistante sur le terrain.</p>		

L'époque coloniale 1830-1962	<p>Phase 1 1854-1861 : projet de DEMONCHY (Le plan établi présente une superficie de 9,8 ha, divisée en cinq îlots).</p>	 <p style="text-align: right;"><i>Figure III-17: période coloniale phase 1</i></p>
	<p>Phase 2 1861-1887 : à cette époque le village connaît des extensions du noyau de base. En 1864 : l'extension vers le Nord-Ouest par la construction de l'îlot industriel CHAIX TREMAUX.</p>	 <p style="text-align: right;"><i>Figure III-18: période coloniale phase 2</i></p>
	<p>Phase 3 1887 -1958 : elle est marquée par : En 1925 : l'extension vers le Sud-Ouest par la construction de l'îlot de BOURGARD suivie d'une extension vers l'Est. En 1948 : la construction du port marque une dernière extension vers le Nord.</p>	 <p style="text-align: right;"><i>Figure III-19: période coloniale phase 3</i></p>
L'époque postcoloniale	<p>A partir de 1962 jusqu'à 1984 : la ville de Tipasa a connu une expansion qui avait donné deux formes d'extensions distinctes : Une densification des îlots à l'intérieur du village. Les cours intérieures ou les jardins avaient constitué une véritable réserve foncière qui avait été franchies par des chemins d'accès. Le site archéologique de Tipasa a été classé sur la liste du patrimoine mondial de l'humanité le 17 décembre 1982.</p>	 <p style="text-align: right;"><i>Figure III-20: époque postcoloniale</i></p>

III.1.7 Vocations de la ville :

III.1.7.1 Secteur du tourisme :

Tipasa est riche naturellement par ces paysages particuliers, historiquement par ses sites archéologiques qui représentent l'héritage de deux civilisations importantes, la civilisation punique et romaine, cet héritage est classé patrimoine mondiale par l'Unesco ; après l'indépendance Tipasa a voulu mettre en valeur sa vocation touristique par la création de complexe touristique (CET, corne d'or et Mataress) et d'autres structures d'accueil.

Le nombre annuel de touriste varie entre 4.5 et 6 millions de touristes, ils 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 Tipasa sont intéressés par plusieurs endroits historiques et culturels tel que le musée de Tipasa, les ruines romaines, le tombeau de la chrétienne...



Figure III-21: le tourisme à Tipasa.

Source : leguiddetourisme.com+ traitement auteur.

III.1.7.2 Secteur de l'agriculture :

Le potentiel en sol de la wilaya de Tipasa 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 maraîchère.
- La seconde dénommée la plaine de la Mitidja constitue

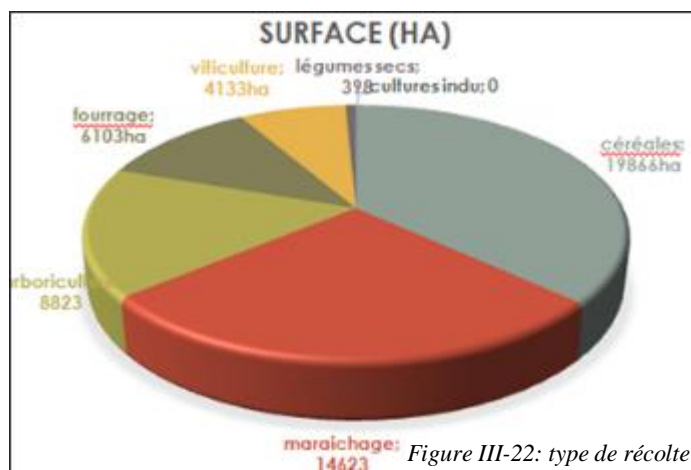


Figure III-22: type de récolte à Tipasa. Source : auteur.

le futur berceau d'une agriculture intensive avec la mise en eau du périmètre irrigué.

- La troisième zone est formée par une zone montagneuse. Elle est constituée 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.

III.1.7.3 Secteur de l'industrie :

Le territoire de Tipasa apparaît comme une wilaya sous industrialisée. 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 pêche. Elle dispose de 11 secteurs d'activité répartie comme sur la figure suivante.

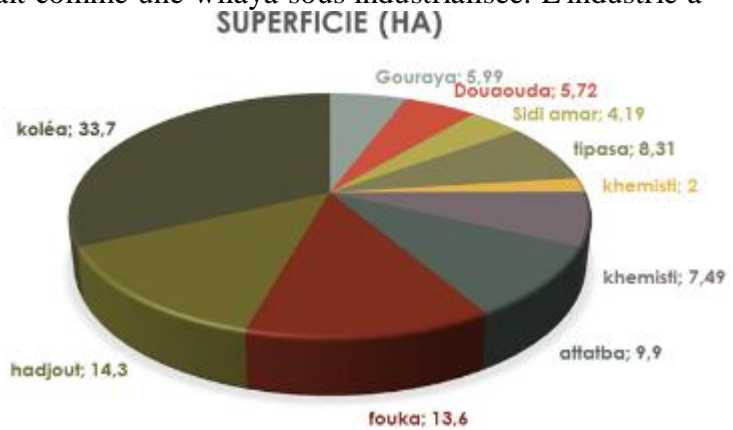


Figure III-23: les secteurs d'activité de Tipasa.

Source : auteur.

III.1.8 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.



Figure III-24: le niveau d'instruction de la population à Tipasa.

Source : auteur.

III.1.9 Environnement naturel :

La ville se situe dans les confins Ouest du Sahel d'Alger, et dans la partie Est du Massif du Chenoua et la vallée de l'Oued Nador, délimitée par :

- La mer méditerranée au Nord ;
- Oued Mazafran à l'Est ;
- Les crêtes de Sahel et Mitidja au Sud ;
- Le mont de Chenoua et Oued Nador à l'Ouest.

III.1.10 Topographie et l'hydrographie :

III.1.10.1 Relief :

Tipasa 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.

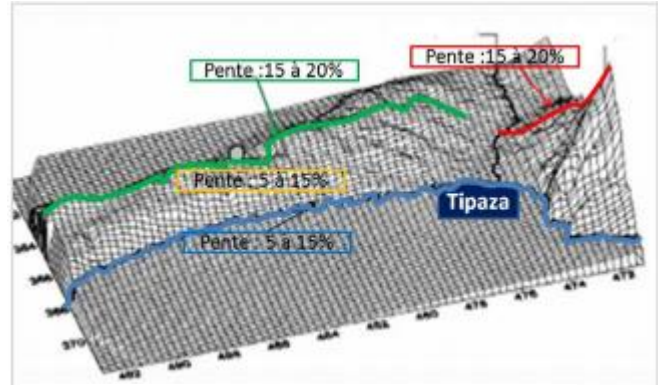


Figure III-25: carte de relief de Tipasa.
Source : PDAU 2007.

III.1.10.2 Les promontoires :

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

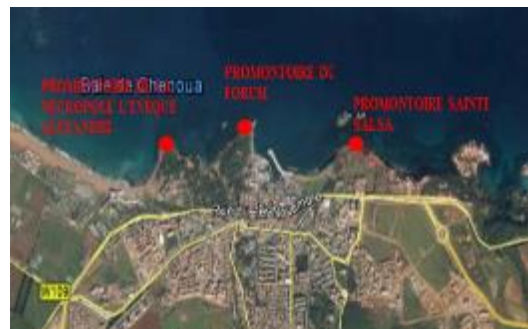


Figure III-26: les promontoires à Tipasa.
Source : Google earth + traitement : auteur

III.1.10.3 L'hydrographie :

Le réseau hydraulique de la ville de Tipasa 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 des petits oueds tel que oued Marzouk, Damous et oued Djer.

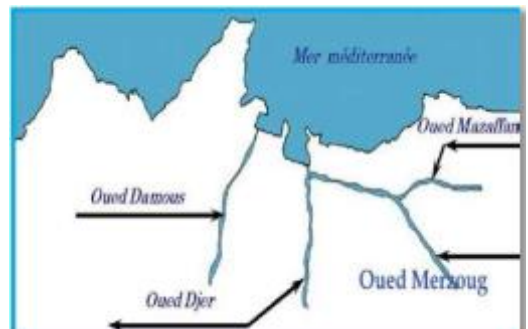


Figure III-27: réseau hydrographique de la ville de Tipasa. Source : PDAU Tipasa 2007

III.1.10.4 Domaine littorale :

La cote de Tipasa 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.

III.1.10.5 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 III-28: Vue sur la plage corne d'Or.
Source : pinterest.com.



Figure III-29: la végétation à Tipasa.
Source : romanoimpero.com/2018/02/tipasa-Tipasa-algeria.html

III.1.11 Le climat :

Sur le plan climatique, la wilaya de Tipasa se caractérise par le régime méditerranéen comme toutes les villes du littoral, 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 III-30: les étages bioclimatiques en Algérie.
Source : <https://slideplayer.fr/slide/484007/>

III.1.11.1 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 Tipasa 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.

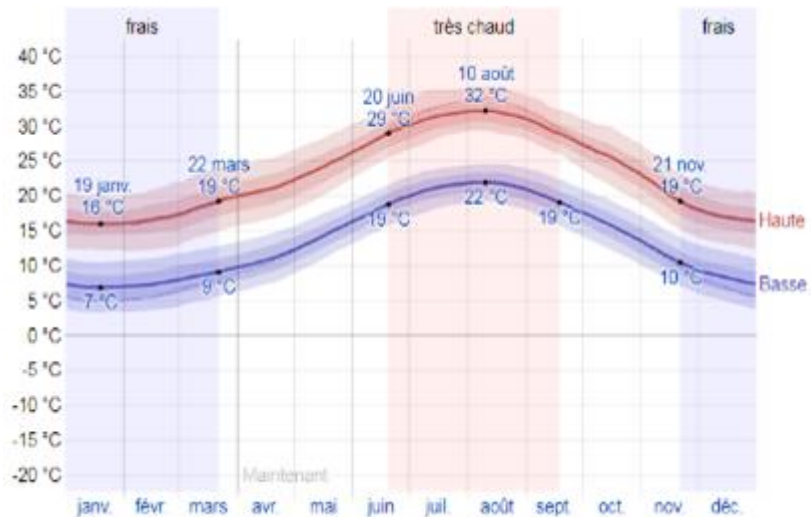


Figure III-31: les températures à Tipasa.
Source : meteoblue.com

III.1.11.2 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.

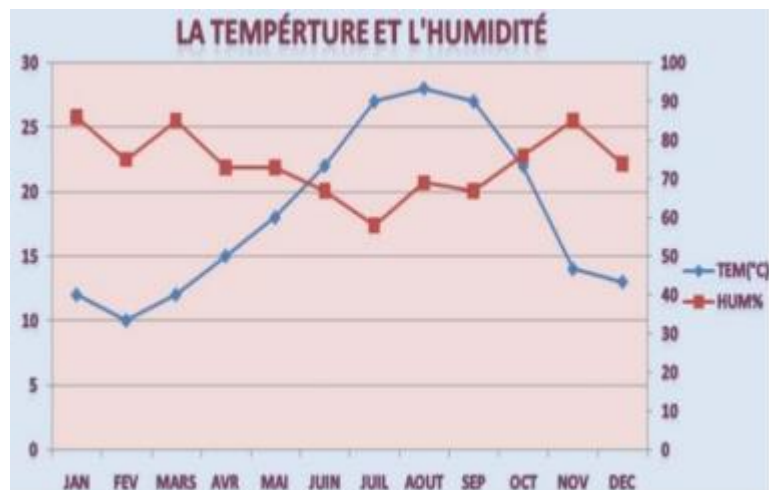


Figure III-32: la température et l'humidité à Tipasa.
Source : meteoblue.com

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

III.1.11.3 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 Tipasa 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 soit les précipitations les plus importantes.

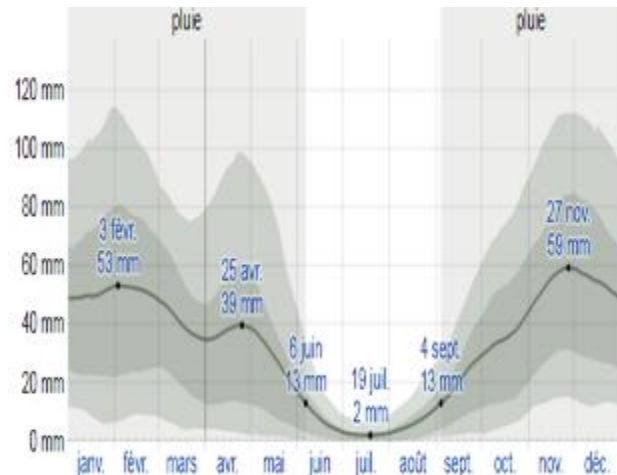


Figure III-33: les précipitations à Tipasa. .

Source : meteoblue.com.

- **Une période courte de sécheresse** ou les précipitations

sont très faibles, les mois de juin et juillet sont les plus secs avec 2mm.

III.1.11.4 Vents (Km/h) :

À Tipasa 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 de chaque année.



Figure III-34: les vents dominat a Tipasa.

Source : Google earth + traitement auteur

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.

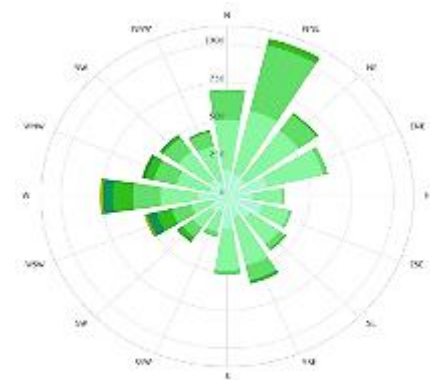


Figure III-35: rose des vents de Tipasa.

Source : meteoblue.com.

III.1.11.5 Ensoleillement :

Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien 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.

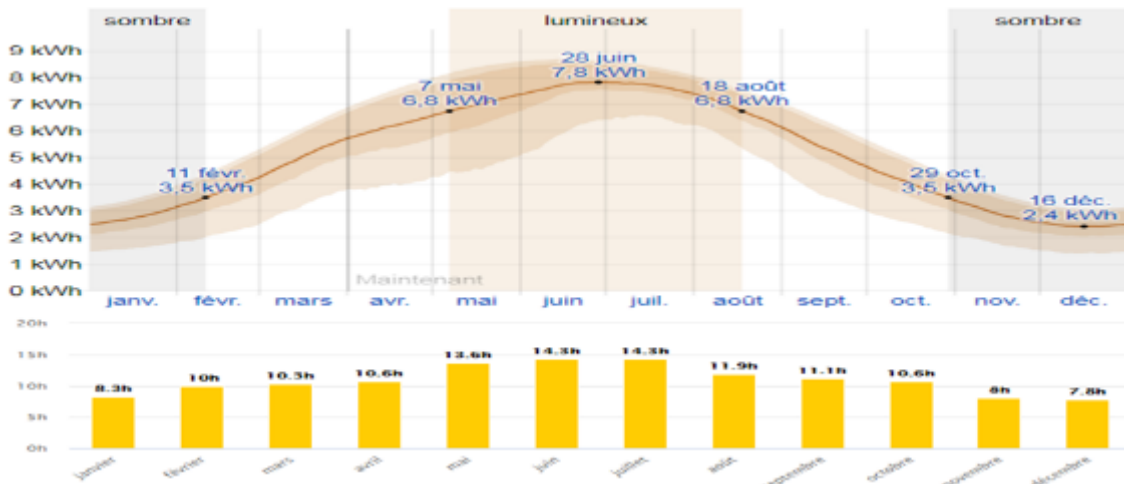


Figure III-36: Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen.
Source : météo habituelle à Tipasa

III.2 Digramme de Givoni :

III.2.1 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 connaître 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 un bâtiment adapté.

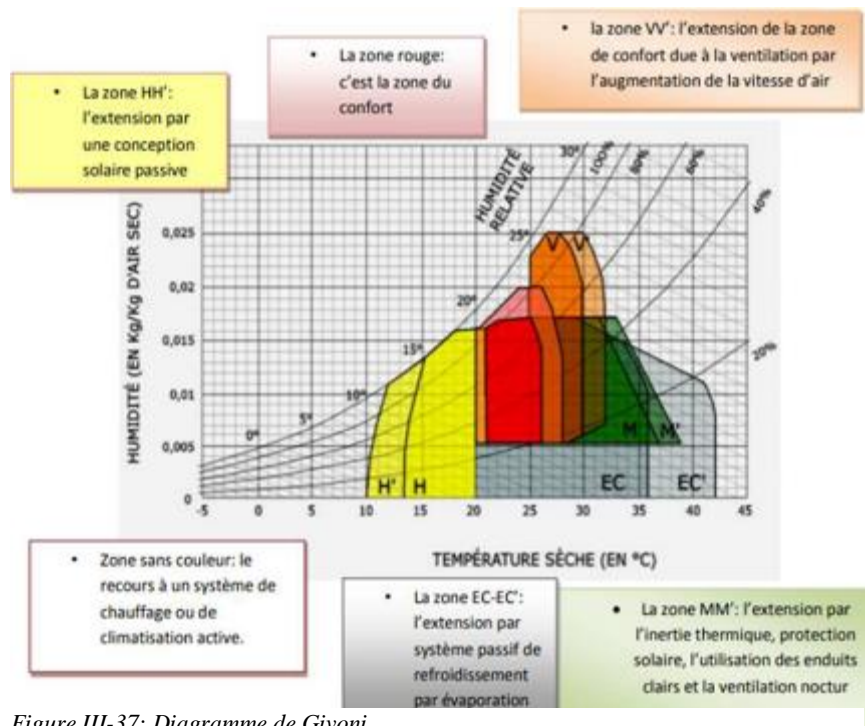


Figure III-37: Diagramme de Givoni.
Source : exposée sur le confort thermique, université de Biskra

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.

III.2.2 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.

Table III-1les dispositifs selon le diagramme de Givoni. Source: auteur.

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...

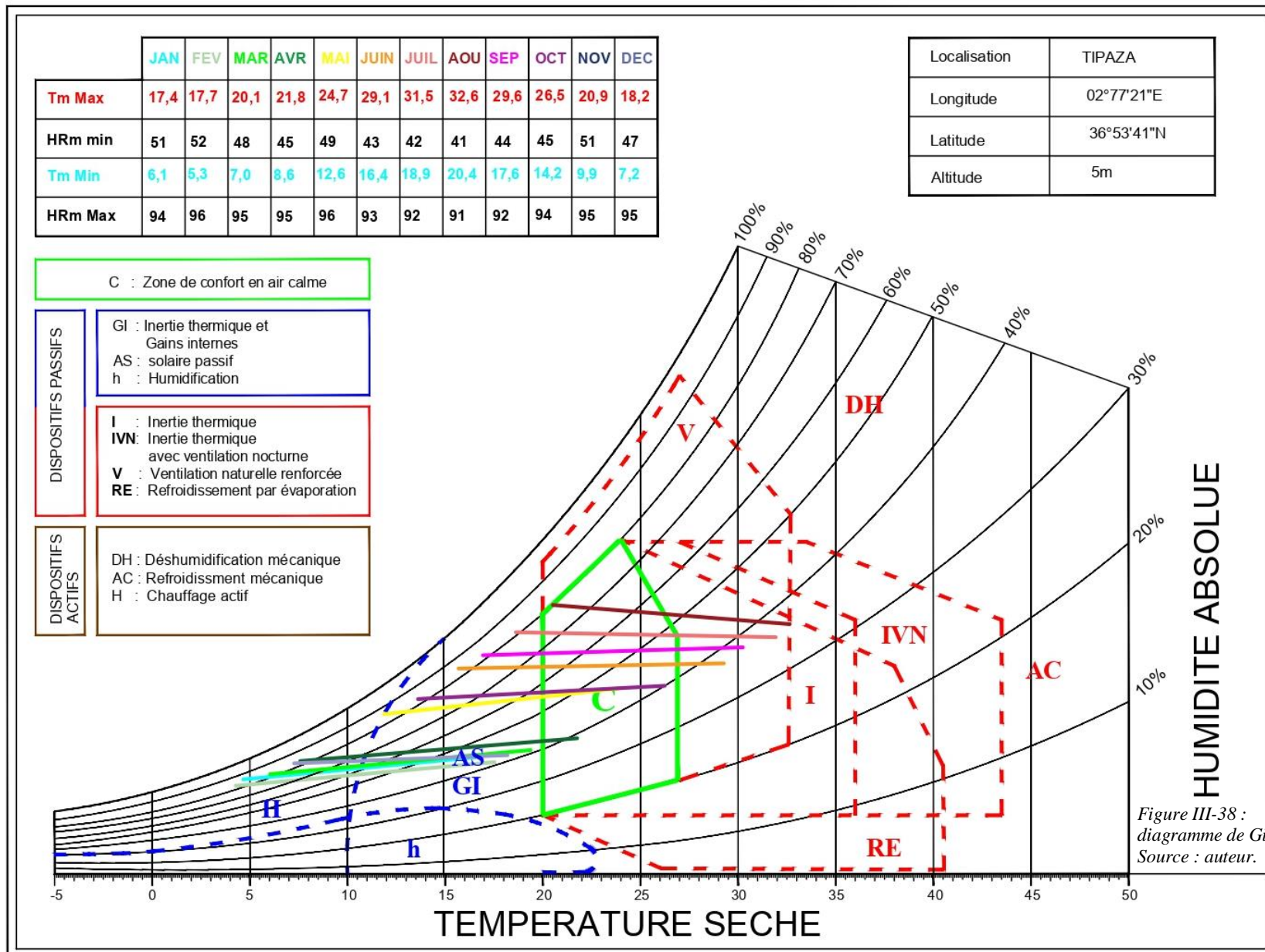


Figure III-38 :
diagramme de Givoni.
Source : auteur.

III.3 Présentation de l'aire d'intervention

Pos AU3 :

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

- Sa situation dans la ville de Tipasa, ville côtière avec son potentiel touristique et historique.
- Sa position stratégique, qui est l'entrée Est de la ville de Tipasa, 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 Tipasa en tant que chef-lieu de wilaya.
- Sa richesse naturelle et culturelle.



Figure III-39: la zone d'intervention.
source : google earth+ traitement auteur.

III.3.1 Objectifs d'intervention sur cette extension à l'Est de la ville de Tipasa :

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

III.3.2 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.

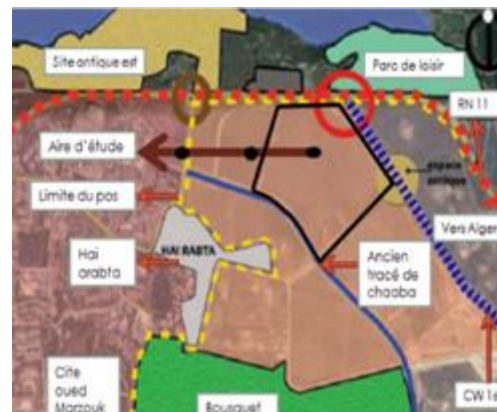


Figure III-40: les limites de la zone.
Source : je ne sais pas

III.3.3 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 Ouest : par une voie tertiaire qui relie la cité administrative et bosquet.



Figure III-41: l'accessibilité de la zone.
Source : Google earth+ traitement auteur.

III.3.4 Les éléments de repères du pos AU03:



Figure III-43: Parc archéologique.



Figure III-42 : Le nœud



Figure III-44:vue sur la mer.



Figure III-48: la RN11



Figure III-47: environnement immédiat AU3

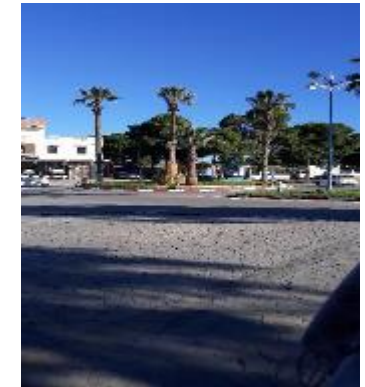


Figure III-46: le nœud.



Figure III-50: Hai Rabta.



Figure III-49: le Bousquet.

Figure III-45: environnement. Source : Google earth+ traitement auteur

III.3.5 Les propositions du C.N.E.R.U :

Zone d'extension du chef-lieu prévue à l'EST de la ville ; créée spécialement dans l'objectif de :

- Rehausser l'image de Tipasa 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 Tipasa par la programmation d'un certain nombre d'équipements à caractère de services et tourisme pour une plus grande jouissance économique du site.

III.3.6 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.
- Cité 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.

III.3.7 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 renforceront le caractère patrimonial 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.

III.4 Analyse de l'assiette d'intervention :

III.4.1 Le choix de l'assiette :

Notre choix s'est porté sur la partie Nord d'un site situé à l'entrée Est de la ville, faisant face à un site archéologique et au parc de loisir avec une vue directe sur la mer.

Son secteur est destiné à recevoir un programme d'équipements structurants de haut niveau pour rehausser l'image de Tipasa en tant que chef-lieu de wilaya.

III.4.2 Logique du découpage :

On superposant la trame romaine sur celle coloniale, on obtient des modules de 1HA chacun suivant la forme du terrain.

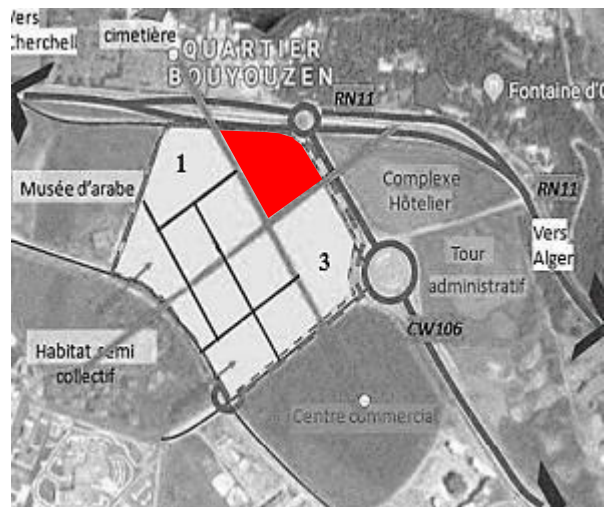


Figure III-51: l'assiette d'intervention.

Source : Google earth+ traitement auteur.

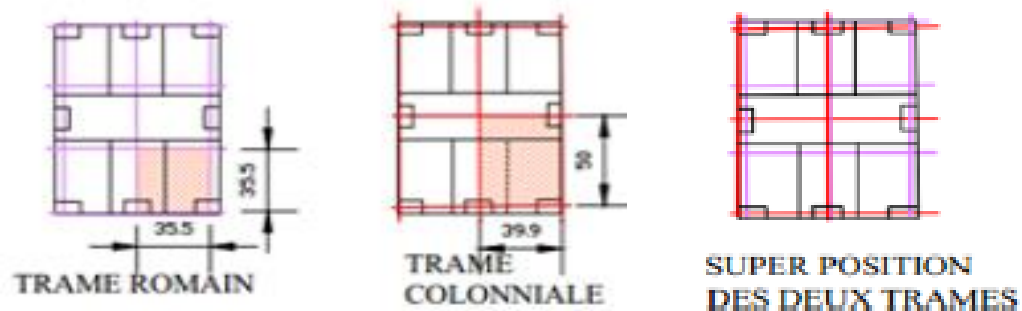


Figure III-52: logique de découpage.

Source : benmessaoud saliha et amina khiari Centre d'interprétation d'archéologie et du patrimoine à Tipasa. Consulté le 09/40/2020

III.4.3 Situation :

Le site se trouve à l'extension est de la ville d'une superficie de 15 000 m², entouré par différents éléments :

- **Au nord** : RN11 et la mer ;
- **Au sud** : l'habitat collectif ;
- **A l'Est** : terrain vierge ;
- **A l'Ouest** : siège de la police.



Figure III-53: la situation de l'assiette d'intervention.
Source : google earth + traitement auteur.

III.4.4 Accessibilité :

Le site d'intervention est desservi par un réseau de voirie important, en effet le site est accessible directement depuis la RN11 (15m de largeur).

- **Nord** : La route nationale N°11. Assurant la liaison est-ouest et à l'ensemble des villes
- Nord-Est : par la CW 106
- Et par des chemins tertiaires.



Figure III-54: accessibilité de l'assiette d'intervention..
Source : Google earth + traitement auteur

III.4.5 Forme et topographie :

Le terrain est de forme irrégulière, possédant un périmètre de 455m et une superficie de 15 040m². (Calculée depuis géo portail).

Terrain légèrement accidenté d'une pente minimale ne dépassant pas les 3%.

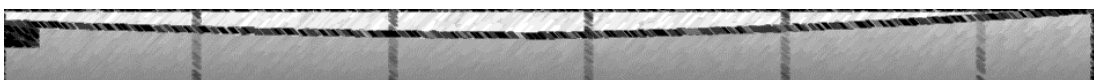


Figure III-55: la topographie du terrain
source : Google earth.

III.4.6 L'environnement immédiat :

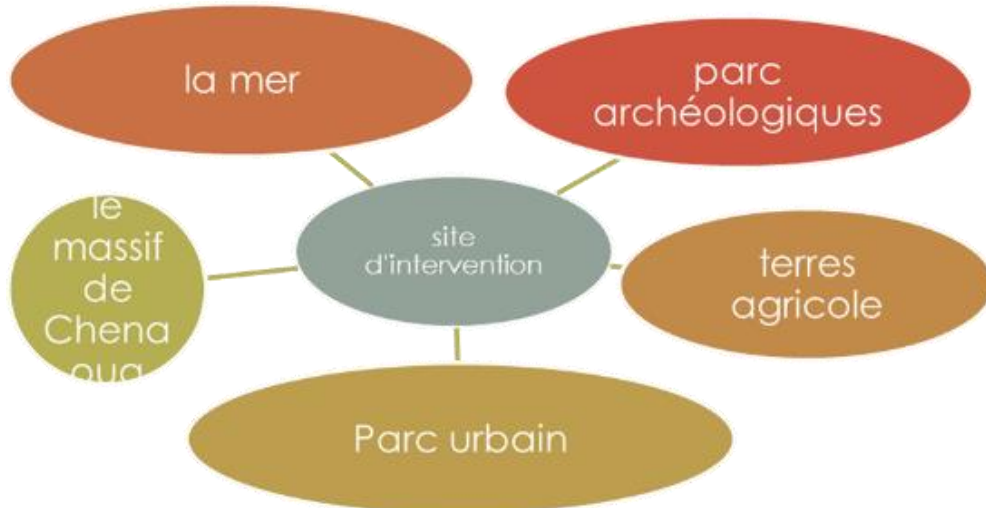


Figure III-56: l'environnement immédiat de l'assiette d'intervention.
Source : auteur

III.4.7 Les points de repère



Figure III-57: les points de repères. Source Google earth + traitement auteur

III.4.8 Ensoleillement :

La parcelle est et sera totalement ensoleillée durant toutes les périodes de l'année car elle est entourée par des terrains vierges ou des bâtiments ne dépassant pas les trois niveaux (non existants).

- **En période froide** : la durée d'ensoleillement varie entre 159 et 228 heures.
- **En saison chaude** : la durée d'ensoleillement varie entre 264 et 298 heures.



Figure III-58: l'ensoleillement de l'assiette d'intervention.

Source : <https://www.suncalc.org/#/36.5912,2.4646,16/2020.05.26/19:46/1/1>

III.4.9 Vents :

Le site ne représente aucun obstacle qui pourra influencer la trajectoire ou la puissance des vents et de la brise marine, cependant la forme qu'il accueillera et la végétation pourront canaliser ou évacuer les vents agressifs.



Figure III-59: les vents chaud et froid sur l'assiette d'intervention.

Source : Google earth + traitement auteur

III.4.10 Les orientations du POS :

- Toutes les constructions doivent s'implanter à une distance de 5 mètres du bord de la chaussée (pour les voies primaires), 2 mètres (pour les voies tertiaires). Et l'alignement du bâti est obligatoire pour tout le long du périmètre de l'îlot en dégagant un espace centrale libre.
- Une continuité de la façade par rapport à la voie RN, le mail vert et le boulevard n°=1.
- La distance entre deux constructions séparées devra être supérieure ou égale à la moyenne des hauteurs des deux constructions.
- L'occupation au sol : la densité des constructions à implanter devra être telle qu'elle et laisser au sol suffisamment d'espace libre pour aménager des espaces verts. Elle sera de 40 % maximum.
- Le CES maximum autorise est de 40% et le COS maximum autorise est de 3.

Conclusion

Avant de passer à la conception d'un projet architectural. Il est nécessaire d'effectuer une étude et un diagnostic contextuel, notamment dans l'option bioclimatique.

En effet, notre analyse du contexte à savoir la ville de Tipasa en générale et plus exactement la nouvelle extension située dans le pos AU03 un pôle à développement future, nous a permis de comprendre leurs composants essentiels et faire une connaissance des caractéristiques du site soit positifs ou bien négatifs, de là qu'on peut intervenir d'une façon correcte en exploitant les avantages du site et remédier à ces carences.

L'analyse du microclimatique approfondie, nous permettra d'adapter notre futur projet aux caractéristiques de ce lieu d'implantation, pour obtenir les meilleures conditions de confort.

Chapitre IV : Approche architecturale

Introduction :

Le projet architecturale résulte d'« un processus c'est-à-dire, un travail de réflexion basé sur la recherche des réponses d'un ensemble de contraintes liées à l'urbanisme, au site, au programme, et au thème, ce qui veut dire qu'il est difficile de dissocier le processus de création future et la phase de programmation car l'ensemble constitue l'acte de créer »¹⁹

Dans cette étape, on passe à la phase création du projet, notre but c'est de mettre en rapprochement les différentes données du contexte, climat, thème et programme afin d'élaborer un projet qui pourra s'intégrer dans son environnement, prendre en considération les données climatiques et les exigences de la thématique.

Notre objectif sera de :

- Créé un équipement de repère qui reflète l'identité et la mémoire du lieu.
- Créé un musée qui conservera et exposera les vestiges archéologiques.
- Préserver le patrimoine de Tipaza et participer à sa diffusion.
- Animer, son objectif sera claire c'est rendre le musée plus attractif, plus vivant.

IV. Création et concrétisation du projet architectural :

IV.1 La méthodologie de conception :

Le processus de conception architecturale est une démarche qui assure le passage de l'idée établie, au dessin de l'image mentale avec l'élaboration de la forme finale du projet, elle s'appuie sur 3 étapes principales :

• **La phase idéation :**

L'idéation est le processus créatif de génération, de développement et de communication de nouvelles idées, elle est comprise comme un élément fondamental de la pensée qui peut être visuelle, concrète ou abstraite, l'idée comprend toutes les étapes d'un cycle de pensée, de l'innovation, ou développement.

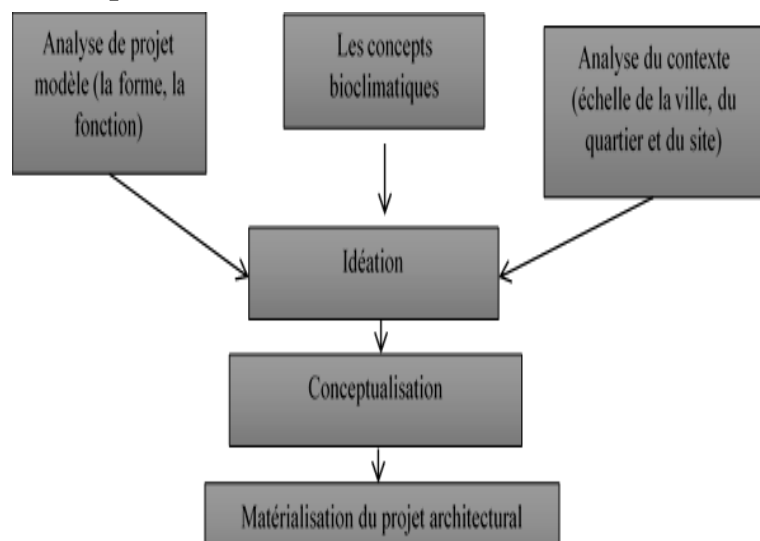


Figure 0-1: la méthodologie de conception.
Source : auteur.

¹⁹ Richard Meier.

- **La phase de conceptualisation** : Il s'agit de comprendre le cheminement de la réflexion autour d'un projet architecturale et urbain ; en faisant appel un canevas conceptuel.
- **La phase de matérialisation** : C'est la mise en pratique des concepts tirés au départ, et mettre en œuvre un schéma de principe et une genèse de projet qui acheminera vers le projet final.

IV.1.1 Phase idéation et sources d'inspirations :

Après avoir analysé le site de Tipaza qui présente plusieurs richesses historiques classées patrimoine mondiale par L'UNESCO et des potentialités paysagers énormes ; (la mer, les monts de Chenaoua) ; qui malheureusement sont mal mis en valeur et non exploités. Leur protection, sauvegarde et exposition devienne alors une nécessité.

L'équipement adéquat qui prendra en charge cette richesse sera un musée ou plus exactement une cité du patrimoine.



Figure 0-2: Le patrimoine a Tipaza.
Source : pinterest.com

Une cité du patrimoine qui s'intégrera à son contexte, son histoire, et son environnement, qui sera non seulement un endroit où exposer des œuvres d'art, mais la fusion de toute une série de fonctions et de services. Elle sera un lieu de rencontre avant d'être un lieu de découverte, un lieu de sociabilisations et de mixité social, qui offrira aux amateurs et aux professionnels leur dose de connaissances culturelles.

Le projet sera un conciliateur entre les civilisations qui se sont succédées à travers le temps, leurs patrimoines (matériels et immatériels) et les générations à venir, et sera qualifiée de témoignage.

Le projet sera un moyen essentiel à travers lequel le public pourra découvrir l'histoire et les cultures de la ville et du pays entier, l'ambition de ce dernier sera d'ouvrir de nouvelles visions pour le patrimoine local et sera un office d'accueil de Tipaza la ville musée et cité du patrimoine.

IV.1.2 La conceptualisation :

Le concept est le point de départ d'un projet c'est «une réflexion qui assemble, combine ou intègre plusieurs éléments (ces éléments peuvent être des idées, des notions, des pensées ou des observations), pour former un ensemble ou un tout cohérent».

Pour pouvoir créer un projet à travers l'idée qu'on s'est fixée, plusieurs concepts nous guideront à travers la conception notamment :

IV.1.2.1 Ceux liés au contexte :

- **le paysagisme** : dialogue de notre projet et l'environnement immédiat (la mer, les monts de Chenaoua, les parcs archéologiques, le parc de loisir)
- **La mémoire du lieu** : et de Tipaza généralement, la présence de la mer, de la végétation et d'un important héritage patrimonial. Le projet ira dans la continuité de ces éléments, pour qu'il soit bien intégré dans son contexte et son histoire ;
- **Une parfaite intégration** : le projet respectera son environnement ; il portera une architecture moderne, qui par son contraste complètera la beauté de la ville de Tipaza.

IV.1.2.2 Ceux liés au thème :

- **La transparence** : ce concept nous assurera une continuité visuelle entre l'intérieur et l'extérieur, du côté de la mer, de Chenaoua et des sites archéologiques. Ce concept sera interprété au niveau des espaces qui donnent sur l'extérieur afin de communiquer avec les beaux paysages de cette ville.
- **Le parcours** : un concept très important dans la conception de tous les musées, l'idée du notre sera de l'organiser autour d'un long parcours qui sera matérialisé par une promenade longeant le projet du point de départ à la fin, racontant le récit de cette ville à travers les différentes entités du projet, d'une façon organisée et afin d'assurer toujours la continuité.
- **La promenade démuséifiante** : les visiteurs peuvent faire l'expérience du parcours gratuit sans nécessairement visiter les salles d'exposition, on leur offrant des vues et des espaces extérieurs.
- **La lumière** : un élément à prendre en considération, qu'on traitera à travers les ouvertures et leurs dimensions, l'éclairage zénithale et les verrières...
- **La fragmentation** : ce concept nous permettra de diviser le projet en entités de formes et de fonctions différentes, tout en assurant une certaine complémentarité et fluidité entre elles ;
- **La fluidité** : le projet se doit d'être fluide et permet le passage d'un moment à un autre sans perturber le visiteur ;
- **La découverte** : créer des espaces différents les uns des autres afin d'éveiller la curiosité du visiteur et le pousser à continuer la découverte du musée.

- **La perméabilité** : matérialisée par un passage facile de l'extérieur, mais aussi un concept lié à la bonne aération du projet, le projet aura une forme aérodynamique et perméable qui permettra la pénétration ou non du vent.
- **La continuité** : elle exprimera la liaison, la complémentarité entre les espaces intérieurs et extérieurs, c'est le prolongement entre le déplacement et le mouvement de l'homme, aussi que dans la perception ;

IV.1.2.3 Ceux lié au bioclimatique :

- **La directionalité** : projet prolongé sur l'axe Est-Ouest (l'axe solaire) avec des formes géométriques régulières, qui vont engendrer moins de déperditions thermiques, et un meilleur control des vents.
- **L'ouverture au ciel** : c'est un concept qui permet le contrôle de l'accès du soleil dans les espaces intérieurs (pour la présentation et la préservation des œuvres exposées) et extérieurs tout comme le refroidissement nocturne.
- **La réflectance urbaine** : ce critère est principalement affecté par la densité du plan et la surface des matériaux, qui seront traités d'une façon à contrôler le soleil.
- **L'enveloppe bioclimatique** : le projet reposera sur le principe du «Self-shading» par la forme de son enveloppe qui sera le premier bouclier contre les intempéries.
- **Le paysagisme** : rappelant la végétation présente, les espaces verts et les plans d'eau créerons un microclimat.

IV.1.3 La formalisation du projet :

IV.1.3.1 Schéma de principe :

Notre site est desservie par réseau routier constitué de :

- **Nord** : RN11 assurant la liaison Est-Ouest et l'ensemble de la ville.
 - **Est** : CW106 élargie permettant l'accès au site dans sa partie Est.
 - Les voies piétonne non matérialisées qui nous mènent jusqu'au site d'intervention.
1. Projection des axes historiques :Cardo et Decumanus.
 2. Projection de l'axe paysager ver la mer : l'articulation ville mer.
 3. Projection de l'axe bioclimatique Est-Oust.

4. **Les moments** : L'intersection des axes entre eux et avec les limites du terrain ont formulé trois moments forts : le centre, le début et deux parcours.

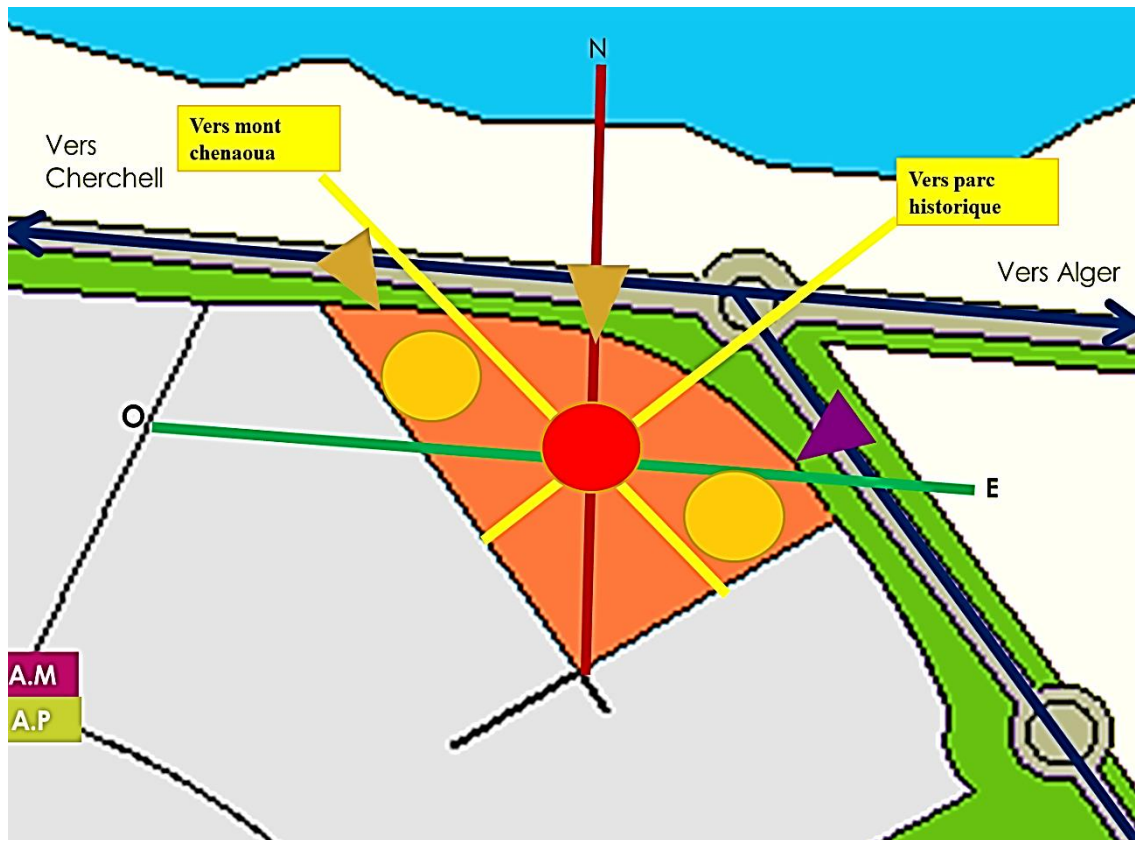


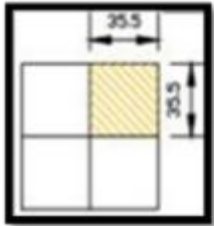
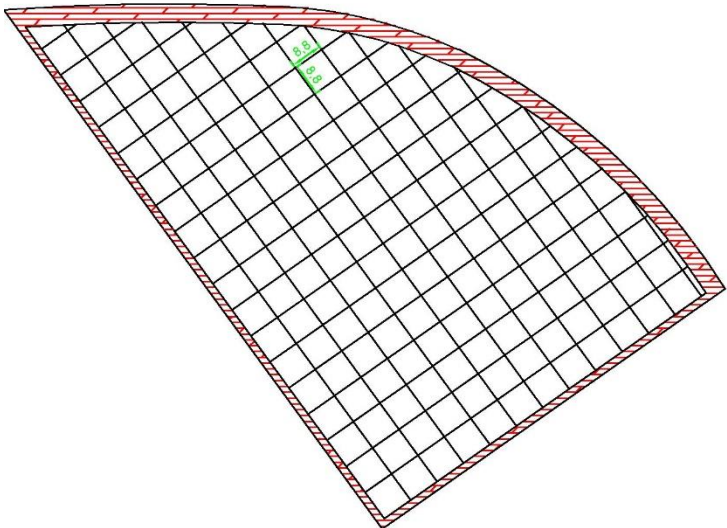
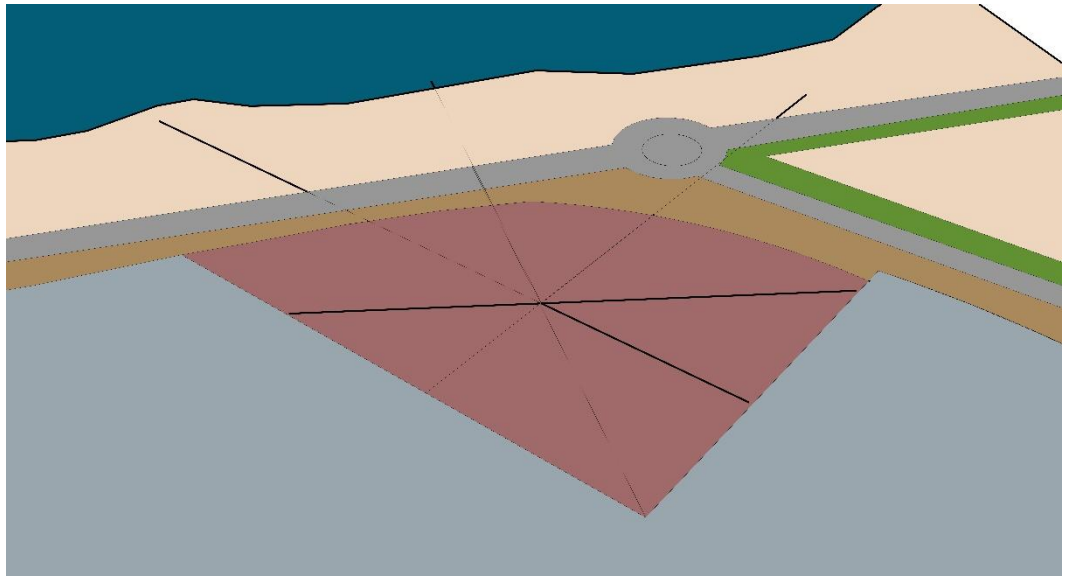
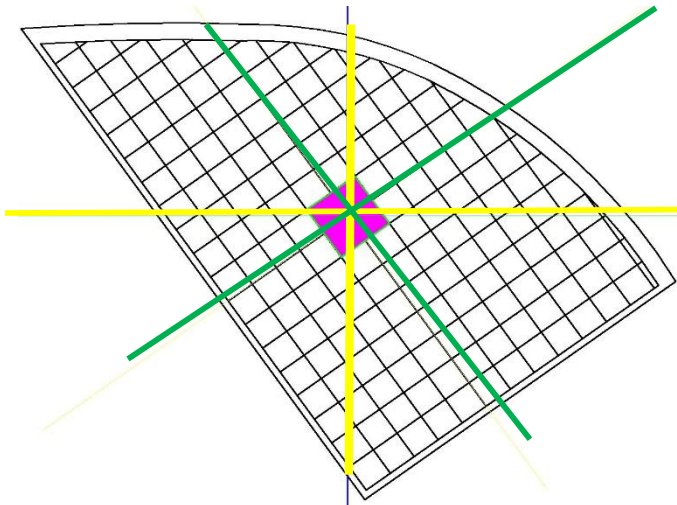
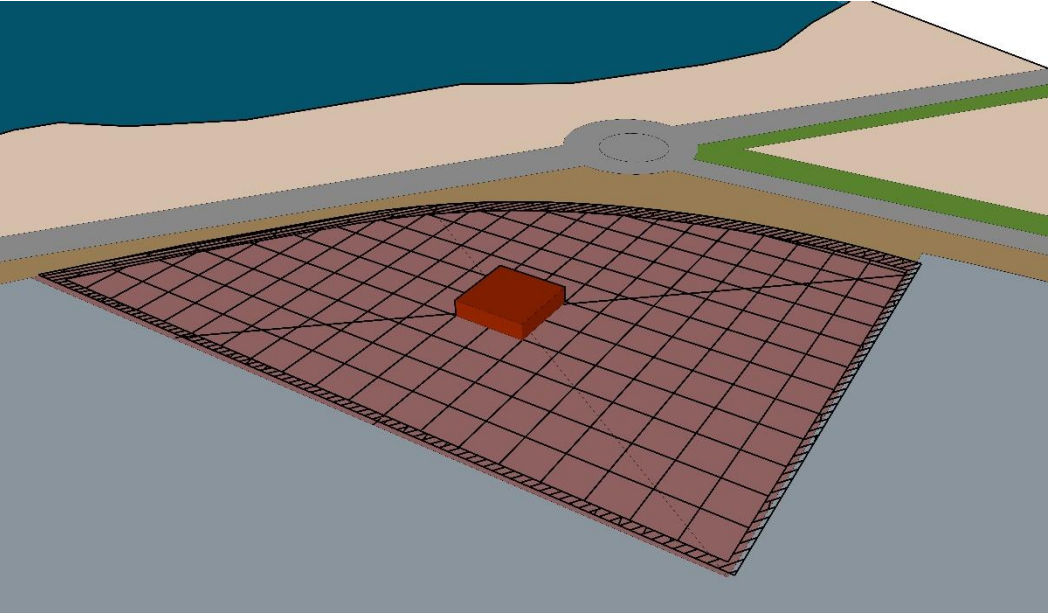
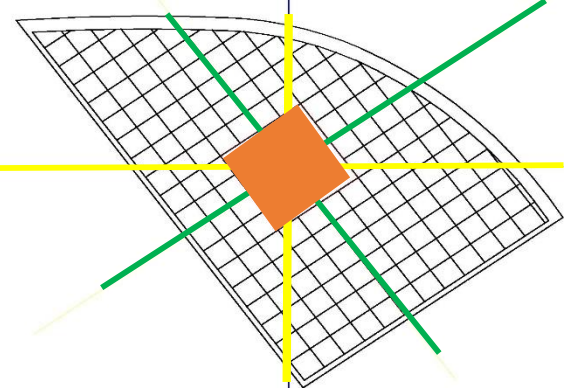
Figure 0-3: Schéma de principes.
Source : auteur.

IV.1.3.2 La genèse du projet :

Dans la genèse de notre projet on a tiré des éléments à partir du site d'intervention qui sont considérés comme potentialités. « *J'ai l'habitude bonne ou mauvaise de commencer à travailler un projet à partir de sa philosophie, son contexte ou de son environnement* ». ²⁰

²⁰ Renzo Piano.

Tableau 0-11a genèse du projet. Source : auteur.

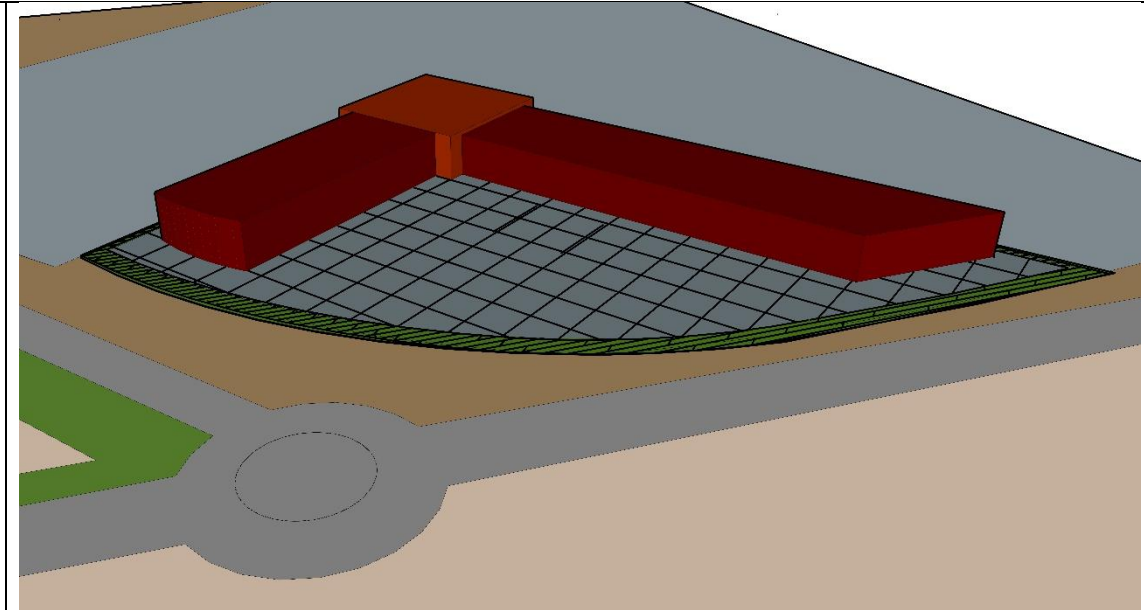
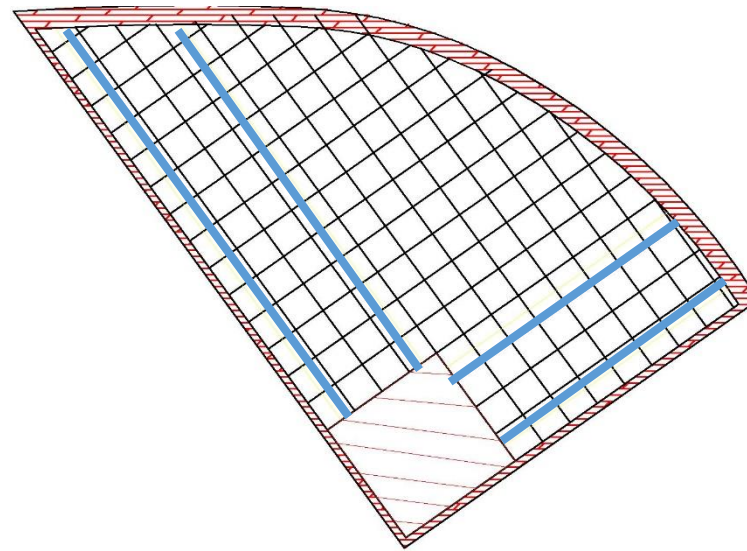
<p>a) Etape 01 : La géométrie et la polyaxialité</p> <ul style="list-style-type: none"> -Le retrait ; un recul de 5 m (règlementation) -Une trame de 1/4 de la trame romaine (8.8 mètres) <p>Logique de la trame :</p> <p>La trame romaine</p>  <p>Module de base : ¼ de la trame romaine</p>	 <p>la trame romaine</p>	 <p>les axes projetés</p>
<p>b) Etape 02 : La centralité et la mémoire du lieu</p> <ul style="list-style-type: none"> -L'intersection des axes précédents donnera naissance à un moment central, un élément organisateur et articulatoire des différentes entités que constituera l'équipement. -Cet espace central est un élément fort du projet, il sera aussi un espace de rassemblement et de cohésion social en référence au forum romain. 	 <p>superposition de la trame et les axes.</p>	 <p>la création du centre.</p>
<p>c) Etape 03 : La confirmation du centre</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nous avons opté pour la duplication du carré provenant de trame historique régulière (trame romaine), afin d'occuper le milieu de l'assiette qui permet un dégagement des espaces extérieurs et une meilleure visibilité des vestiges. 		

d) Etape 04 : l'innovation et le parcours

-Pour dégager plus d'espace, et pour une meilleure occupation du site, on a mis le forum au coin, on a créé deux parcours parallèles aux axes historiques (cardo et decumanus) et reliés au forum.

-Le premier parcours permet d'avoir une percée visuelle vers les parcs archéologiques et les monts. Et nous permet aussi d'avoir une continuité historique.

-Le deuxième permet d'avoir une percée visuelle vers la mer (articulation ville-mer) la plage corne d'or, les parcs.



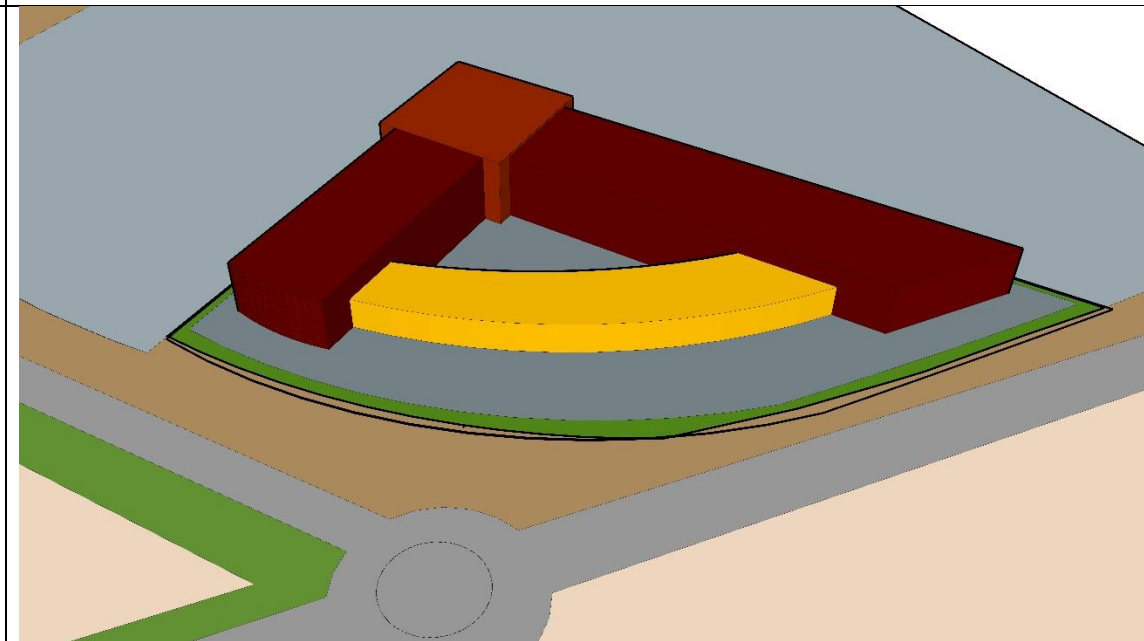
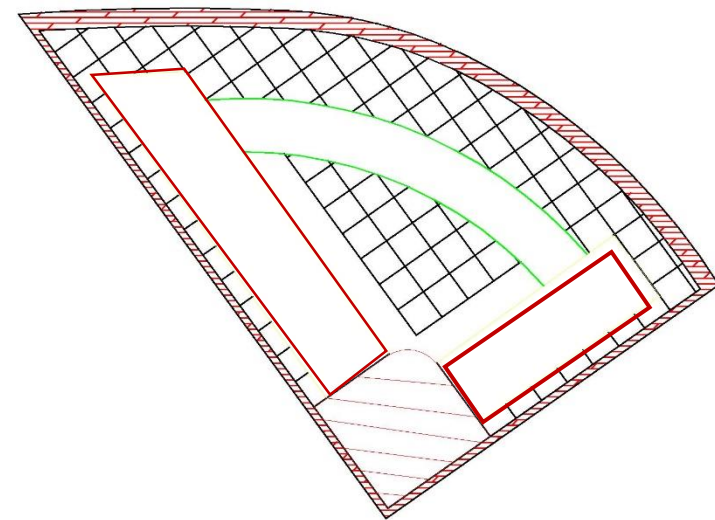
e) Etape 05 : L'intégration, l'articulation et l'émergence :

-La mise en émergence l'élément central pour confirmer cette espace qui sera consacré à l'activité principale du musée.

-Créer une articulation entre les deux parcours suivant la forme du terrain (dans le sens de la courbe) pour avoir une cour centrale (obligation dictée par le POS).

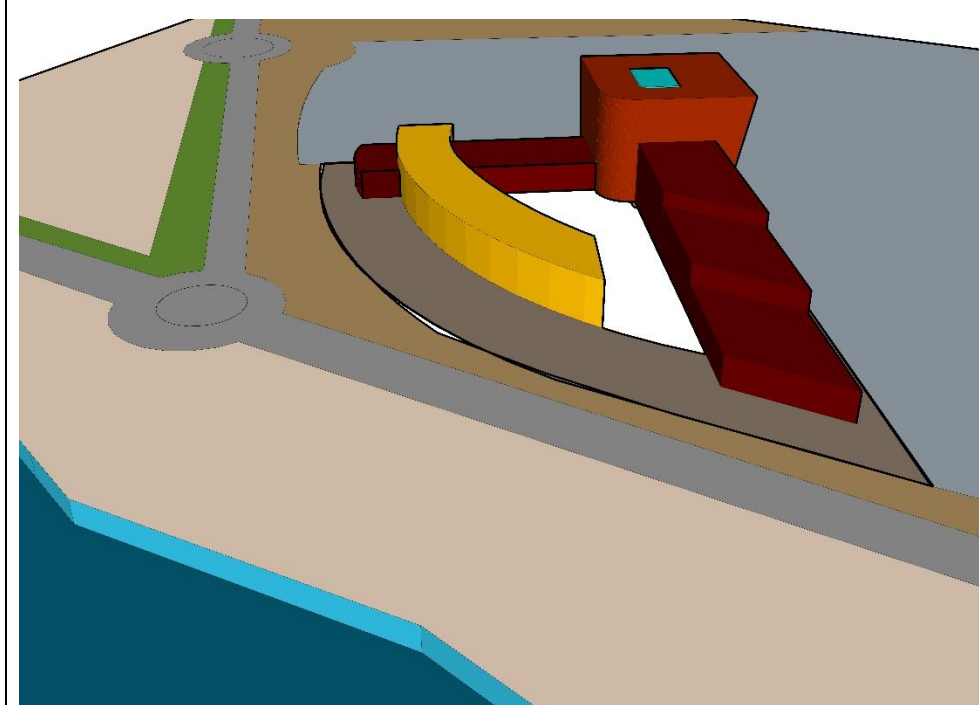
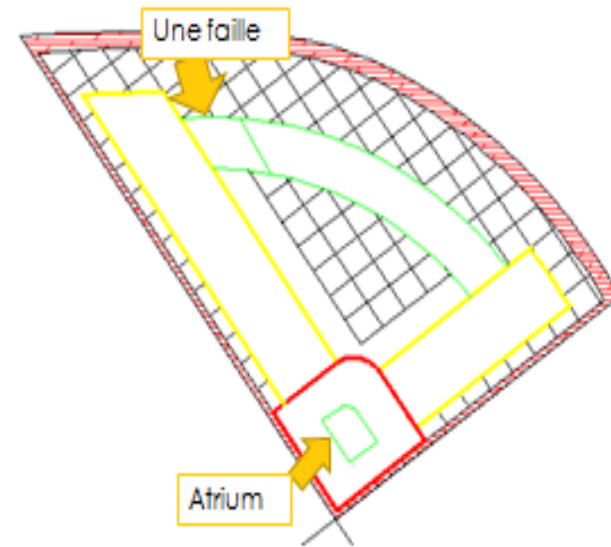
-Cette cour centrale est un lieu d'aération et de rafraîchissement de nos espaces.

-Grâce à l'orientation sud le forum joue le rôle d'un véritable régulateur thermique pour le projet.



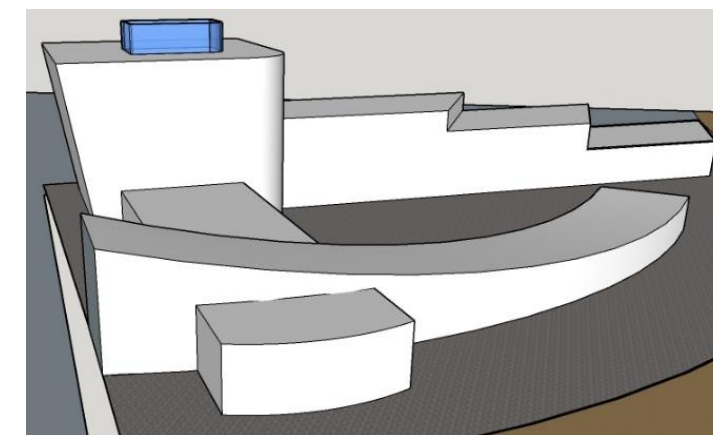
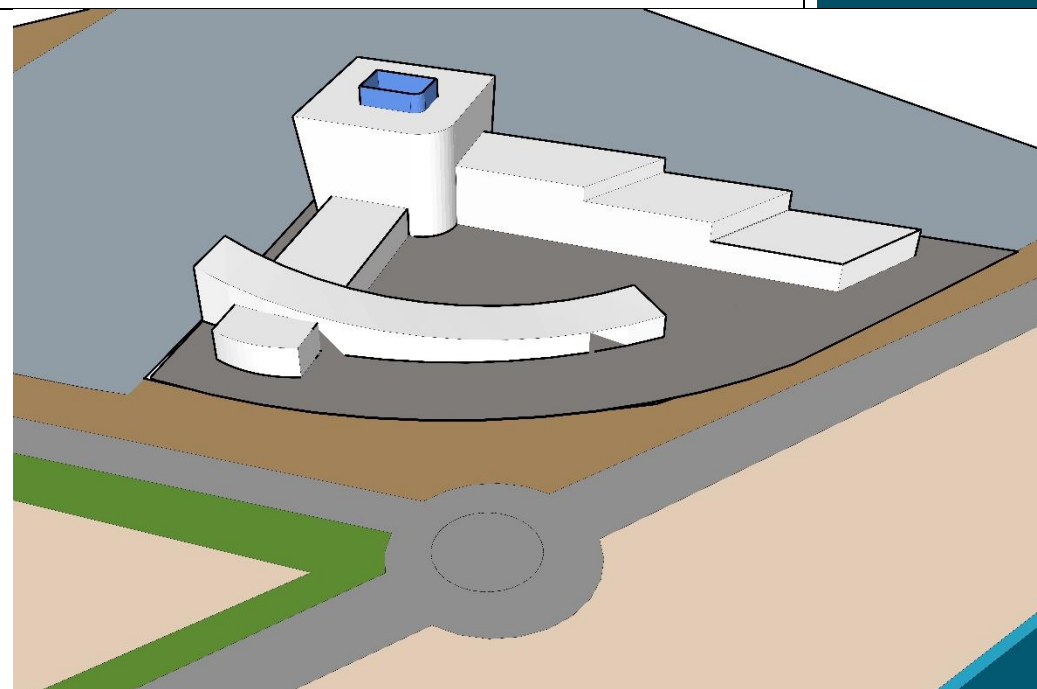
f) Etape 05 : la fragmentation et la création d'une faille :

- Créer une faille pour rendre le projet plus perméable à l'ensoleillement et permettre une circulation de l'air et de la lumière et une continuité visuelle donnant sur la mer.
- Création d'un atrium dans le forum, qui sert de puits de lumière et participe dans la ventilation naturelle des espaces.
- Deviser la barre la plus longue en 3 pour éviter les effets de vents sur cette dernière et créer un dégradé pour profiter pleinement des vues et dégager des terrasses végétalisées.



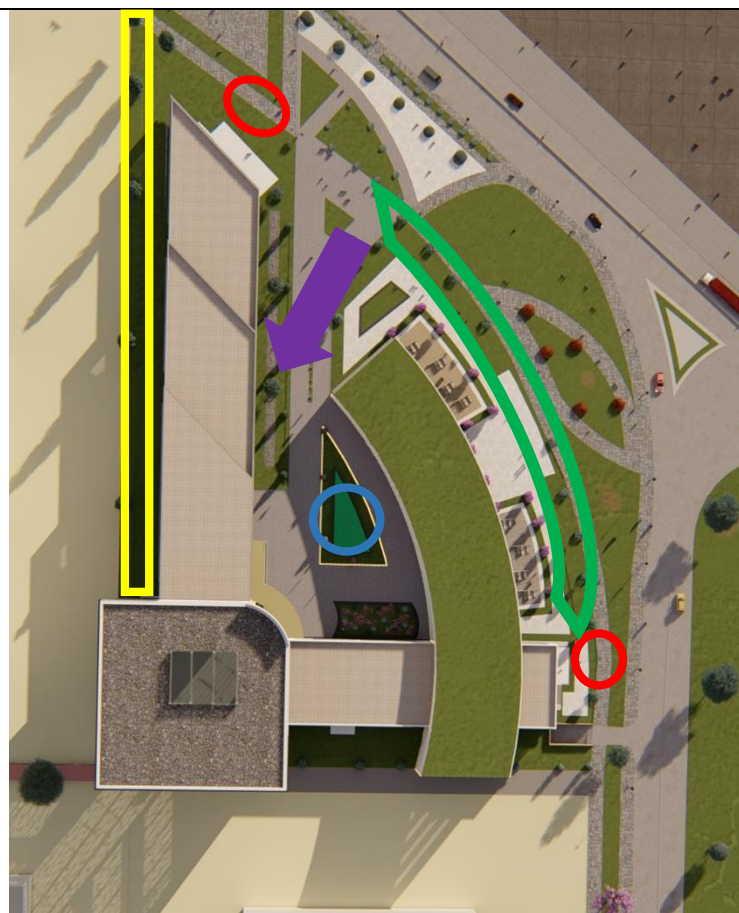
g) Etape 06 : un peu d'organique !

- Crée un emboîtement entre la barre et l'élément circulaire en créant une forme organique pour rappeler le mouvement des vagues et pour casser la rigidité de l'ensemble de la forme mais aussi pour assurer une ventilation naturelle des brises de mer, venant du côté Nord.
- Appliquer le « self-shading building » à l'espace central implanté au sud pour une meilleure protection solaire et lui donner une forme particulière, car il va accueillir la fonction principale.



h) Les solutions bioclimatiques au niveau du plan de masse :

- Réorientation des vents agressifs provenant du Nord, Nord-Ouest et Sud-Ouest grâce à la forme courbée.
- Création de couloir de ventilation par une faille.
- Une barrière végétale du côté Nord-Ouest au Nord-Est pour appuyer la protection contre les vents froids
- Emploi de la végétation ainsi que l'eau dans la cour centrale pour un meilleur confort thermique et un rafraichissement passif d'air.
- Création d'une barrière végétale au Sud-Ouest pour se protéger de l'ensoleillement.



Arbres à feuillage persistant

Arbres à feuillage caduque





Plans d'eau





Puits Canadiens





La faille



IV.1.4 Programme qualitatif du projet : (Programme surfacique voir annexe) :

Tableau 0-2 : programme qualitatif. Source : auteur.

Espace	Activités	Description	Exigences	Illustrations	
Accueil et orientation	Hall d'accueil	Il représente l'espace le plus important, c'est le premier contact du visiteur avec le musée. Il peut se renseigner, attendre ou acheter des billets.	<ul style="list-style-type: none"> • Un bon éclairage naturel et artificiel. • La fluidité des espaces, • La sécurité. • La transparence et la continuité visuelle. • Facilité d'accès aux personnes à mobilité réduite. 	 	
	Information				
	Billetterie				
	Réception				
	Bureau de sécurité	Assurer la sûreté et la sécurité des usagers.			
	Détente	Un lieu de sociabilisations et de repos.			
Magasins	Espaces commercial ou le visiteur peut se procurer des souvenirs.				
Echange et information	Exposition	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Espace flexible. • Continuité visuelle et physique entre le hall d'accueil et la galerie. • Hauteur sous plafond importante. • Système d'éclairage particulier. • Avoir un nombre important de mur droit pour l'exposition. • organiser l'exposition temporaire plus proche de l'entrée du musée. 	 	
		Temporaire			Un lieu où les œuvres seront exposées et seront remplacées par d'autres de temps à autre.
		Périodique			De l'exposition qu'on retrouvera à chaque période précise (événement spéciaux).
	Auditorium	Des espaces d'échange d'informations, et d'étude	<ul style="list-style-type: none"> • Un bon éclairage • Une bonne isolation acoustique 		
	Salle de projection				

	Salle polyvalente		sur le patrimoine. Ouvert au chercheur comme au public.	<ul style="list-style-type: none"> • Matériels adéquats 	
	Médiathèque		Conserver et donner accès à différents types de médias. Permettre la consultation sur place et l'emprunt à domicile. Variété de supports.	<ul style="list-style-type: none"> • Espace bien insonorisé. • L'éclairage minimal de cet espace évite tout éblouissement sur les écrans afin de faciliter la lecture. 	
	Show-room		Espace à but commercial permettant d'exposer un produit de manière à le présenter aux clients.	<ul style="list-style-type: none"> • Espace à la configuration modulable. • Grand espace fluide. 	
Recherche et formation	laboratoire	Datation	Espaces avec les outils nécessaires pour effectuer des recherches sur les œuvres avant de les stockées ou exposées.	<ul style="list-style-type: none"> • Confort acoustique et visuel, • Système régulateur d'humidité pour la préservation des œuvres 	
		Numismatique			
	Salle de lecture	Fournir une documentation riche et variée pour le public intéressé par le patrimoine et l'héritage culturel. Espace de travail informatique pour effectuer les différentes recherches liées au patrimoine.	<ul style="list-style-type: none"> • Faciliter l'accessibilité pour les chercheurs et les visiteurs. • La flexibilité. • Bon éclairage. • Bonne aération, • Isolé acoustiquement. 		
	Bibliothèque				
Salles de cours					
Espace de recherches					
Loisir édétéen	Restauration		Espace de consommation, et de détente	<ul style="list-style-type: none"> • Eclairage naturel et artificiel ; • Bonne ventilation naturelle et mécanique ; • Circulation importante. 	
	Cafétéria				

	Espace de jeux	Des espaces ludiques aménagés de manière à fournir au visiteur des aires de détente et d'amusement.	<ul style="list-style-type: none"> • Grand espace ; • Accessibilité facile. 		
	Espace d'animation	Un espace pour sensibiliser la population locale ainsi que les visiteurs sur la valeur de ce site et l'importance de sa préservation.			
	Terrasses couvertes	Jardin d'hiver en continuité avec les espaces verts extérieur aménagés pour que le visiteur puisse se détendre.	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne aération ; • Fluidité d'espace ; • Continuité visuelle. 		
	Terrasses accessibles	Offrir la possibilité au public de fréquenter le toit-terrasse.	<ul style="list-style-type: none"> • Aménagement adéquat. 		
Administration et conservation	Bureaux	Directeur	Espaces de travail, pour le bon fonctionnement du musée. Espace de travail consacré aux professionnels du patrimoine.	<ul style="list-style-type: none"> • Eclairage naturel et artificiel ; • Ventilation naturelle et rarement mécanique. 	
		Secrétaire			
		Préservation du patrimoine			
		Gestionnaire			
	Salles	Réunion	Espace de rassemblements des travailleurs entre eux où avec d'autres organismes.		
De professeurs		Salle réservée au enseignement.			
Salle informatique		Espace de travail aménagé à des fins informatiques.			

Logistique	Locaux techniques	Local d'entretien	C'est des espaces qui répondent à des exigences techniques du bâtiment et à son bon fonctionnement (alimentation en eau, électricité, la télésurveillance)		
		Groupe électrogène			
		Maintenance du bâtiment			
		Local télésurveillance			
		Bâche à eau			
Logistique muséographique	Logistique et air de chargement	Espace dédié au chargement des œuvres	<ul style="list-style-type: none"> • Système régulateur d'humidité pour la préservation des œuvres. • Rangement adéquat selon le types d'œuvre à stockée. • Espace sombre si l'ensoleillement peut endommager les œuvres. 		
		Archivage et stockage			
		Salle informatique et consultation			
stationnement	Parking		<p>Un espace spécifiquement aménagé pour le stationnement de véhicules.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilité d'accès. • Un accès et une circulation sécurisés. 		
Espace extérieur	Détente		<p>Un espace aménagé avec des toboggans et des jeux pour divertir les petits.</p> <p>Espace aménagé de banc pour offrir un espace relaxant tout en profitant de l'espace environnant (végétation, point d'eau...)</p>		
	Consommation		<p>Un espace où on sert à consommer sur place tout en profitant des vues extérieures.</p>		

IV.2 Description du projet :

Dans l'extension Est de la ville de Tipaza vient s'implanter le musée «Au forum du patrimoine» d'envergure nationale. Sur un terrain de 1.5 ha le projet prend forme suivant les orientations du POS en premier lieu et s'inspirant de son site très riche en matière de patrimoine, il s'insère de manière harmonieuse dans son contexte. Le projet offre diverses activités hiérarchisées de manière à ce qu'aucune ne perturbe le fonctionnement de l'autre (partie privée, semi privée, publique, semi publique, personnelle...)

Nous avons choisi la création d'un projet pourvu d'une architecture moderne et d'un aménagement fonctionnel et agréable mais qui respecte les exigences bioclimatiques. Il va répondre au différents besoins des usagers, tout en essayant de faire de lui une unité d'économie d'énergie et l'utilisation la moins possible des énergies fossiles.

IV.2.1 Description formelle (les entités) :

Le projet se compose de quatre entités qui représentent les 4 activités majeures du musée :

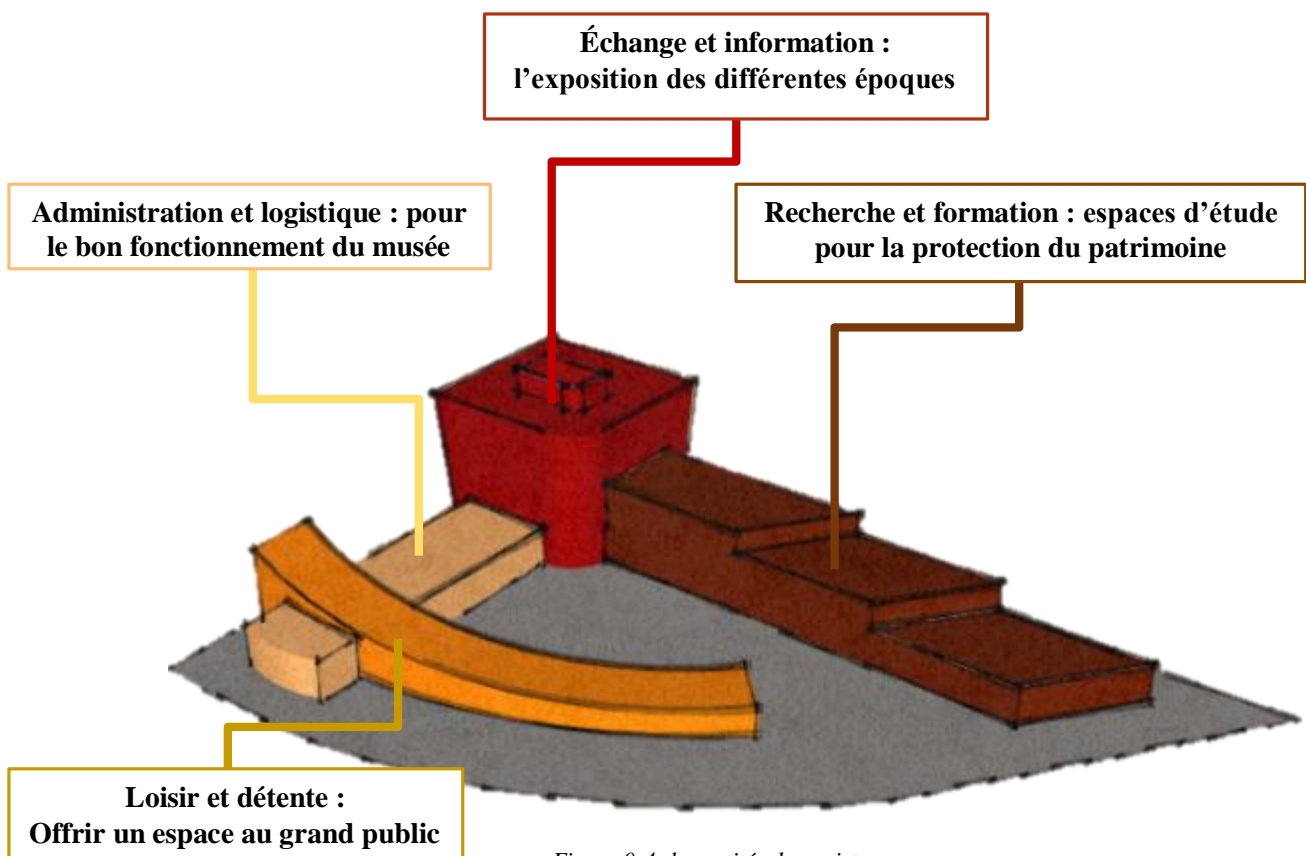
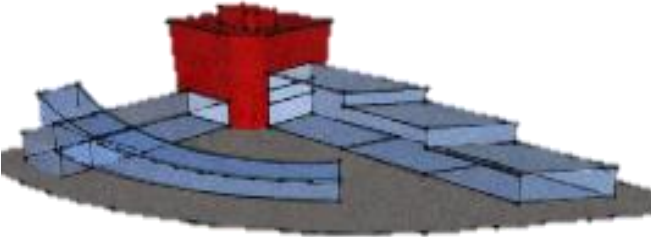
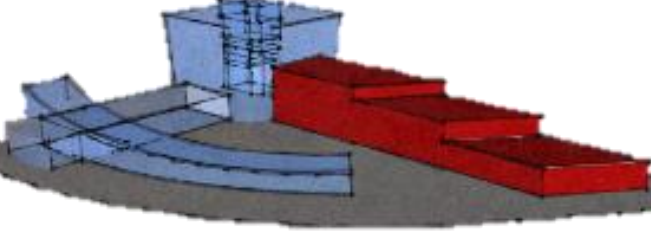
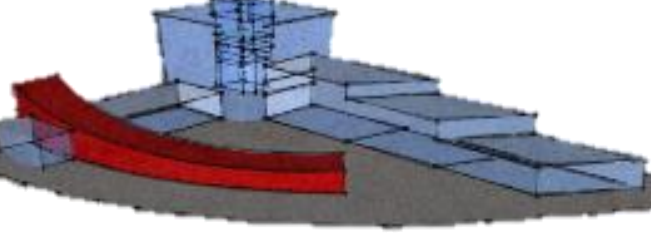
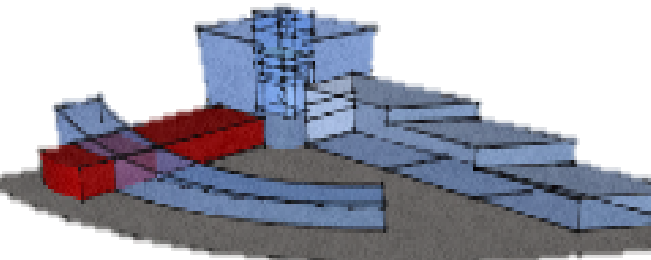


Figure 0-4: les entités du projet.
Source : auteur.

Tableau 0-3: description des entité du projet.

Entité :	Illustration :
<p>L'entité exposition : Un espace central excentré, on l'a travaillé en horizontalité car il abrite la fonction principale dédiée aux visiteurs (privé, il représente le forum romain, un lieu de rencontre et de mixité sociale. L'élément émerge et offre des vues exceptionnelles avec sa 5eme façade sur Tipaza « le musée à ciel ouvert. »</p>	
<p>L'entité recherche : Une barre qui abrite un parcours vers le forum (cardos), elle abrite les espaces semi-publics nécessaires au recensement du patrimoine, sensibilisation des visiteurs sur la valeur de celui-ci et l'importance de sa préservation.</p>	
<p>L'entité détente : Un espace public abritant les activités de loisir, détente et restauration mais aussi des espace de sensibilisation du grand public avec une vue vers la mer.</p>	
<p>L'entité administration : Pour ne pas perturber le parcours des visiteurs, les espaces qui veillent au bon fonctionnement du projet et la protection, stockage et archivage des œuvres, sont organisés dans cette entité avec des accès personnels.</p>	

IV.2.2 Les organigrammes fonctionnels :

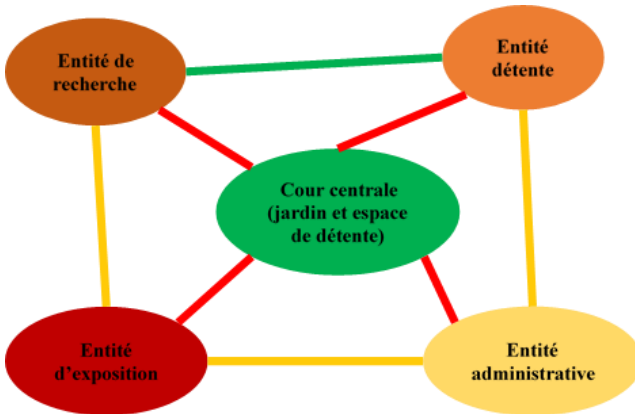


Figure 0-7 : organigramme du plan de masse

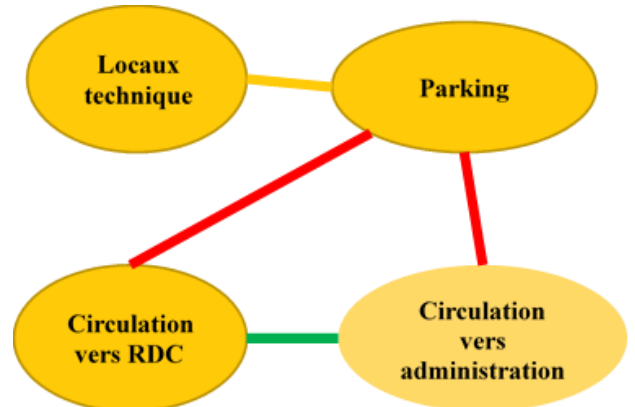


Figure 0-6 : organigramme du sous-sol.

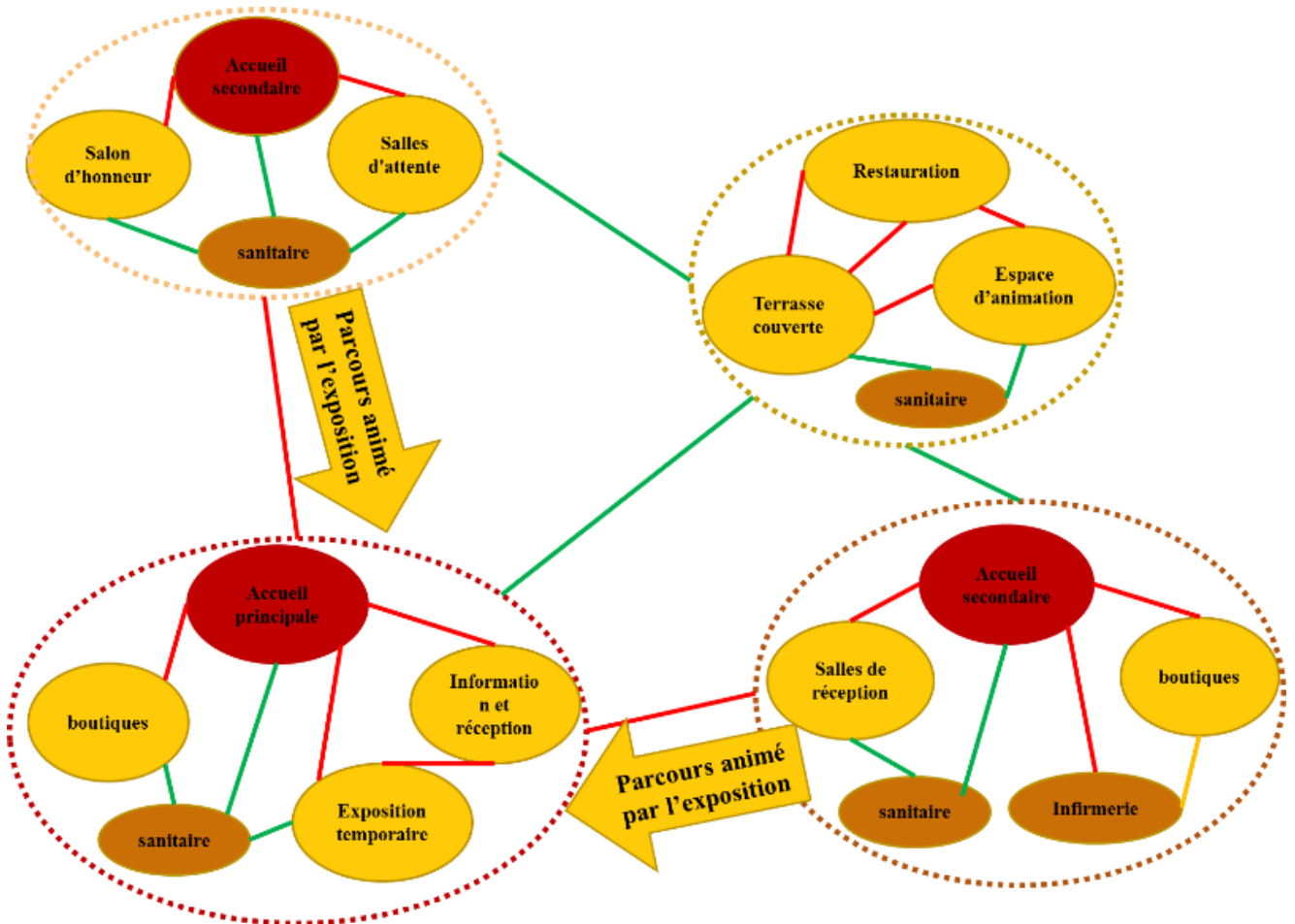


Figure 0-5 : organigramme du rez-de-chaussée

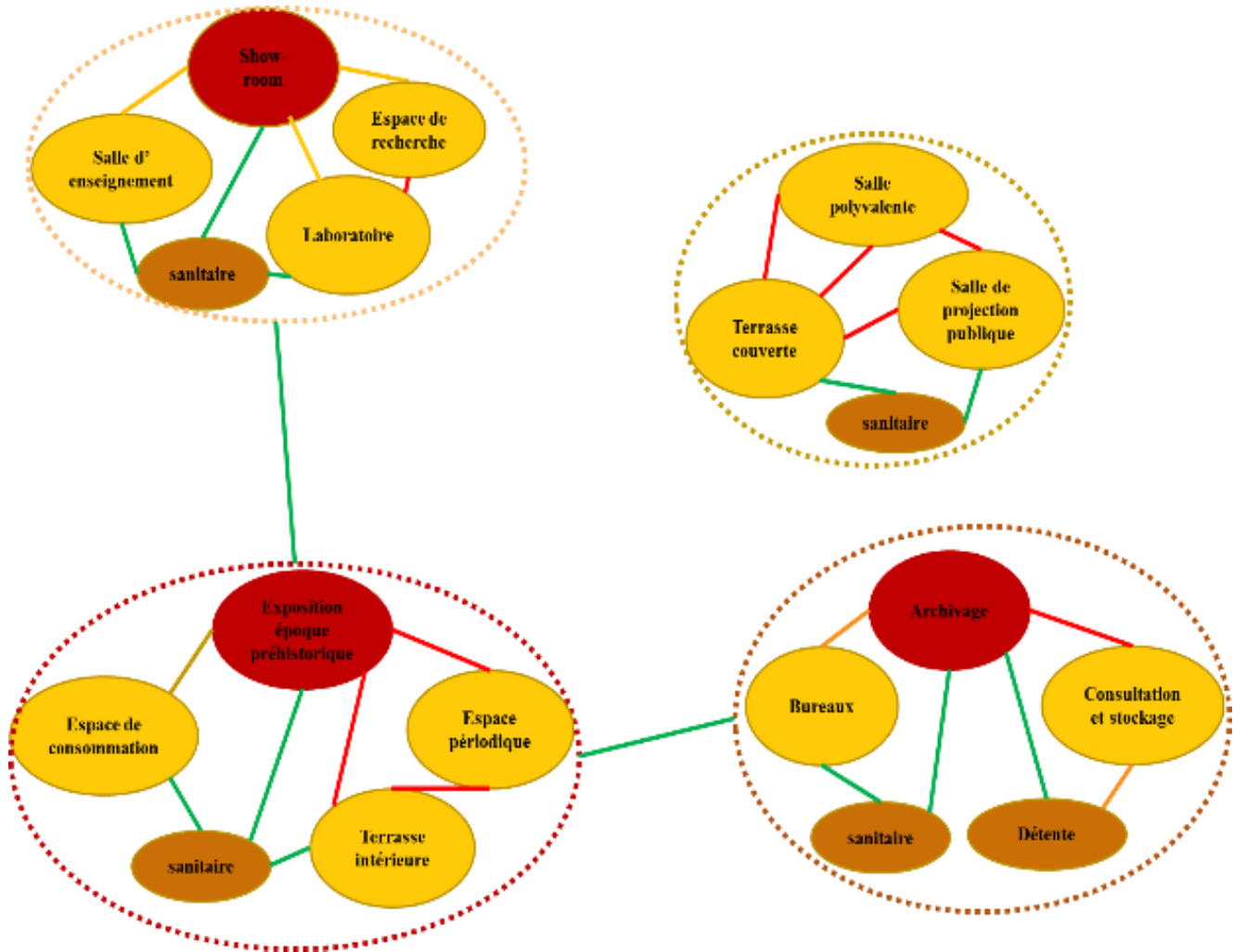


Figure 0-10 : organigramme de l'étage 1

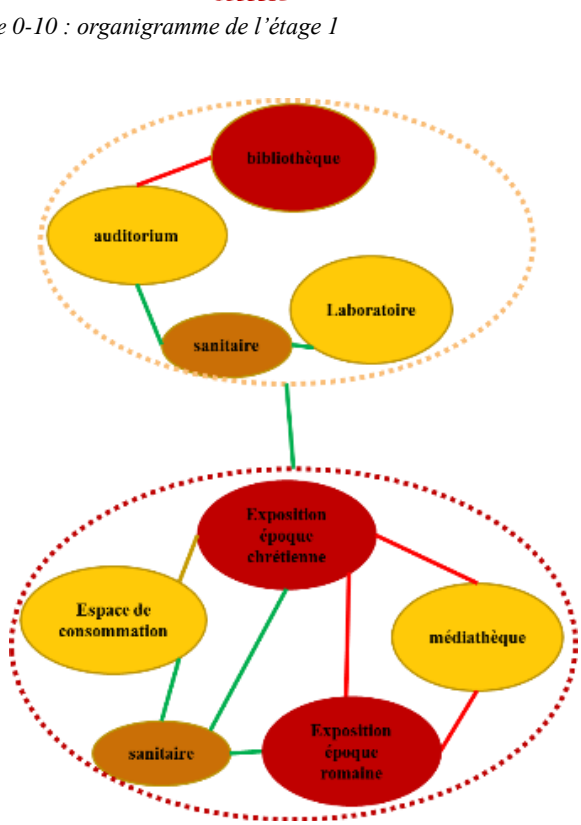


Figure 0-9 : organigramme de l'étage 2

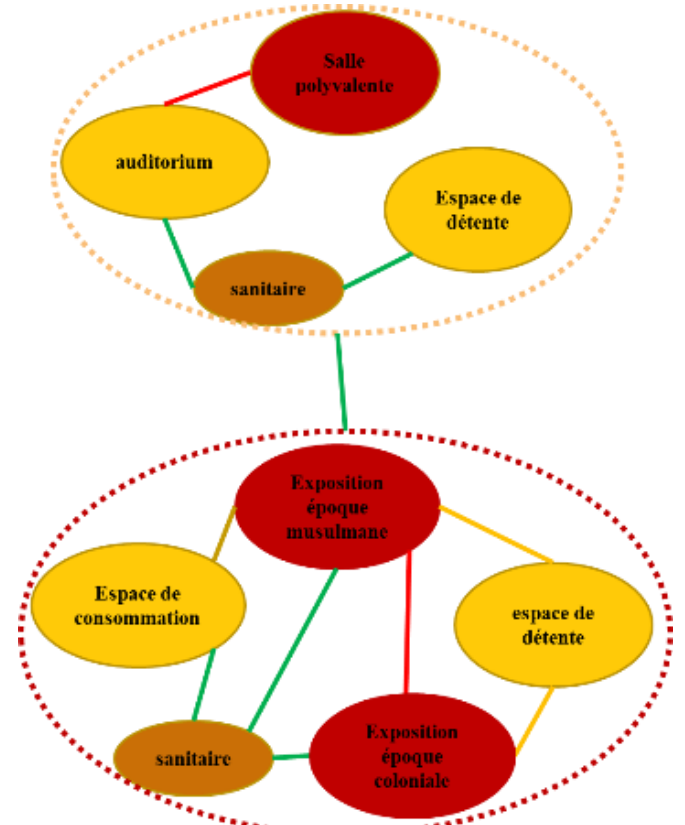


Figure 0-8 : organigramme de l'étage 3

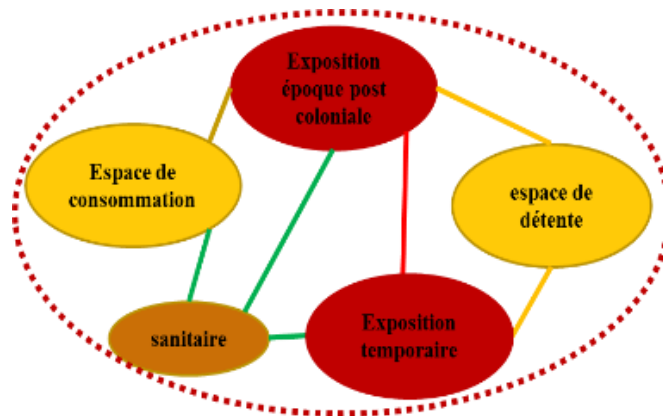


Figure 0-11 : organigramme de l'étage 4.

IV.2.3 Description des plans :

IV.2.3.1 Plan de masse :

Le projet se déploie sur un terrain de 1,5 ha, avec une superficie bâtie de 6800m² accessible facilement depuis la RN12 et CW106, en face de la mer et entouré de paysages magnifiques. Une organisation dictée par le POS soit, une conception en ILOT CENTRALE : des entités qui s'organisent autour d'un espace centrale aménagé comme jardin extérieur apte à accueillir du loisir, de la détente et la continuité de la fonction principale : l'exposition.

La forme du projet s'aligne principalement suivant la forme du terrain, avec deux barres parallèles à la limite du terrain, aménagées en véritable parcours intérieur qui aboutira à un espace centrale « le forum », la forme courbée quant à elle sera un espace dédié au public et ne communiquera pas avec les autres entités.

L'objectif de notre aménagement est d'offrir au visiteur le choix de suivre le parcours qu'il veut d'où le concept de balade démusifiée.



Figure 0-12: plan de masse.

Source : auteur

Pour des soucis bioclimatiques nous avons aménagé la partie Sud d'arbres caduques (partie inaccessible), la partie Nord quant à elle s'ouvre au visiteur et lui offre des terrasses en continuité avec les espaces intérieurs, des jardins extérieurs, de la végétation, du minérale, des espaces de jeux et de détente.

a) L'accessibilité :

Grace à sa forme fragmentée le projet bénéficie de plusieurs accès, étant surélevé par rapport à l'espace extérieur l'accès se fait par des marches ou une légère rampe pour les personne à mobilité réduite soit :



Figure 0-13: l'accès principal
Source : auteur.

- Un accès direct à l'entité d'exposition depuis le passage piéton de la RN12 ;
- Un second accès direct à l'entité administrative depuis le passage piéton de la CW106 ;
- Un troisième accès direct à l'entité recherche ;
- Un autre accès direct à l'entité détente.

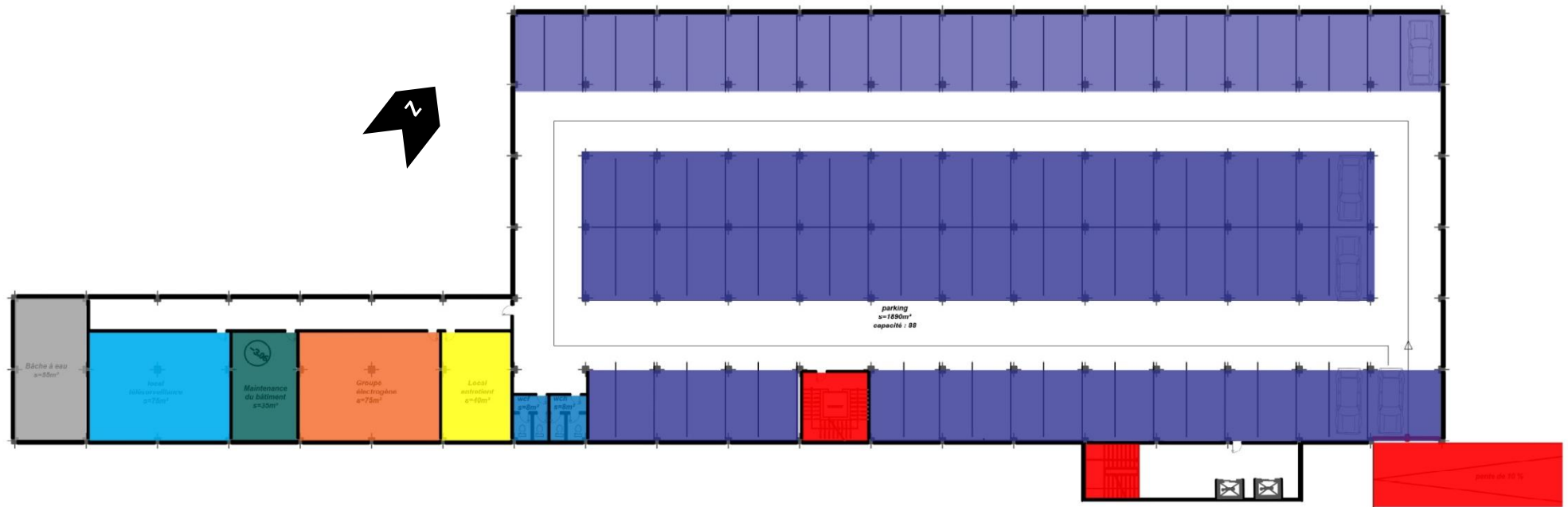


Figure 0-14: l'accès depuis l'entité administration.
Source : auteur.

IV.2.3.2 Plan du sous-sol -3.06m :

Le sous-sol s'élève sur 3.06m, il contient 88 places de parking avec la même rampe d'entrée et de sortie de 12%, il abrite aussi les locaux techniques : chaufferie, local télésurveillance et local d'entretien, séparés de l'espace parking, avec des sanitaires.

L'accès au RDC pour le public se fait par un escalier et un ascenseur tandis que pour le personnel il se fait par une cage d'escalier privée équipée de monte-charges.



LEGENDE

- Maintenance du bâtiment
- Local télésurveillance
- Groupe électrogène
- Circulation verticale
- Local entretien
- Places de stationnement
- Sanitaire
- Bâche à eau

Figure 0-15: plan du sous-sol
Source : auteur

IV.2.3.3 RDC +0.00 :

Les RDC du musée se compose de quatre entités, chacune abrite une fonction précise :

a) L'entité exposition :

L'accès se fait directement du jardin extérieur depuis un long parcours aménagé, une fois à l'intérieur le visiteur découvre un vaste hall fluide, qui laisse apparaître les différents espaces : avec des écrans retraçant l'histoire de Tipaza, des open-space, des lieux de détente, des magasins de souvenir ou encore l'atrium qui laisse passer la lumière naturelle et donne cette impression de grandeur, ou le jeu d'ombre créé par la maille extérieure.

L'accès au second niveau de cette espace central se fait par les escaliers centraux ou par la rampe panoramique enlacée par le vitrage.

b) L'entité administrative :

L'accès se fait directement depuis l'extérieur, cette longue barre est structurée par de l'exposition temporaire expressément aménagée au RDC pour éveiller toujours la curiosité du visiteur. Le parcours débute par un grand hall d'accueil, des espaces de réception, des magasins et une terrasse couverte, l'exposition temporaire vient animer celui-ci.

Le parcours aboutit à l'espace centrale.

L'accès au second étage de cette entité est totalement privatisé, réservé au personnel.

c) L'entité recherche :

Ce niveau de l'entité recherche est le parcours depuis la RN12 vers l'espace centrale, l'accès se fait directement depuis l'extérieur, on retrouve en premier un hall d'accueil, des salles d'attente, un salon d'honneur et un bureau de sécurité, le parcours est animé par de l'exposition temporaire qui permutera à chaque fois et éveillera la curiosité des visiteurs. La balade s'achève sur le vaste espace central « forum », là où une autre commence.

L'accès au second étage se fait par des escaliers semi-privés pour arriver aux espaces de recherche et les laboratoires.

d) L'entité détente :

Un espace ouvert au grand public, l'entrée se fait depuis les terrasses extérieures, ou depuis le jardin central, les utilisateurs de cet espace peuvent en profiter sans pour autant accéder à l'espace musée. L'entité est mise à l'écart des autres car elle abrite des espaces bruyants tel que : espace de jeux, cafétéria, espace d'animation.

L'accès au second étage se fait par un escalier public.



Figure 0-16: plan du RDC.
Source : auteur.

IV.2.3.4 Premier étage :

Pour le premier niveau chaque entité abrite une fonction spécifique et à son escalier privé.

a) L'entité d'exposition : +6.00m

Ayant une superficie près de 1200m², l'entité abrite les espaces d'exposition permanente, pour ce niveau on retrouve : l'exposition de la période préhistorique et un espace périodique, organisés de manière chronologique, avec des espace de rencontre et de consommation pour une meilleure animation, la mezzanine des escaliers centraux offre une continuité visuelle vers le niveau inférieur, le tout aménagés sous une ambiance et un éclairage naturel rythmé par la maille extérieure.

L'accès au niveau supérieur se fait par le même escalier.

b) L'entité administrative : +4.00m (dernier niveau de cette entité)

Les employés du musée ont un étage privé où ils pourront exercer leur travail sans perturber ou être perturbés par les visiteurs. Ce niveau est directement accessible par le RDC ou par le sous-sol avec un monte-charge et un escalier, qui desservent les espaces d'archivage. Il abrite tous les bureaux nécessaires au bon fonctionnement du musée soit : une administration (bureau du directeur, secrétariat, gestionnaire, protection du patrimoine, salles informatiques) mais aussi les espaces nécessaires pour la protection des œuvres exposées (archivage, logistique muséographique, consultation), les employés pourront bénéficier d'un espace de détente et de consommation à côté de leurs bureaux.

c) L'entité recherche : +4.00m

Cet étage est aménagé pour mieux préserver le patrimoine local, il abrite notamment un grand show-room pour permettre aux artisans d'exposer ou de vendre leur produit, on retrouve une grande salle d'enseignement, un espace de recherche, des laboratoires spécialisés et une salle de projection, les chercheurs ont aussi un espace de détente et de consommation.

d) L'entité détente : +6.00

La partie qui se développe de ce niveau offre au grand public un espace de sensibilisation avec une grande salle polyvalente et une salle de projection, où des meetings et des rencontres pourront être programmés pour initier le public à la protection du patrimoine.



Figure 0-17: plan de l'étage 1.

Source : auteur

IV.2.3.5 Deuxième étage :

Sur ce niveau se développe l'entité recherche et l'entité d'exposition seulement.

a) L'entité exposition : +12.00

Un grand espace fluide qui expose en permanence les époques romaines et chrétiennes de manière chronologique, accompagné d'un espace de détente et de vente avec une salle d'exposition des travaux artisanaux.

Une grande mezzanine donne une vision sur les espaces inférieurs.

b) L'entité recherche : +8.00

Les espaces de recherche qui nécessitent une bonne isolation acoustique sont aménagés à ce niveau : une salle de lecture avec une bibliothèque et un laboratoire de datation. Les utilisateurs peuvent aussi bénéficier d'une grande terrasse.



Figure 0-18: plan de l'étage 2.
Source : auteur.

IV.2.3.6 Troisième étage :

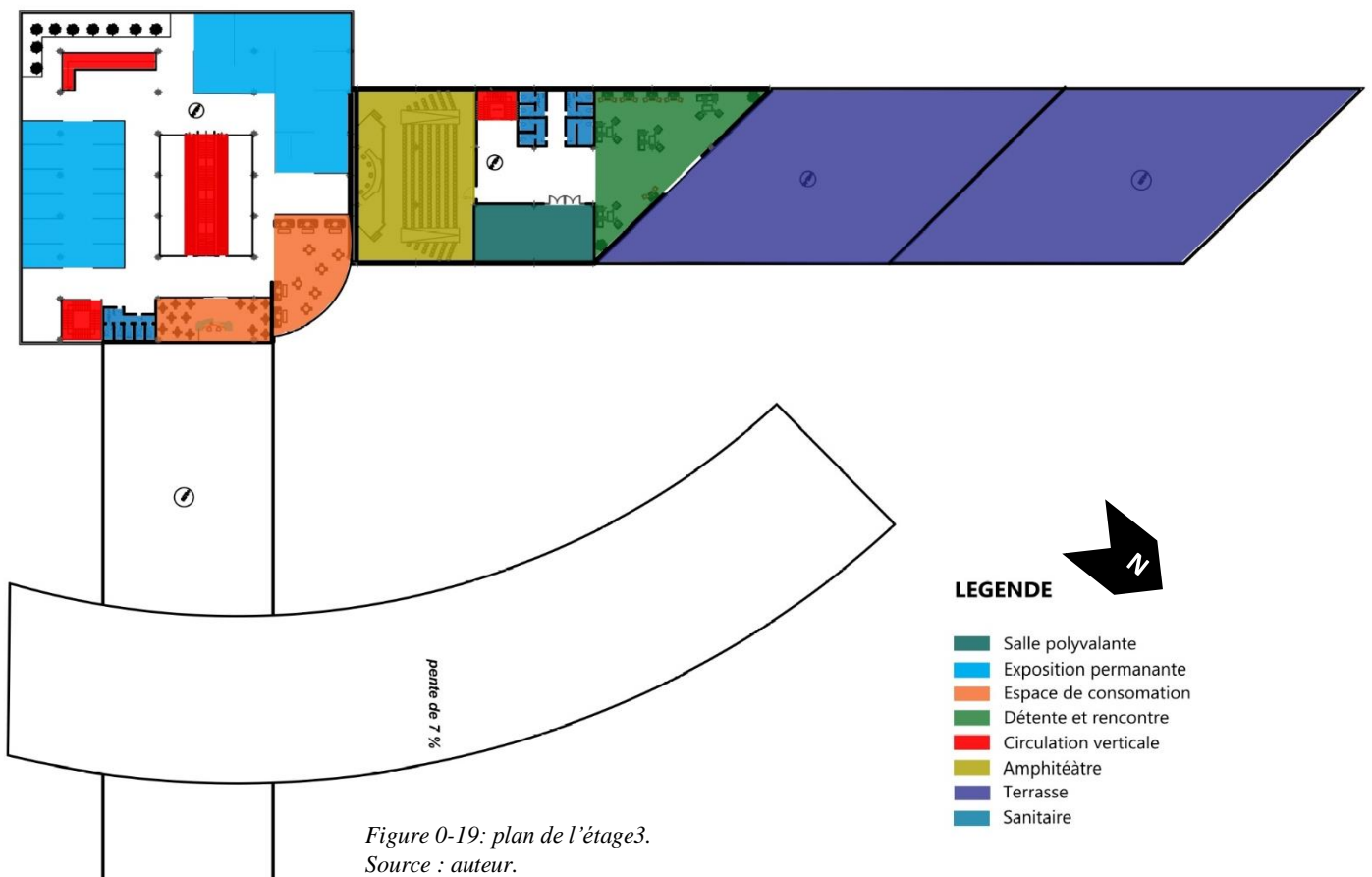
a) L'entité exposition : +18.00m

L'exposition permanente se prolonge sur ce niveau avec cette fois-ci l'époque musulmane et coloniale, animée par un grand espace de consommation, une cafétéria et un espace de rencontre panoramique.

Une mezzanine ouverte sur les espaces inférieurs.

b) L'entité recherche : +12.00m

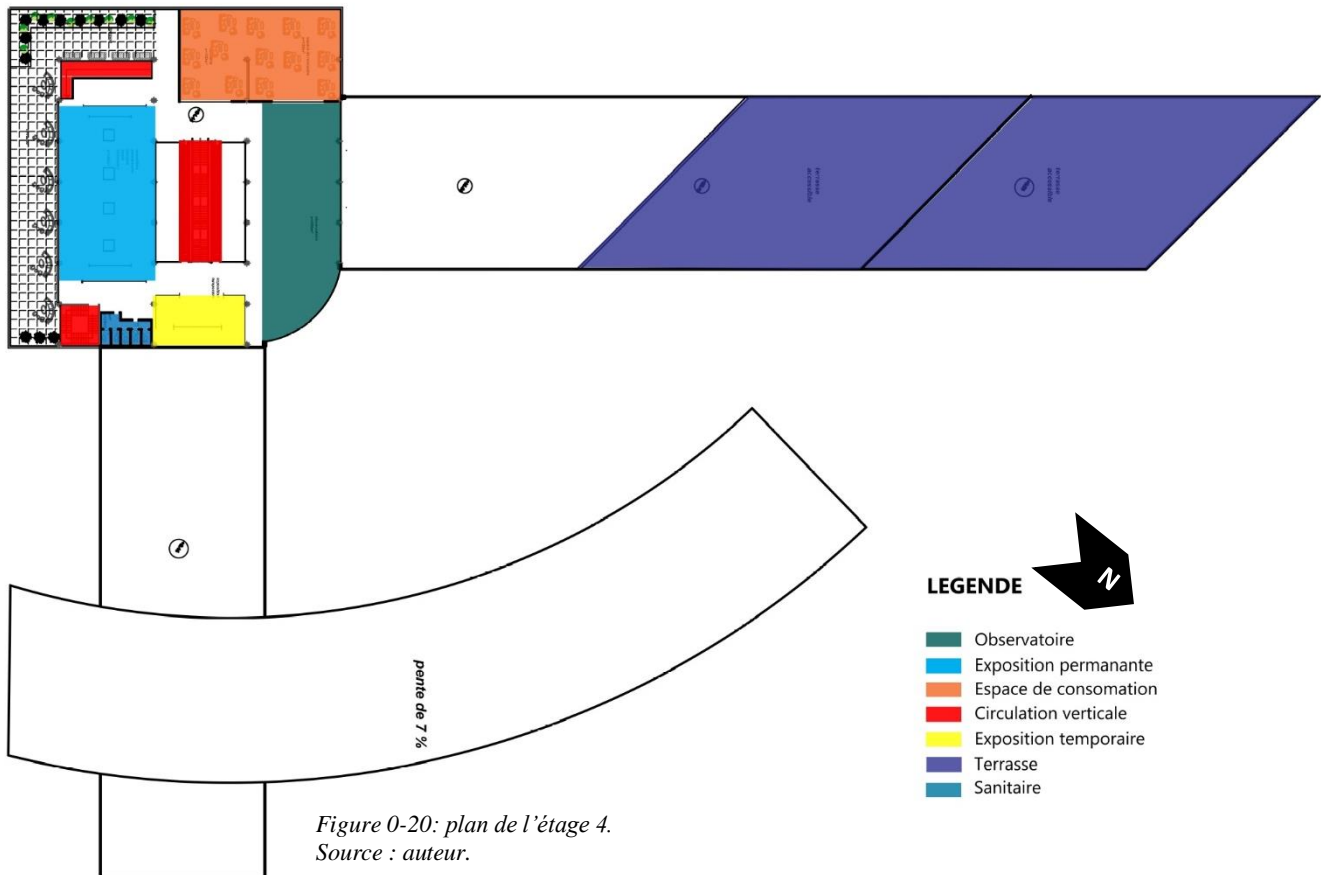
Ce niveau est doté d'un auditorium d'une capacité de 222 places (il se développe en 2 niveaux), accompagné d'une salle polyvalente et d'un espace de détente avec une grande terrasse extérieure.



IV.2.3.7 Quatrième étage :

Seule l'entité de recherche se développe : On retrouve un espace d'exposition de l'époque postcoloniale.

Souhaitant offrir une expérience poly sensorielle aux utilisateurs, on a introduit des jardins et des terrasses suspendus, avec un observatoire considéré comme une 5eme façade avec des espaces panoramiques sur la ville de Tipaza considéré comme un musée à ciel ouvert. Avec une partie réservée à l'exposition temporaire pour rendre l'endroit récréatif.



Remarque :

Chaque niveau de chaque entité est doté de blocs sanitaires et d'escalier de secours. (Le dossier graphique est joint en annexes).

IV.2.4 Description de la façade :

Le musée d'histoire et du patrimoine, un projet cohérent d'une certaine irrégularité se dévoile finement par l'entremise d'une enveloppe des fois lisse, des fois transparente ou translucide. Le traitement rend le projet perceptible depuis l'extérieur et laisse présager une variété d'ambiances, d'activités et de textures. Avec son aspect léger, mince, voire fragile du verre et de la dentelle de béton, on donne l'impression que le bâtiment n'a que « la peau sur les os » dans certaines parties tant dis que dans d'autres la façade est complètement pleine

ou peu ouverte. Le flou perçu de l'extérieur modifie les perceptions visuelles et se voit totalement distingué en journée et en soirée. L'enveloppe joue le rôle d'un filtre qui admet gracieusement la lumière du jour au travers les parois translucides.

La bâtiment protège mais offre la possibilité d'accueillir des brises pour ventiler naturellement. Le traitement est simple, régulier et s'adapte aux besoins de chaque entité.

IV.2.4.1 Façade intérieure :

L'entrée principale est matérialisée par un vide habillé en vitrage vertical mettant en valeur la hauteur et laissant apparaître l'espace d'exposition. Le parcours est rythmé par des ouvertures horizontales qui dirigent la vision vers l'élément central, ce traitement répond parfaitement aux exigences d'éclairage des espaces qu'il l'abrite (étude, recherche, administration) et qui nécessite peu voir pas du tout d'éclairage (stockage, archivage).

IV.2.4.2 Façade nord :

Sur cette façade on effectue parfaitement la lecture des différentes entités. La dominance du vide sur l'élément courbé car il est orienté vers la mer et il abrite les activités de détente et loisir ouvert au grand public. L'élément central qui est clairement visible avec des ouvertures en horizontalité rythmées. L'entrée de l'entité administrative est distincte par rapport au reste, on aperçoit aussi la barre avec les ouvertures rythmées.

Utilisation d'un mur rideau, ouvrir pour profiter du soleil, de la lumière et des brises marines et des vues vers le paysage splendide.

Exprimer une certaine légèreté avec un volume courbé et incliné en structure métallique ; qui est en relation harmonieuse avec la mer et la richesse naturelle de Tipasa.

IV.2.4.3 Façade latérale :

Un traitement facilitant la lecture des entités.

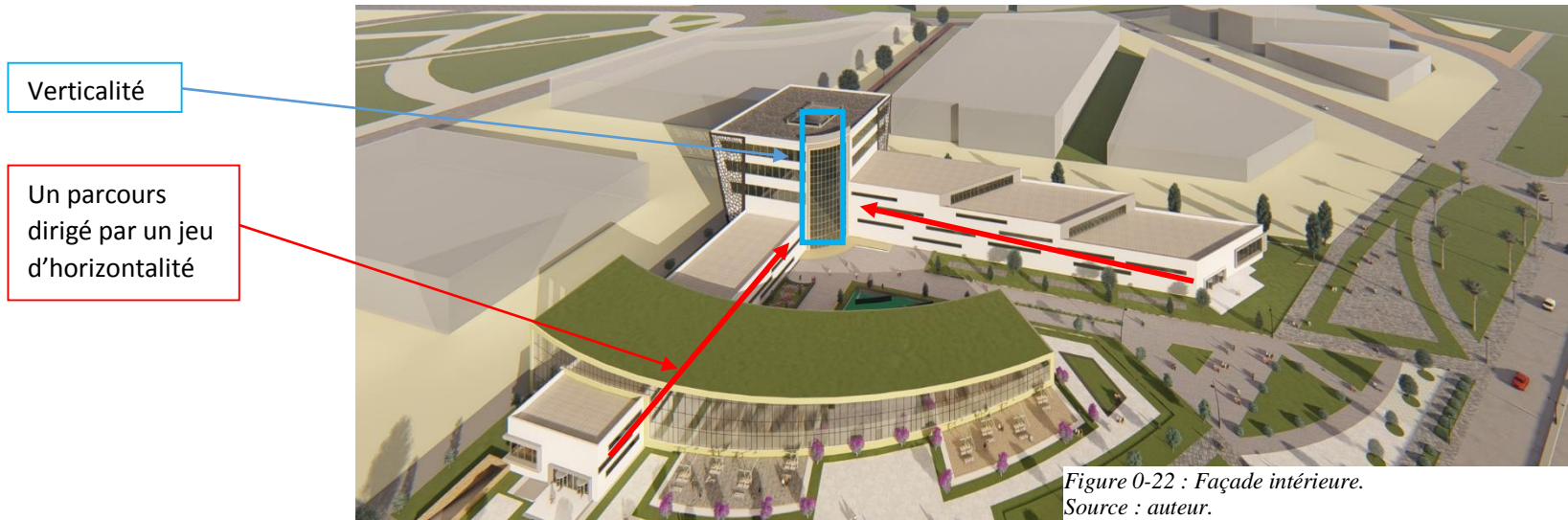
Une façade inclinée orientée ou sud (self shading) et un traitement unique pour la marquée comme repère. Un traitement inspiré de la maille du MUCEM (la maille en béton joue aussi le rôle de protection solaire) qui laisse apparaître l'espace intérieur.

Des baies vitrées ouvertes pour l'éclairage des espaces administratifs qui n'ont pas besoin d'énormément d'éclairage

Une paroi totalement pleine qui abrite les espaces de stockages pour une meilleure conservation des œuvres.

IV.2.4.4 Façade latérale est :

La partie centrale garde le même traitement pour cette façade tandis que la barre destinée à la recherche est rythmée par de grandes baies vitrées qui suivent la dimension de chaque dégradé.



Un traitement unique facilitant la lecture

Dégradé et ouvertures de l'entité recherche

Traitement de l'espace de stockage

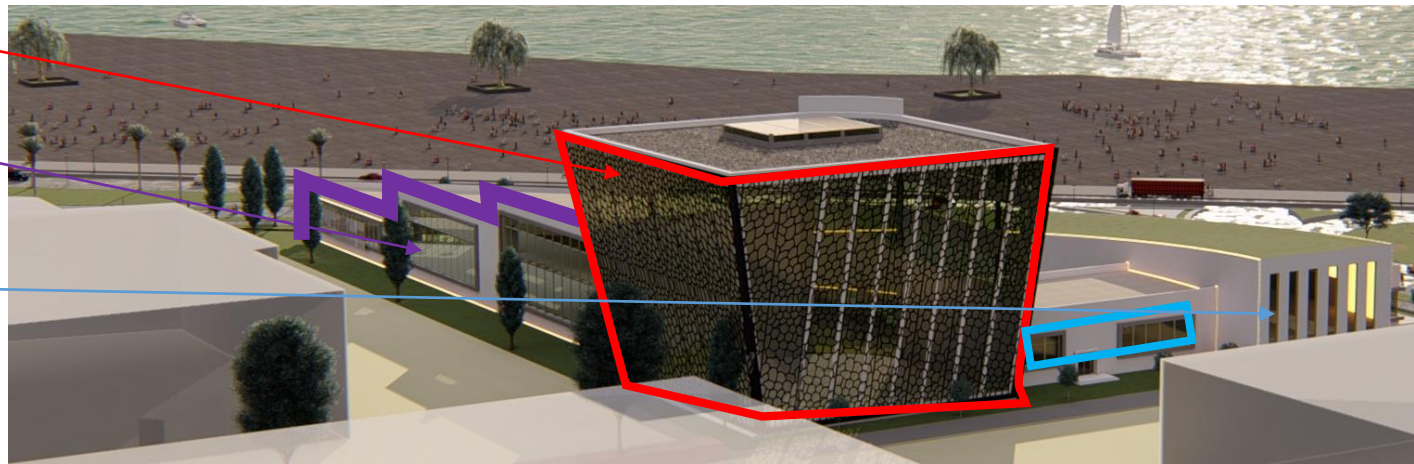


Figure 0-23 : façades latérales.
Source : auteur

Un traitement unique facilitant la lecture

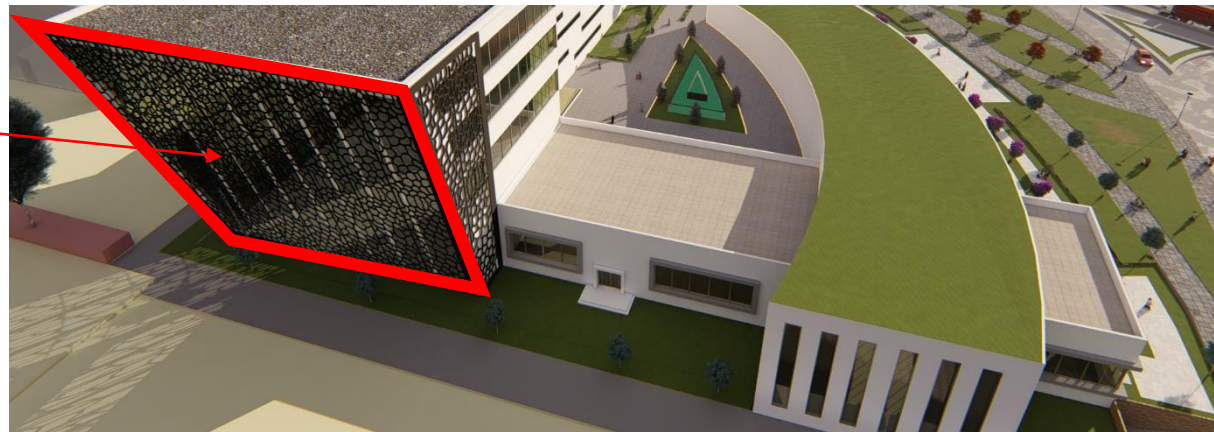


Figure 0-24 : Façade latérale.
Source : auteur.

IV.3 Volet bioclimatique et efficacité énergétique du projet :

On parle de conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée aux caractéristiques et particularités du climat et de l'environnement du lieu d'implantation, elle consiste à tirer le meilleur profit de l'énergie solaire, abondante et gratuite. En hiver, le bâtiment va maximiser la captation de l'énergie solaire, la diffuser et la conserver. En revanche, en été, le bâtiment va se protéger du rayonnement solaire et évacuer le surplus de chaleur.

Chaque entité sera implantée selon le besoin en éclairage et de façon à ne pas créer et engendrer de l'ombre sur les autres entités. L'orientation du projet nous permet de bénéficier d'un éclairage naturel pour assurer un confort visuel et d'un chauffage gratuit des espaces intérieurs sans faire le moindre bruit tout en réduisant la consommation énergétique.

IV.3.1 L'orientation et l'implantation :

Dès la première étape de conception nous avons porté une intention à l'orientation des différentes entités du projet.

Ayant un terrain totalement ensoleillé et ventilé (absence totale d'obstacles). Le projet s'ouvre à la brise marine pour profiter un maximum d'une ventilation naturelle, les entités sont orientées de façon à bénéficier d'un éclairage naturel afin d'assurer un confort visuel et d'un chauffage gratuit des espaces intérieurs.

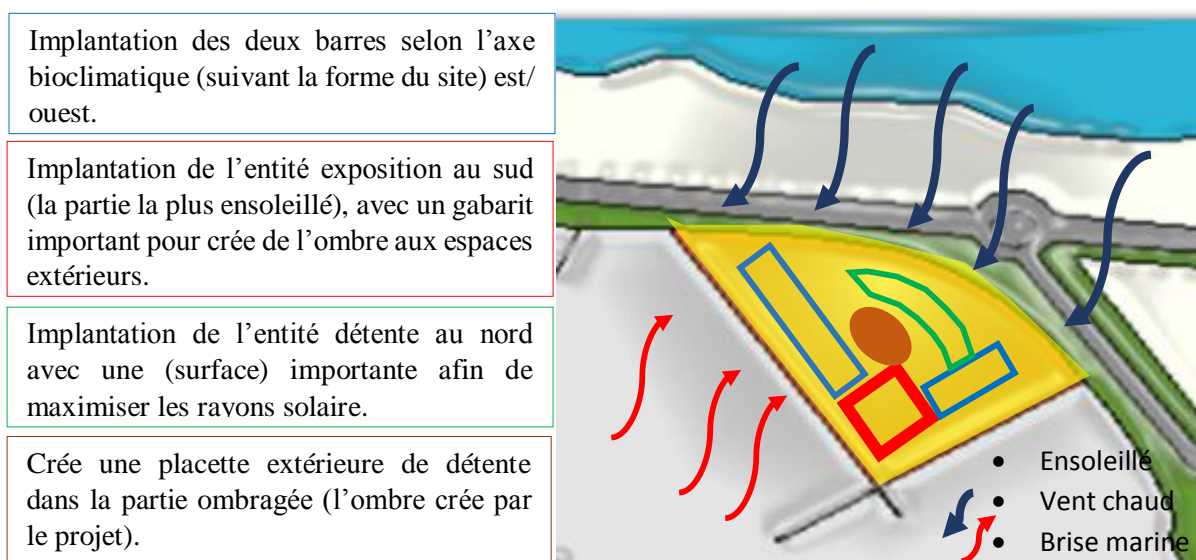


Figure 0-25: l'orientation et l'implantation du projet.
Source : auteur.

IV.3.2 La forme :

Une forme compacte dans l'ensemble avec des entités plus au moins fragmentées afin de capter les vents et mieux les conduire à l'intérieur du projet.

IV.3.3 La végétation :

Création d'une cour centrale (orientation du pos) : En plus du confort visuel, l'animation des parcours et la création des ambiances, la végétation participe de plusieurs manières à l'amélioration du climat, par l'absorption de l'eau et sa restitution par évapotranspiration, humidification de l'air et régulation de la température en période chaude.

Les feuilles aussi fixent les poussières et les gaz toxiques. Nous avons créé un microclimat en aménageant des étendues d'eau, de la végétation pour avoir un rafraîchissement naturel.



Figure 0-26: le rôle de la cours centrale dans le rafraîchissement du projet.
Source : auteur.

- Présence de la toiture végétalisée.
- Présence d'un micro climat.



Figure 0-27: la végétation dans le projet.
Source : auteur.

IV.3.4 Les dispositifs selon le diagramme de GIVONI :

Tableau 0-4: dispositifs selon le diagramme de givoni. Source : auteur.

Lecture : dispositifs	Recommandations
C : confort	-Aucune recommandation.
V : ventilation naturelle renforcée	-Assurer la ventilation naturelle (Puits provençal, capteur d'air, aération transversale : atrium).
INV : inertie thermique avec ventilation naturelle	-Renforcer la résistance thermique soit par isolation. -Utilisation des protections solaires et de l'ombrage et de la toiture réfléchissante.
AS : solaire passif	-Optimiser les gains solaires passifs (orientations sud, façades vitrées, bonne répartition des espaces selon leurs besoins d'ensoleillement et d'éclairage) -Techniques de captage passives (atrium, façade double peau, effet de serre).
GI : Inertie thermique et gains interne	-Utilisation de matériaux à forte inertie thermique et assurer une bonne isolation thermique.
H : Chauffage actif	-Chauffage actif.

IV.3.5 Stratégie du chaud :

- Se protéger de la chaleur du rayonnement solaire avec des brises soleil, de la végétation, la forme self-shading ;
- Eviter le rayonnement avec l'orientation, une toiture réfléchissante ;
- Renforcer la ventilation avec des systèmes de ventilation renforcée (tirage thermique, capteur d'air ;
- La distribuer dans le bâtiment.

IV.3.5.1 Toiture réfléchissante :

Les toitures réfléchissantes ont pour principal objectif d'augmenter la réflexion du rayonnement solaire. La température de surface de la toiture est alors réduite ainsi que les transferts de chaleur vers l'intérieur du bâtiment. Cet effet est favorable pour limiter le risque de surchauffe en été, mais également pour économiser de l'énergie si un système de refroidissement actif est installé dans le bâtiment.

On prévoit un type de membranes ultra réfléchissantes qui sont fabriquées à partir de bitumes et polymères. La couche de finition blanche en acrylique offre une réflexion optimale des rayons de soleil, jusqu'à 81 %, tandis que l'armature décentralisée en composite polyester/voile de verre rend la membrane d'étanchéité résistante et durable.

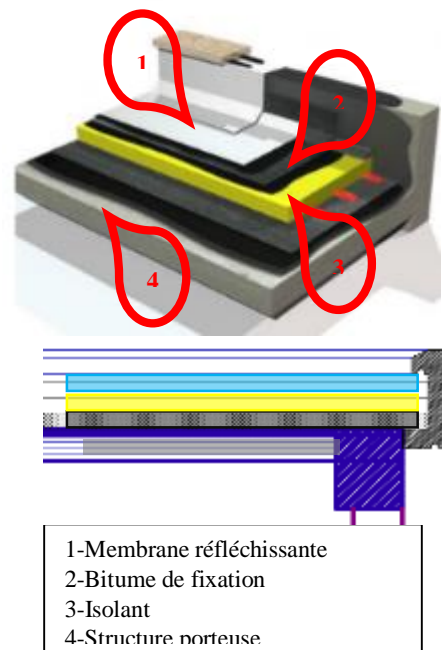


Figure 0-28: toiture réfléchissante.
Source : auteur

IV.3.5.2 Toiture végétalisée :

En été, les plantes d'un toit vert protègent l'immeuble contre les rayons solaires et, grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent atténuer voire éliminer les gains thermiques, ce qui contribue à rafraîchir et à réduire les besoins énergétiques en climatisation du bâtiment.

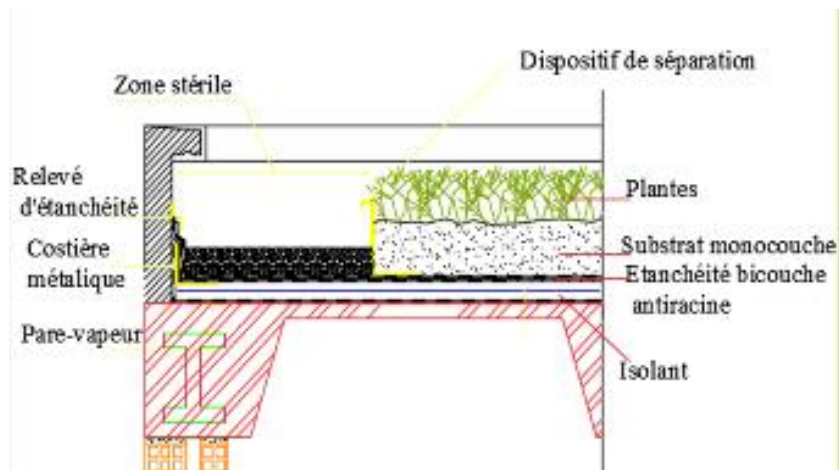


Figure 0-29: toit végétalisé.
Source : auteur.

Pour notre projet on a opté pour une toiture végétalisée extensive car elle est légère, avec une épaisseur du substrat de croissance de 150 mm ou moins avec des plantes qui requièrent peu d'entretien et tolérantes à la sécheresse.

IV.3.5.3 La ventilation naturelle renforcée :

La ventilation a pour vocation de faciliter l'aération des locaux en évacuant l'air vicié, en renouvelant par l'air frais ; elle est le mode le plus économique en matière de consommation d'énergie.

a) La ventilation transversale : (figure 30)

L'air d'une façade étant plus frais (brises marines), va pénétrer à l'intérieur de l'entité et rafraîchir l'espace puis ressortir de l'autre côté (par tirage thermique). Cette technique est utilisée sur l'entité administrative, exposition et recherche avec une organisation spatiale favorisant la circulation de l'air.

b) Capteur à air : (figure 30)

Nous avons utilisé un système de captage d'air au niveau des terrasses végétalisées, ce qui nous permettra de capter les brises de mer au niveau de la toiture ensuite l'injecter à l'intérieur de cet espace par le faux plafond perforé, l'air vicié sera ensuite évacué par les ouvertures au niveau de la façade. Cette technique est utilisée sur l'entité de détente car elle bénéficie de brises marines.

c) Puits canadien : (figure 31)

En été, l'air extérieur profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir et arriver dans le bâtiment durant la journée à une température inférieure à la température extérieure. Cette technique est utilisée pour renforcer l'efficacité de la ventilation transversale et assurer un bon rafraîchissement d'air dans le projet.

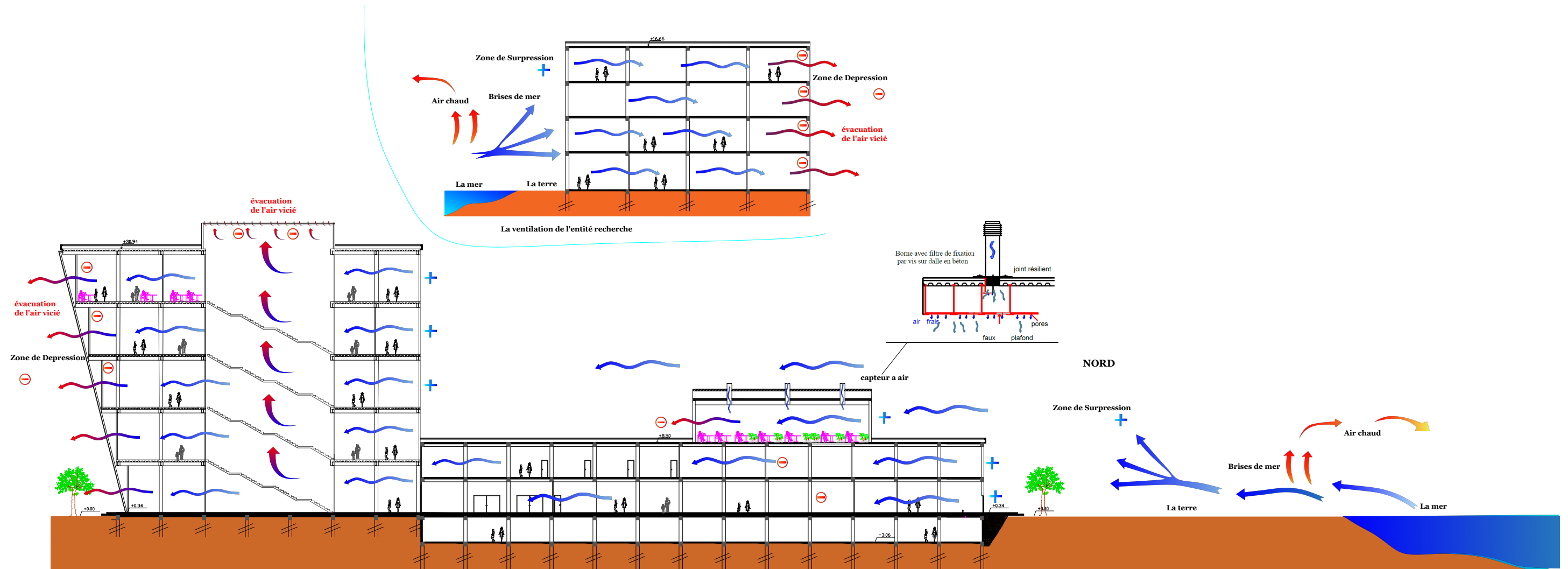


Figure IV-30 : la ventilation naturelle. Source : auteur

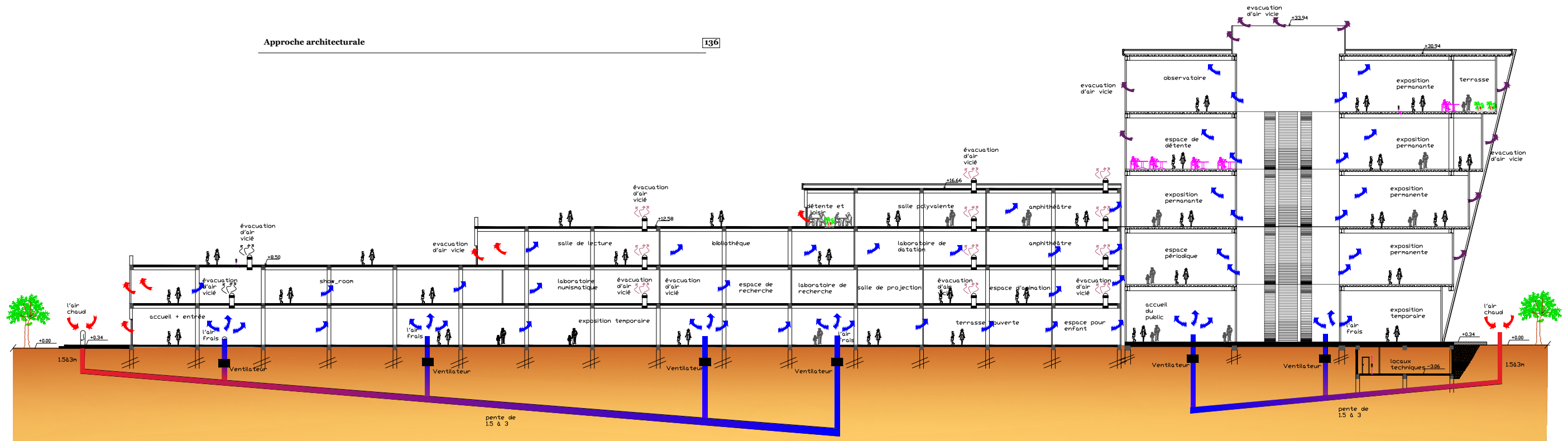


Figure IV-31 : Puits canadien en été. Source : auteur

IV.3.5.4 Atrium :

En été l'atrium joue un double rôle : la lumière naturelle et la ventilation hybride ou l'extraction d'une partie de l'air vicié se fait par tirage thermique à travers des clapets ouverts.

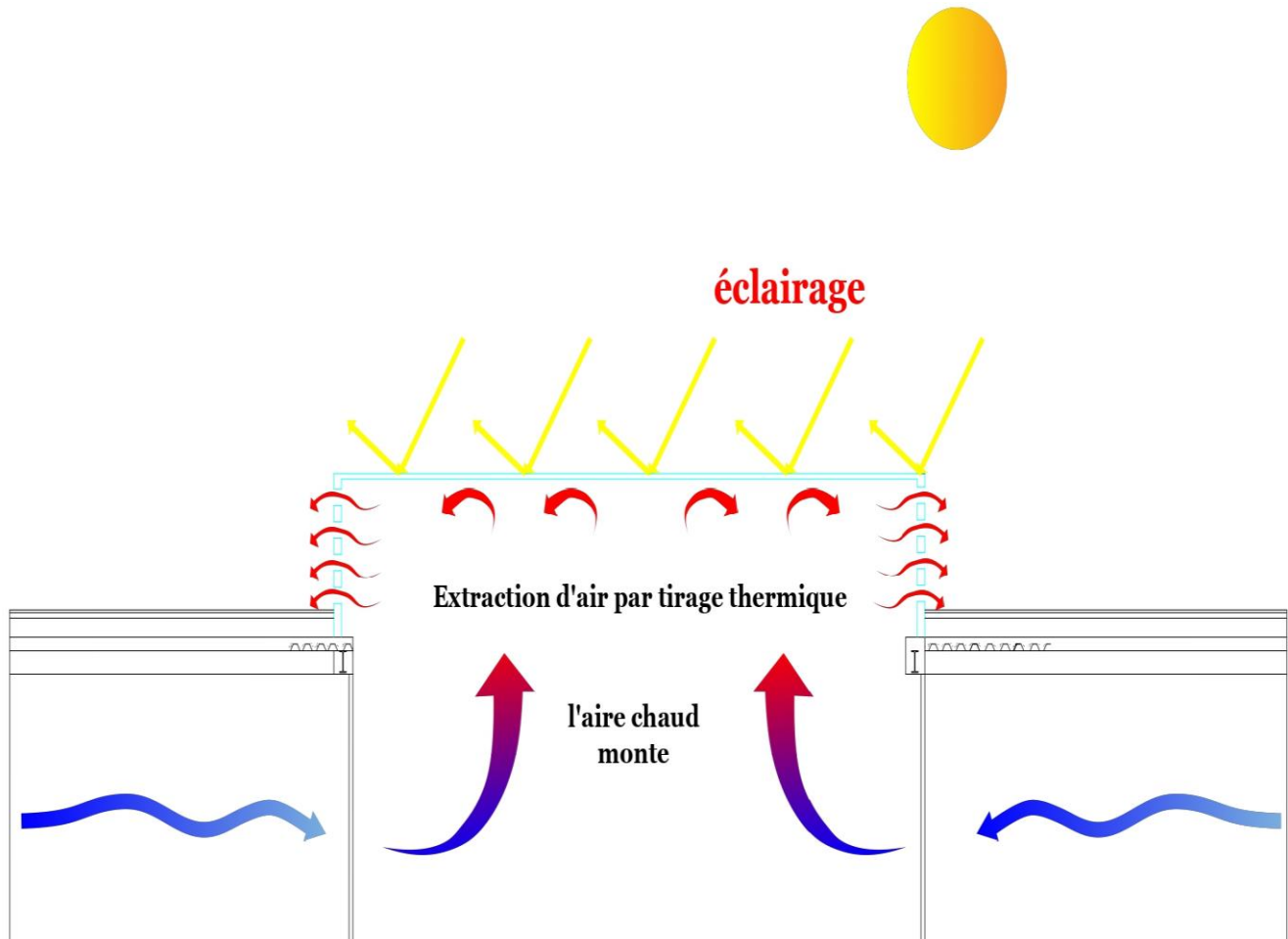


Figure 0-30: l'atrium en été.
Source : auteur.

IV.3.5.5 L'enveloppe bioclimatique : (figure33)

De plus de la forme aérodynamique et la faille créée au Nord, l'entité exposition est quant à elle conçue de façon à réduire les gains solaires avec une forme de pyramide renversée. Elle joue le rôle de brise soleil

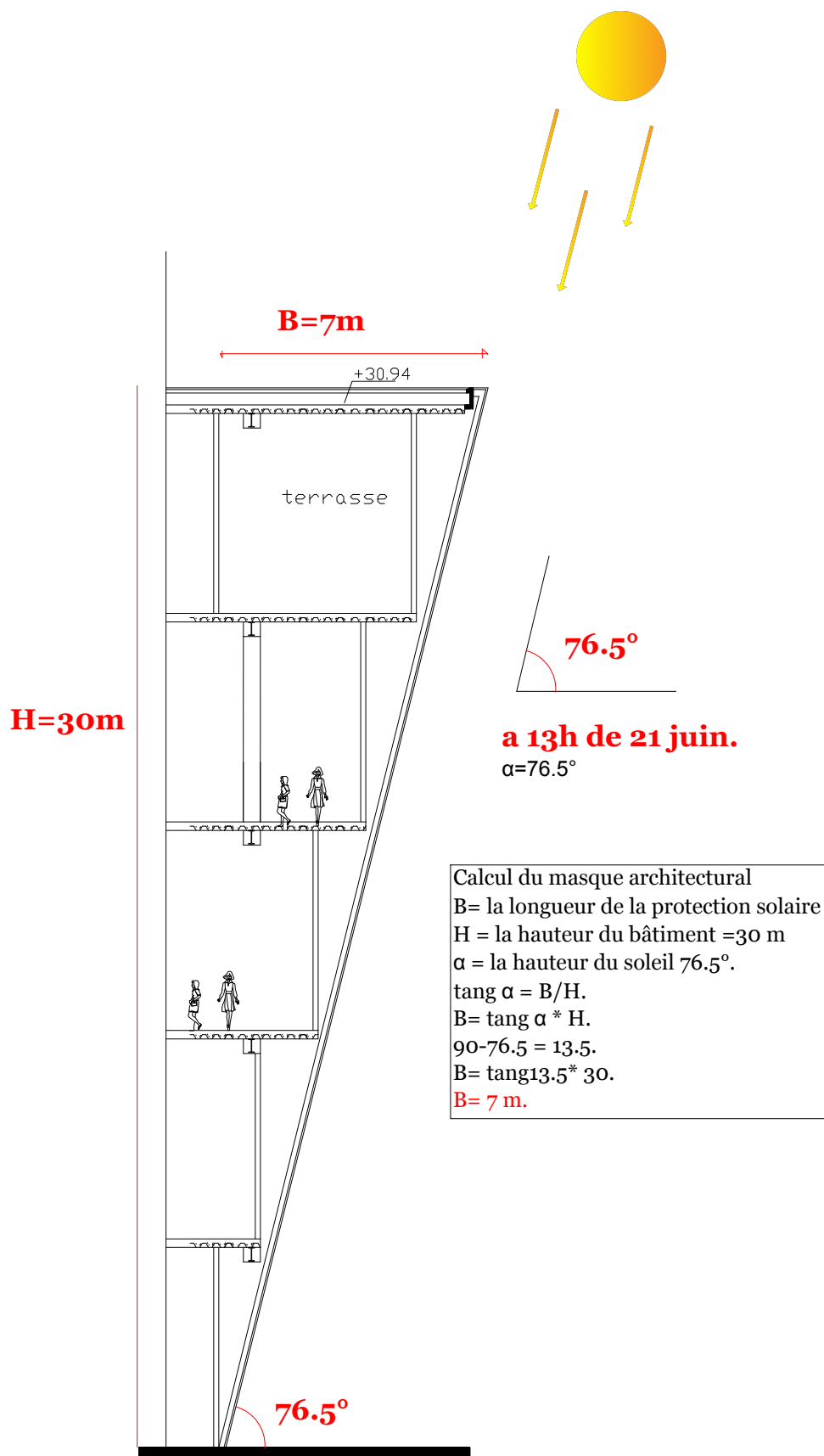


Figure IV-30 : L'enveloppe bioclimatique. Source : auteur

IV.3.5.6 Le masque architectural :

Inspiré du Mucem, l'entité exposition sera enveloppée sur sa façade Sud d'une maille en béton fibré à ultra-haute performance très légère qui la protégera des fortes chaleurs.



Figure 0-32: inspiration du Mucem
Source : pinterstet.com

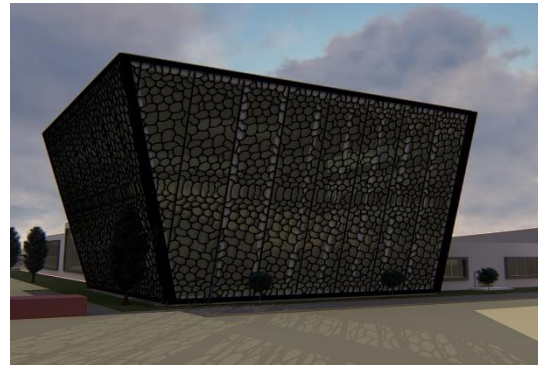


Figure 0-32: la maille du projet.
Source : auteur.

IV.3.5.7 La façade double peau vitrée :

Placée sur la façade Sud-Est et Sud-Ouest permet de bénéficier d'un maximum d'éclairage naturel tout en gardant une bonne maîtrise des apports solaires. Composée de deux peaux vitrées :

- Le verre extérieur qui est un simple vitrage à faible émissivité permet la baisse du facteur solaire ;
- Le verre intérieur est en double vitrage performant avec un pare-soleil en fibres de verre tissées automatiques qui assure une

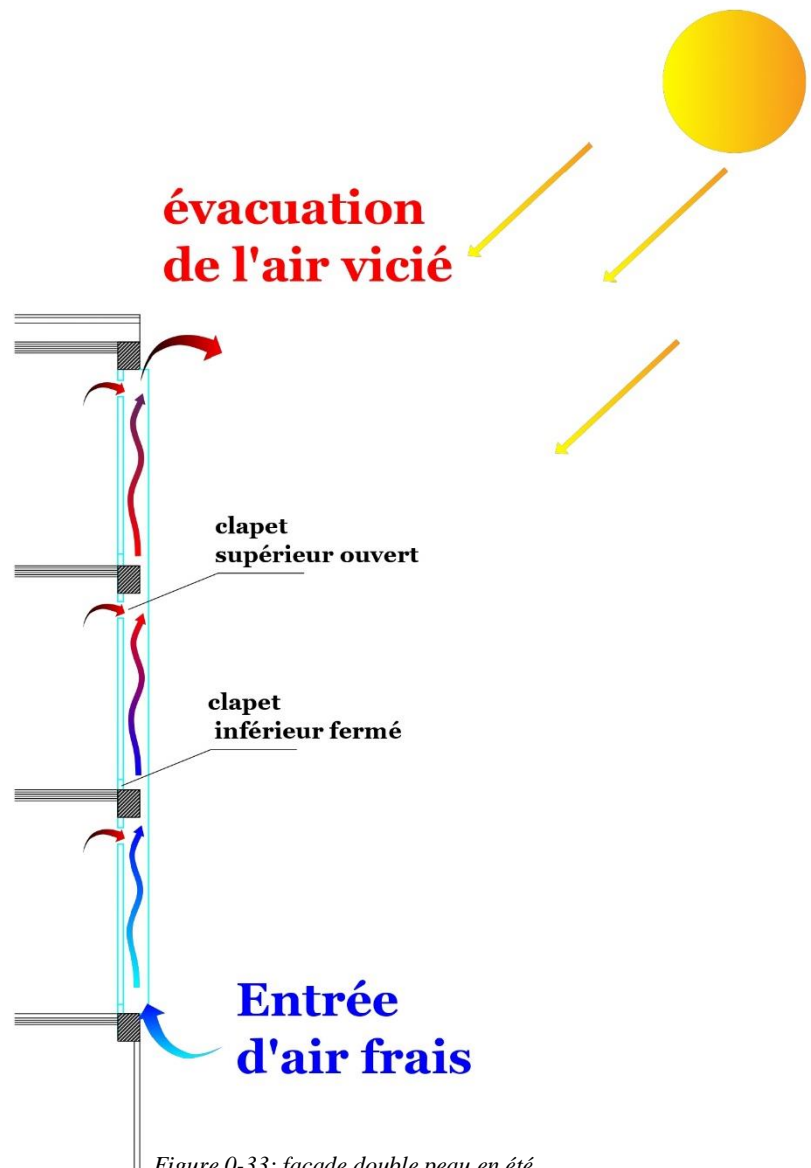


Figure 0-33: façade double peau en été.
Source : auteur.

protection contre l'éblouissement et la surchauffe en été.

IV.3.6 Stratégie du chaud :

- Capter la chaleur du rayonnement solaire avec de grandes ouvertures orientées sud ;
- Stocker cette chaleur dans le bâtiment avec des matériaux à forte inertie thermique ;
- La conserver par l'isolation et la forte compacité, afin de diminuer le rapport entre les surfaces en contact avec l'extérieur et le volume intérieur ;
- La distribuer dans le bâtiment.

IV.3.6.1 Toiture végétalisée :

L'hiver, l'isolation supplémentaire fournie par le substrat contribue à limiter les pertes de chaleur et à réduire les besoins énergétiques en chauffage de l'équipement.

IV.3.6.2 Atrium :

En hiver, l'atrium couvre le rôle d'une serre qui sert à chauffer l'espace intérieur ; et réduire l'énergie de chauffage.

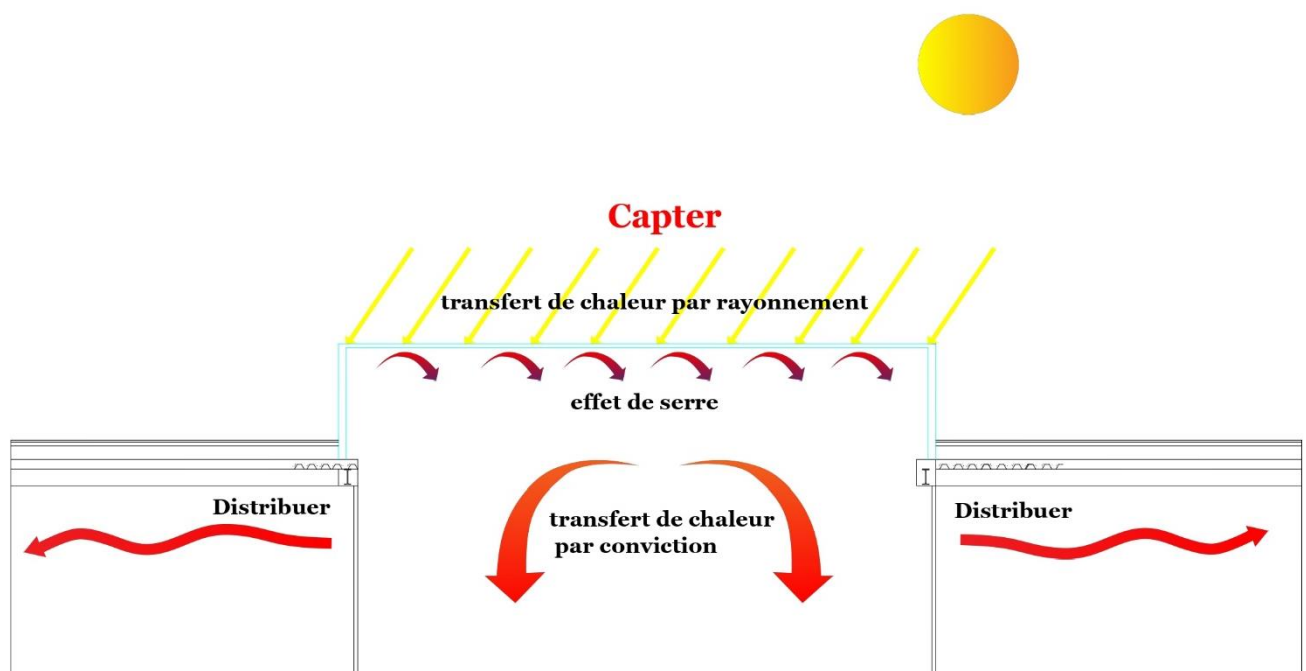


Figure 0-34: l'atrium en hiver.
Source : auteur.

IV.3.6.3 Puits canadien : (figure 38)

En hiver, l'air se réchauffe durant de son parcours souterrain, les besoins de chauffage liés au renouvellement d'air des locaux sont alors réduits et le maintien hors gel du bâtiment peut être assuré.

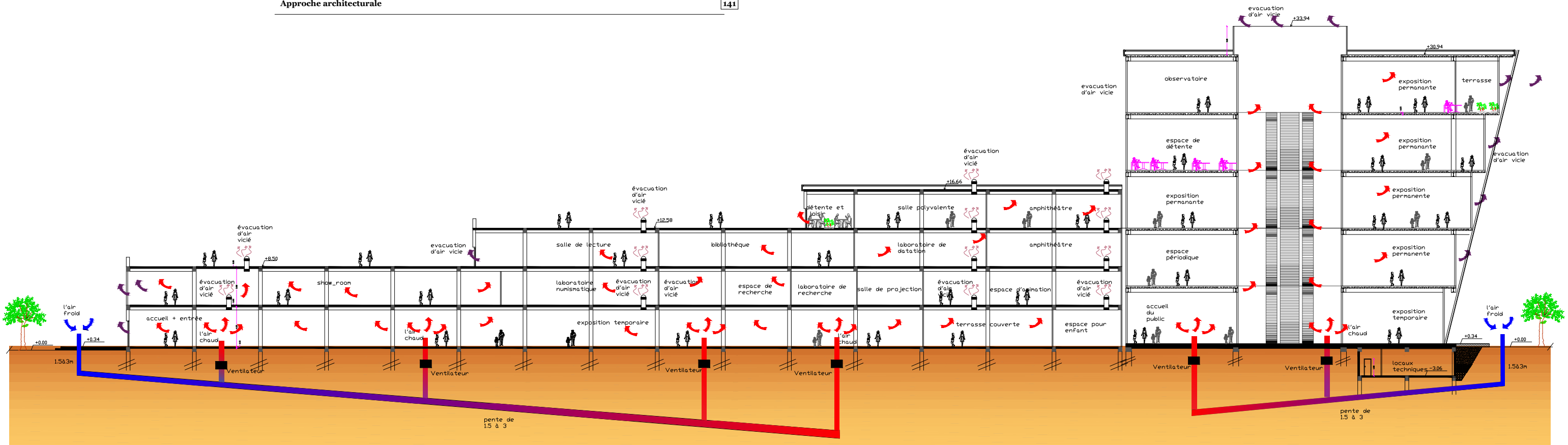


Figure IV-38 : Puits canadien en hiver. Source : auteur

IV.3.6.4 Chauffage par rayonnement solaire direct :

L'effet de serre des surfaces vitrées laisse passer la lumière visible, donc une grande partie du rayonnement solaire. Ainsi, lorsque le soleil brille, les vitres qui sont en face laissent pénétrer une grande partie de la chaleur à l'intérieur. Elles laissent passer la lumière visible et elles ne laissent pas passer le rayonnement infrarouge. Ce qui va assurer un chauffage gratuit et confortable à l'intérieur des espaces.

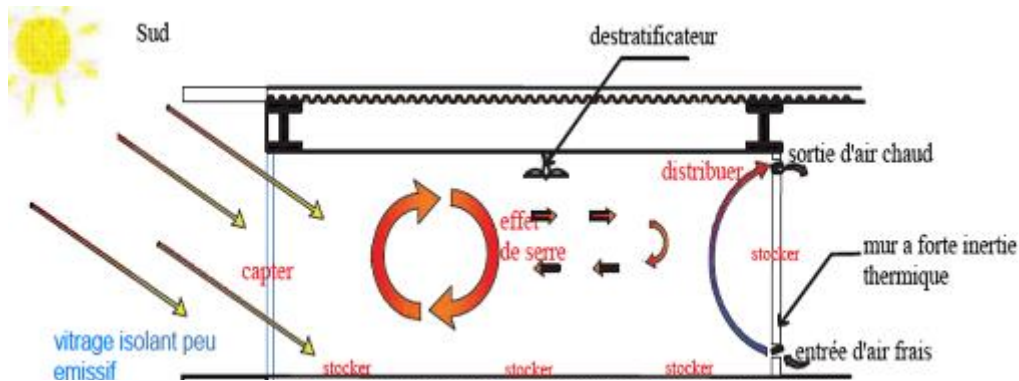


Figure 0-35: chauffage par rayonnement solaire.
Source : auteur.

IV.3.6.5 La façade double peau :

En hiver, Le rayonnement solaire est utilisé afin de réchauffer l'air intérieur de la double peau (créer un tampon thermique et emmagasiner un maximum de chaleur solaire). Pour éviter le phénomène des parois froides.

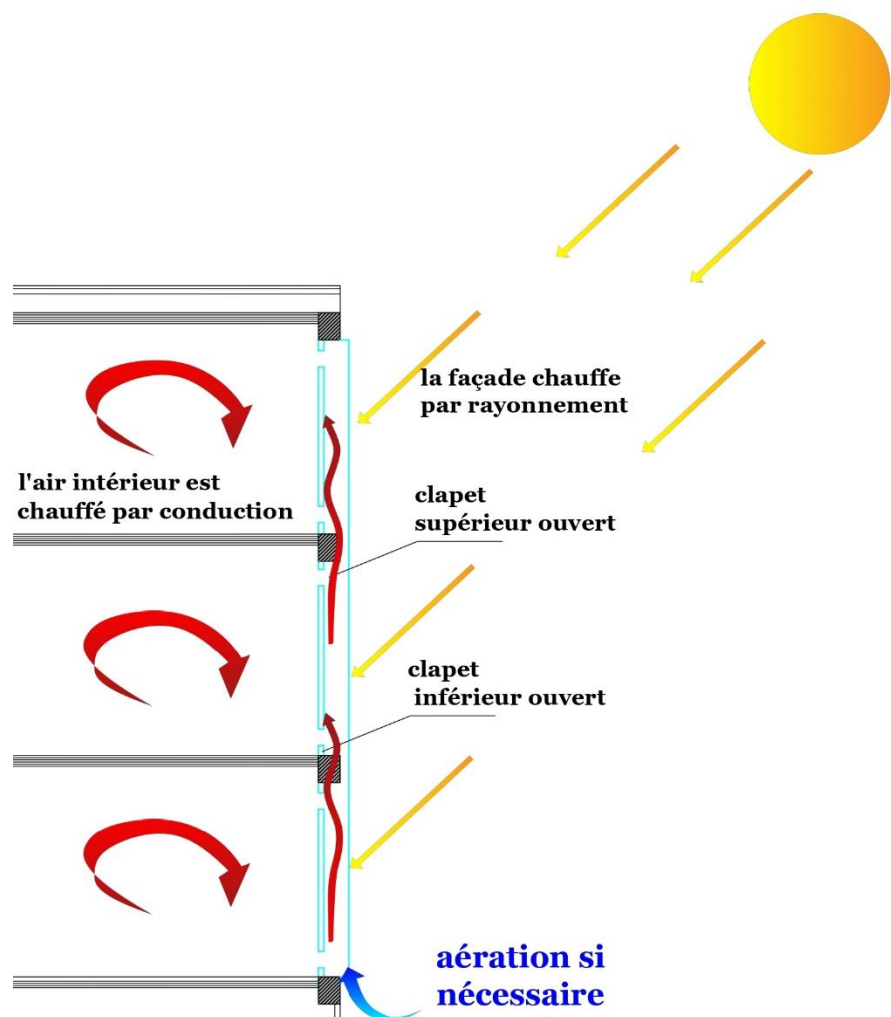


Figure 0-36: Façade double peaux en hiver.
Source : auteur.

IV.4 Détails constructifs :

Introduction liée à l’approche constructive :

De nos jours, l’architecture se voit investie par la technologie qui lui a permis de faire un pas en avant dans sa création. Saisir la manière de construire une forme architecturale, c’est comprendre comment et avec quels matériaux la réaliser.

La présente approche consiste en l’explication des différents procédés constructifs de notre projet.

IV.4.1 La structure :

La conception d’un bâtiment consiste en deux phases complémentaires : sa conception architecturale et sa conception structurelle.

Le choix de la structure est arrêté de manière à répondre aux exigences fonctionnelles, spatiales et formelles caractéristiques à chaque partie de notre projet tout en assurant la stabilité, la durabilité et l’économie. Donc Bien connaitre les besoins du projet c’est bien choisir le système structurel.

Dans notre cas on a utilisé deux types différents de structure :

- **La structure en béton armé** dans les entités 1 et 4 et le sous-sol.
- **La structure métallique** prévue dans les entités 2 et 3.

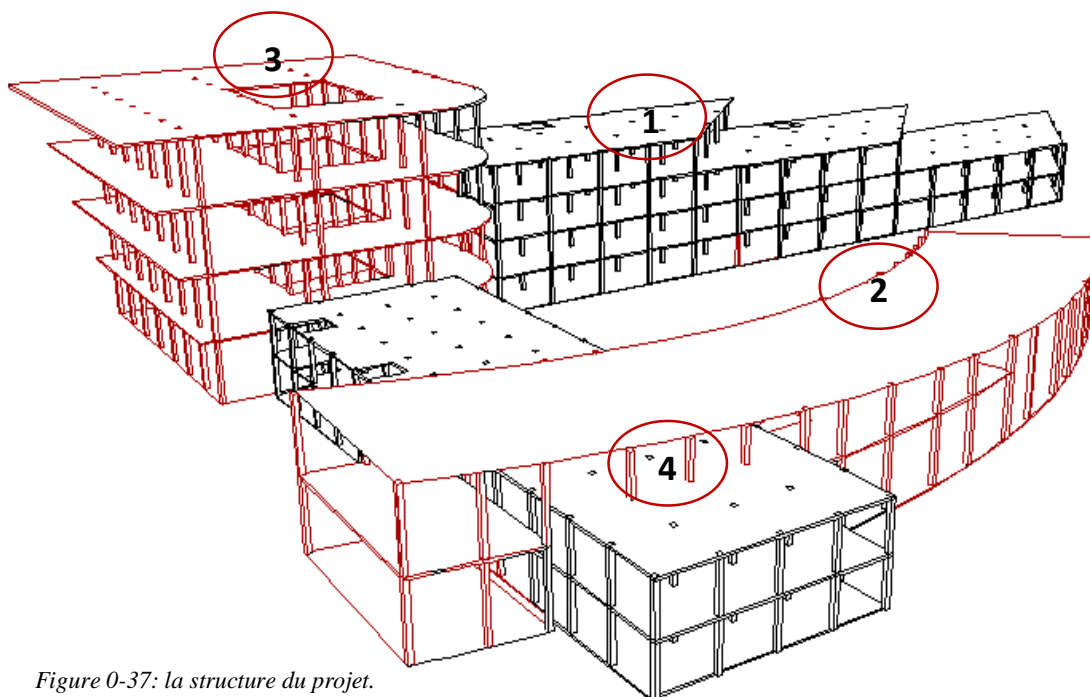


Figure 0-37: la structure du projet.
Source : auteur.

Ces entités de structure en béton pour raisons :

- Des formes simples.
- Des espaces intérieurs qui ne demandent pas des grandes portées.
- On réduit l’économie de réalisation.

Ces éléments de construction rigides permettent de dégager de grands espaces utiles ; une liberté des formes et un poids de structure réduite, allège considérablement les charges transmises au sol.

IV.4.1.1 La structure métallique :

Le choix est fait en raison de :

- En termes d'espace utile, la structure métallique représente une grande efficacité constructive en permettant de répondre à des exigences fonctionnelles et le dégagement de grands espaces notamment pour les espaces d'exposition, la salle de conférence ; les espaces de consommation ; au même temps, les dimensions des éléments structurant plus petites qu'avec du béton armé. Et à d'autres exigences constructives telles que la réalisation de paroi et toiture inclinée.
- Elle présente un bon comportement au séisme dû à la légèreté et la souplesse de l'ossature.
- Vitesse de montage : la structure métallique peut être préparée en atelier, ce qui signifie que les éléments arrivent au travail pratiquement élaborés, nécessitant un minimum d'opérations à achever.
- Profitant des vides intérieurs des poteaux tubulaires pour le passage des câbles et des gaines techniques.
- L'acier représente une grande efficacité constructive en permettant de plus grandes lumières qu'avec la construction traditionnelle en béton armé. En même temps, les dimensions plus petites des éléments structuraux de l'acier par rapport aux sections en béton permettent une utilisation efficace de l'espace.

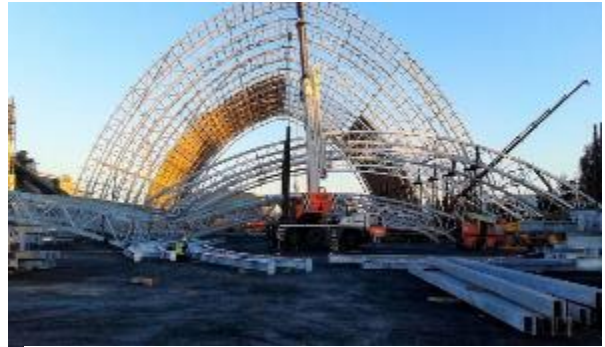


Figure 0-38: structure métallique.
Source : <https://metaldeza.com/fr>

IV.4.1.2 Structure en béton armé :

- Elle présente une bonne protection contre l'incendie.
- Le béton est un matériau résistant à la compression, en revanche, l'acier résiste à la fois à la traction et à la compression. L'association des deux matériaux permet donc au béton armé d'être à la fois résistant à la compression et à la traction.



Figure 0-39: la pose du béton.
Source : <https://www.travaux-maconnerie.fr>

IV.4.2 L'infrastructure :

IV.4.2.1 Les fondations :

La semelle filante s'utilise lorsque la conception semelle isolée ne devient plus possible. La semelle filante reçoit les charges issues de la superstructure au moyens de porteurs ponctuels « les poteaux » mais aussi par le biais de porteurs linéaires « les voiles » ou encore les deux à la fois.

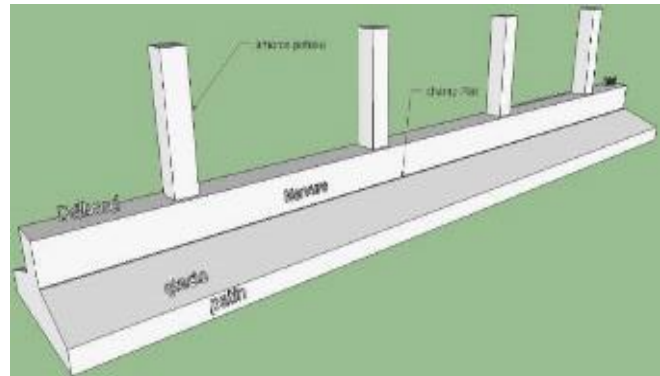


Figure 0-40: les semelles filantes.
Source : semelle filante PDF

IV.4.2.2 Murs de soutènement et drainage :

Nous avons prévu des voiles en béton armé dans les parties enterrées (parking au sous-sol) afin de retenir les poussées des terres, et de l'eau, également pour les ascenseurs, et assurer au même temps un contreventement de la structure.

Les murs de soutènement seront accompagnés d'un drainage périphérique afin de localiser les remontées d'eau au niveau des ouvrages enterrés. Deux éléments apparaissent :

- **La nervure** : rôle d'élément de rigidité.
- **Le débord** : assurant la surface nécessaire à une bonne répartition des contraintes sur le sol.

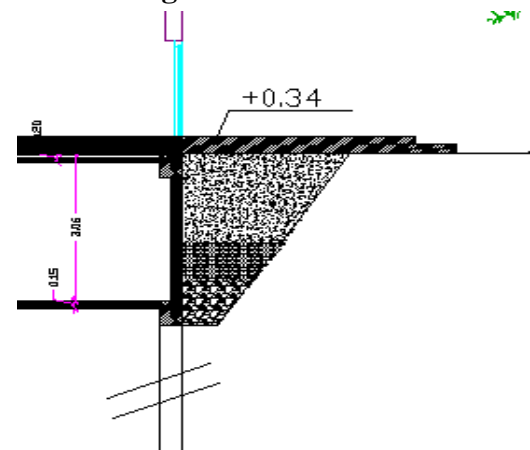


Figure 0-41: mur de soutènement.
Source : auteur.

IV.4.2.3 Les joints :

Des joints de dilatation ont été mis en place à une distance de 35m entre chaque joint.

Les joints de rupture quant à eux sont placés aux failles de jonction entre la partie à structure en béton et la partie à structure en métal.

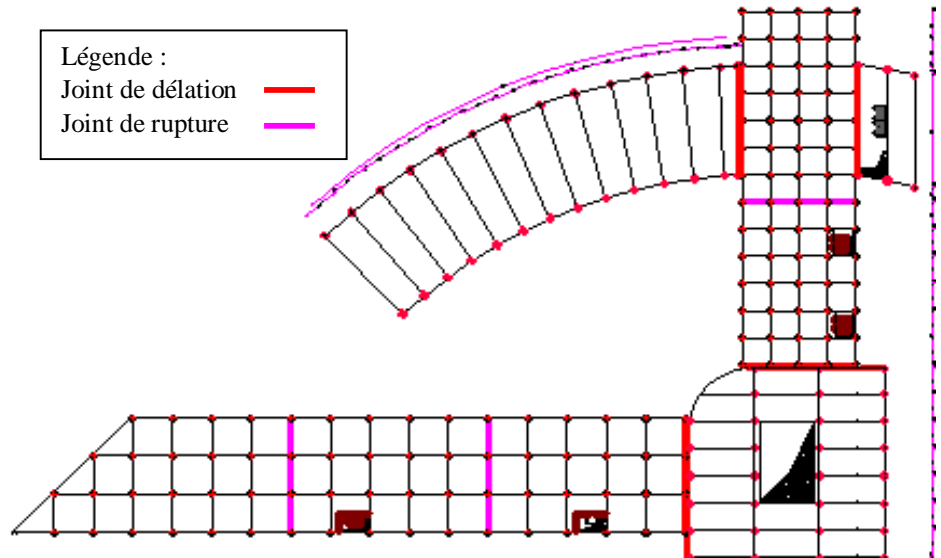
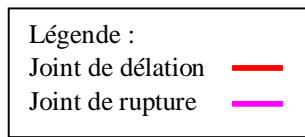


Figure 0-42: les joints du projet.
 Source : auteur.

IV.4.3 La superstructure :

Est l'ensemble des éléments structuraux au-dessus du niveau du sol et composant l'ouvrage, c'est-à-dire les poteaux, les poutres et les planchers.

IV.4.3.1 Les matériaux :

Les matériaux utilisés dans le projet sont ; le béton, l'acier, le verre. Le verre nous aide à accentuer l'effet de transparence des façades, pour bien éclairer les espaces intérieurs. On a utilisé de différents types du verre suivant l'orientation de la paroi.

IV.4.3.2 Les poteaux :

a) Poteaux métalliques :

Des poteaux normalisés en H seront utilisés, ils auront pour tâche de supporter le poids des planchers et de transmettre les charges aux fondations. Les poteaux sont protégés contre la corrosion et le feu par une peinture alluzinc et par une peau en Placoplatre type BA13.

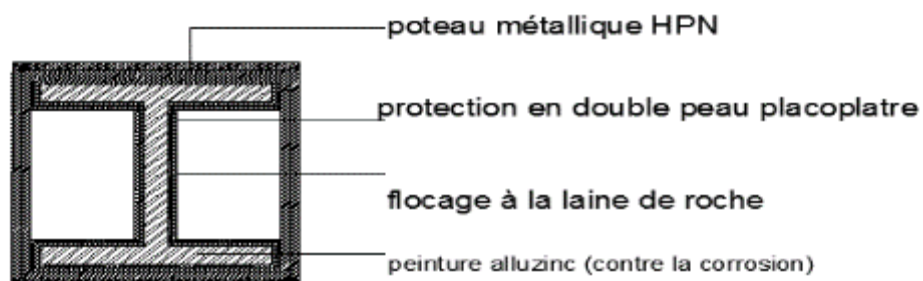


Figure 0-43 : poteaux métalliques.
 Source : auteur.

b) Poteaux en béton armé :

Les poteaux en béton armé sont des éléments porteurs verticaux avec armature incorporée. Ce sont les points d'appui et les éléments porteurs de l'ossature qui transmettent des charges concentrées.

Ils servent à supporter les poutres, les linteaux, les planchers. Ils travaillent surtout en compression, mais ils doivent également supporter des efforts horizontaux et obliques, donc de travailler en flexion, c'est pourquoi, l'armature est composée de barres longitudinales et des cadres et éventuellement des étriers en armature transversale.

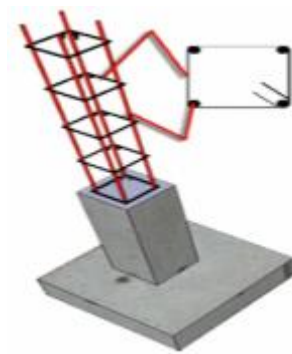


Figure 0-44: poteau béton armé. Source : abc-maçonnerie.com

IV.4.3.3 Les poutres :

On désigne par poutres les éléments de construction travaillant principalement en flexion sous l'action de charges verticales, solives et poutres principales de planchers.



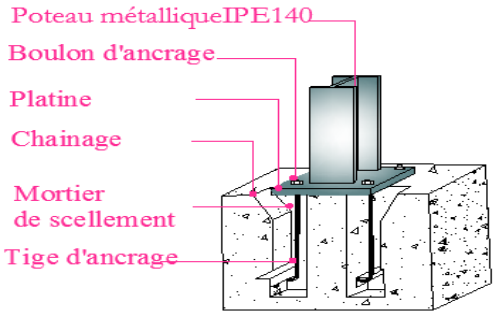
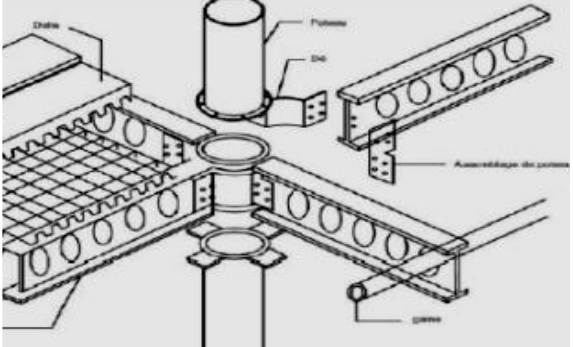
Figure 0-45 : poutre alvéolaire Source : <https://amastar-architecture.blogspot.com>

Pour notre projet on a utilisé la poutre alvéolaire.

IV.4.3.4 Les assemblages pour les deux entités (exposition + consommation et détente) :

Tableau 0-5 les assemblages

Type :	Explication :	Illustration :
Encastrement de pied de poteau	Un platine est soudée en pied de poteau. L'ensemble est fixé au sol par 4 tiges d'ancrage	<p>Figure 0-46: encastrement au pied de poteau. Source : les liaisons en structure metalliques.pdf</p>
Liaison encastrement entre un poteau et une poutre métallique	Une platine est soudée en bout de poutre (L'âme et les ailes sont reliées à la platine par soudage), puis boulonnées sur le poteau (2 files de 4 boulons).	<p>Figure 0-47 : encastrement poteau poutre métallique Source : les liaisons en structures metalliques.pdf</p>

<p>Encastrement poteau métallique et fondation</p>	<p>La charge de compression peut être transmise au béton de fondation par une simple platine soudée à l'extrémité inférieure du poteau.</p>	 <p>Figure 0-48: détails d'encastrement poteau et fondation Source : auteur</p>
<p>Encastrement poteau métallique ; poutre et plancher</p>	<p>La figure suivante résume le mode d'assemblage dont se compose la superstructure à savoir : les poteaux, les poutres alvéolaires et les planchers collaborant au niveau des deux entités (consommation et détente, exposition).</p>	 <p>Figure 0-49: assemblage poteau poutre plancher Source : mémoire fin d'étude2019</p>

IV.4.3.5 Les planchers :

Nous avons choisi le **plancher collaborant** qui est constitué d'une dalle en béton coulé sur un bac en acier, ce choix est dû à sa grande résistance aux charges ainsi qu'à son rôle de contreventement horizontal dans l'ossature, ce type de plancher a été intégré pour les blocs en structure métallique.

Des dalles en corps creux : sont placées pour le bloc en structure béton armé.

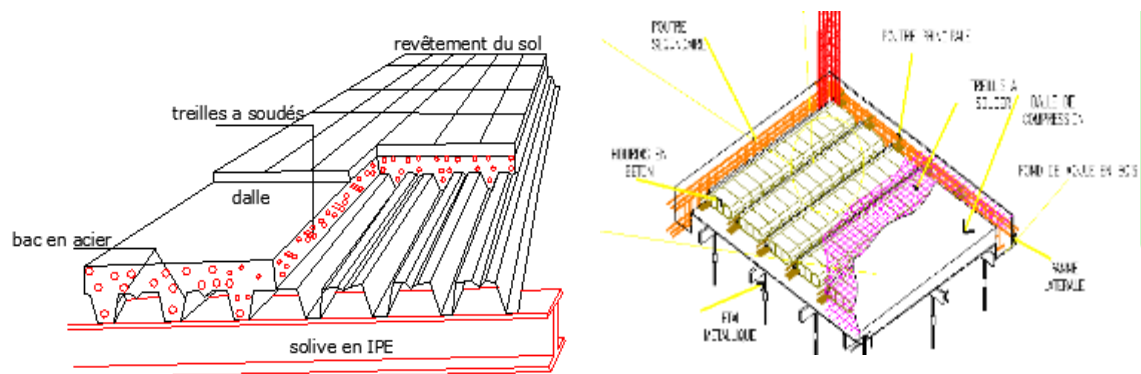


Figure 0-50 : plancher collaborant et détails.
Source : dessin DWG auteur.

IV.4.3.6 Le contreventement :

La structure métallique a besoin d'être contreventée ; ce terme est étendu à la plupart des pièces qui assurent l'indéformabilité de la construction ; qui maintiennent les pièces principales dans leur plan de pose.

Ils sont d'une importance capitale dans une construction métallique et il convient de les prévoir de telle façon que la stabilité longitudinale et transversale soit parfaitement assurée.

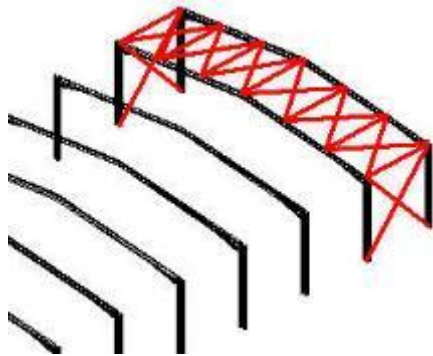


Figure 0-52 : le contreventement dans la structure métallique
Source : auteur

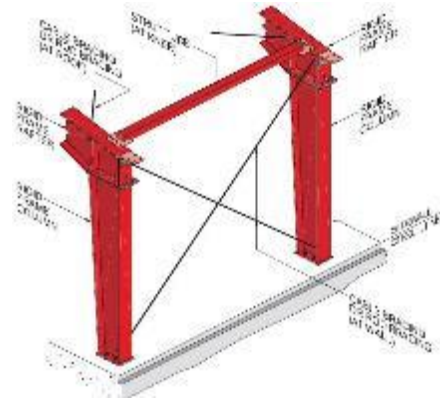


Figure 0-51 : détails de contreventement
Source : <https://www.civilmania.com>

IV.4.4 Second œuvre :

IV.4.4.1 Mur extérieur :

À l'extérieur, un mur délimite une zone précise. Il est utilisé comme frontière, enclos, protection contre les intrusions ou la nature ; garantissant une bonne isolation acoustique, thermique et aussi esthétique : Parois en briques dotées d'une finition en mortier avec de l'isolation.

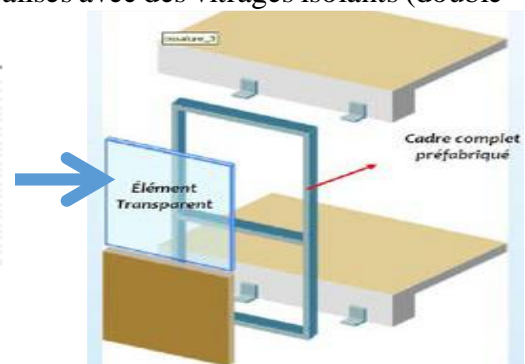
IV.4.4.2 Mur rideau :

« Un mur-rideau est considéré comme étant un revêtement mural continu (pouvant inclure fenêtrage et des parties opaques) suspendu à distance de l'extrémité de la structure de plancher principale. Un mur-rideau ne supporte généralement pas de charge verticale autre que son propre poids. La fixation s'effectue habituellement par des ancrages à la structure de plancher. Un mur-rideau peut être construit sur le chantier, en assemblant chaque unité principale, ou constituer un système unifié, des unités principales préfabriquées étant installées et reliées sur le chantier. » Terminologie CNB 2015.

Dans notre projet on retrouve le mur rideau autant qu'élément d'éclairage naturel ; de relation visuelle intérieure et extérieure. Ils sont réalisés avec des vitrages isolants (double



Figure 0-53 Détails mur rideau.
Source : mémoire fin d'étude 2019 + traitement auteur.



vitrage) et fixés à une structure secondaire, fixée à celle du bâtiment. Ce matériau a été utilisé pour les toitures du bloc 3 et 2.

IV.4.4.3 Rideau opaque :

Des rideaux suspendus si l'exposition nécessite de l'opacité.

IV.4.4.4 Cloison intérieure :

Dans notre projet, les cloisons sont nécessaires pour créer les différents espaces. On a utilisé de nombreux types de cloisons : amovibles, fixes, pleines, transparentes.



Figure 0-54 : cloison en bois pour exposition.
Source : www.l-atelier-bois.com

a) Les cloisons en bois :

Utilisation de bois pour les panneaux d'affichage et

d'exposition, c'est une cloison très esthétique et naturelle ; composé de montant et de traverse que l'on recouvre avec des plaques de bois.

b) Les cloisons fixes :

Des cloisons destinées à rester en place de façon immobile, elles sont utilisées pour les locaux techniques, elles sont en béton armé, pour la protection contre l'incendie et les chocs. Pour les locaux humides, on prévoit des cloisons en béton cellulaire revêtues d'un fil étanche et d'un revêtement de faïence pour la partie intérieure des locaux.

c) Les cloisons en placoplatre :

Sont prévues pour la séparation de salles de conférences, de projections, salle de lecture, bibliothèque, espace de recherches, laboratoires, salle d'enseignement, espace de recherches, salle polyvalente et quelques autres espaces.

Elles sont constituées de deux plaques de plâtre dotées de hautes performances acoustiques

vissées sur les montants métalliques en insérant une couche de laine minérale.

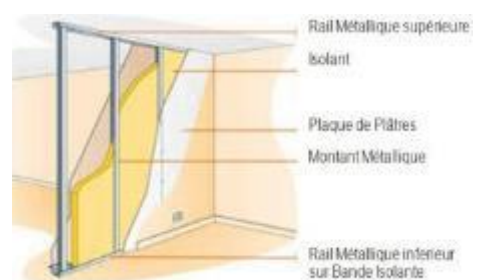


Figure 0-55 : cloison en Placoplatre.
Source www.placo.fr :

d) Les cloisons en verre :

La cloison, entièrement vitrée avec un double vitrage a haut performance ; a l'avantage d'apporter de la luminosité à une pièce sombre tout en libérant l'espace, ce type de cloison laisse circuler la lumière, réduisant ainsi la consommation d'énergie. Elle est utilisée dans les bureaux, les magasins, les restaurants et cafeterias.



Figure 0-56 : cloison en verre.
Source : <https://bene.com/>

IV.4.4.5 Faux plafond :

Ce sont des parois horizontales suspendues sous les planchers, en plus de leur rôle esthétique, elles contribuent au rendement acoustique des espaces, comme elles permettent le passage des gaines (les câblages, l'éclairage, les gaines de climatisation...) et conduites d'évacuation des eaux usées et eaux vannes et la protection de la structure contre le feu.

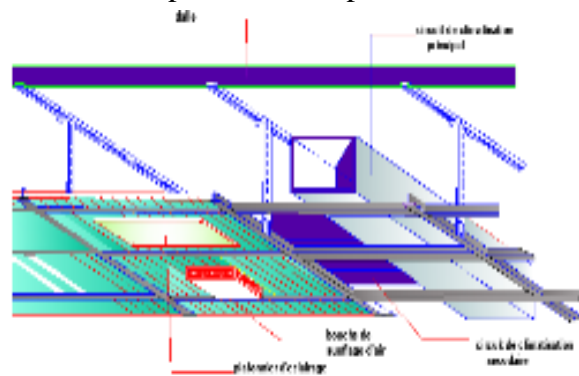


Figure 0-57 : mise en œuvre d'un faux plafond
Source : auteur.

Le faux plafond suspendu est accroché au plafond à l'aide d'une structure composée de suspentes et de rails, puis revêtu de plaques de fermeture.

IV.4.4.6 Les gaines techniques :

Sur le plan horizontal, les gaines techniques (climatisation, électricité, eau...) passent au niveau des alvéoles des poutres et cachées par les faux plafonds. Verticalement, elles traversent tout l'équipement de haut en bas, grâce aux poteaux métalliques, elles seront cachées grâce à la protection des poteaux par le placoplâtre.

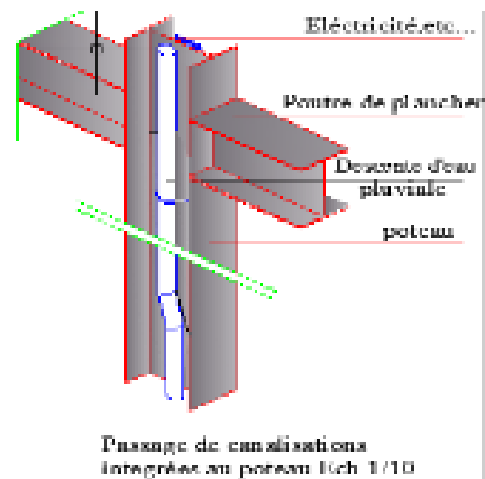


Figure 0-58 : passage de gaine intégré dans le poteau
Source : auteur

IV.5 Les ambiances intérieures :

Un grand espace d'accueil, avec une hauteur importante

L'entrée depuis la cour centrale, vers un vaste espace fluide.



Figure 0-62: l'entrée principale. Source : auteur.

Une mezzanine offrant la continuité visuelle entre les étages



Figure 0-61: la mezzanine. Source : auteur.

La maille crée une ambiance tamisée et met en valeur l'exposition.

Des cloisons légères en bois pour une meilleure flexibilité et une adaptation selon les besoins de l'exposition

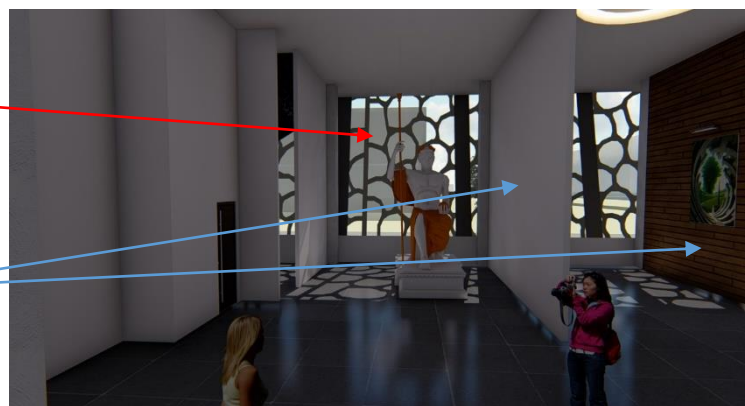


Figure 0-60: l'exposition sous l'éclairage naturel. Source : auteur

L'atrium qui organise tout le RDC et qui abrite les escaliers et escalator



Figure 0-59: les escaliers de l'atrium. Source : auteur

Conclusion :

À travers ce chapitre, nous avons élaboré les différentes étapes de conception du projet, nous avons aussi abordé l'aspect bioclimatique de celui-là. Ce projet représente le trait reliant les différentes problématiques grâce à une réelle interaction entre le contexte, les exigences thématiques et climatiques que nous avons tirées dans les analyses précédentes

Ces approches nous ont permis de concevoir un projet qui respecte son environnement, assurant une meilleure qualité de confort au sein de différentes entités de la manière la plus naturelle possible, en s'adaptant au contexte et profitant un maximum des apports naturels et gratuits tout en respectant les exigences de la thématique.

Conclusion générale

Conclusion générale :

A l'achèvement de ce travail, nous sommes arrivées à concevoir un projet architectural qui s'inscrit dans son tissu urbain et son environnement ; un projet qui répond aux différentes problématiques liées au contexte et les exigences thématiques et climatiques lancées au départ.

Notre projet de fin d'étude a porté sur la projection d'un équipement destiné à la culture, l'archéologie et le patrimoine qui va relier la ville à ces repères historiques, tout en participant à l'embellissement de son l'image.

Nous avons essayé, à travers cette étude de répondre aux objectifs que nous nous sommes fixés. A savoir apporter des réponses et faire face aux contraintes qui touchent la ville de Tipasa et participer à protéger, préserver, renforcer, identifier, exposer et diffuser son patrimoine historique notamment les deux pars archéologiques d'une part ; et d'autre part réconcilier la ville avec la mer à travers la création d'une relation harmonieuse entre le projet et les paysages extérieurs tout en gardant la mémoire des lieux, en suivant une démarche respectueuse de l'environnement. L'architecture bioclimatique nous a permis de concrétiser cette démarche.

Nous espérons qu'à travers notre projet, avoir pu répondre un tant soit peu aux problématiques arrêtées au départ qui sont essentiellement de savoir, quel projet architectural susceptible à rattraper les carences culturelles de la ville de Tipasa tout en tirant profit de l'héritage patrimonial de celle-ci. Comment contribuera-il à la présentation des sites archéologiques et leur richesse tout en assurant leur conservation et la transmission de leurs valeurs a un public diversifié, tout en répandant aux exigences bioclimatiques les plus avancées.

Notre travail permet aisément d'avancer que la projection d'un musée d'histoire et d'archéologie comble les lacunes accumulées dans les secteurs culturels. Il contribue à la valorisation, la préservation et la diffusion du patrimoine archéologique des différentes époques.

Pour finir, nous estimons que ce travail nous a surtout donné la chance de tester et d'approfondir nos connaissances dans le vaste domaine d'architecture et du bioclimatisme.

Bien que la conception d'un projet ne peut jamais être finie nous avons tenté à travers notre intervention d'éviter de retomber dans les mêmes problèmes qu'a connu la ville de Tipasa et d'agir de manière à donner une meilleure image à cette ville.

Limites et perspectives

La démarche conceptuelle est en permanente évolution, car un projet n'est jamais vraiment « fini ». Néanmoins au terme de notre travail de mémoire, il a été fait au mieux afin d'atteindre le plus grand nombre des objectifs fixés au préalable.

Il reste à noter qu'une analyse énergétique du projet dans son contexte pourrait améliorer l'efficacité environnementale de celui-ci, et en diminuer la consommation énergétique et augmenter sa durabilité.

La modélisation physique :

Il serait intéressant d'intégrer un modèle numérique pouvant réaliser des simulations numériques afin d'évaluer le confort thermique et les consommations énergétiques de notre projet avant et après la proposition des différents dispositifs bioclimatiques.

Les aspects méthodologiques :

La décomposition du travail en deux parties, l'une consacrée au corpus théorique, l'autre à la partie pratique a permis de montrer que la conception architecturale ne peut pas s'entrevoir de manière générale, mais en le mettant en relation avec les caractéristiques intrinsèques du site étudié. Plusieurs paramètres entre en jeu (données climatiques, topographie, orientation, habitudes sociales, histoire, patrimoine et savoir-faire architecture la ville...) et il est nécessaire de tous les prendre en considération lors de la conception car tous ont un impact plus ou moins conséquent sur l'aboutissement du projet et sur la réussite de son approche bioclimatique. De l'optimisation des conditions d'usage, et de la minimisation de la consommation énergétique du projet et de son impact environnemental.

Liste des Figures et tableaux

Liste des Figures :

Introduction

FIGURE i : STRUCTURES DU MEMOIRE IV

Chapitre I : Etat de l'art et de la recherche.

FIGURE I-1 : LES PARAMETRES AFFECTANT LE CONFORT THERMIQUE.....	3
FIGURE I-2 : LA STRATEGIE DU CHAUD.....	3
FIGURE I-3 : LA STRATEGIE DU FROID.....	4
FIGURE I-4 : LA STRATEGIE DE LA LUMIERE NATURELLE.....	4
FIGURE I-5 : ECLAIRAGE NATUREL.....	5
FIGURE I-6 : ISOLATION THERMIQUE DANS LA LAME D'AIR.....	6
FIGURE I-7 : ISOLATION THERMIQUE DANS LA LAME D'AIR.....	6
FIGURE I-8 : ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTERIEUR.....	7
FIGURE I-9 : ISOLATION THERMIQUE DES VITRES.....	7
FIGURE I-10 : EFFET DU VENT.....	10
FIGURE I-11 : EFFET CHEMINEE.....	10
FIGURE I-12 : ECHELLE DE BEAUFORT.....	11
FIGURE I-13 : INFLUENCE DE L'EFFET TOPOGRAPHIQUE.....	11
FIGURE I-14 : UTILISATION DE LA VEGETATION POUR AMELIORER LA VEGETATION NATURELLE.....	11
FIGURE I-15 : EFFET DE TROUSSOUS IMMEUBLE.....	12
FIGURE I-16 : EFFET DE COIN.....	12
FIGURE I-17 : EFFET DE SILLAGE.....	12
FIGURE I-18 : EFFET DE BARRE.....	12
FIGURE I-19 : EFFET VENTURI.....	13
FIGURE I-20 : EFFET DE CANALISATION.....	13
FIGURE I-21 : EFFET DE PYRAMIDE.....	13
FIGURE I-22 : VENTILATION MONO EXPOSEE. SOURCE : COURS MR CHABI 2020.....	13
FIGURE I-23 : VENTILATION TRANSVERSALE.....	14
FIGURE I-24 : CAPTEUR DE VENT. SOURCE : COURS MR CHABI 2020.....	14
FIGURE I-25 : VENTILATION PAR CONDUIT VERTICAL.....	15
FIGURE I-26 : VENTILATION PAR ATRIUM.....	15
FIGURE I-27 : FONCTIONNEMENT D'UN PUITSCANADIEN.....	15
FIGURE I-28 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE SERRE.....	16
FIGURE I-29 : LE MASQUE ARCHITECTURALE DURANT L'ANNEE.....	17
FIGURE I-30 : SELF-SHADING SUR L'IMMEUBLE A GRADINS D'H. SAUVAGE.....	17
FIGURE I-31 : L'AUTO-OMBRAGE DANS LA NATURE.....	18
FIGURE I-32 : FONCTIONNEMENT DE L'AUTO-OMBRAGE.....	18
FIGURE I-33 : MOSQUEE DU NORD DU GHANA.....	19
FIGURE I-34 : BUREAUX SOLAIRES AU MADRID.....	19
FIGURE I-35 : IMMEUBLE DE BUREAU EN SUEDE.....	19
FIGURE I-36 : L'HOTEL DE VILLE DE TEMPE.....	19
FIGURE I-37 : PARC INFORMATIQUE A BANGALORE.....	19
FIGURE I-38 : BANQUE D'ISRAËL, JERUSALEM.....	19
FIGURE I-39 : LES MOTIFS DE L'AUTO-OMBRAGE.....	20
FIGURE I-40 : SHARIFI-HA HOUSE.....	21
FIGURE I-41 : MUSEE MAXXI.....	21
FIGURE I-42 : PARASOLS GEANTS.....	21
FIGURE I-43 : USINE D'INCINERATION D'IVRY -SUR SEINE.....	21
FIGURE I-44 : PROCESSUS DE ROTATION DE SCHARIFI-HA HOUSE.....	22
FIGURE I-45 : LES DIFFERENTS COMPOSANTS D'UNE TOITURE VEGETALISEE.....	22
FIGURE I-46 : MURS VIVANTS.....	23
FIGURE I-47 : ILOT DE FRAICHEUR URBAIN.....	23
FIGURE I-48 : ILOT DE FRAICHEUR URBAIN.....	24
FIGURE I-49 : SCHEMA MONT RANT LE ROLE DE VEGETATION SUR LA VARIATION DE TEMPERATURE.....	24
FIGURE I-50 : LA DIMINUTION DE LA POLLUTION SONORE/.....	24
FIGURE I-51 : UN MICROCLIMAT PLUS CONFORTABLE PAR LA PRESENCE DES ARBRES.....	24
FIGURE I-52 : SCHEMA D'UN MUR TROMBE.....	25
FIGURE I-53 : SCHEMATISATION DU PHENOMENE DE L'EBLOUISSEMENT ET D'ILOT DE CHALEUR.....	26
FIGURE I-54 : LE CONFORT INTERIEUR EN FONCTION DES COEFFICIENTS DE TRANSMISSION THERMIQUE.....	26
FIGURE I-55 : LE VITRAGE ISOLANT.....	27
FIGURE I-56 : VERRE ELECTRO-CHROMIQUE.....	28
FIGURE I-57 : VERRE PHOTOVOLTAÏQUE.....	28
FIGURE I-58 : PRINCIPE DE VITRAGE RETRO-REFLECHISSANT.....	28
FIGURE I-59 : FAÇADE DOUBLE PEAU ET SES DIFFERENTS COMPOSTANT.....	29
FIGURE I-60 : LES TYPES DE VENTILATION.....	31

FIGURE I-61 : LES MODES DE VENTILATION NATURELLE	31
FIGURE I-62 : FONCTIONNEMENT D'UN PANNEAU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	32
FIGURE I-63 : FIGURE : FONCTIONNEMENT D'UN PANNEAU SOLAIRE HYBRIDE	33
FIGURE I-64 : PLANCHER CHAUFFANT RAFRAÏCHISSANT	33
FIGURE I-65 : FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR AIR/AIR	34
FIGURE I-66 : FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR AIR/EAU	34
FIGURE I-67 : FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE	34
FIGURE I-68 : LES METHODES DE STOCKAGE DE CHALEUR	35
FIGURE I-69 : LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES MCP	35
FIGURE I-70 : COMPARATIF DES INERTIES THERMIQUES EN FONCTION DE L'EPaisseur DU MATERIAU	35
FIGURE I-71 : PROCEDES D'INTEGRATION DES MCP DANS LE BATIMENT	37
FIGURE I-72 : CONFIGURATION D'UN MODELE DE MUR TROMBE MCP	38
FIGURE I-73 : FENETRE GLASSX FABRIQUE PAR DIETRICH	38
FIGURE I-74 : PANNEAU A BASE DE MCP FABRIQUE DUPONT	38
FIGURE I-75 : LES BLOCS DE BETON A BASE DE MCP	39
FIGURE I-76 : RIDEAUX A MCP MIS AU POINT PAR HARALD MELHING	39
FIGURE I-77 : PREMIER SYSTEME D'INTEGRATION DES MCP DANS LE SOL	39
FIGURE I-78 : DEUXIEME SYSTEME D'INTEGRATION DES MCP DANS LE SOL	40
FIGURE I-79 : SCHEMA DU SYSTEME DE CHAUFFAGE SOLAIRE	40
FIGURE I-80 : APPLICATIONS ACTIVES DES SYSTEMES DE PLAFOND AMELIORES PAR MCP	40
FIGURE I-81 : UNITE DE RAFRAÏCHISSEMENT DES BATIMENTS PAR VENTILATION	41
FIGURE I-82 : CONCEPT DE REFROIDISSEMENT AVEC MCP INTEGRE DANS LE SOL	41

Chapitre II : Analyses des projets modèles.

FIGURE II-1 : LES OBJECTIFS DU PROJET	42
FIGURE II-2 : L'HISTOIRE DES MUSEES	43
FIGURE II-3 : LES TYPOLOGIES DES MUSEES	44
FIGURE II-4 : LES PARCOURS DANS LES MUSEES	44
FIGURE II-5 : LES PARCOURS DANS LES MUSEES	44
FIGURE II-6 : LE MUSEE DE L'ACROPOLE D'ATHENES	47
FIGURE II-7 : METHODE DE LA VILLE D'ATHENES	48
FIGURE II-8 : VUE SUR LE MUSEE DE L'ACROPOLE	48
FIGURE II-9 : LE PANORAMA VISUEL DU MUSEE	48
FIGURE II-10 : LA SITUATION DU MUSEE	49
FIGURE II-11 : LE SITE D'IMPLANTATION DU PROJET	49
FIGURE II-12 : LA FORME DU MUSEE	50
FIGURE II-13 : COUPE SCHEMATIQUE DU MUSEE	50
FIGURE II-14 : VUE SUR LE PLAN DE MASSE	50
FIGURE II-15 : PLAN DE MASSE	51
FIGURE II-16 : L'ORGANIGRAMME DU RDC	51
FIGURE II-17 : L'ORGANIGRAMME DE L'ETAGE 1	51
FIGURE II-18 : PLAN DE L'ETAGE 1	51
FIGURE II-19 : PLAN DU MI-NIVEAU	52
FIGURE II-20 : L'ORGANIGRAMME DU MI-NIVEAU	52
FIGURE II-21 : PLAN DE L'ETAGE 2	52
FIGURE II-22 : L'ORGANIGRAMME DE L'ETAGE 2	52
FIGURE II-23 : LA FAÇADE VITREE DU MUSEE D'ATHENES	53
FIGURE II-24 : LES 3 PARTIES DE LA FAÇADE	53
FIGURE II-25 : L'ATRIUM DU MUSEE	54
FIGURE II-26 : LE VITRAGE UTILISE DANS LE MUSEE	54
FIGURE II-27 : FONCTIONNEMENT DE LA FAÇADE DOUBLE PEAU	54
FIGURE II-28 : LE PLANCHER TRANSPARENT DU MUSEE	55
FIGURE II-29 : LA GALERIE DES PENTES	55
FIGURE II-30 : LES BOUTIQUES DU MUSEE	55
FIGURE II-31 : LA GALERIE ARCHAÏQUE	55
FIGURE II-32 : LE FILM D'ANIMATION	55
FIGURE II-33 : LA TERRASSE DU MUSEE	55
FIGURE II-34 : LES FOUILLES SOUS LE MUSEE	56
FIGURE II-35 : LE MUSEM	57
FIGURE II-36 : LE CLIMAT DE MARSEILLE	57
FIGURE II-37 : VUE AERIENNE DU COMPLEXE	57
FIGURE II-38 : L'IMPLANTATION DU MUSEE	58
FIGURE II-39 : LA GENESE DU MUSEE	58
FIGURE II-40 : LA GEOMETRIE DU MUSEE	59
FIGURE II-41 : L'IMPLANTATION DU MUSEE	59
FIGURE II-42 : LA HIERARCHIE DES ESPACES DU MUSEE	59

FIGURE II-43 : PLAN DU 2EME SOUS-SOL.	60
FIGURE II-44 : PLAN ET ORGANIGRAMME DU SOUS-SOL.	60
FIGURE II-45 : PLAN ET ORGANIGRAMME DU RDC.	61
FIGURE II-46 : PLAN ET ORGANIGRAMME DU NIVEAU 2.	61
FIGURE II-47 : PLAN ET ORGANIGRAMME DU NIVEAU 3.	62
FIGURE II-48 : PLAN ET ORGANIGRAMME DU NIVEAU 4.	62
FIGURE II-49 : PLAN ET ORGANIGRAMME NIVEAU 5.	63
FIGURE II-50 : LES FAÇADES DU MUSEE.	63
FIGURE II-51 : LE MOTIF DE LA RESILLE ET SON INSPIRATION.	64
FIGURE II-52 : CARACTERISTIQUE DE LA FORME DU MUCEM.	64
FIGURE II-53 : LA FAÇADE DOUBLE PEAU DU MUCEM.	64
FIGURE II-54 : LES BRISES SOLEIL DU MUCEM.	65
FIGURE II-55 : UN VIDE D'AIR POUR L'AERATION.	65
FIGURE II-56 : LES FAÇADES DU MUCEM SELON L'ORIENTATION.	65
FIGURE II-57 : LA STRUCTURE DU MUCEM.	66
FIGURE II-58 : LA TRAME DES POTEAUX.	66
FIGURE II-59 : LA CONFIGURATION DES POTEAUX.	66
FIGURE II-60 : LES POTEAUX.	66
FIGURE II-61 : LE PLANCHER DU MUCEM.	67
FIGURE II-62 : LE JEU DE LUMIERE DU MUSEE.	67
FIGURE II-63 : L'ACCEUIL DU MUCEM.	68
FIGURE II-64 : LES RAMPES ET COURSIVES.	68
FIGURE II-65 : RESTAURANT PANORAMIQUE.	68
FIGURE II-66 : LES DOUVES.	68
FIGURE II-67 : LA TERRASSE PANORAMIQUE.	68
FIGURE II-68 : L'AUDITORIUM.	68
FIGURE II-69 : VUE SUR LE PROJET.	69
FIGURE II-70 : PRINCIPES D'IMPLANTATION.	69
FIGURE II-71 : LE PROGRAMME DU PROJET.	70
FIGURE II-72 : PLAN DU RDC.	70
FIGURE II-73 : LE SEUIL DU PROJET.	71

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

FIGURE III-1 : LA SITUATION DE TIPAZA.	73
FIGURE III-2 : LA SITUATION DE TIPAZA.	73
FIGURE III-3 : L'ACCESSIBILITE DE TIPAZA.	73
FIGURE III-4 : ACCESSIBILITE DE TIPAZA.	74
FIGURE III-5 : LES PORTES DE LA VILLE DE TIPAZA.	74
FIGURE III-6 : LES VOIRIES DE LA VILLE DE TIPAZA.	75
FIGURE III-7 : LES NOEUDS IMPORTANTS.	75
FIGURE III-8 : LES REPERES DE LA VILLE DE TIPAZA.	76
FIGURE III-9 : LE SYSTEME BATI DE LA VILLE DE TIPAZA.	77
FIGURE III-10 : SYSTEME NON-BATI DE LA VILLE DE TIPAZA.	77
FIGURE III-11 : VUE VERS LA MER ET LE MONT CHENAOUA.	78
FIGURE III-12 : LES PARCS ARCHEOLOGIQUES DE TIPAZA.	78
FIGURE III-13 : L'EPOQUE PREHISTORIQUE.	79
FIGURE III-14 : EPOQUE PHENICIENNE.	79
FIGURE III-15 : VILLE ROMAINE A TIPAZA.	79
FIGURE III-16 : VILLE CIVILE A TIPAZA.	80
FIGURE III-17 : PERIODE COLONIALE PHASE 1.	81
FIGURE III-18 : PERIODE COLONIALE PHASE 2.	81
FIGURE III-19 : PERIODE COLONIALE PHASE 3.	81
FIGURE III-20 : EPOQUE POSTCOLONIALE.	81
FIGURE III-21 : LE TOURISME A TIPAZA.	82
FIGURE III-22 : TYPE DE RECOLTE A.	82
FIGURE III-23 : LES SECTEURS D'ACTIVITE DE TIPAZA.	83
FIGURE III-24 : LE NIVEAU D'INSTRUCTION DE LA POPULATION A TIPAZA.	83
FIGURE III-25 : CARTE DE RELIEF DE TIPAZA.	84
FIGURE III-26 : LES PROMONTOIRES A TIPAZA.	84
FIGURE III-27 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA VILLE DE TIPAZA.	84
FIGURE III-28 : VUE SUR LA PLAGE CORNE D'OR.	85
FIGURE III-29 : LA VEGETATION A TIPAZA.	85
FIGURE III-30 : LES ETAGES BIOCLIMATIQUES EN ALGERIE.	85
FIGURE III-31 : LES TEMPERATURES A TIPAZA.	86
FIGURE III-32 : LA TEMPERATURE ET L'HUMIDITE A TIPAZA.	86
FIGURE III-33 : LES PRECIPITATIONS A TIPAZA.	87

FIGURE III-34 : LES VENTS DOMINANTS A TIPAZA.....	87
FIGURE III-35 : ROSE DES VENTS DE TIPAZA. SOURCE : METEOBLUE.COM.....	87
FIGURE III-36 : RAYONNEMENT SOLAIRE INCIDENT EN ONDES COURTES QUOTIDIEN MOYEN.....	88
FIGURE III-37 : DIAGRAMME DE GIVONI.....	88
FIGURE III-38 : DIAGRAMME DE GIVONI.....	90
FIGURE III-39 : LA ZONE D'INTERVENTION.....	91
FIGURE III-40 : LES LIMITES DE LA ZONE.....	91
FIGURE III-41 : L'ACCESSIBILITE DE LA ZONE.....	92
FIGURE III-42 : LE NŒUD.....	93
FIGURE III-43 : PARC ARCHEOLOGIQUE.....	93
FIGURE III-44 : VUE SUR LA MER.....	93
FIGURE III-45 : ENVIRONNEMENT.....	93
FIGURE III-46 : LE NŒUD.....	93
FIGURE III-47 : ENVIRONNEMENT IMMEDIAT AU3.....	93
FIGURE III-48 : LA RN11.....	93
FIGURE III-49 : LE BOUSQUET.....	93
FIGURE III-50 : HAI RABTA.....	93
FIGURE III-51 : L'ASSIETTE D'INTERVENTION.....	95
FIGURE III-52 : LOGIQUE DE DECOUPAGE.....	95
FIGURE III-53 : LA SITUATION DE L'ASSIETTE D'INTERVENTION.....	96
FIGURE III-54 : ACCESSIBILITE DE L'ASSIETTE D'INTERVENTION.....	96
FIGURE III-55 : LA TOPOGRAPHIE DU TERRAIN.....	96
FIGURE III-56 : L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DE L'ASSIETTE D'INTERVENTION.....	97
FIGURE III-57 : LES POINTS DE REPERES.....	97
FIGURE III-58 : L'ENSOLEILLEMENT DE L'ASSIETTE D'INTERVENTION.....	98
FIGURE III-59 : LES VENTS CHAUD ET FROID SUR L'ASSIETTE D'INTERVENTION.....	98

Chapitre IV : Approche architecturale.

FIGURE IV-1 : LA METHODOLOGIE DE CONCEPTION.....	100
FIGURE IV-2 : LE PATRIMOINE A TIPAZA.....	101
FIGURE IV-3 : SCHEMA DE PRINCIPES.....	104
FIGURE IV-4 : LES ENTITES DU PROJET.....	113
FIGURE IV-5 : ORGANIGRAMME DU REZ-DE-CHAUSSEE.....	115
FIGURE IV-6 : ORGANIGRAMME DU SOUS-SOL.....	115
FIGURE IV-7 : ORGANIGRAMME DU PLAN DE MASSE.....	115
FIGURE IV-8 : ORGANIGRAMME DE L'ETAGE 3.....	116
FIGURE IV-9 : ORGANIGRAMME DE L'ETAGE 2.....	116
FIGURE IV-10 : ORGANIGRAMME DE L'ETAGE 1.....	116
FIGURE IV-11 : ORGANIGRAMME DE L'ETAGE 4.....	117
FIGURE IV-12 : PLAN DE MASSE.....	117
FIGURE IV-13 : L'ACCES PRINCIPAL.....	118
FIGURE IV-14 : L'ACCES DEPUIS L'ENTITE ADMINISTRATION.....	118
FIGURE IV-15 : PLAN DU SOUS-SOL.....	119
FIGURE IV-16 : PLAN DU RDC.....	121
FIGURE IV-17 : PLAN DE L'ETAGE 1.....	123
FIGURE IV-18 : PLAN DE L'ETAGE 2.....	125
FIGURE IV-19 : PLAN DE L'ETAGE 3.....	126
FIGURE IV-20 : PLAN DE L'ETAGE 4.....	127
FIGURE IV-21 : FAÇADE NORD.....	129
FIGURE IV-22 : FAÇADE INTERIEURE.....	129
FIGURE IV-23 : FAÇADES LATÉRALES.....	130
FIGURE IV-24 : FAÇADE LATÉRALE.....	130
FIGURE IV-25 : L'ORIENTATION ET L'IMPLANTATION DU PROJET.....	131
FIGURE IV-26 : LA VEGETATION DANS LE PROJET.....	132
FIGURE IV-27 : LE ROLE DE LA COURS CENTRALE DANS LE RAFRAICHISSEMENT DU PROJET.....	132
FIGURE IV-28 : TOITURE REFLECHISSANTE.....	133
FIGURE IV-29 : TOIT VEGETALISE.....	133
FIGURE IV-30 : L'ATRIUM EN ÉTÉ.....	137
FIGURE IV-31 : INSPIRATION DU MUSEM.....	139
FIGURE IV-32 : LA MAILLE DU PROJET.....	139
FIGURE IV-33 : FAÇADE DOUBLE PEAU EN ÉTÉ. SOURCE : AUTEUR.....	139
FIGURE IV-34 : L'ATRIUM EN HIVER.....	140
FIGURE IV-35 : CHAUFFAGE PAR RAYONNEMENT SOLAIRE.....	142
FIGURE IV-36 : FAÇADE DOUBLE PEAUX EN HIVER.....	142
FIGURE IV-37 : LA STRUCTURE DU PROJET.....	143
FIGURE IV-38 : STRUCTURE MÉTALLIQUE.....	144

FIGURE IV-39 : LA POSE DU BETON.....	144
FIGURE IV-40 : LES SEMELLES FILANTES.....	145
FIGURE IV-41 : MUR DE SOUTÈNEMENT.....	145
FIGURE IV-42 : LES JOINTS DU PROJET.....	146
FIGURE IV-43 : POTEAUX METALLIQUES.....	146
FIGURE IV-44 : POTEAU BETON ARMÈ.....	147
FIGURE IV-45 : POUTRE ALVEOLAIRE.....	147
FIGURE IV-46 : ENCASTREMENT AU PIED DE POTEAU.....	147
FIGURE IV-47 : ENCASTREMENT POTEAU POUTRE METALLIQUE.....	147
FIGURE IV-48 : DÉTAILS D'ENCASTREMENT POTEAU ET FONDATION.....	148
FIGURE IV-49 : ASSEMBLAGE POTEAU POUTRE PLANCHER.....	148
FIGURE IV-50 : PLANCHER COLLABORANT ET DÉTAILS.....	148
FIGURE IV-51 : DÉTAILS DE CONTREVENTEMENT.....	149
FIGURE IV-52 : LE CONTREVENTEMENT DANS LA STRUCTURE METALLIQUE.....	149
FIGURE IV-53 DÉTAILS MUR RIDEAU.....	149
FIGURE IV-54 : CLOISON EN BOIS POUR EXPOSITION.....	150
FIGURE IV-55 : CLOISON EN PLACOPLÂTRE.....	150
FIGURE IV-56 : CLOISON EN VERRE.....	151
FIGURE IV-57 : MISE EN ŒUVRE D'UN FAUX PLAFOND.....	151
FIGURE IV-58 : PASSAGE DE GAINNE INTÈGRE DANS LE POTEAU.....	151
FIGURE IV-59 : L'ENTRÉE PRINCIPALE.....	152
FIGURE IV-60 : LA MEZZANINE.....	152
FIGURE IV-61 : L'EXPOSITION SOUS L'ÉCLAIRAGE NATUREL.....	152
FIGURE IV-62 : LES ESCALIERS DE L'ATRIUM.....	152

Liste des tableaux

Chapitre I : Etat de l'art et de la recherche.

TABEAU I-1: COMPARATIF DES ISOLANTS.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-2: LES EFFETS DU VENT SUR LE BATIMENT.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-3: LES MODELES DE BATIMENT D'AUTO-OMBRAGE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-4: RESULTATS DE L'EXPERIENCE. SOURCE : MERHAN M. SHAHDA.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-5: LES TYPES DE FAÇADE DOUBLE PEAU. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-6: LES MCP COMPOSE ORGANIQUE. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-7: LES MCP COMPOSE INORGANIQUE. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-8 : LES MCP COMPOSE EUTECTIQUE. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU I-9: CRITERES DE SELECTION D'UN MCP.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre II : Analyses des projets modèles.

TABEAU II-1: LES FONCTIONS PRINCIPALES D'UN MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU II-2: LES AMBIANCES. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU II-3: LES CONCEPTS TIRES DE L'ANALYSE DU PROJET. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU II-4: LES AMBIANCES DU MUSEE. SOURCE : AUTEUR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre III : Etude du site d'intervention.

TABEAU III-1 : APERÇU HISTORIQUE DE LA VILLE DE TIPAZA.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
---	-----------------------------

Chapitre IV : Approche architecturale.

TABEAU IV-1: LA GENESE DU PROJET.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU IV-2 : PROGRAMME QUALITATIF.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU IV-3: DESCRIPTION DES ENTITES DU PROJET.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU IV-4: DISPOSITIFS SELON LE DIAGRAMME DE GIVONL.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABEAU IV-5: LES ASSEMBLAGES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Bibliographie

Bibliographie :

- Aissoun et Tebakh, 2017. TIPAZ'ART Musée d'histoire. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 2017. Mémoire de master 2 en architecture.
- Mermouchi et Babou. 2017. Cité du patrimoine du quartier de la marine. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 2017. Mémoire de master 2 en architecture.
- Daoudi, 2018. Repères historiques et forme urbaine cas d'études la ville de Tipaza. Université Saad Dahleb Blida01. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Benkhelif et Hamel. 2017. Une nouvelle centralité urbaine : Structuration de la périphérie Est de la ville de Tipaza (Cas d'études POS AU03). Université Saad Dahleb Blida01. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Benia.F. 2017. Conception d'une école primaire au sein d'un Eco-quartier à Tipaza. Université Saad Dahleb Blida01. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Benmessaoud et Khiari. 2019. Un centre d'interprétation du patrimoine et d'archéologie : université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Ouchila et Yahiaoui, 2019. Centre d'innovation technologique des énergies renouvelables : pour un Hamma technopole, université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Assoul et Harb, 2019. Aquarium AL-Djazair. Université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Berkani et Fecih, 2019. Reconvention et revitalisation de la friche portuaire à Bejaia. Université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 2018. Mémoire de master 2 en architecture.
- Meddour et Taib, 2016. Complexe archéologique à Tipasa. Université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 2015. Mémoire de master 2 en architecture.
- Givoni, B. (1978). L'homme l'architecture et le climat. Paris : Le Moniteur.
- Guiri F, 2011. Les nouveaux modèles de la muséologie active appliqués à la présentation des sites archéologiques, cas du site archéologique de Tipasa (Algérie). Mémoire de magistère.
- Aoudia et Benali, 2008, Elaboration d'une procédure méthodologique de la présentation au public des sites archéologiques urbains. Cas d'étude l'aire archéologique du forum antique de Cherchell Algérie. Mémoire magistère.
- Jean-Louis Izard et Olivier Kaçala Le diagramme bioclimatique du bâtiment, laboratoire ABC, ENSA-Marseille.
- Merhan M. Shahda : Auto-ombrage des murs pour améliorer la performance environnementale dans les bâtiments du désert, Architecture Research. Vol. 10 n ° 1, 2020, p. 1-14. Doi : 10.5923
- Kandar et al. 2019 : Influence de la stratégie d'auto-ombrage des murs inclinés sur le gain de chaleur et la performance énergétique des immeubles de bureaux dans un climat chaud et humide de Malaisie.
- Jean-Louis IZARD, 1979 Archi-bio, Edition Parenthèses,
- Mehaoued K : Impact des bâtiments de verre réfléchissant sur le microclimat urbain et la consommation énergétique Cas de la saison estivale à Alger. Mémoire de magistère.
- Capeluto, I.G., 2003. Energy performance of self-shading building envelope. Energy Build

Site internet :

- <http://www.andi.dz/PDF/monographies/tipaza.pdf>.
- <http://french.terracottafacadepanels.com/>
- Dahmous, cours M2 sur la bioclimatique 2019.
- <https://www.storesisotra.fr/de-quelle-manire-la-technologie-dombrage-est-elle-perue-depuis-la-perspective-dun-architecte>
- <https://www.batiactu.com/edito/ecailles-colorees-facade-un-immeuble-diaporama-32671.php>
- Chabi m, cours M2 sur la bioclimatique 2020.
- https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/tipaza_alg%C3%A9rie_247608.
- <http://www.wilaya-tipaza.dz/index.php/ar/la-wilaya-ar/presentation-ar>.

- https://www.persee.fr/doc/mefr_0223-4874_1894_num_14_1_6801.
- Algérie : donné historique : <https://www.axl.cefan.ulaval.ca/afrique/algerie-2Histoire.htm>.
- <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/tipaza/tipaza-44268/#climate-graph>.
- <http://www.andi.dz/PDF/monographies/tipaza.pdf>.
- <https://fr.weatherspark.com/m/47087/8/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-en-ao%C3%BBt-%C3%A0-Tipaza-Alg%C3%A9rie#Sections-Wind>.
- <https://fr.slideshare.net/bibaarchitecte/memoire-tipasa>.
- <https://www.miesarch.com/work/467>.
- <https://vivreathenes.com/le-musee-de-l-acropole-d-Athenes>.
- <https://www.archute.com/the-new-acropolis-museum-bernard-tschumis>.
- <https://www.archilovers.com>.
- <https://www.lemoniteur.fr/article/le-musee-de-l-acropole-d-Athenes>
- Site officiel de l'icom : <http://icom.museum/>.
- Site officiel du patrimoine mondial : <http://whc.unesco.org/fr>.
- Office National des Statistiques <https://www.ons.dz/>.
- <http://www.cstb.fr/archives/webzines/editions/edition-du-18-decembre-2009/les-poteaux-du-musee-europe-mediterranee-a-lepreuve.html>.
- <https://www.storeisotra.fr/de-quelle-manire-la-technologie-dombrage-est-elle-perue-depuis-la-perspective-dun-architecte>.
- <https://www.tellierbrisesoleil.com/genatis/facade-bioclimatique/>.
- https://www.researchgate.net/publication/281564348_Summer_Thermal_Comfort_and_Self-Shading_Geometries_in_Passivhaus_Dwellings_A_Pilot_Study_Using_Future_UK_Climates.
- <https://www.build-green.fr/construction-passive-habitat-bioclimatique-capter-les-apports-solaires/>
- <http://biblus.accasoftware.com/fr/concevoir-un-musee-architecture-et-conception-en-dwg/>
- https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr
- <https://www.openstreetmap.org/#map=5/28.413/1.65>

Annexes

Tableau 1 : Le programme surfacique. Source : auteur.

Programme surfacique :				
Niveau	Espace		Surface	Surface Niveau
Sous-sol	logistique	Local entretien	40m ²	2300m ²
		G électrogène	75m ²	
		Maintenance du bâtiment	35m ²	
		Local télésurveillance	35m ²	
		Bâche à eau	75m ²	
		Sanitaires	2*8m ²	
	parking	Stationnement	88p=1890m ²	
RDC	Accueil		100+325+120m ²	6590m ²
	Information		25+45+25m ²	
	Réception groupes scolaires		25m ²	
	Réception des officiels		75m ²	
	Magasins		4*25m ²	
	Logistique muséographique		50m ²	
	Librairie d'art		50m ²	
	Terrasse couverte		2*100m ²	
	Exposition temporaire		525+230+545m ²	
	Restaurant		220m ²	
	Espace de jeux		277m ²	
	Espace d'animation		180m ²	
	Cafétéria		90m ²	
	Sanitaires		12*8m ²	
Etage 1	exposition	Espace périodique	175m ²	5756m ²
		Exposition permanente époque préhistorique	460m ²	
		Salon de thé	84m ²	
		Espace d'échange	48m ²	
	Administration	Archivage	75m ²	
		Stockage	75m ²	
		Salle de réunion	150m ²	
		Salle informatique	100m ²	
		Consultation	300m ²	
		Bureau directeur	100m ²	
		Bureau secrétariat	25m ²	
		Salle des professeurs	25m ²	
		Bureau du gestionnaire	25m ²	
		Protection du patrimoine	25m ²	
	Espace de détente et consommation	145m ²		
	recherche	Salle de cours	325m ²	
		Show-room	360m ²	
		Laboratoire numismatique	145m ²	
		Espace de recherche	200m ²	
		Laboratoire	50m ²	
Salle de projection		50m ²		

		Espace de consommation	250m ²	
		buvette	26m ²	
	Détente	Salle de projection publique	100m ²	
		Salle polyvalente	180m ²	
		Terrasse intérieure	50m ²	
	Sanitaires		12*8m ²	
Etage 2	Exposition	Exposition permanente époque romaine.	275m ²	2982m ²
		Exposition permanente époque chrétienne.	200m ²	
		Salle d'exposition travaux artisanaux.	50m ²	
		Médiathèque	50m ²	
		Espace d'échange.	51m ²	
	Recherche	Salle de lecture	265m ²	
		Bibliothèque	125m ²	
		Auditorium	245m ²	
		Laboratoire numismatique	100m ²	
	Sanitaires		6*8m ²	
Etage 3	Exposition	Exposition permanente époque coloniale	406m ²	2351m ²
		Exposition permanente époque musulmane.	287m ²	
		Espace de détente	105m ²	
		Restaurant	71m ²	
	recherche	Salle polyvalente	100m ²	
		Espace d'échange et de détente.	215m ²	
	Sanitaires		6*12m ²	
Etage 4	Exposition permanente époque post coloniale		200m ²	1660m ²
	Exposition temporaire		120m ²	
	Espace d'échange et de rencontre		120m ²	
	Observatoire		550m ²	
	Terrasse		337m ²	
	Cafétéria		120m ²	
	Sanitaires		25m ²	







