



République Algérienne Démocratique et Populaire
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

Spécialité : Architecture

Option : Architecture et Environnement

Atelier : ARCHI BIO

Institut de recherche océanographique,
« Océan care »



Présenté par :

- **AGRED Amal.**
- **LAIB Souhila.**

Encadré par :

Mme. MEHAOUED K.

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le courage pour surmonter toutes les difficultés rencontrées durant l'année.

On souhaite remercier en premier lieu notre directrice de mémoire, Madame **K. MEHAOUED**, pour son tout instant sur nos travaux, pour ses conseils avisés et son écoute qui ont été prépondérants pour la bonne réussite de ce mémoire.

Nos remerciements et notre respect vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de l'évaluer.

À tous nos enseignants qui nous ont menés à ce qu'on est aujourd'hui.

Nos sincères remerciements et reconnaissances à nos parents et familles qui nous ont assisté et encouragé tout le long de notre cursus.

Que nos amis et toutes les personnes qui nous ont assisté et encouragé de près ou de loin, trouvent ici l'expression de nos sincères reconnaissances.

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'études :

A mes très chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement, leur aide, en témoignage de mon profond amour pour leur grand sacrifice.

A mes chers sœurs Yasmine et Zohra.

A mon frère Mohamed.

A mon binôme Souhila pour son sourire devant les difficultés et son travail qu'elle a fourni durant ce projet fin d'étude.

Ainsi qu'à toute ma promo en leur souhaitant un avenir très brillant.

AMAL

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut, tous les mots sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance. Aussi, tout simplement que je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents : mon précieux qui doit ma vie, ma réussite mon père Ali. Et à ma très chère mère Djamilia, ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices.

A mes chères et adorables sœurs : Karima, Tinhinane, Lydia, et ma belle-sœur Khadidja vous m'avez remonté le moral lorsque ma détermination flanchait.

A mes chères frères : Moumouh, Saddek, Nadir pour leur appui et encouragement.

A mes chers petits nièces : Aya, Meriem, Amina, Yasmine.

A mon cher binôme et amie Amel, avec qui j'ai partagé les moments de joies et de peines dans le monde de l'architecture. Merci pour tous ces moments passés ensemble.

A mes amis pour leur soutien, leur réconfort et leur amitié qui a concouru à me faire avancer avec sourire.

Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail.

SOUHILA

Résumé

L'emplacement de l'Algérie au milieu de la méditerranée joue un rôle important. D'une part, la contribution de la mer au développement économique, scientifique, et culturel du pays. D'autre part, ses fonds sont riches en faune et en flore marins. Tipaza compte parmi les villes les plus importantes du littoral algérien. En effet, elle bénéficie d'un potentiel naturel considérable.

Pour notre projet de fin d'étude on propose une structure s'inscrit dans le cadre d'équipement scientifique de recherche maritime « **un institut de recherche océanographique, océan care** » dans la ville de Tipaza.

À travers ce projet nous voulons sensibiliser la population pour la protection de ces richesses maritimes, leur assurer un milieu sain, tout en profitant de la beauté de ces paysages. Ainsi nous permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine de l'océanographie. Tout en intégrant les innovations et les systèmes technologiques les plus récentes.

Le projet est conçu selon optique de développement durable grâce notamment à son architecture bioclimatique et l'emploi des dispositifs passifs pour assurer le confort nécessaire pour les usagers avec une consommation énergétique minimale.

Mots clés : Littoral, institut de recherche, océanographie, Tipaza, développement durable, architecture bioclimatique.

Abstract

Algeria's geographical location in the Mediterranean basin plays a strategic role. On the one hand, the contribution of the sea to the economic, scientific and cultural development of the country. On the other hand, its seabed is rich in marine fauna and flora. Tipaza is one of the most important cities on the Algerian coast. Indeed, it benefits from considerable natural potential.

For our end-of-study project, we propose a structure that is part of the maritime research framework "an oceanographic research institute, ocean care" in the city of Tipaza.

Through this project, we want to raise public awareness about the protection of these maritime resources. This by highlighting the beauty of its landscapes as far as the need to live in a healthy environment.

The realisation of this project has allowed us to deepen our knowledge in the field of oceanography while integrating the most recent technological innovations and systems.

The project is designed with sustainable development in mind, thanks to its bioclimatic architecture and the use of passive devices. The latter make it possible to ensure the necessary comfort for users with minimum energy consumption.

Keywords: Coastline, research institute, oceanography, Tipaza, sustainable development, bioclimatic architecture.

Sommaire

Introduction générale	1
Problématique :	1
Problématique spécifique.....	2
Hypothèses :	2
Objectif:	3
Méthodologie :	3
Chapitre introductif :	3
Chapitre I : Les repères théoriques :	3
I.1. Etat de l’art de la recherche sur l’architecture bioclimatique	3
I.2. Analyse des projets modèles.....	3
Chapitre II : Architecture du projet :	4
II.1. Etude du site d’intervention	4
II.2. Programmation et conception du projet	4
Conclusion générale	4
Chapitre I : Les repères théoriques	
Etat de l’art de la recherche sur l’architecture bioclimatique	
Introduction :	6
I.Définition de l’architecture bioclimatique :	6
II.Objectifs de l’architecture bioclimatique :	7
III.L’évolution de l’architecture bioclimatique :	7
IV.La bioclimatique à la recherche du confort :	8
1.Le confort thermique :	8
2.Les paramètres affectant le confort thermique :	8
3.Les stratégies bioclimatiques pour assurer le confort thermique et l’efficacité énergétique :	9

3.1.La stratégie du chaud (confort d'hiver):	9
3.2.La stratégie du froid (confort d'été) :	9
3.3.Stratégie de l'éclairage naturel :	10
V.Principes de l'architecture bioclimatique :	10
1.Implantation et intégration au site :	10
2.Orientation et ensoleillement :	10
3.La forme et la configuration architecturale :	11
4.La lumière naturelle:	11
5.Le choix des matériaux :	11
5.1.Procédés d'isolation thermique des murs extérieurs :	14
5.2.Procédés d'isolation thermique des vitres :	15
VI.La ventilation naturelle	15
1.Définition.....	15
2.Les moteurs de la ventilation	15
3.La ventilation à l'échelle urbaine :	16
3.1.Effet du vent sur le confort (échelle de BEAUFORT) :	16
3.2.Effet du vent sur les bâtiments selon l'implantation :	17
3.3.Effets de la végétation :	17
3.4.Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain:	18
4.La ventilation à l'échelle du bâtiment :	20
4.1.La ventilation naturelle :	20
4.2.Modes de la ventilation :	20
VII.Les dispositifs de l'architecture bioclimatique :	23
1.Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique	23
1.1.La serre bioclimatique :	23
1.2.Protections solaires :	24

1.3.Architecture cinétique:.....	29
1.4.Le mur capteur accumulateur :	30
1.5.Toiture végétale :	31
1.6.Le vitrage et ses performances :.....	35
Synthèse :	39
1.7.Façade double peau.....	39
2.Les dispositifs bioclimatiques actifs :	42
2.1.Les panneaux solaires :	42
2.2.Chauffage chauffant rafraichissent :	44
2.4.La pompe à chaleur (PAC) air-eau :	45
2.5.La pompe à chaleur (PAC) géothermique :	45
2.6.L'éolienne :	46
2.7.Matériaux de changement de phase (MCP) :	46
Conclusion	54
Approche thématique et analyse des projets modèles	54
Introduction.....	55
I.Etude du thème :	55
1.Terminologies:	55
2.Définition de l'océanographie :	56
3.Les domaines d'océanographie :.....	57
3.1.L'océanographie du vivant	57
3.2.L'océanographie du liquide	57
3.3.L'océanographie des solides	57
4.Pourquoi l'océanographie ?	57
5.Brève histoire illustrée de l'océanographie :	58
6.L'histoire de l'océanographie en Algérie	59

7. Une station de biologie marine:	60
Synthèse :	61
II. Analyse des exemples :	62
1. École nationale supérieure maritime le havre	62
1.1. Fiche technique:	62
1.2. Présentation :	62
1.3. La conception : métaphore.....	63
1.4. Accessibilité :	63
1.5. Description du projet:	64
1.6. Analyse des plans :	66
1.7. Ambiance intérieur de l'école :	67
1.8. Analyse des façades :	68
1.9. Système constructif :	68
1.10. Caractéristiques techniques de la conception :	69
1.11. Situation par apport à Havre :	69
1.12. Conception bioclimatique dans l'école maritime :	70
2. Tsinghua Océan Center.....	72
2.1. Présentation.....	72
2.2. Fiche technique :	72
2.3. La conception : (fonction), étude des plans :	73
2.4. Analyse des plans :	74
2.5. La conception bioclimatique du centre :	79
2.6. Analyse des façades	81
Synthèse :	81
Conclusion :	83
Chapitre II : Architecture du projet :	

Etude du site d'intervention.....	
Introduction :	84
I.Le choix du site :	84
II.Présentation de la ville de Tipaza :	84
III.La situation de la ville de Tipaza :	85
1.A l'échelle nationale :	85
2.A l'échelle régionale :	85
Synthèse :	85
IV.Accessibilité de la ville de Tipaza :	86
V.Lecture morphologique des éléments de composition urbaine	87
1.Les portes :	87
2.Les voiries :	87
2.1.Parcours principale :	87
2.2.Parcours secondaire :	87
2.3.Parcours piétons :	88
2.4.Parcours tertiaire	88
3.Les nœuds :	88
Synthèse :	88
VI.Système bâti :	89
VII.Système non-bâti :	89
VIII.Potentialités de la ville :	90
1.Potentialités paysagères :	90
2.Potentialités historiques et culturelles :	90
IX.Vocations de la ville :	95
1.Secteur du tourisme :	95
2.Secteur de l'agriculture :	96

3.Secteur de l'industrie :	96
X.Environnement naturel :	96
1.Topographie et l'hydrographie :	97
1.1.relief	97
1.2.Les promontoires :	97
1.3.Hydrographie :	98
2.Domaine littorale :	98
3.La végétation :	98
4.Le climat :	98
4.1.Température :	99
4.2.Humidité :	99
4.3.Précipitations (mm) :	100
4.4.Vents (Km/h) :	100
4.5.Ensoleillement :	101
XI.Digramme de Givoni :	102
1.Présentation :	102
2.Interprétation des résultats :	104
XII.Présentation de l'aire d'intervention Pos AU3 :	105
1.Objectifs d'intervention sur cette extension à l'Est de la ville de Tipaza :	105
2.Les limites du Pos AU3 :	105
3.L'accessibilité du AU3 :	106
4.Les propositions du C.N.E.R.U :	106
XIII.Le choix de l'assiette d'intervention (la parcelle) :	107
1.La situation:	108
2.Accessibilité	108
3.L'environnement immédiat	109

4.Forme et topographie :	110
Conclusion	110
Programmation et conception du projet	110
Introduction.....	111
I.Démarche conceptuelle :	111
1.L'idéation :	111
2.Les concepts développés :	111
2.1.Concepts liés au contexte :	111
2.2.Concept liée au thème :	111
2.3.Concepts liés au contrôle climatique :	112
3.La genèse du projet :	113
4.Programme du projet :	115
II.Description du plan de masse :	119
1.Accessibilité :	119
III.Description du projet	121
1.Plan du RDC :	121
2.Plan du premier étage :	123
3.Plan du deuxième étage :	124
4.Plan troisième étage :	125
5.La circulation :	126
6.Organigrammes.....	127
7.Description de l'enveloppe :	129
7.1.Façade principale :	129
7.2.La façade postérieure :	130
IV.Evaluation environnementale :	131
1.Solutions bioclimatiques passifs	131

1.1.Solutions de protections solaires.....	131
1.2.La ventilation :	133
2.Solutions bioclimatiques actives.....	134
2.1.Puits canadien:	134
2.2.Poutres climatiques	136
2.3.Panneaux solaire :	137
2.4.Système de récupération des eaux pluviales:.....	137
V.Solutions bioclimatiques au niveau du plan de masse :.....	138
VI.Système constructif:	139
1.Le choix pour notre projet :	139
1.1.Structure de l'aquodom :	139
1.1.1.Verre:	139
2.Structure :	141
2.1.Avantage de la structure métallique :	141
3.Superstructure :	142
3.1.Les poteaux	143
3.2.Les poutres :	143
3.3.Les planchers:	144
4.Infrastructure :	144
5.Voiles et joints	145
6.La toiture	146
Conclusion :	146
Conclusion generale.....	147
Bibliographie	149

Liste des figures

Chapitre : L'état de l'art de l'architecture bioclimatique

Figure 1: Les paramètres affectant le confort thermique	11
Figure 2: stratégie du chaud	12
Figure 3: La stratégie du froid.....	12
Figure 5: La stratégie de l'éclairage naturel	13
Figure 6: Eclairage naturel.....	14
Figure 7 : Isolation thermique dans la lame d'air.	17
Figure 8: Isolation thermique par l'extérieur	17
Figure 9: Isolation thermique par l'intérieur.....	17
Figure 10: Isolation thermique du vitrage par l'intérieur.....	18
Figure 12: effet du vent.....	19
Figure 11 : effet cheminée.	19
Figure 13: Echelle de Beaufort	19
Figure 14 : influence de l'effet topographique.....	20
Figure 15: utilisation de la végétation pour améliorer la végétation naturelle.....	20
Figure 16: Effet de trous sous immeuble	21
Figure 17: Effet de coin	21
Figure 18: Effet de sillage.....	21
Figure 19 : Effet De Barre.....	22
Figure 20: Effet de Venturi	22
Figure 21: effet de canalisation.....	22
Figure 23: ventilation mono exposée	23
Figure 24: ventilation transversale.	24
Figure 25: capteur de vent	24
Figure 26: ventilation par conduit vertical	25

Figure 27: ventilation par atrium	25
Figure 28: Schéma de principe d'un puits canadien	26
Figure 29: Principe de fonctionnement d'une serre bioclimatique.....	27
Figure 30: le masque architectural durant l'année.....	28
Figure31: Self-shading sur L'immeuble à gradins d'H. Sauvage.	28
Figure 32: L'auto-ombrage dans la nature.....	29
Figure 33: Fonctionnement de l'auto-ombrag	29
Figure 34: Mosquée du nord du Ghana.....	30
Figure 35: Bureaux solaires au Madrid.....	30
Figure 36: Immeuble de bureau en suède	30
Figure 37: L'hôtel de ville de Tempe.	30
Figure 38 : Parc informatique à Bangalore	30
Figure 39 : Banque d'Israël, Jérusalem	30
Figure 40 : Les motifs de l'auto-ombrage	31
Figure 42: Usine d'incinération d'Ivry-sur Seine	32
Figure 41: Sharifi-ha house.....	32
Figure 43: Musée MAXXI.....	32
Figure 44: Parasols géants	32
Figure 46: Schéma d'un mur trombe	34
Figure47 : Les différents composants d'une toiture végétaliste.	34
Figure 49 : Plants grimpantes.....	35
Figure 48: Murs vivants.	35
Figure 50: ilot de fraîcheur urbain	36
Figure 51: Schéma montrant le rôle de végétation sur la variation de température.....	37
Figure 53: Purification de l'air par les arbres	37

Figure 52: Un microclimat plus confortable par la présence des arbres	37
Figure 54: La diminution de la pollution sonore	38
Figure 55: jardin Hamma d'Alger	38
Figure 56: jardin de fleurs colorées à Singapour	38
Figure 57: Schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'îlot de chaleur.....	39
Figure 58: Le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.	39
Figure 59: le vitrage isolant	40
Figure 60: verre électro-chromique.....	41
Figure 61: verre photovoltaïque.....	41
Figure 62: Principe de vitrage rétro-réfléchissant.....	42
Figure 63: Façade double peau et ses différents composants.....	43
Figure 64 : Les types de Façades double peau.....	43
Figure 64 : Les types de Façades double peau.....	43
Figure 65: fonctionnement d'un panneau solaire photovoltaïque	45
Figure 66: fonctionnement du panneau solaire thermique.....	46
Figure 67: fonctionnement d'un panneau solaire hybride	46
Figure 68: plancher chauffant rafraichissant	47
Figure 69: Fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air.	47
Figure 70: Fonctionnement d'une pompe à chaleur air /eau	48
Figure 71: Fonctionnement d'une pompe à chaleur	48
Figure 72: éoliennes entre 2 immeubles de bahrain world trade center.....	49
Figure 73: Le principe de fonctionnement des MCP	50
Figure 74: Schéma comparatif des inerties thermiques en fonction de l'épaisseur et du nature matériau.....	50
Figure 75: Classification des matériaux à changement de phase.....	50
Figure 76: Configuration d'un modèle de mur trombe MCP	53

Figure 77: Fenêtre GlassX fabriqué par Dietrich.....	53
Figure 78: Panneau à base de MCP fabriqué DuPont™ Energain	54
Figure 79: les blocs de béton à base de MCP	54
Figure 80 : Rideaux à MCP mis au point par Harald Melhing	55
Figure 81 : Schéma du système de chauffage solaire	55
Figure 82 : Applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP.....	56
Figure 83 : Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol	56

Chapitre : Analyse thématique

Figure 1 : le fond marin	56
Figure 2 : Zone côtière d’émirats	58
Figure 3: Lettre du prince de Monaco	58
Figure 4: École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.....	60
Figure 5: Aquarium de béni-saf	60
Figure 6: La station de biologie marine de Concarneau, à Concarneau, en France.....	61
Figure 7: École nationale supérieure maritime le havre	62
Figure 8: École nationale supérieure maritime le havre	62
Figure 9: le concept ship in school.....	63
Figure 10: vue arienne sur l’école maritime	63
Figure 11: plan de situation du l’école ENSM.....	64
Figure 12: continuum spatial de l’école ENSM.....	65
Figure 13: Rue escalier de l’école.....	65
Figure 14: organigramme spatial.	65
Figure 15: Organigramme spatial	66
Figure 16: Plan rez-de-chaussée	67
Figure 18: simulateur passerelle de navire (poste de pilotage)	67

Figure 17 : Gaines apparente	67
Figure 20: double peau de résille métallique	68
Figure 21 : structure du l'école ENSM	68
Figure 22 : École nationale supérieure maritime le havre.	69
Figure 23: carte de situation.....	69
Figure 24 : graphique climatique du Havre	70
Figure 27: coupe.....	71
Figure 28: dispositifs bioclimatique.....	71
Figure 29: Tsingha Ocean center	72
Figure 30: vue arienne sur le centre.....	72
Figure 31: l'idée de conception du centre.....	37.
Figure 33: Plan de masse du projet	74
Figure 34 : réservoir d'expérience	75
Figure 35: Plan du sous-sol.....	75
Figure 36: Plan du R.D.C.....	75
Figure 37: Plan 1 ^{er} étage.	76
Figure 38: Plan 2 ^{ème} étage	76
Figure 39 : Plan 3 ^{ème} étage.....	77
Figure 40 : escalier public et l'espace qui sépare entre le public et le privé	77
Figure 41: Plan 3 ^{ème} étage.....	77
Figure 42 : plan 4 ^{ème} étage	78
Figure 43: le théâtre sur le toit	78
Figure 44: coupe.....	78
Figure 45 : les températures de la Shenzhen.....	79
Figure 46 : coupe.....	80
Figure 47 : brise soleil horizontal	80
Figure 48 : déférents brises soleil utilisé dans le projet	80

Figure 49 : façades du centre	81
Figure 50 : ENSM	82
Figure 51 : Tsingha Ocean center	82
Chapitre : Analyse du site d'intervention	
Figure 1 : Carte de situation de Tipaza à l'échelle nationale.....	85
Figure 2 : Carte de situation de Tipaza à l'échelle régionale.....	85
Figure 3 : l'accessibilité de la ville de Tipaza.	86
Figure 4 : accessibilité de Tipaza.....	86
Figure 5 : les portes de la ville de Tipaza.	88
Figure 6 : les voiries de la ville de Tipaza.	88
Figure 7 : les nœuds importants.	88
Figure 8 : le système bâti de la ville de Tipaza.	89
Figure 9 : système non-bâti de la ville de Tipaza.	89
Figure 10 : vue vers la mer et le mont Chenaoua.	90
Figure 11: Carte période phénicienne.	92
Figure 12 : Carte période romaine.	92
Figure 13 : Tracé coloniale projet de DEMONCHY	94
Figure 14 : Cartes période coloniale phase III	95
Figure 15 : Carte de la période postcoloniale	95
Figure 16 : le tourisme à Tipaza	96
Figure 17 : les secteurs d'activité de Tipaza.....	97
Figure 18 : les secteurs d'activité de Tipaza	97
Figure 19 : Carte des limites naturelle de Tipaza.....	97
Figure 20 : Carte de relief de Tipaza.....	98
Figure 21 : Carte de réseaux	99
Figure 22 : Vue sur la plage corne d'Or.	99

Figure 23 : Les étages bioclimatiques en Algérie.	99
Figure 24 : Les températures à Tipaza.	100
Figure 25 : La température et l'humidité à Tipaza.	100
Figure 26 : Les précipitations à Tipaza.	101
Figure 27 : les vents dominat a Tipaza.	101
Figure 28 : rose des vents de Tipaza	102
Figure 29 : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen.....	102
Figure 30 : Diagramme de Givoni.	103
Figure 31: Diagramme de Givoni.	104
Figure 32 : Diagramme bioclimatique de Givoni.	104
Figure 33: Diagramme bioclimatique de Givoni de la ville de Tipaza	104
Figure 34 : L'accessibilité de secteur AU03.....	106
Figure 35 : Carte présentative de pos AU3.....	107
Figure 36 : carte de situation.....	109
Figure 37 : Carte d'accessibilité	109
Figure 38 : carte des repères	110
Figure 39 : forme du terrain	111
Figure 40 : Coupes schématiques du terrain	111
Chapitre : Programmation et conception du projet	
Figure 1 : aquadom	116
Figure 2 : laboratoire d'analyse	116
Figure 3 : chambre froide.....	116
Figure 4 : simulateur	117
Figure 5 : bibliothèque en double hauteur	117
Figure 6 : terrasse panoramique	118
Figure 7 : plan de masse	120

Figure 8 : déférentes entités du projet	121
Figure 9 : plan du RDC	122
Figure 10 : plan 1^{er} étage.....	123
Figure 11 : plan du 2^{ème} étage	124
Figure 12 : plan du 3^{ème} étage	125
Figure 13 : la circulation dans le projet.....	126
Figure 14 : plan de 3^{ème} étage	127
Figure 15 : façade principale	129
Figure 16 : double peau utilisé dans le projet	129
Figure 17 : filet d pêche	129
Figure 18 : façade postérieur	130
Figure 19 : fonctionnement de la façade double peau en été.....	132
Figure 20 : brises soleil dans le projet	132
Figure 21 : la ventilation transversale dans le projet	133
Figure 22 : fonctionnement de l’atrium en été	134
Figure 23 : principe de puits canadien	134
Figure 24 : principe de fonctionnement de puits canadien en hiver.	135
Figure 25 : principe de fonctionnement de puits canadien en été.	135
Figure 26 : poutre climatique.....	136
Figure 27 : principe de fonctionnement de la poutre climatique	136
Figure 28 : panneau photovoltaïque	137
Figure 29 : panneaux solaire dans notre projet	137
Figure 30 : système de récupération des eaux source : https:// energieplus-lesite.be	137
Figure 31 : L'AquaDom cylindrique à l'hôtel Radisson de Berlin.	139
Figure 32 : Vue en plan de l’aquadom de l'hôtel Radisson de Berlin.....	140
Figure 33 : Schéma d’une aquadom simple sans ascenseur panoramique.....	140

Figure 34 : Installation d'un l'ozonisateur system de filtration de l'aquadom de l'hôtel Radisson de Berlin	141
Figure 35 : poteau métallique.....	141
Figure 36 : Articulation fondation et poteau au moyen de platine.....	141
Figure 37 : Détail de poutres métalliques discontinues sur un poteau continu en béton.	142
Figure 38 : Bureaux Statoil, Norvège	142
Figure 39 : poteau béton armé.....	143
Figure 40 : Les poutres alvéolaires	143
Figure 41 : poutre en treilles	143
Figure 42 : plancher collaborant	144
Figure 43 : coupe schématique d'une semelle filante	144
Figure 44 : plan de structure	145
Figure 45 : la couverture du Centre culturel Heydar Aliyev de Bakou	146
Figure 46 : charpente de centre pompidou metz	146
Figure 47 : toiture de projet.....	146

Liste des tableaux

Tableau 1 : les différents matériaux d'isolation	13
Tableau 2 : les effets du vent sur le bâtiment,	18
Tableau 3 : Les modèles de bâtiment d'auto-ombrage.....	27
Tableau 4 : Résultats de l'expérience.....	28
Tableau 5 : types de la façade double peau	41
Tableau 6 : distinction des points forts et faibles des composées organiques	48
Tableau 7 : distinction des points forts et faibles des composées inorganiques	48
Tableau 8 : distinction des points forts et faibles des composées eutectiques	49
Tableau 9 : tableau comparatif des exemples analysés.....	82
Tableau 10 : Aperçu historique de la ville de Tipaza	92

Tableau 11 : les dispositifs selon le diagramme de Givoni.	105
Tableau 12 : Tableau surfacique du l'institut océanographique.	116

A stylized white tree logo with a central trunk and three main branches at the top and bottom, set against a blue background with a subtle pattern of white dots.

ocean care

Chapitre introductif

Introduction générale

Le littoral algérien c'est 1 200 kilomètres des plages bordées d'une mer turquoise. Regroupant toutes les grandes villes sur son territoire, et regorgeant des sites naturels magnifiques .D'Alger la blanche à Oran la Radieuse, en passant par Annaba et les criques sauvages de Kabylie, le littoral fait assurément le bonheur des randonneurs, baigneurs, et amateurs de pêche et sports nautiques. L'activité touristique de cette partie de l'Algérie n'empêche pas la préservation de la faune et de la flore marines. Parmi les villes côtières d'Algérie nous avons choisi pour notre cas d'étude la ville de Tipaza qui est un véritable lieu de détente, riche en histoire, le bord de mer méditerranée étant jalonné de plusieurs sites archéologiques. Mais malheureusement, le littoral Algérien et la mer méditerranée qui est considéré comme une richesse naturelle et maritime est menacée par différents risques la pollution, disparition de plusieurs espèces (faune et flore) .il est indispensable de surveiller et étudier ce milieu pour mieux les préserver vu leurs richesses et leurs spécificités. L'océanographie et la surveillance des océans nous aident à mieux comprendre le système océan-climat et à prendre de meilleures décisions pour le développement durable. Nous avons plus que jamais besoin de ces connaissances puisque nous comprenons combien les pays en développement dont la survie dépend des ressources de l'océan sont menacés par le changement des conditions climatiques et océaniques.

Notre projet vient appuyer ce que nous avons avancé il s'agit en effet d'opter pour un projet qui vise à démystifier l'océan, et à encourager la biodiversité de ce milieu en favorisant l'appréhension du monde marin pour la recherche. On proposant des stratégies qui permettent d'offrir une conception bioclimatique qui cherche à obtenir des conditions de vie confortable, adéquates et agréables. En utilisant avant tout des moyens architecturaux passifs, les énergies renouvelables disponibles sur le site et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et le moins d'énergies fossiles (généralement polluantes et non renouvelables).

Problématique :

La ville de Tipaza bénéficie d'un potentiel naturel grâce à la présence de la mer, de la végétation et des massifs montagneux. Le port de la ville, témoin de la l'histoire du pays est un patrimoine historique important. Ces potentialités exigent de les préserver, de les sauvegarder et de les exploiter pour améliorer les attractions touristiques qui contribueront

à générer un développement économique et socioculturel incontestable, et permettra d'assurer la liaison entre la ville et la mer.

-Comment revaloriser le potentiel maritime et faire découvrir ses richesses à travers un équipement scientifique ?

Problématique spécifique

L'océanographie est une science qui se propose de constater les phénomènes s'accomplissant au sein de l'immense masse d'eau qui couvre plus des trois quarts de notre globe, elle les mesure, les explique, découvre et formule les lois qui la gouvernent, à sa surface et au fond d'abîmes. Aujourd'hui, l'océanographie progresse à pas de géant ; les nations maritimes contribuent toutes à son développement aussi bien au point de vue théorique, pour le plus grand bénéfice de l'esprit humain qui a le droit et le devoir de chercher à tout connaître, qu'au point de vue pratique des avantages matériels qu'on en retire, car la lutte entre l'homme et la nature, devenue toujours plus âpre, oblige impérieusement à ne laisser aucune force improductive.

« L'océanographie est venue doucement. L'esprit humain cherche naturellement les motifs de ce que voient ses yeux et, pour s'en mieux souvenir quand il les a découverts ou seulement soupçonnés, à cause de sa faiblesse même, il se hâte de les condenser sous forme de lois. Les premiers navigateurs ne furent point poussés par la curiosité, incapable de mettre autour des cœurs le triple airain nécessaire pour affronter la mer ; ils eurent pour mobiles l'intérêt, le besoin. »¹

-De quelle manière peut-on à travers notre équipement faire découvrir à l'homme le monde aquatique tout en le sensibilisant à préserver les richesses maritimes?

Hypothèses :

A fin de sensibiliser et protéger les richesses maritimes on a besoin de créer des centres qui s'intéressent à leur protection et de revaloriser la relation homme-mer soit par la réalisation d'un :

- centre de vulgarisation océanographique ;
- institut de formation et de recherche océanographique.

¹ Revue des Deux Mondes, 4e période, tome 146, 1898 (p. 897-921)

Objectif:

- Faire connaître les secrets et les mystères du monde marin ;
- Intégrer constamment les nouvelles connaissances marines ;
- L'ouverture de nouveaux espaces de sensibilisation et l'encouragement du développement de la recherche maritime ;
- L'adaptation d'une architecture bioclimatique particulièrement passive permettrait de répondre au problème de surconsommation d'énergie et l'exploitation des énergies renouvelables qui n'alterne pas à l'environnement.

Méthodologie :

Afin d'apporter une réponse à notre problématique initiale, aux hypothèses et aux objectifs de départ, notre mémoire est structuré en suivant la démarche méthodologique qui repose sur :

Chapitre introductif : qui représente une ébauche qui décrit le travail à mener par la suite, contenant l'introduction qui introduira le thème, les problématiques générales et spécifiques, les hypothèses, les objectifs ainsi que la démarche méthodologique.

Chapitre I : Les repères théoriques :

Une approche thématique et une initiation à la bioclimatique purement théorique, qui repose sur un travail de recherche et qui incite à la compréhension des concepts et notions de bases liées à notre thématique et à la bioclimatique.

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

Analyse des projets modèles : cette approche consiste en une recherche sur le thème choisi **institut océanographique**, ainsi une analyse d'exemple qui permettra par la suite d'en tirer les programmes fonctionnels et les principes de conceptions de ce type d'équipements tout en le reliant avec l'architecture bioclimatique.

Chapitre II : Architecture du projet :

Qui est consacrée à l'étude du site d'intervention et la conception architecturale.

Etude du site d'intervention : Une connaissance de site et une évaluation des impacts de projet sur l'environnement et vice-versa, qui constitue le premier contact avec le site d'intervention et qui permet d'en tirer les principales composantes de site, ces potentialités et ces carences. Qui permettra de concevoir un projet qui s'intègre parfaitement dans son environnement.

Programmation et conception du projet : englobe l'ensemble des données acquies dans les phases précédentes afin d'arriver à la formalisation du projet dans son aspect formel et fonctionnel. Les réponses bioclimatiques apportées afin d'en remédier aux problèmes liés à l'environnement et aux consommations énergétiques. Ainsi que les aspects techniques qui traitent en détail l'aspect structurel, constructif du projet, allant jusqu'aux différents matériaux utilisés.

Conclusion générale : Elle vient clôturer le travail du mémoire travers laquelle nous serons en mesure de confirmer ou infirmer les hypothèses déjà soulevées.

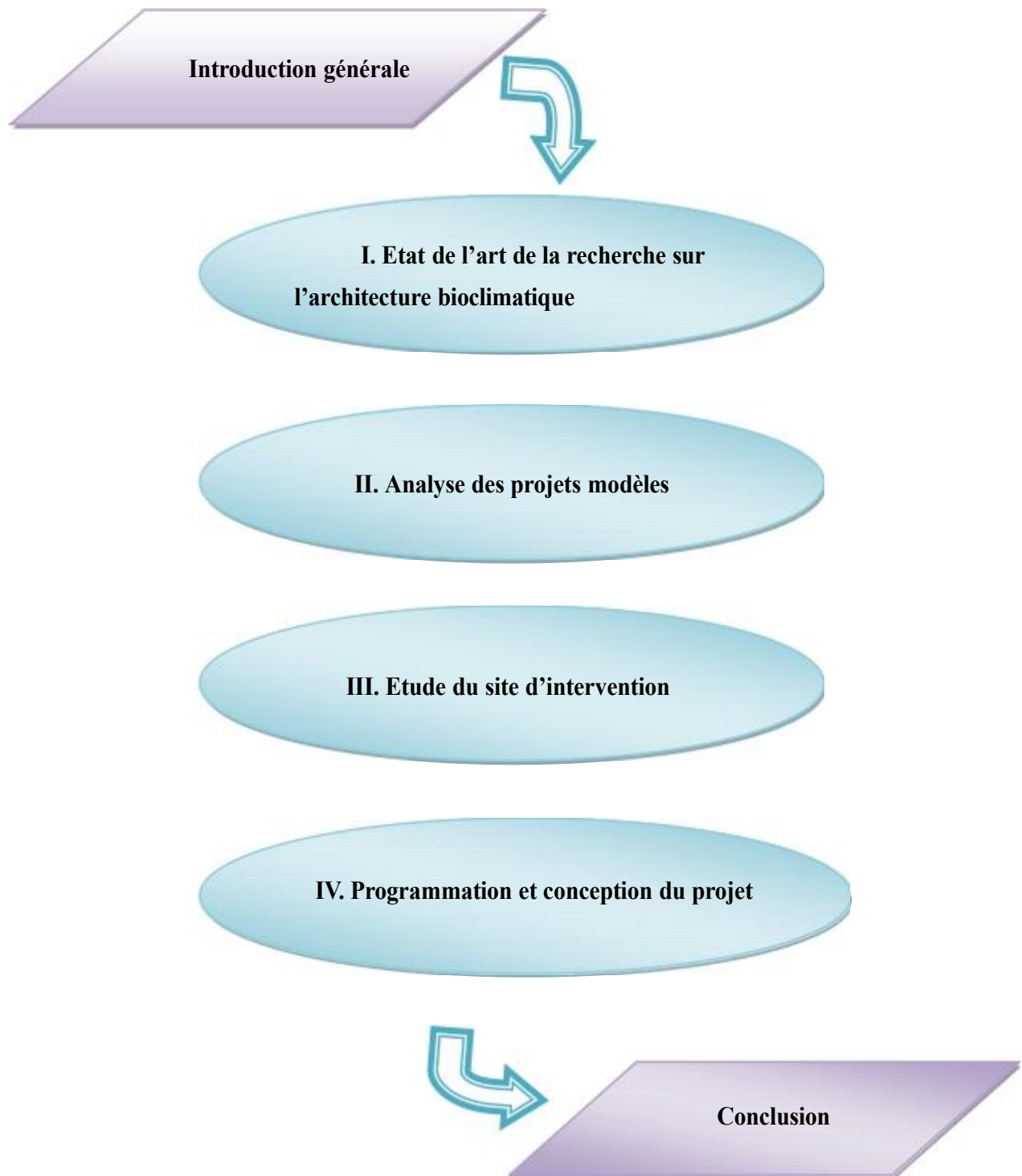


Figure 1 : schéma de la structure de mémoire.

Source : auteurs

A stylized white tree logo with a central trunk and four main branches, positioned behind the text 'ocean care'.

ocean care

Chapitre I : Les repères théoriques



Etat de l'art de la recherche sur l'architecture bioclimatique

Introduction :

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

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

I. Définition de l'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle a pour objectif d'obtenir des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle possible.³

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.

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

³ Futura Maison. Architecture bioclimatique

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

II. Objectifs de l'architecture bioclimatique :

- Diminuer les impacts des constructions sur l'environnement.
- Assurer l'efficacité énergétique du bâtiment.
- Atteindre un confort thermique optimal.
- Faire des économies d'énergie et d'argent.
- Diminuer l'utilisation des énergies fossiles polluantes.

III. L'évolution de l'architecture bioclimatique :

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

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

IV. La bioclimatique à la recherche du confort :

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

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 environnement⁴ qui est atteint grâce à 3 mécanismes notamment la conduction, la convection, et le rayonnement.

2. Les paramètres affectant le confort thermique :

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

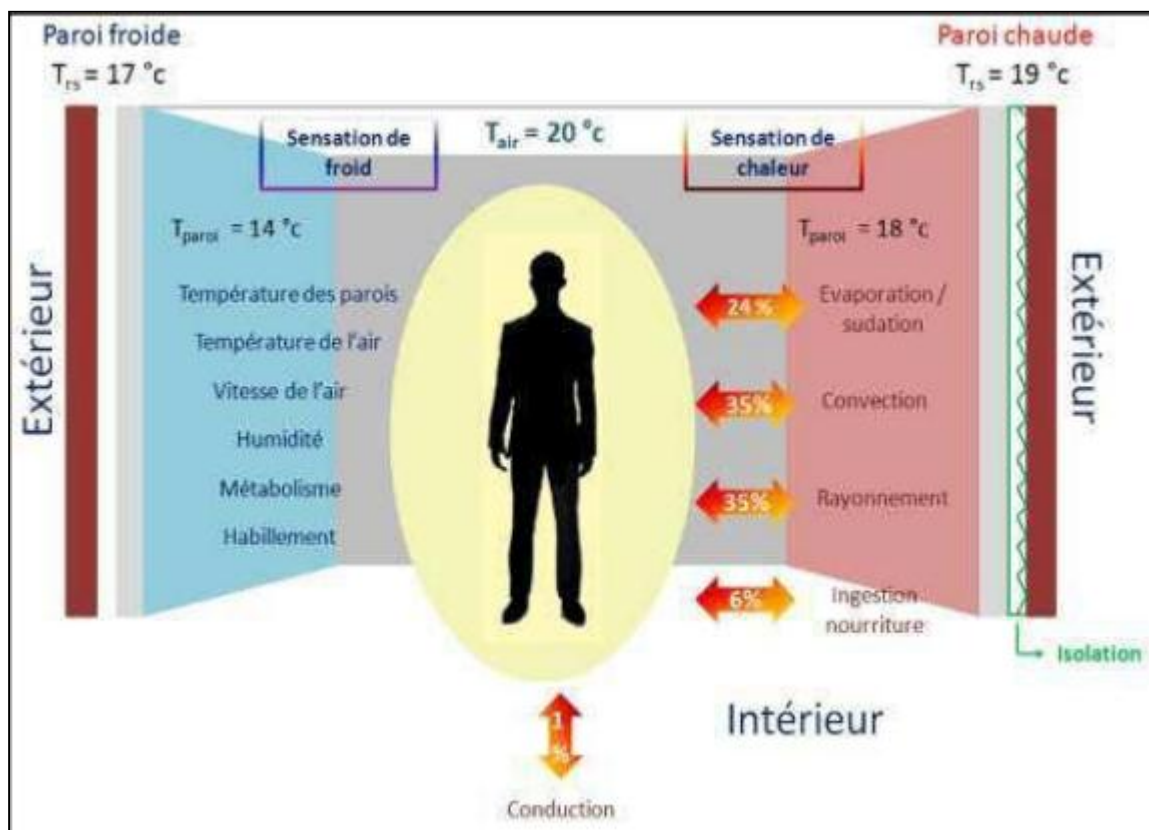


Figure 1: Les paramètres affectant le confort thermique

Source : le-confort- thermique,-article- de- Balitherme-SA

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

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

énergétique :

3.1. 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.

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



Figure 2: stratégie du chaud

Source : <https://www.econoecolo.org/bioclimatisme/>

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

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

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

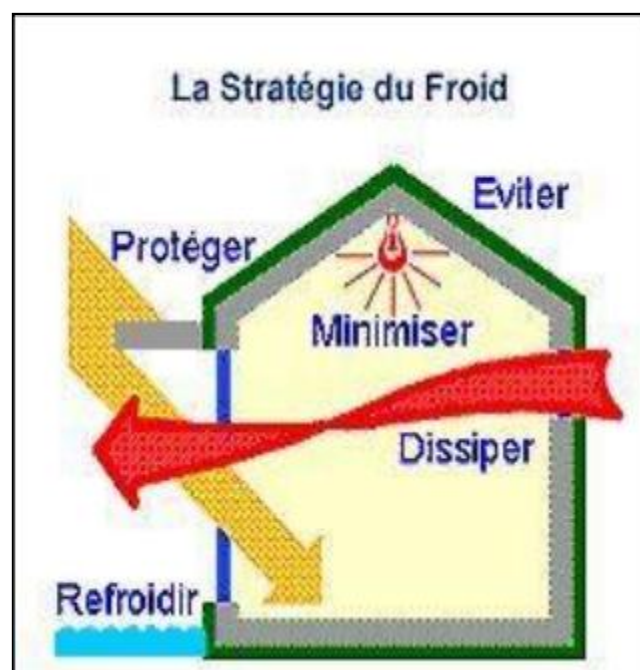


Figure 3: La stratégie du froid

Source : <https://www.econoecolo.org/bioclimatisme/>

3.3. 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 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.



Figure 4: La stratégie de l'éclairage naturel

Source : <https://www.econoecolo.org/bioclimatisme>

V. Principes de l'architecture bioclimatique :

1. Implantation et intégration au site :

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

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.

3. La forme et la configuration architecturale :

La forme du bâtiment a une importance non négligeable pour concevoir un logement bioclimatique, la compacité d'un bâtiment est mesurée par rapport entre la surface des parois 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.

4. La lumière naturelle:

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



Figure 5: Eclairage naturel

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

5. Le choix des matériaux :

Le choix judicieux des matériaux conclut la conception d'un bâtiment bioclimatique. Une conception bioclimatique tend à une certaine autonomie rendue possible en partie grâce au choix des matériaux des parois selon leurs fonctions: capter l'énergie, la stocker, la redistribuer, empêcher la fuite de chaleur. Les matériaux utilisés dans la construction écologique sont étudiés de façon intelligente, ils proviennent de sources qui ne sont pas néfastes pour l'environnement et ils rendent nos conceptions plus efficaces avec des émissions de carbone plus faibles, les matériaux locaux sont la meilleure solution car il y a beaucoup moins de coûts impliqués.

•L'utilisation des énergies renouvelables :

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

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

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

Tableau 1 : les différents matériaux d'isolation

	Laine de verre	Perlite	Ouate de cellulose	Laine de Chanvre	Ouate de polyester	Liège	Polystyrène extrudé
Image	 Composite	 Minérale	 Végétale	 Végétale	 Synthétique	 Végétale	 Synthétique
Conductivité thermique $\lambda W/m.k$	0,030 - 0,040	0,05 - 0,06	0,035 - 0,041	0,039 - 0,045	0.038 à 0,041	0,042	0,041 - 0,046
_Utilisation	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture	toitures inclinées, sols de greniers, plafonds suspendus, cloisons à ossature bois et métallique	Plancher, mur, toiture	Plancher, mur, toiture, comble
Durabilité	peuvent se tasser avec le temps	Grande longévité	Grande longévité	imputrescible(ne 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.	ininflammable. -Insensible à l'humidité, particulièrement adaptée pour les pièces humides. -Longévité élevée	incorruptible, résistant aux rayons UV, n'absorbe ni l'eau, ni vapeur d'eau et est respirant	-très bon isolant thermique -polyvalent -isolant écologique -résistant à l'humidité -bonne résistance au feu très bonne longévité,	-très bon isolant thermique écologique abondant sur le marché Léger et facile à travailler -insensible à l'humidité - perméable à la vapeur d'eau
inconvénient	Protection à prendre lors de la pose, 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	-Touché un peu dur -Fibre synthétique	Coût élevé en raison de la rareté de la matière première.	Facilement inflammable, fumées nocives (émanations de polluants et danger lors de la fabrication.
Conditionnement	Rouleaux, panneaux, vrac	Vrac	Vrac	Rouleaux, panneaux, vrac	Rouleaux	Rouleaux, panneaux, vrac	Panneaux
Epaisseur humide	180 mm	400 mm	180 mm	234 mm	10-20 cm	15-16cm	160 mm
Epaisseur aride	260 mm	300 mm	260 mm	234 mm	10-20 cm	15-16cm	940 mm
Renouvelable	difficilement (mais disponible)	non	Abondance (papiers recyclés)	oui	Issu du recyclage de bouteilles	Lentement	non
Faible coût énergétique	Fort coût énergétique	Fort coût énergétique	Faible coût énergétique	Faible coût énergétique	Fort coût énergétique	Faible coût énergétique	Fort coût énergétique

5.1. 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.

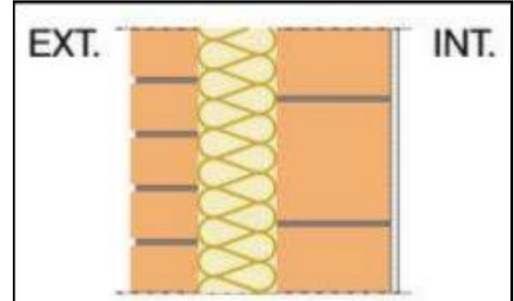


Figure 6 : Isolation thermique dans la lame d'air.

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

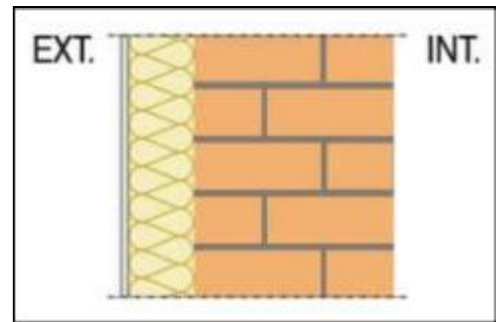


Figure 7: Isolation thermique par l'extérieur

Source : Guide de l'isolation thermique en France

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.

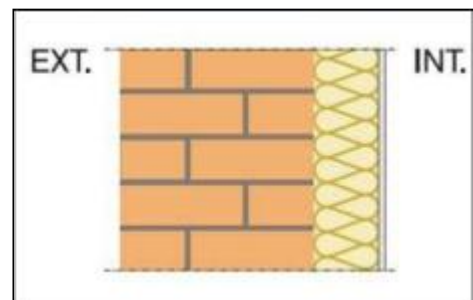


Figure 8: Isolation thermique par l'intérieur

Source : Guide de l'isolation thermique en France

5.2. 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.

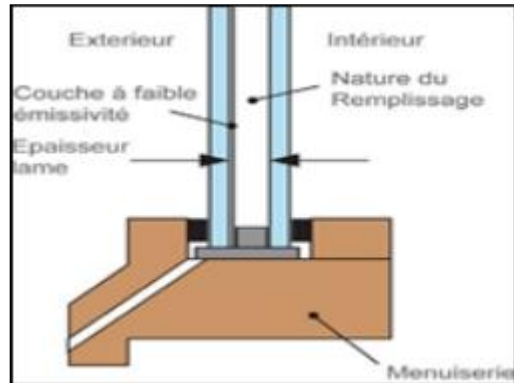


Figure 9: Isolation thermique du vitrage par l'intérieur.

Source : Guide de l'isolation thermique en France.

VI. La ventilation naturelle

1. Définition

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

2. Les moteurs de la ventilation

- Le vent : C'est le renouvellement d'air produit par une différence de pression d'air entre l'extérieur d'un bâtiment et son intérieur, ainsi qu'entre deux façades opposées d'un bâtiment.
- Le tirage thermique : Appelé aussi l'effet cheminée C'est le renouvellement d'air basé sur une différence de température. L'air froid, reste au sol car plus lourd que l'air chaud, y pénètre et est évacué grâce à un conduit vertical qui le rejette vers le toit.
- Couplage des deux phénomènes : Les flux d'air réels dans les bâtiments résultent de la force thermique et de celle du vent, Les deux forces peuvent opérer dans le même sens ou en sens contraires, selon la direction du vent et selon la température.

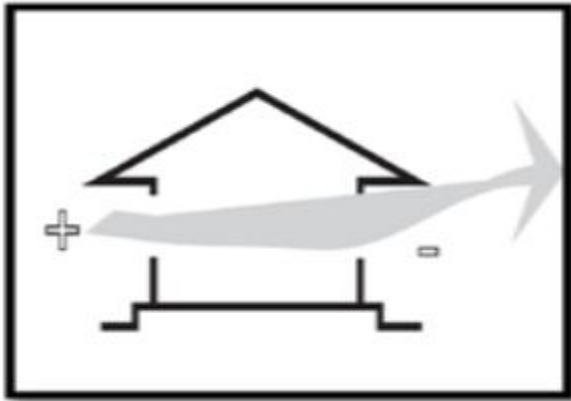


Figure 10: effet du vent.

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

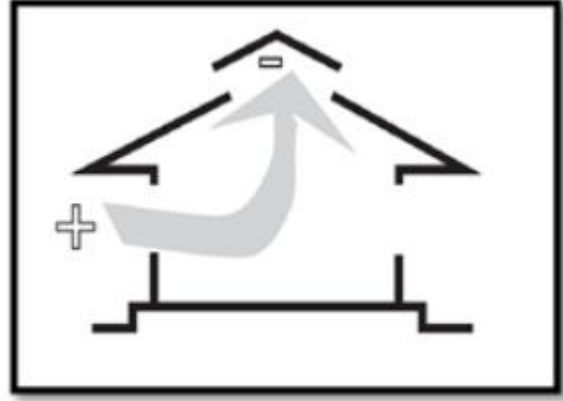


Figure 11 : effet cheminée.

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

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).

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

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

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

Figure 12: Echelle de Beaufort

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

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

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

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

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

3.3. Effets de la végétation :

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

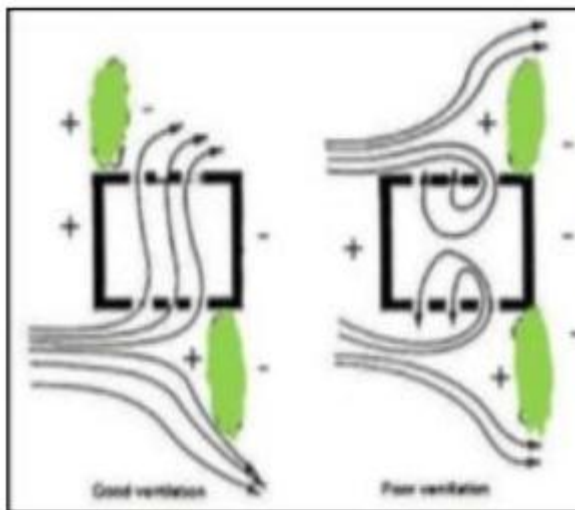


Figure 13: utilisation de la végétation pour améliorer la végétation naturelle
Source : Allard, 1998

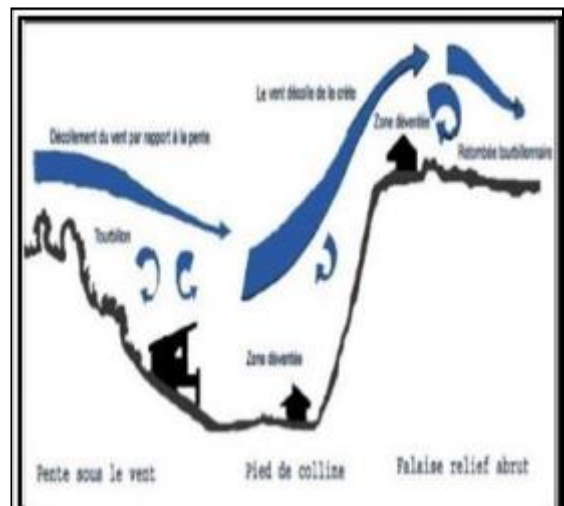
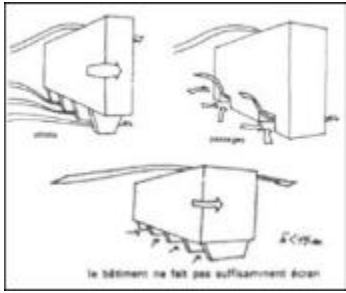
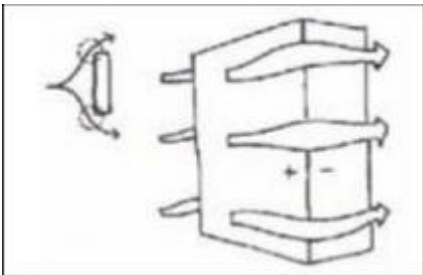
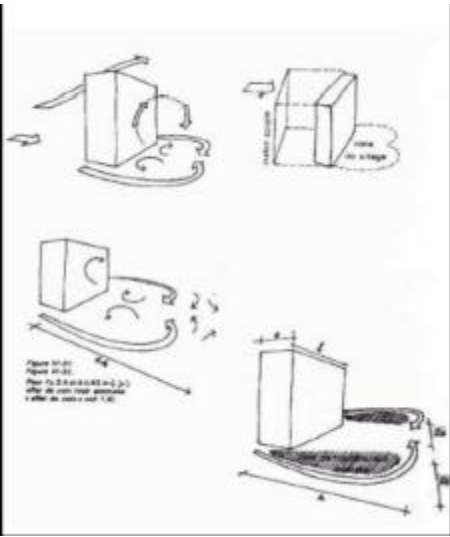


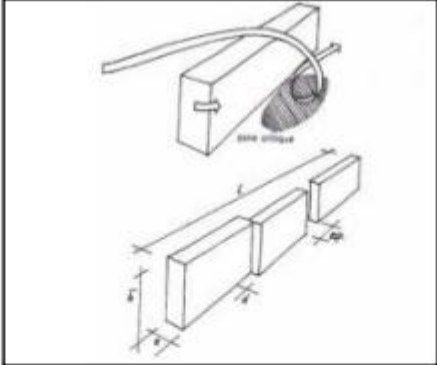
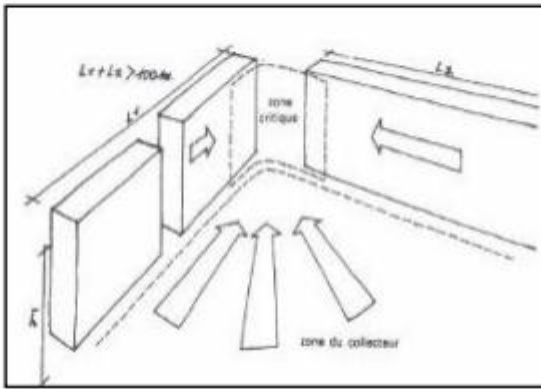
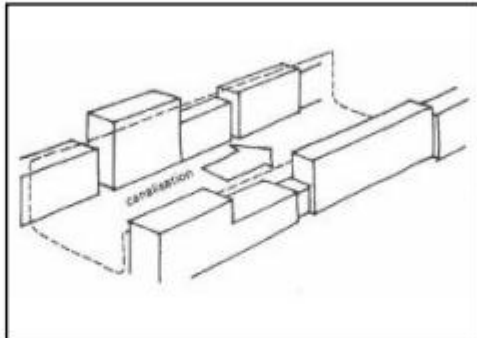
Figure 14 : influence de l'effet topographique
Source : Sacré, et al, 1992

3.4. Les effets aérodynamiques dus au vent en milieu urbain:

Tableau 2 : les effets du vent sur le bâtiment,

Source : Cours de Mr Chabi ,2020

Définitions	Figures	Particularités
Effet de trous sous immeuble : Phénomène d'écoulement dans les trous ou passage sous immeuble qui relie l'avant du bâtiment en surpression et son arrière en dépression.	 Figure 15: Effet de trous sous immeuble Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Hauteur minimum >15 m
Effet de coin : Phénomène d'écoulement aux angles des constructions qui mettent en relation la zone de surpression amont et la zone de pression latérale du bâtiment.	 Figure 16: Effet de coin Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Les formes isolées sont plus exposées à ce phénomène
Effet de sillage : C'est un mouvement d'air tourbillonnaire qui se produit sur la façade située sous le vent en s'étalant sur une distance égale à presque deux fois la hauteur du bâtiment en question. L'effet de sillage englobe aussi l'effet de coin, ce qui rend la vitesse de l'air en aval excessive et extrêmement inconfortable.	 Figure 17: Effet de sillage Source : Cours de Mr Chabi ,2020	La persistance de l'effet de sillage est d'environ quatre fois la hauteur du bâtiment pour $15m \leq H \leq 35m$. La zone partiellement exposée s'étend sur une aire de $H \times 2$ de chaque côté de la forme

Effet de barre Déviations en vrilles de l'écoulement au passage d'une barre pour une incidence voisine de 45°	 Figure 18 : Effet De Barre Source : Cours de Mr Chabi, 2020.	Le phénomène existe si la géométrie de la barre est : -Hauteur moyenne $h < 25m$. -Longueur minimum de la barre $L > 8h$ -espacements entre les constructions $\leq h$.
Effet de Venturi Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert au vent. La zone critique pour le confort se situe à l'étranglement.	 Figure 19: Effet de Venturi Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Hauteur moyenne des bras $h > 15m$. -Longueur minimale des bras pour un angle aigu ou droit entre ceux-ci $l_1 + l_2 > 100m$ -Direction du vent grossièrement axé sur la bissectrice de l'angle des bras.
Effet de canalisation Ensemble construit formant un couloir à ciel ouvert. Une canalisation n'est pas une cause de gêne en soi. Elle n'agit que si elle est associée à une anomalie aérodynamique qu'elle transmet sur toute sa longueur, exemple : association canalisation-Venturi.	 Figure 20: effet de canalisation Source : Cours de Mr Chabi ,2020	Condition d'existence -Le couloir est constitué de parois peu poreuses : espacement $\leq$ l'épaisseur des bâtiments. -La largeur du couloir $< 2h$. -Hauteur minimum des bras $h \geq 6m$

4. La ventilation à l'échelle du bâtiment :

4.1. La ventilation naturelle :

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

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

4.2. Modes de la ventilation :

4.2.1. Ventilation d'un seul côté : mono exposé

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

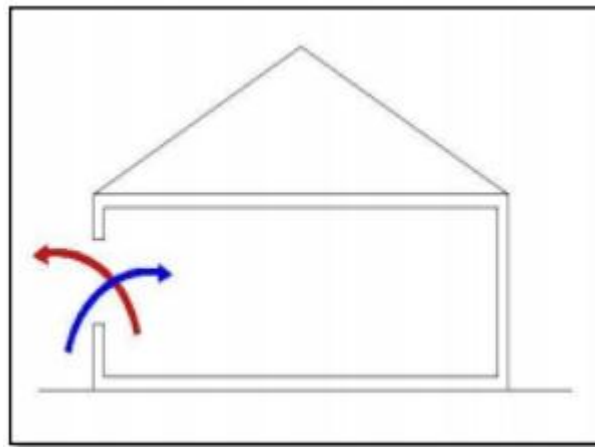


Figure 21: ventilation mono exposée
Source : Cours de Mr Chabi ,2020

• Ouverture unique en façade

L'efficacité de cette configuration étant faible, il faut se limiter, en général, à une profondeur de la pièce inférieure ou égale à deux (2) fois la hauteur sous plafond. On considère qu'une profondeur de six (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.

4.2.2. Ventilation transversale

La ventilation transversale Correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente, généralement du côté opposé. La ventilation naturelle est alors essentiellement due à la force du vent. La règle est de se limiter à une profondeur Inférieure à 5 fois la hauteur sous plafond (15m).

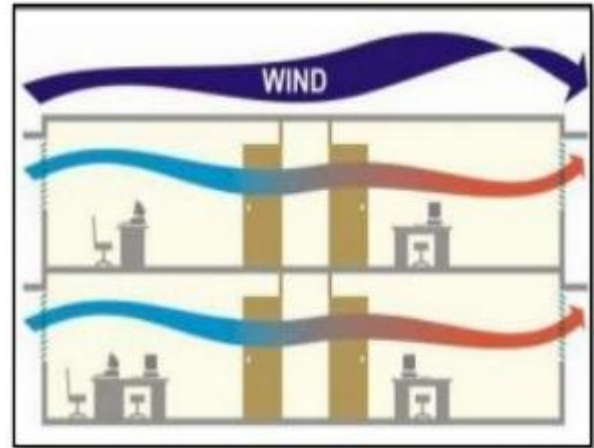


Figure 22: ventilation transversale.

Source : Cours de Mr Chabi ,2020

4.2.3. Capteur de vent et variantes :

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

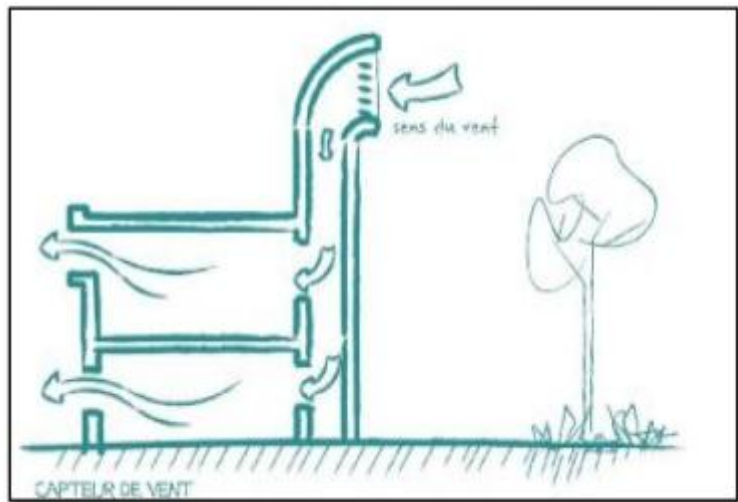


Figure 23: capteur de vent

Source : Cours de Mr Chabi ,2020

4.2.4. Ventilation par conduit vertical :

Elle vient pour surmonter la plupart des problèmes liés à la ventilation mono façade et améliorer les stratégies de ventilation 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.

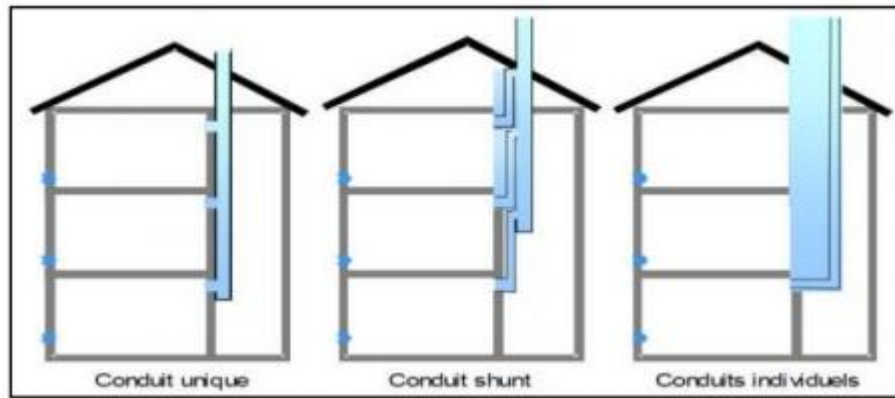


Figure 24: ventilation par conduit vertical

Source: Cours de Mr Chabi, 2020

4.2.5. Ventilation par atrium

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

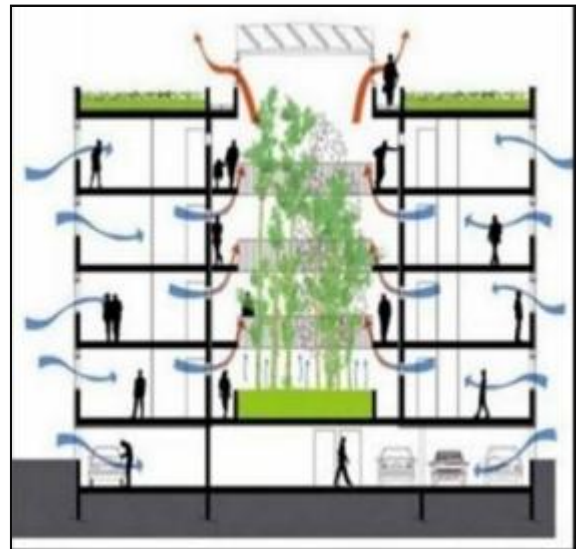


Figure 25: ventilation par atrium

Source: Cours de Mr Chabi, 2020

4.2.6. Ventilation par puits canadiens :

La ventilation par puits canadien peut fonctionner naturellement ou à l'aide d'un tirage par ventilateur. Dans tous les cas l'air transite par de longs conduits qui passent dans la terre. Ceci permet de tempérer l'air par échange avec la terre : en hiver, l'air froid est réchauffé et en été l'air chaud est rafraîchi. Le système est basé sur le simple constat que la température de

la terre est plus ou moins constante à partir d'une certaine profondeur. A deux mètres environ, elle se maintient autour de 15°C pendant l'été et de 5°C pendant l'hiver.

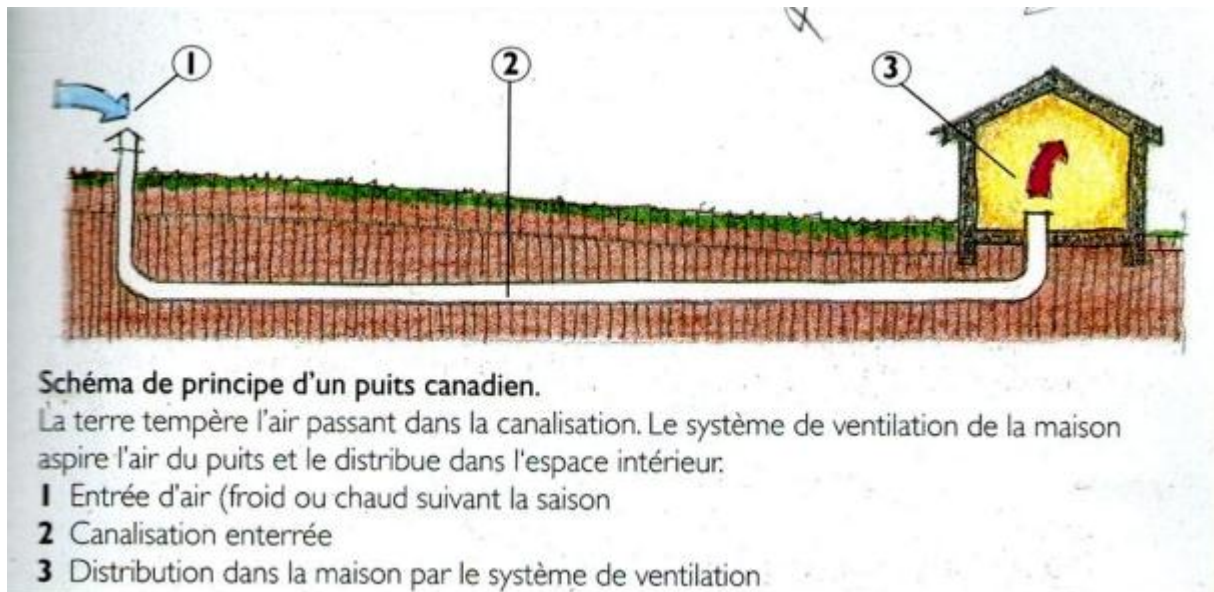


Figure 26: Schéma de principe d'un puits canadien
Source : Cours de Mr Chabi, 2020

VII. Les dispositifs de l'architecture bioclimatique :

1. Les dispositifs passifs de l'architecture bioclimatique

1.1. La serre bioclimatique :

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

•En hiver :

La surface vitrée capte le rayonnement solaire. Cependant La ventilation interne réchauffe l'air à l'intérieur de la serre. Par les ouvertures reliant l'intérieur du bâtiment et la serre un courant d'air est crée et réchauffe au fur et à mesure l'aire du bâtiment .le chauffage a donc lieu par convection c'est-à-dire par le chauffage et le déplacement de l'air. Ce premier réchauffement peut se doubler d'un réchauffement par conduction : les parties maçonnées de la paroi du fond de la serre joue le rôle d'accumulateur de chaleurs et restituent lentement leurs calories sur leur autre face vers le bâtiment. Durant la nuit ou en l'absence de soleil,

toutes les communications entre la serre et le bâtiment doivent rester fermées pour éviter que le système ne marche à l'envers, et que de l'air chaud ne se refroidisse au contact de la vitre.

•En été :

Les protections solaires limitent l'exposition au rayonnement solaire et évite les surchauffe, le réchauffement de l'air qui se produit dans la serre permet une ventilation naturelle grâce à des ouvertures spécifiques pratiquées en bas et en haut de la serre. Toutefois les communications entre la serre et le reste du bâtiment doivent rester fermées à fin de ne pas produire dans le bâtiment un renouvellement d'air important qui le réchaufferait.

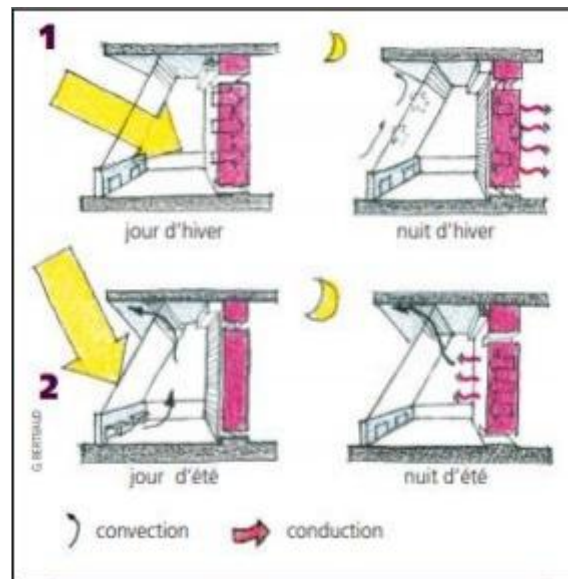


Figure 27: Principe de fonctionnement d'une serre bioclimatique

Source: https://abonnes.terrevivante.org/uploads/Externe/9d/ARC_FICHIER_1631_1224664525.pdf

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.

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



Figure 28: le masque architectural durant l'année
Source : publications.eti-construction.fr

1.2.1. Les 4 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.

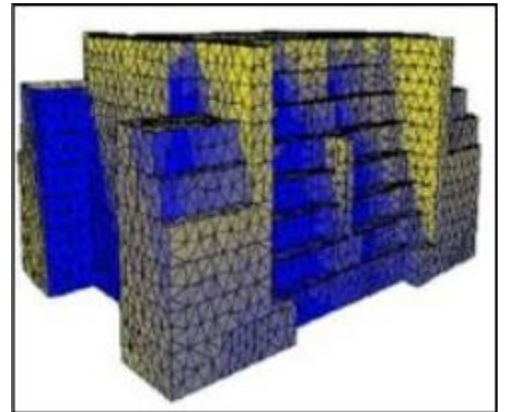


Figure29: Self-shading sur L'immeuble à gradins d'H. Sauvage.
Source : Kandar et al, 2019.

- b) **Le masque architectural par la stratégie de l'auto-ombrage:** La façade est le bouclier primaire pour faire face aux températures élevées. La méthode d'auto-ombrage peut être considérée comme l'une des plus importantes stratégies de la conception passive. Elle consiste à minimiser l'impact du rayonnement incident sur les façades d'un bâtiment. C'est un moyen permettant de réduire les gains de chaleur solaire et de réduire la consommation d'énergie pour le 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...

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



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

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

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

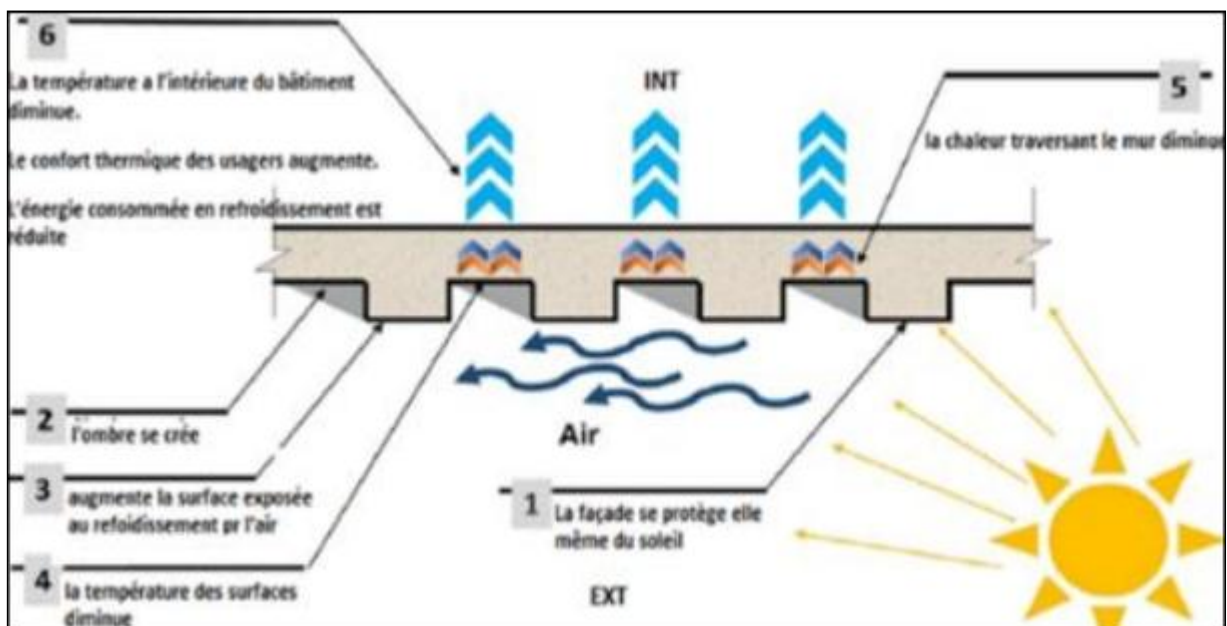


Figure 31: Fonctionnement de l'auto-ombrage

Source : auteurs

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

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

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

1.2.3. 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 soleil⁵, pour trouver quels types de configuration géométriques peuvent être appliqués à la façade des bâtiments pour réduire les gain de chaleur et améliorer les performances thermiques à l'intérieur pour minimiser l'utilisation de l'énergie de refroidissement ou moindre cout et en utilisant des matériaux accessibles. Toutes les alternatives ont réussi à réduire le soleil incident par rapport au cas de base, au moment maximum du rayonnement solaire. Les résultats sont résumés dans ce tableau :

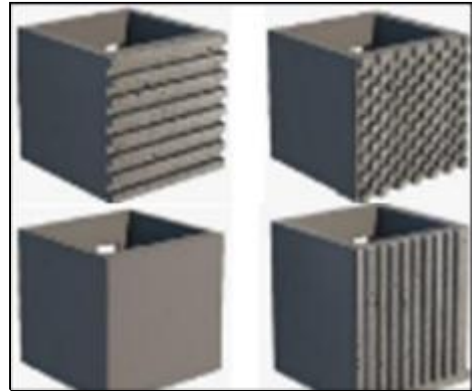


Figure 38 : Les motifs de l'auto-ombrage
Source : Merhan M. shahda

Tableau 3: Résultats de l'expérience.

Source : Merhan M. shahda

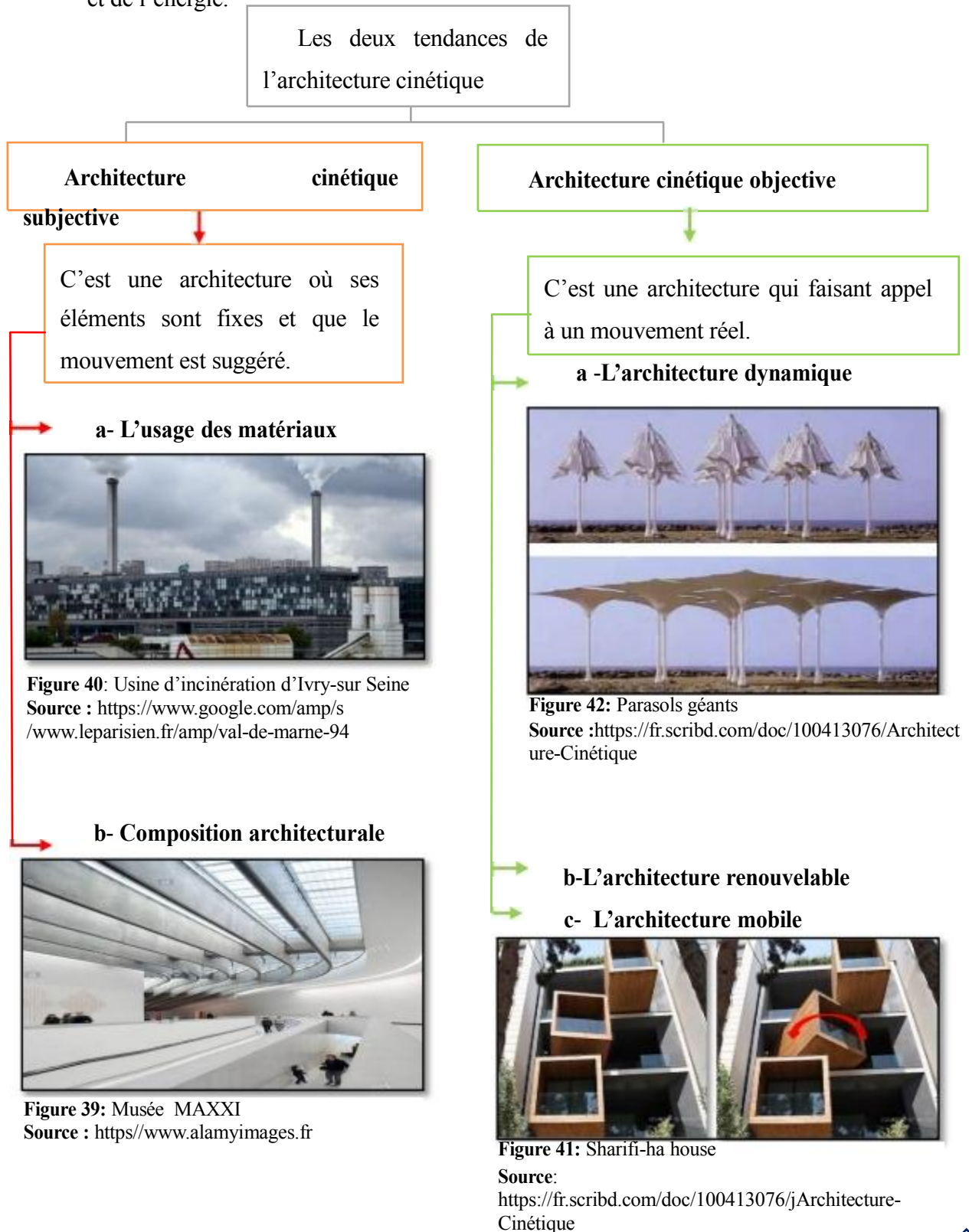
	Orientation Sud				Orientation Est				Orientation Ouest			
Des modèles	premier modèle	deuxième modèle	troisième modèle	quatrième modèle	premier modèle	deuxième modèle	troisième modèle	quatrième modèle	premier modèle	deuxième modèle	troisième modèle	quatrième modèle
Figure												
La plus haute température à	13h00	15:00	16h00	15h00	12h00	10h00	15h00	10h00	16h00	19h00	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	38,16 ° 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
solaires incident	3.95 KW	1.97 KW	1.32 KW	2.30 KW	6.49 KW	2.89 KW	1.32 KW	3.37 KW	7.14 KW	3.49 KW	1.70 KW	4.13 KW
Perte Solaire%	100%	37.56% 25%		41.33% 100%		47.03% 41.74%	65.42% 100%			48.49% 36.21%	63.50%	
	12h00				10h00				16h00			
Surface intérieure Temp	31,75 ° C	31,20 ° C	31,14 ° C	31,27 ° C	30,62 ° C	30,01 ° C	28.74	30,11 ° C	31,75 ° C	30,91 ° C	30.96	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	0.811	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.

⁵ Merhan M. shahda

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



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

1.4. Le mur capteur accumulateur :

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

Il existe plusieurs types de mur capteur :

- **Le mur trombe:** le système est le même, avec en partie haute et basse des clapets permettant la communication entre l'intérieur et l'air compris dans le vitrage. Lorsque les clapets sont ouverts, l'air entre par le bas du mur, puis se réchauffe grâce au rayonnement solaire. L'air ainsi réchauffé devient moins dense et monte donc vers la sortie de l'aération. Le chauffage a donc lieu par « convection », Lorsque les besoins en chauffage sont suffisants, il suffit de fermer les clapets.
- **Le mur rayonnant mixte ou mur « double peau »:** dans ce système, le mur possède des parties communicantes avec l'extérieur comme des portes ou des fenêtres pour permettre une ventilation naturelle. Il a pour avantage d'apporter de la luminosité aux pièces.

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

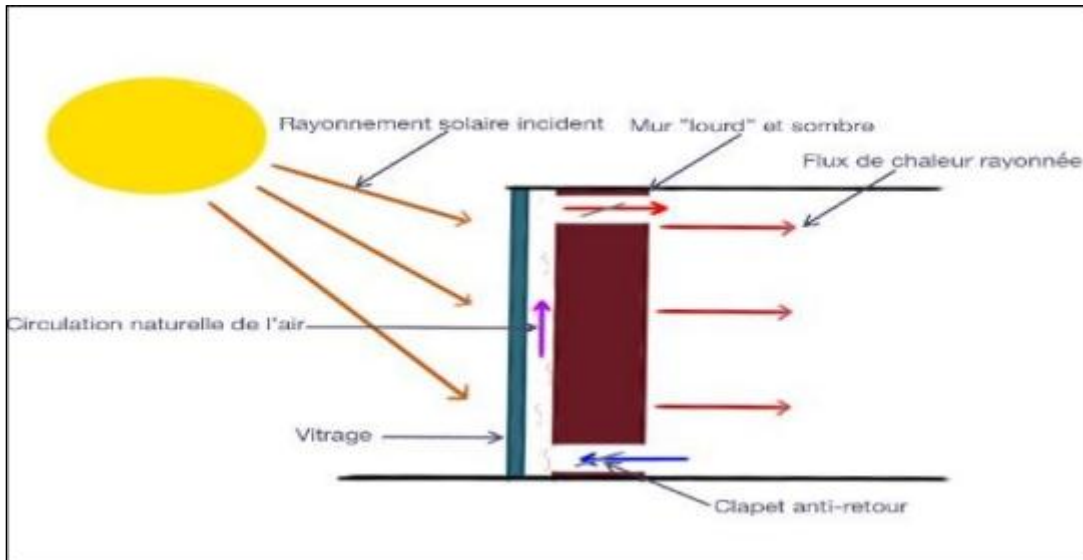


Figure 43: Schéma d'un mur trombe

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

1.5. Toiture végétale :

Aujourd'hui l'intégration de la végétation dans l'architecture contemporaine représente une occasion de conception pour les concepteurs et les architectes. Autour des constructions, la végétation prend des formes diverses, **isolée** (arbres, arbustes), **tapissant** (gazon, herbes) ..., comme elle peut constituer **une seconde enveloppe du bâtiment** (mur végétal, toit végétal).¹ Le terme «toiture végétalisée» est un terme générique utilisé pour désigner une plantation de végétaux sur un toit.⁶



Figure 44 : Les différents composants d'une toiture végétalisée.

Source : Google image

⁶ Architecture contemporaine et nature en ville.pdf

1.5.1. 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.⁷



Figure 46: Murs vivants.
Source: pinterest



Figure 45 : Plants grimpantes
Source : pinterest

1.5.2. Le végétal comme paramètre passif de l'architecture bioclimatique

Depuis quelques décennies, plusieurs études ont mis en évidence à l'amélioration de la notion de bien-être. Aujourd'hui, la recherche de bien être concerne différentes catégories sociale dans l'univers de construction où il acquiert une tendance majeure, cette tendance s'oriente vers la définition d'espaces suggèrent des oasis de paix et de beauté, susceptible de répondre au désir de l'utilisateur en lui offrant un « monde autre » au sein duquel il puisse aisément redécouvrir des sensations, des émotions et retrouver les dimensions de son moi profond.

Cette notion de bien-être a été traitée soigneusement par l'architecture bioclimatique à travers des dispositions et des techniques, où le végétal joue un rôle primordial dans l'obtention de confort. La végétation est un terme couramment employé dans le milieu de l'architecture et de l'urbanisme, qui est considéré aussi comme une source de bien-être et de plaisir.

⁷ CHANOUNE R, CHERIFI H, CHETTAH K.: diplôme de Master en Architecture:

l'impact de la végétation sur l'ambiance lumineuse dans l'habitat individuel

1.5.3. Le végétal à la conquête de la ville :

Avec le changement climatique annoncé pour les prochaines décennies, le phénomène d'îlots de chaleur urbains sera renforcé, et qui ont un effet négatif sur le confort thermique urbain. Et 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. L'intégration du végétal au sein des abords de l'habitat inaugure une nouvelle typologie d'espace vert.⁸

□ 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.⁹

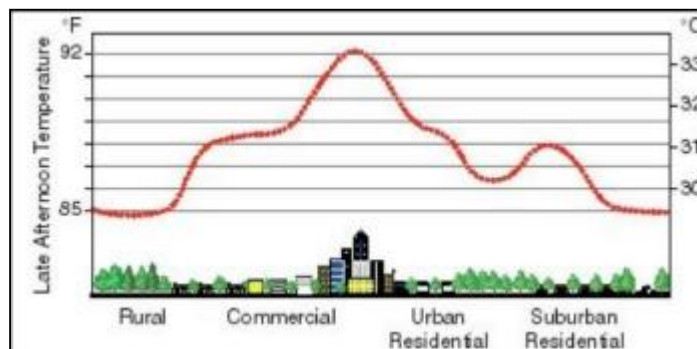


Figure 47: îlot de fraîcheur urbain

Source: interaction bâtiment enveloppe végétale microclimat, PDF

1.5.4. L'effet de la végétation sur le confort et la consommation d'énergie :

a) Effets de la végétation sur le climat :

- **Le confort thermique** : la végétation a un effet régulateur sur les températures.¹⁰

⁸ îlots de fraîcheur dans la ville pdf. Consulté le 10/03/2020

⁹ îlots de chaleur urbains pdf sur slideshare .consulté le :09/03/2020

¹⁰ Melle benhalilou Karima : mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère (PDF): impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment . consulté le 07/03/2020

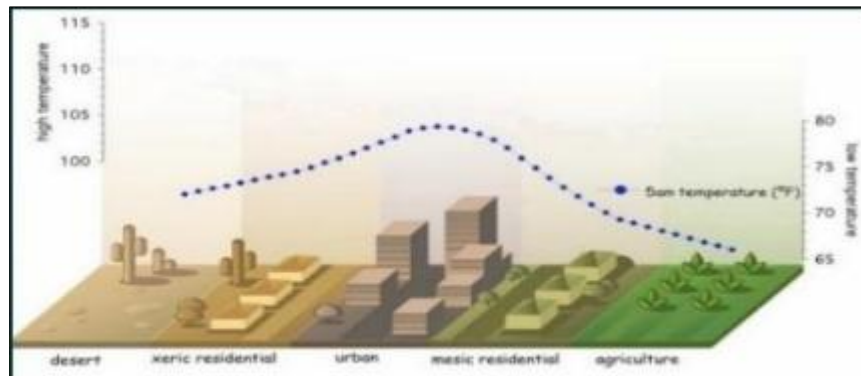


Figure 48: Schéma montrant le rôle de végétation sur la variation de température.

Source: Google image

- b) **L'effet de la végétation sur le microclimat et la qualité de l'air :** De par son effet d'oxygénation, d'humidification de l'air, de fixation des poussières...

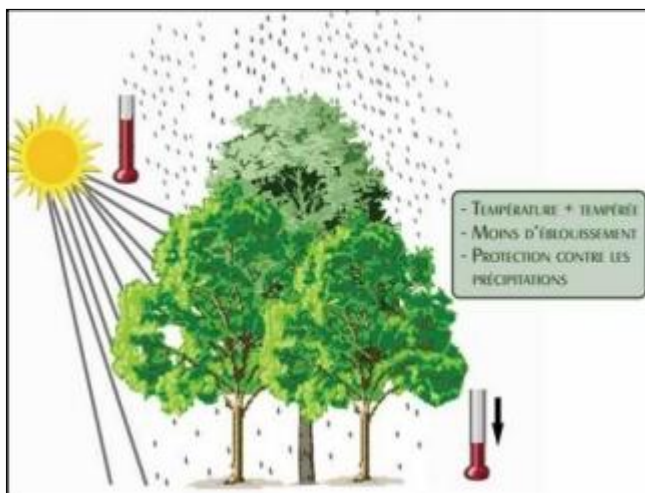


Figure 50: Un microclimat plus confortable par la présence des arbres

Source: https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/10/les_roles_de_larbre_en_ville.pdf

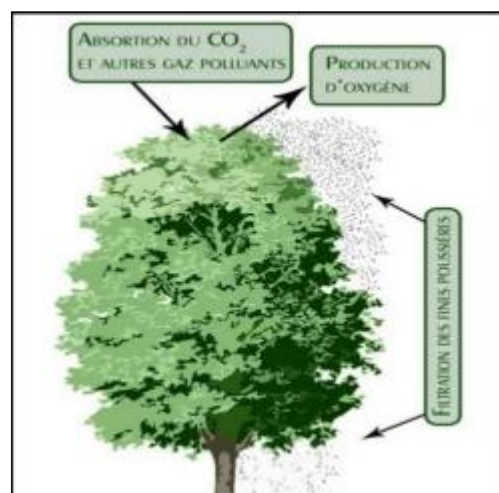


Figure 49: Purification de l'air par les arbres

Source: https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/10/les_roles_de_larbre_en_ville.pdf

c) Effets de la végétation sur le confort phonique :

- **Propriétés acoustique des couverts végétant:** La végétation est une solution au problème du bruit puisque les feuilles peuvent faire office d'obstacle en absorbant réfléchissant ou réfractant le bruit.¹¹

¹¹ Végétation et confort(en ligne) disponible sur : <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/vgtation-confort>.

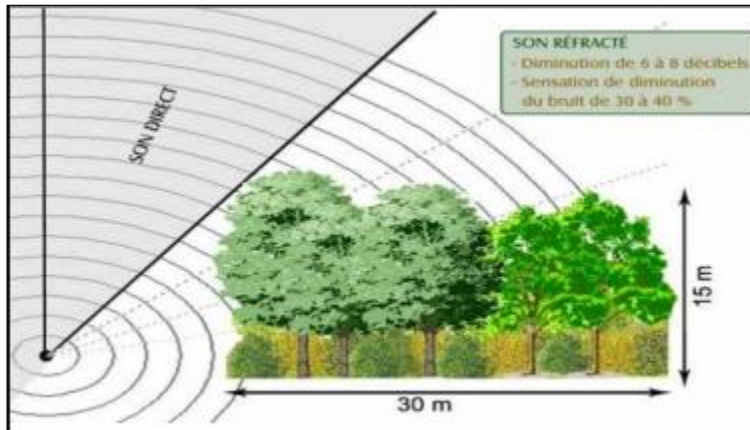


Figure 51: La diminution de la pollution sonore

Source: https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/10/les_roles_de_larbre_en_ville.pdf

d) L'effet de la végétation sur la vie sociale

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



Figure 53: jardin Hamma d'Alger

Source : Pinterest



Figure 52: jardin de fleurs colorées à Singapour

Source : Pinterest

1.6. Le vitrage et ses performances :

La Transparence en architecture dépasse l'aspect spectaculaire et s'approche des notions de choix de matériaux et de techniques de construction, d'implantation et de rapport à l'environnement, d'usage, d'ambiances, et de préoccupations très actuelles comme les économies d'énergie et le développement durable. Par de simples observations, il serait possible de mettre en évidence l'importance d'investir la thématique de la transparence en architecture, garant de confort et de qualité des espaces. En effet, la transparence mise en

œuvre aujourd'hui n'est plus uniquement liée à une architecture spectaculaire mais aussi à une architecture de maîtrise de : l'éclairage, l'éblouissement, la thermique, la ventilation naturelle, l'acoustique, l'incendie.

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

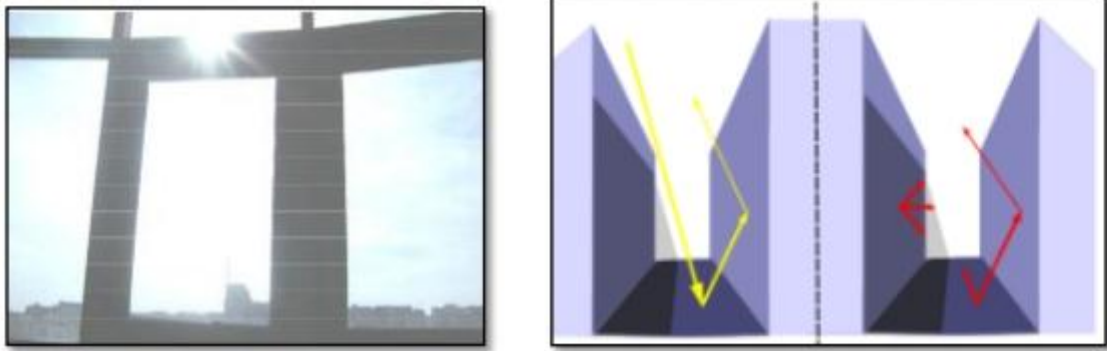


Figure 54: Schématisation du phénomène de l'éblouissement et d'îlot de chaleur

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

1.6.1. Caractéristique principales des vitrages :

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

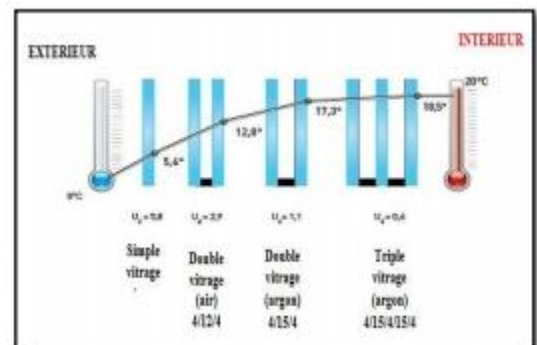


Figure 55: Le confort intérieur en fonction des coefficients de transmission thermique.

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

- b) **Le coefficient de transmission thermique U_g :** Il est exprimée en W/m^2K , Plus cette valeur est faible, plus l'isolation thermique du vitrage est performante et moins les besoins en chauffage sont importants.
- c) **La transmission lumineuse TL :** La transmission lumineuse TL, exprimée en %, correspond à la quantité de lumière naturelle qui pénètre au travers d'un vitrage. On constate que : Plus le coefficient de transmission lumineuse augmente, moins on consomme d'éclairage artificiel.

- d) **Le facteur solaire g** : Exprimé en %, représente la transmission totale d'énergie solaire au travers d'un vitrage. Il s'agit de la somme du rayonnement transmis directement et du rayonnement absorbé qui est réémis vers l'intérieur du bâtiment.
- e) **Le confort acoustique** : La quantité caractérisant la performance d'isolation d'une fenêtre, d'un vitrage, ou de tout élément de construction est l'affaiblissement R_w . Par exemple pour améliorer l'isolation acoustique d'un double vitrage, on peut utiliser des verres d'épaisseurs suffisamment différentes de sorte que chacun des deux verres puisse masquer les faiblesses de l'autre lorsqu'il atteint sa fréquence critique.
- f) **L'épaisseur du vitrage** : Le calcul de l'épaisseur d'un vitrage dépend de plusieurs facteurs selon norme NF DTU 39 P4: La pression P, La situation de zone géographique, La hauteur du bâtiment, la pression du vent, Facteur de réduction (C), Facteur d'équivalence (ϵ) selon le type de vitrage.

1.6.2. Les types de vitrage :

- a) **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 séparé par deux espaces d'air ou le gaz. il s'agit aussi d'une augmentation de l'épaisseur totale et du poids du vitrage. En outre les transmissions solaires et lumineuses diminuent.



Figure 56: le vitrage isolant

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

b) Verre électro-chromique :

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



Figure 57: verre électro-chromique

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

c) 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.

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

e) Verre photovoltaïque :

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



Figure 58: verre photovoltaïque

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

f) Vitrage rétro réfléchissant :

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

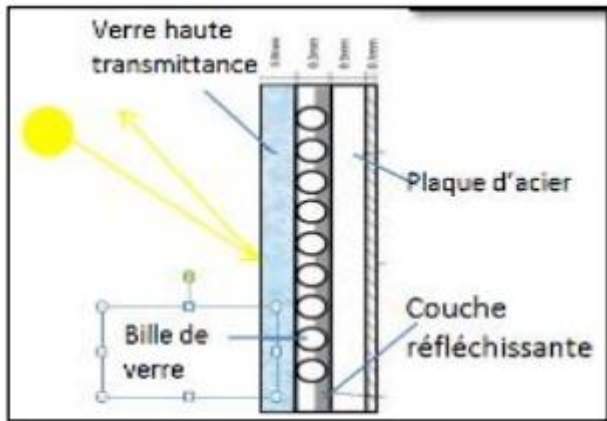


Figure 59: Principe de vitrage rétro-réfléchissant

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

Synthèse :

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

1.7. Façade double peau

Selon le rapport de Loncour et al. (2004), la façade double peau est une façade avec deux peaux et une cavité entre les deux ou la deuxième peau externe est essentiellement vitrée. La performance des façades double peau dépend du type, du mode de ventilation et des différents composants de la façade mais aussi du climat dans lequel elle est utilisée.¹²

1.7.1. Les composants de la FDP et leurs caractéristiques :

D'après Poirazis (2006) et Safer (2006)¹³, 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.

¹²Loncour, et al. (2004). Les doubles façades ventilées, classification et illustration des concepts de façades.

¹³ 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.

La protection solaire : elle permet de limiter les apports solaires d'une part et de réguler le flux lumineux d'autre part. Il existe plusieurs types de protections solaires : Rideaux à bandes verticales, Store à lamelles et Stores à rouleau ou screen. Elles peuvent être placées à l'intérieur du bâtiment, à l'intérieur du canal ou à l'extérieur.

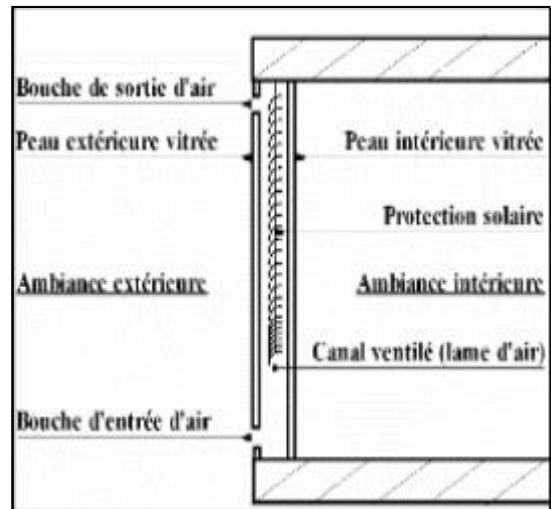


Figure 60: Façade double peau et ses différents composants

Source : Safer 2006

1.7.2. Les types de façade double peau :

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

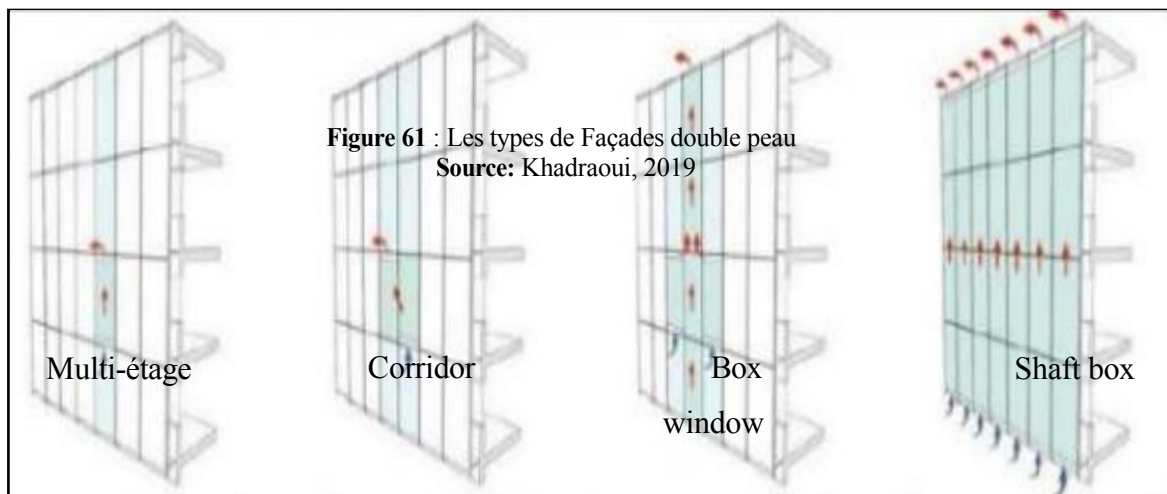


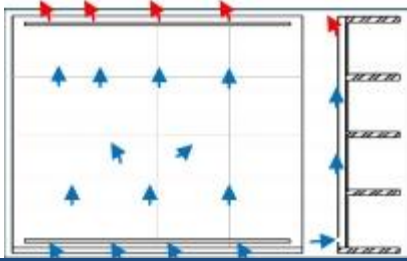
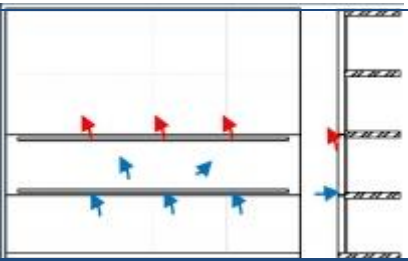
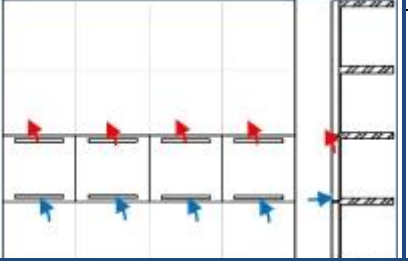
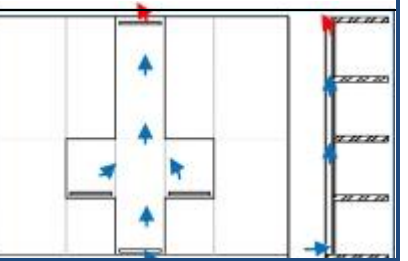
Figure 61 : Les types de Façades double peau
Source: Khadraoui, 2019

Figure 62 : Les types de Façades double peau
Source: Khadraoui, 2019

L'état de l'art de l'architecture bioclimatique

Tableau5 : types de la façade double peau

Source : auteurs

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

1.7.3. Contribution de la façade double peau au confort

- a) **Performance acoustique :** Une façade double peau permet d'obtenir une amélioration de protection contre les bruits extérieurs. Selon AireenBatungbakal (2013) Augmenter l'épaisseur de la cavité réduit la transmission acoustique.
- b) **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.

2. Les dispositifs bioclimatiques actifs :

2.1. Les panneaux solaires :

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

2.1.1. Panneau solaire photovoltaïque :

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

un courant électrique. Ce courant continu de micro puissance, calculé en watt crête (Wc) peut être Transformé en courant alternatif grâce à un onduleur.

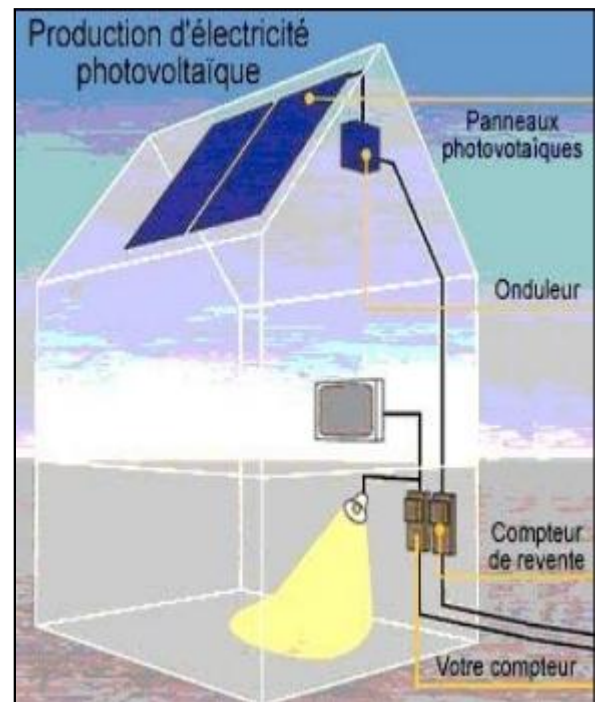


Figure 63: fonctionnement d'un panneau solaire photovoltaïque

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

2.1.2. Panneau solaire thermique :

Un panneau solaire thermique est une surface qui capte les rayons du soleil pour réchauffer un **fluide caloporteur** placé sous les panneaux.

Ce fluide chaud rejoint ensuite le ballon de stockage dans lequel il réchauffe l'eau chaude sanitaire utilisée dans vos robinets, lavabos, douches, etc.... Dans le cas d'un système solaire combiné, le ballon de stockage peut être relié à deux circuits d'eau chaude, l'un pour l'eau chaude sanitaire et le second pour le chauffage alimentant des radiateurs à eau ou un plancher chauffant.

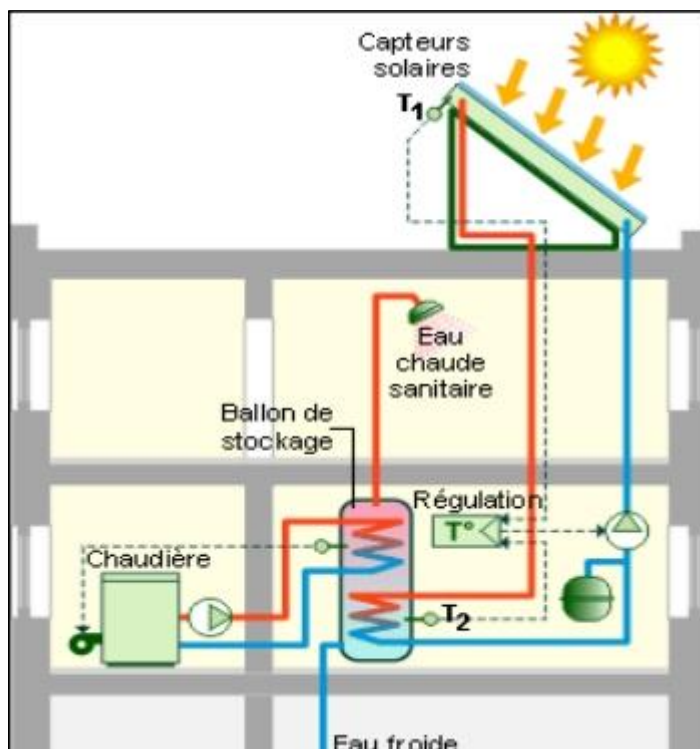


Figure 64: fonctionnement du panneau solaire thermique

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

2.1.3. Le 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 65: fonctionnement d'un panneau solaire hybride

Source : <https://www.climamaison.com>

2.2. Chauffage chauffant rafraichissant :

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

Il existe deux types de plancher chauffant rafraîchissant :

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



Figure 66: plancher chauffant rafraichissant

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

2.3. La pompe à chaleur air-air :

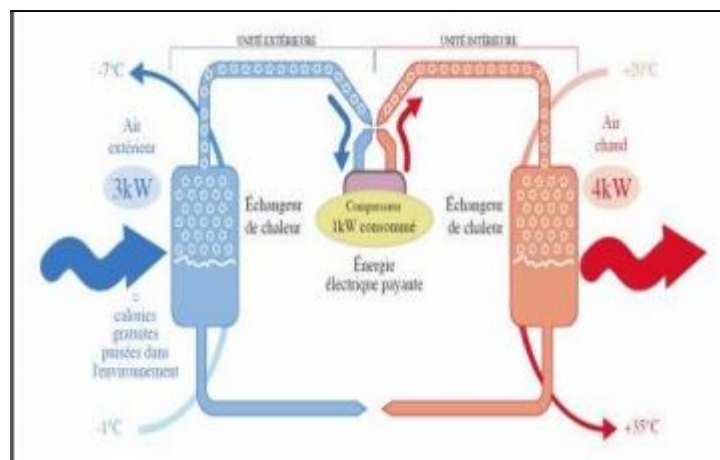


Figure 67: Fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air.

Source : <https://www.avenirenergies.fr>

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

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.

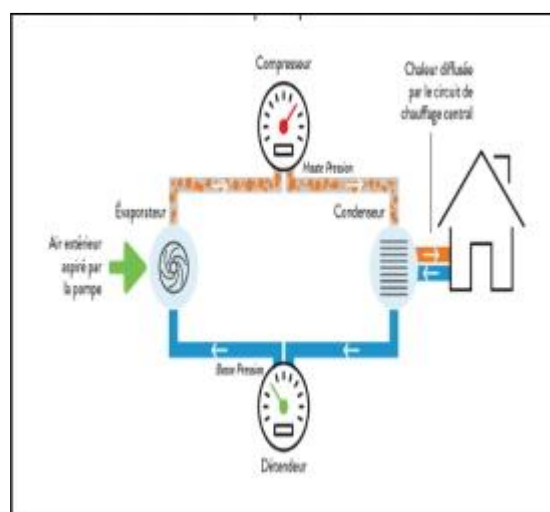


Figure 68: Fonctionnement d'une pompe à chaleur air /eau

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

2.5. La pompe à chaleur (PAC) géothermique :

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

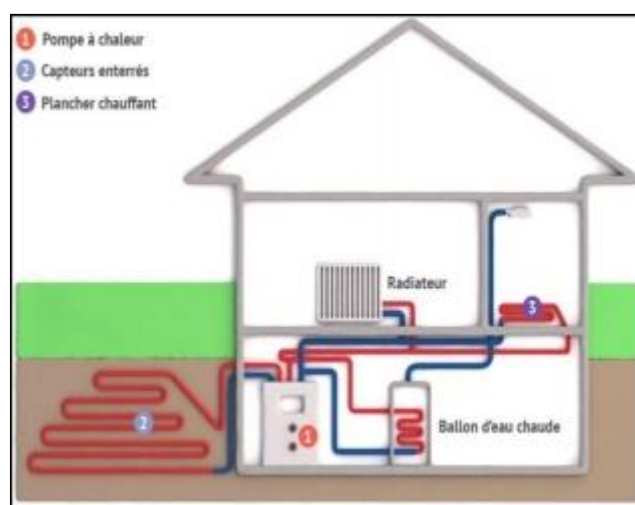


Figure 69: Fonctionnement d'une pompe à chaleur Géothermique.

Source : <https://www.lenergiétoutcompris.fr/>

2.6. L'éolienne :

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



Figure 70: éoliennes entre 2 immeubles de bahrain world trade center

Source : <http://www.haldati.fr/pages/batiments-ecologiques/bahrain-world-trade-center.html>

2.7. Matériaux de changement de phase (MCP) :

Les matériaux à changements de phase (MCP) sont des composés qui stockent et libèrent de la chaleur latente lors d'une transformation de phase (solide-liquide) à température constante. Leur principe de fonctionnement est simple comme la transformation de glace en eau lorsque la température dépasse 0°C dans les bâtiments, il s'agit du même principe. Dès que la température du matériau à changement de phase atteint sa température de fusion, il commence à fondre et va absorber une partie de l'énergie qui l'entoure afin de la stocker en grande quantité et, dès que la température devient inférieure, l'énergie stockée est restituée. 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



Figure 71: Le principe de fonctionnement des MCP

Source : <https://www.winco->

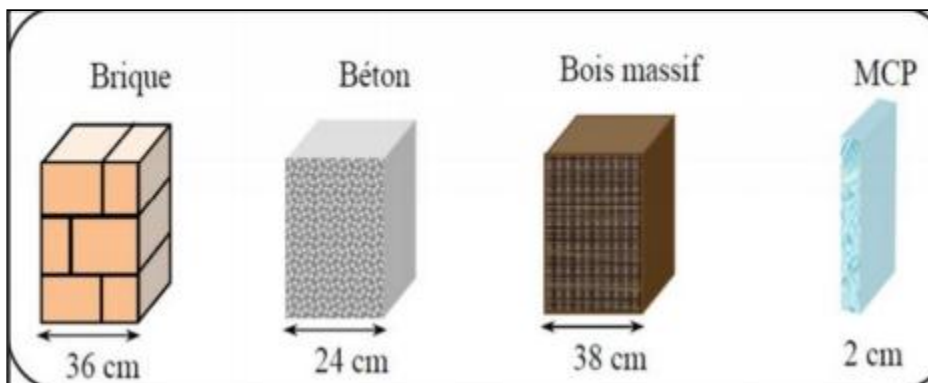


Figure 72: Schéma comparatif des inerties thermiques en fonction de l'épaisseur et du nature matériau.

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

2.7.1. Classification des MCP :

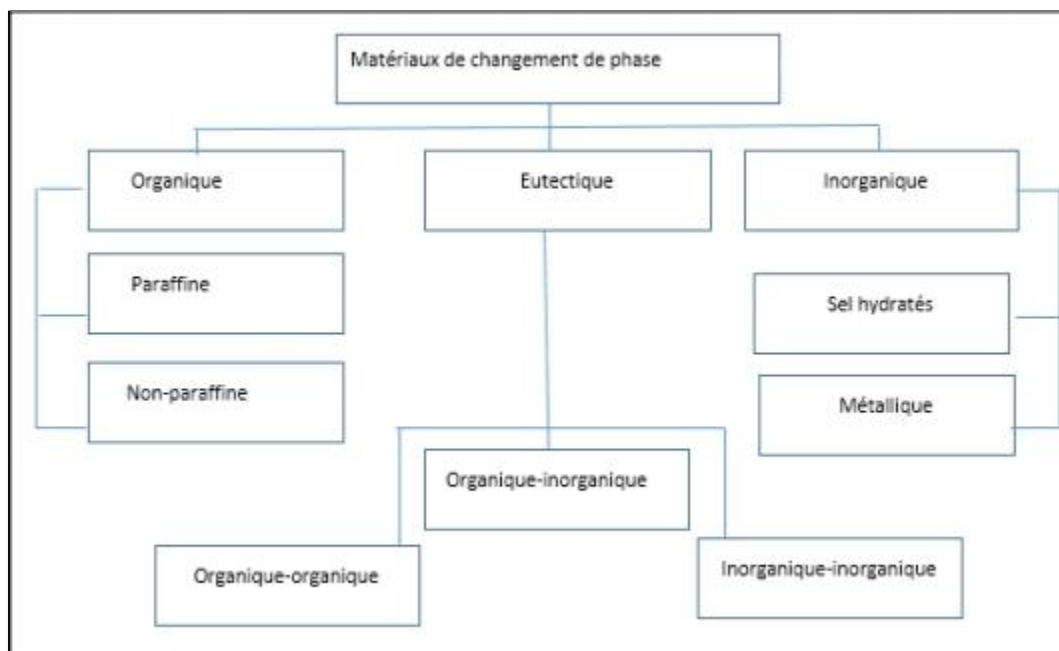


Figure 73: Classification des matériaux à changement de phase

Source : auteurs

Tableau 6 : distinction des points forts et faibles des composées organiques

Source : auteurs

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

Tableau 7 : distinction des points forts et faibles des composées inorganiques

Source : auteurs.

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.

Tableau 8 : distinction des points forts et faibles des composées eutectiques

Source : auteurs

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.	

2.7.2. Procédures d'intégration des MCP

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

2.7.3. Utilisations passives des MCP en bâtiment

a) Les MCP intégrés dans les murs:

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

b) Les murs trombes à base de MCP :

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

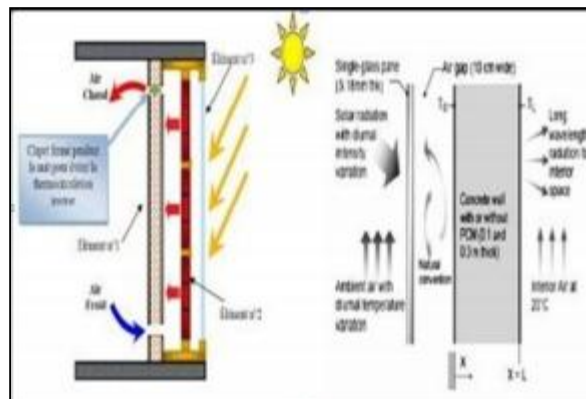


Figure 74: Configuration d'un modèle de mur trombe MCP

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

c) Les enduits à base de MCP :

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

d) Intégration des MCP dans les fenêtres :

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

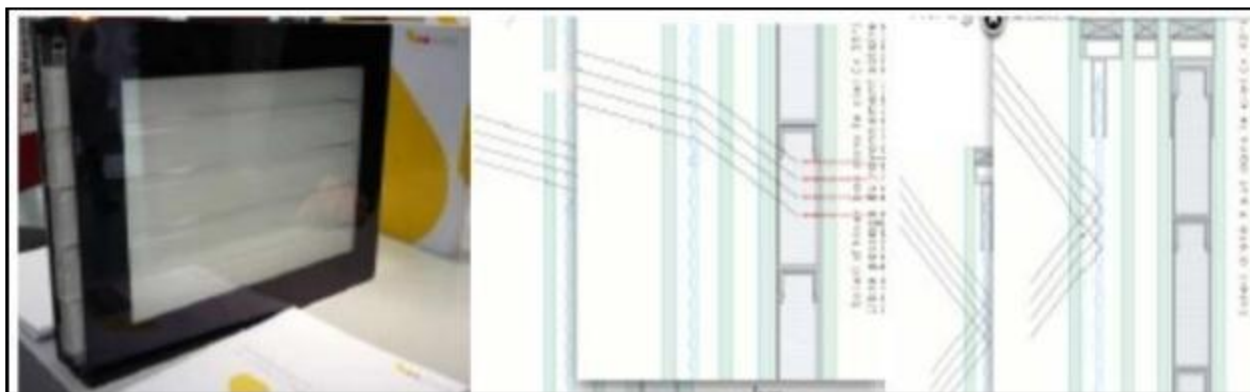


Figure 75: Fenêtre GlassX fabriqué par Dietrich.

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

e) Les MCP dans le plafond et dans le plancher :

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



Figure 76: Panneau à base de MCP fabriqué DuPont™ Energain

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

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

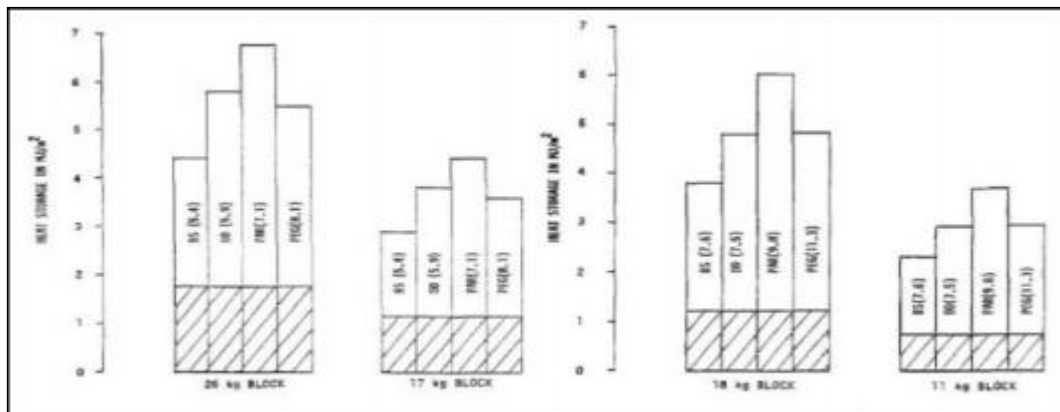


Figure 77: les blocs de béton à base de MCP

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

g) Intégration des MCP dans des rideaux

Le principe de fonctionnement consiste à laisser les fenêtres ouvertes afin que les rideaux soient exposés aux rayonnements solaires. La fusion des MCP permet de rafraîchir l'intérieur du bâtiment. Au cours du refroidissement nocturne ou par temps nuageux, le rideau libère la chaleur solaire emmagasinée, permettant ainsi aux MCP de se solidifier et à la pièce concernée de se réchauffer.



Figure 78 : 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

2.7.4. Utilisation active des MCP dans le bâtiment

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

Les systèmes actifs sont composés en général de trois éléments :

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

a) MCP dans le chauffage solaire :

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

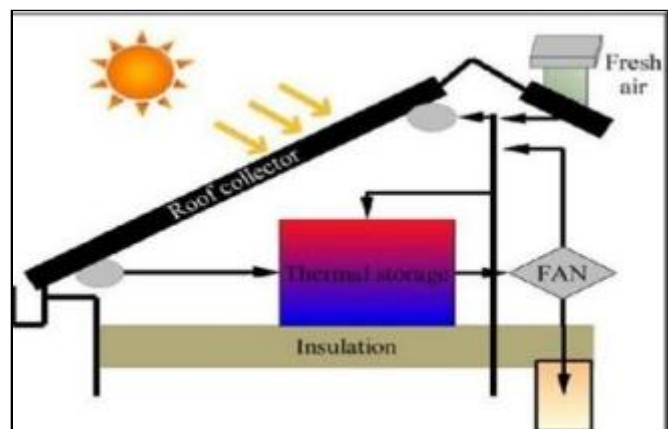


Figure 79 : Schéma du système de chauffage solaire

Source : Google image

b) Unité de rafraîchissement actif des plafonds :

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

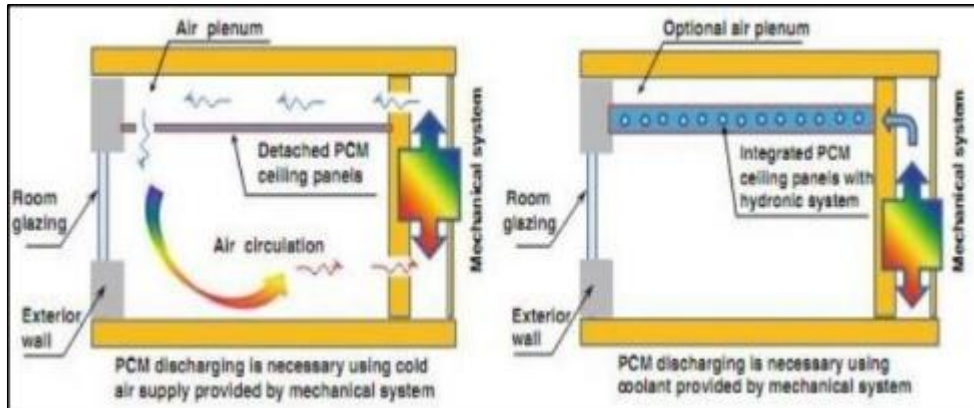


Figure 80 : Applications actives des systèmes de plafond améliorés par MCP

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

c) Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol

Le concept général d'un tel système est montré sur la figure 83. Le MCP est situé directement sous le plancher. Pendant la journée, le refroidissement peut être obtenu en évacuant l'air chaud de la pièce, en le refroidissant tout en faisant fondre le MCP, puis en ramenant l'air refroidi dans la pièce. Pour cela, des planchers perméables peuvent être Utilisés. La nuit, l'air froid nocturne peut circuler sous la surface du sol pour refroidir le MCP et rejeter la chaleur stockée.

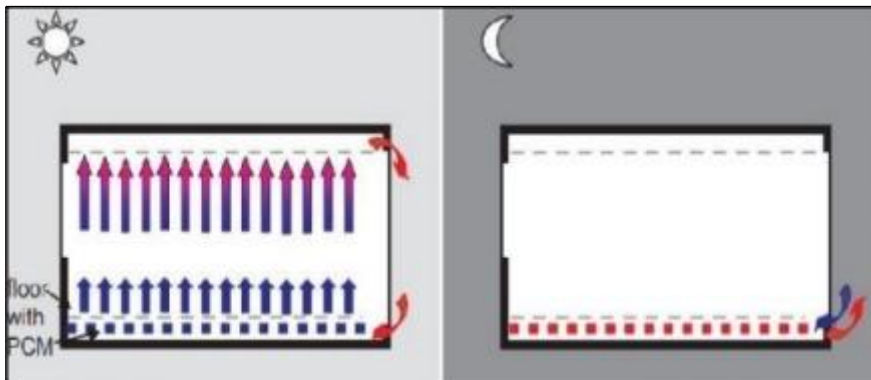


Figure 81 : Concept de refroidissement avec MCP intégré dans le sol

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.



**Approche thématique et
Analyse des projets modèles**

Introduction

L'importance de la recherche thématique réside dans le fait qu'elle représente une source de compréhension de l'évolution et de développement du thème mais aussi la source d'inspiration dans le processus de conception architectural. Elle servira en premier lieu d'un support de base dans la compréhension du fonctionnement et permettra de définir le thème pour mieux le cerner. En second lieu l'analyse des exemples nous aidera à déterminer les besoins et l'organisation spatiale ce qui va nous inspirer lors de notre conception pour tracer les premières lignes majeures du programme de notre projet.

Notre choix s'est porté pour un équipement scientifique de recherche d'un nouveau genre qui permettraient de découvrir le monde marins. **Institut de formation et de recherche océanographie.**

« La mer et l'espace sont les deux aventures de notre époque, les seuls qui autorisent encore à rêver »¹⁴

I. Etude du thème :

1. Terminologies:

□ La culture maritime:

C'est l'ensemble de pratiques et de savoirs, d'habitudes et d'usages, de faits accumulés de perceptions, de liens tramés entre les hommes et le milieu marin.

□ La science :

« Connaissance c'est ce que l'on sait pour l'avoir appris, ce que l'on tient pour vrai au sens large .l'ensemble de connaissance, d'étude d'une valeur universelle »¹⁵.

« Ensemble cohérent de connaissances relatives à certaines catégories de faits, d'objets ou de phénomènes obéissant à des lois et/ou vérifiés par les méthodes expérimentales »¹⁶.

On distingue les trois types de science :

- Les sciences exactes, comprenant les mathématiques et les « sciences mathématisées » comme la physique théorique ;

¹⁴ Jacques Rougerie architecte et océanographe français

¹⁵ Le dictionnaire « le robert »

¹⁶ Dictionnaire.education/fr/maritime

- Les sciences physico-chimiques et expérimentales (sciences de la nature et de la matière, biologie, médecine) ;
- Les sciences humaines, qui concernent l'Homme, son histoire, son comportement, la langue, le social, le psychologique, le politique.

□ **La recherche Maritime :**

L'étude de l'océan, ses écosystèmes, et les formes de vie; un ensemble des disciplines scientifiques et techniques relative à l'étude et à l'utilisation du domaine maritime.

□ **Maritime:**

Désigne une grande étendue d'eau salée différente des océans, l'ensemble des espaces d'eau salée en communication libre et naturelle sur toute l'étendue du globe.

□ **Institut de recherche :**

C'est un établissement, laboratoire ou organisme de recherche et d'enseignement spécialisé dans les secteurs de recherche scientifique historique...les instituts de recherche peuvent se spécialiser dans la recherche fondamentale ou peuvent être orienté vers la recherche appliqué. Elles peuvent travailler en collaboration avec des universités et des musées .Son rôle est maintenu des programmes d'enseignement de première qualité son fonctions principales est : promouvoir l'excellence dans la recherche.

□ **La recherche et la protection de l'environnement marin :**

Consiste à contrôler et protéger le milieu marin en contrôlant la qualité du milieu marin, en luttant contre la pollution, en protégeant l'aménagement du territoire et en préservant les écosystèmes marins.

2. Définition de l'océanographie :

L'océanographie est une science qui étudie les mers, les océans : leurs limites et leurs interactions avec l'air, le fond, les continents mais aussi les organismes qui y vivent.



Figure 1 : le fond marin

Source : Google image

- **Océanologie** : se concentre sur l'exploitation des ressources et la protection de l'environnement marin.

3. Les domaines d'océanographie :

- 3.1. L'océanographie du vivant**: Elle étudie les espèces végétales et animales qui vivent dans la mer.
- 3.2. L'océanographie du liquide**: a pour objet l'étude des propriétés physiques et des mouvements des masses d'eau marines ainsi que celles des interactions entre les océans et l'atmosphère.
- 3.3. L'océanographie des solides**: Elle étudie le relief (géomorphologie), la nature (géologie), l'origine des fond océanique. Pour faire progresser les connaissances dans ces domaines, diverses disciplines plus ou moins connues du grand public coopèrent, telles que la biologie et la microbiologie marines, la chimie, la géologie, l'hydrologie... L'océanographe n'est bien évidemment pas un spécialiste dans toutes ces disciplines à la fois mais C'est la mutualisation des savoirs acquis dans les différentes branches qui composent l'océanographie qui permettent de mieux connaître et comprendre l'océan.

4. Pourquoi l'océanographie ?

Parmi les raisons les plus importantes qui poussent l'homme à comprendre et encourager l'océanographie on peut citer:

- L'océan couvre 71 % de la surface terrestre et procure des ressources et des services essentiels (nourriture, énergie, minéraux, médicaments, navigation, climat...). Indispensable à notre service.
- Dégradation de la richesse naturelle et maritime :
 - 3 % des Océans seulement sont considérés comme intacts et à l'abri des activités humaines, alors que 66% sont profondément affecté.
 - 400 zones privées d'oxygène où la plupart des créatures marines ne peuvent survivre, sont apparues depuis 2008.
 - 8 millions de tonne de plastiques finissent chaque année dans l'Océan.

-90 % des prédateurs de haute mer (requins, espadons voiliers...) ont disparu en quelques décennies, principalement en raison de la surpêche.

- Les zones côtières concentrent de nombreuses ressources et opportunités :

-50 % des touristes internationaux se rendent sur les zones côtières.



Source : <https://www.futurasciences.com/planete/actualites/ocean-deux-fois-plus-dechets-plastique-oceans-ici-2030-alerte-wwf-56418/>



Figure 2 : Zone côtière d'émirats

Source : Google image

5. Brève histoire illustrée de l'océanographie :

À la fin du XVIII^e siècle à l'initiative des États, à des fins de connaissance mais aussi de colonisation, les Français et les Anglais entreprennent des voyages d'exploration des océans qui associent marins et naturalistes. Ces expéditions révèlent des aspects nouveaux du monde, de sa géographie. Elles permettent, en particulier, dès la moitié du XIX^e siècle, une assez bonne cartographie des grands courants océaniques.



Figure 3: Lettre du prince de Monaco

Source : documents/station-biologique-roscoff-breve-histoire-illustrée-de-l-océanographie

Le prince Albert 1 de Monaco fut l'un des fondateurs de l'océanographie, après avoir fait l'acquisition maritime entre 1885 et 1888.

En 1906 : la fondation de « L'institut océanographique de Paris », la fondation Albert 1 et « Le musée de Monaco » ayant pour objet la recherche scientifique.

En 1912, le prince Albert 1 de Monaco qui a joué un rôle imminent dans le développement de l'océanographie au début du siècle, propose aux pays riverains de la méditerranée la création d'une commission internationale pour l'exploitation scientifique de la mer méditerranée(C.I.E.S.M).

Après la 1 ère guerre mondiale les USA étaient les initiateurs à créer des parcs aquatiques .Depuis la formation en 1916 du « National Park Service », plusieurs expériences ont été réalisées dans le même pays et à travers le monde entier.

6. L'histoire de l'océanographie en Algérie

1882 : La 1ère installation maritime, en Algérie, fut celle du laboratoire situé sur la jetée nord du port d'Alger sous l'initiative du zoologiste français VIGINIER en 1886 ce laboratoire a prit le nom de station océanographique d'Alger (S.O.A).

En 1941 : le professeur BERNARD développe cette station.

En 1926 : la construction de l'aquarium de Bou-smai

En 1958 : la construction de l'aquarium de Béni-saf

De 1964 à 1975: sou l'égide du centre national de recherche océanographique et de la pêche, la station océanographique d'Alger a subit une conversion le Centre de Recherche Océanographique et des pêches (C.R.O.P)

En 1983 : l'institut national des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral(I.S.M.A.L) est créé pour se substituer au C.R.O.P avec, pour principales mission la recherche et la formation

En 2002 : la création d'un même institut (ENSSML) à Delly-Brahim qui est fondé sur ces trois axes :

- formation des cadres et de chercheurs.

- Application d'une stratégie d'aménagement et d'exploitation rationnelle de la frange côtière et du domaine marin algérien.
- Maîtrise des problèmes liés à la coopération internationale dans le domaine de science de la mer et d'exploitation du milieu marin ainsi que sa protection.



Figure 5: Aquarium de Béni-Saf
Source : <https://mapio.net/pic/p-13422346/>



Figure 4: École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.
Source : <https://www.linkedin.com/company/enssmal>.

7. Une station de biologie marine:

Appelée aussi station marine, est un centre de recherches situé à proximité de la mer et spécialisé dans l'étude de la flore côtière et de la faune marine. L'intérêt croissant que les naturalistes du XIX^{ème} siècle portent à l'étude de la faune, de la flore et de la biologie marines est à l'origine de la création des stations marines. Les biologistes marins, afin de collecter les animaux vivants, ont pris l'habitude de se rendre sur le littoral. Ils ont alors besoin de lieux pour stocker, conserver et étudier les espèces récoltées. Les stations marines sont alors créées pour pallier ce problème. Mais avec le développement de la technologie on peut construire des bâtiments qui peuvent conserver et étudier loin de la mer (l'apparition des centres de recherches).



Figure 6: La station de biologie marine de Concarneau, à Concarneau, en France.

Source : <http://www.stationmarinedeconcarneau.fr>

Synthèse :

Institut océanographie est un lieu de recherche scientifique qui permet l'exploitation des richesses de la mer, la protection de l'environnement littoral par le control de qualité des eaux. Il vise le développement des connaissances dans le domaine de l'océanographie.

II. Analyse des exemples :

Pour mieux maîtriser et comprendre notre projet on a étudiée des exemples afin de tirer certains aspects intéressants aussi bien fonctionnels que techniques. Et déterminer le contenu et la qualité des espaces.

1. École nationale supérieure maritime le havre

1.1. Fiche technique:

Situation : havre, France.

Maitre d'ouvrage : Communauté de l'agglomération havraise (Codah).

Maitre d'œuvre : AIA Associés. (Laurent Pérusat et Jean-Pierre Buffi)

Entreprise : Sogea Nord-Ouest.

Achèvement : Janvier 2013- avril 2015.



Figure 7: École nationale supérieure maritime le havre
Source : <https://www.aialifedesigners.fr>

1.2. Présentation :

L'école nationale supérieure maritime est une école d'ingénieurs française qui forme les officiers de la marine marchande et des ingénieurs œuvrant dans le domaine maritime. Le bâtiment est conçu autour d'une ossature similaire à celle d'un navire», explique Hervé Moulinier. Nommé «Ship-in-School» d'une surface de 10000 m².

Aspect extérieur très semblable à celui d'un navire, dans ses grandes caractéristiques (gabarits, volumes, matériaux) que dans ses espaces intérieurs où la technique est omniprésente : chauffage, ventilation, réseaux d'eau ou distributions électriques semblables à celles présentes sur les navires.

Ce bâtiment s'inscrit dans une démarche durable avec un objectif BEPOS (Bâtiment à Énergie Positive), bâtiment produisant plus d'énergie qu'il n'en consomme.



Figure 8: École nationale supérieure maritime le havre

Source : <https://www.meretmarine.com/fr/content/e-nsm-la-nouvelle-ecole-du-havre-ouvre-ses-portes>.

1.3. La conception : métaphore

Sur la presqu'île de la citadelle. Le parti pris architectural est de considérer l'école entière dans l'esprit d'un «navire - école». S'inspire de l'héritage des bateaux de la vieille école, avec un effet d'étrave, des perspectives brisées et un mouvement de toiture qui amplifie ces lignes de bateaux.



Figure 9: le concept ship in school
Source : dossier ENSM light.pdf

1.4. Accessibilité :

L'architecte a créé des larges accès ce qui facilite l'accès au projet. Le plan de masse est une combinaison et une liaison entre différents espaces afin de permettre non seulement une bonne circulation, mais aussi une promenade à l'intérieur du projet. L'accès principal piéton se fait depuis le quai de Cameroun et les accès secondaires sont placés selon les fonctions dont on a besoin.

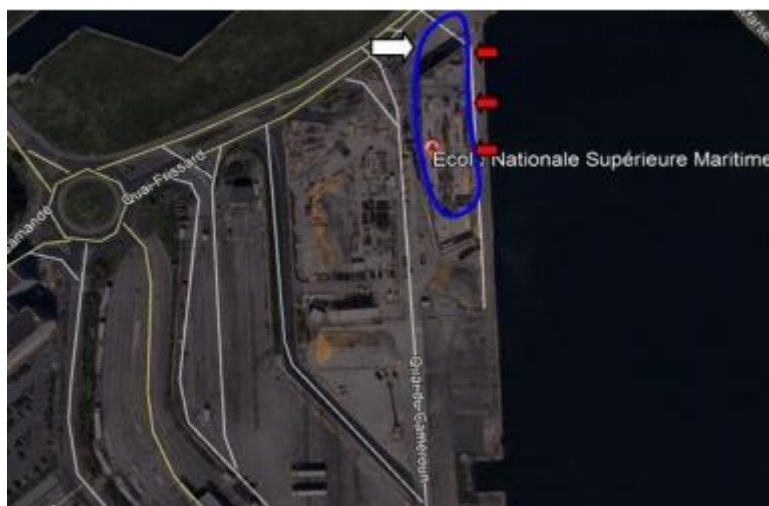
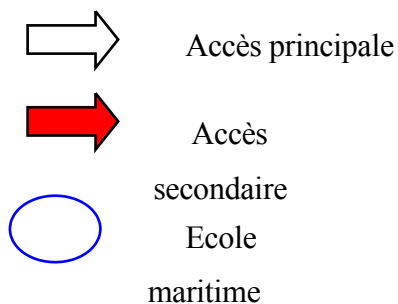


Figure 10: vue arienne sur l'école maritime

Source : Google earth + **Traitement :** auteurs

- Création d'un mail piéton il contribuera à l'ouverture du projet sur son environnement urbain à travers le parvis.

- L'entrée principale assurée par un parvis.

- La circulation mécanique se trouve à la périphérie de l'école.

- Une circulation piétonne qui permet d'assurer la sécurité et le calme.

1.5. Description du projet:

L'ensemble du programme a été configuré de façon à faire de l'édifice lui-même un outil pédagogique dont l'organisation interne et l'autonomie sont comparables à celle d'un navire. De même, l'ancrage, la morphologie et la texture du projet font écho aux bâtiments qui naviguent sur les océans. Le bâtiment se soulève par le sol et par l'ouverture vitrée, ciselée de l'accueil sur trois façades plaçant soudainement l'eau sous les yeux.

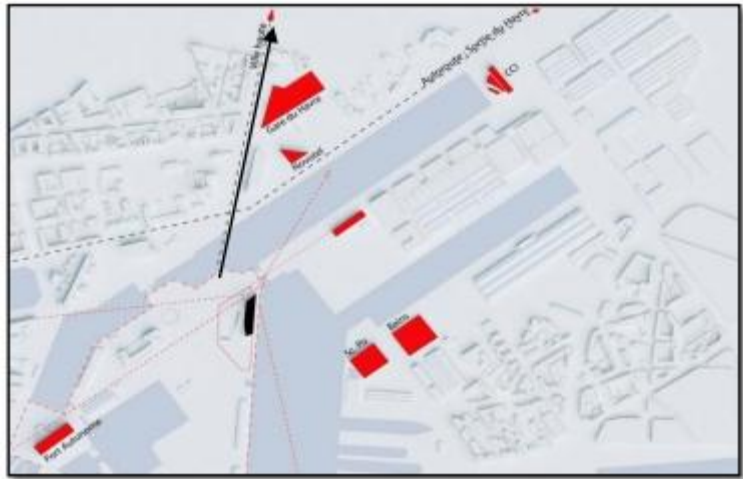


Figure 11: plan de situation du l'école ENSM

Source : <https://www.archdaily.com/771008/ecole-nationale-superieure-maritime-in-le-havre-aia-asociies>

Les architectes conçoivent une séquence ascendante depuis la ville jusqu'au pont supérieur de l'école, marquant la transition entre la terre, l'eau et le ciel. Ce continuum spatial est constitué d'un parvis frontal de 900 m², de rampes en dénivelé, et d'une rue/escalier (un escalier monumental forme une sorte de rue centrale) à la lumière zénithale traversant l'intérieur de l'école, flanque les murs de béton brut de grandes ombres ondoynes en diagonale, sur 4 étages depuis l'accueil, jusqu'au pont à 30 m de haut. Cette rue/escalier de 5 m de large baigne de lumière naturelle le cœur de l'établissement et fonde un axe autour duquel s'organise la vie de l'école.

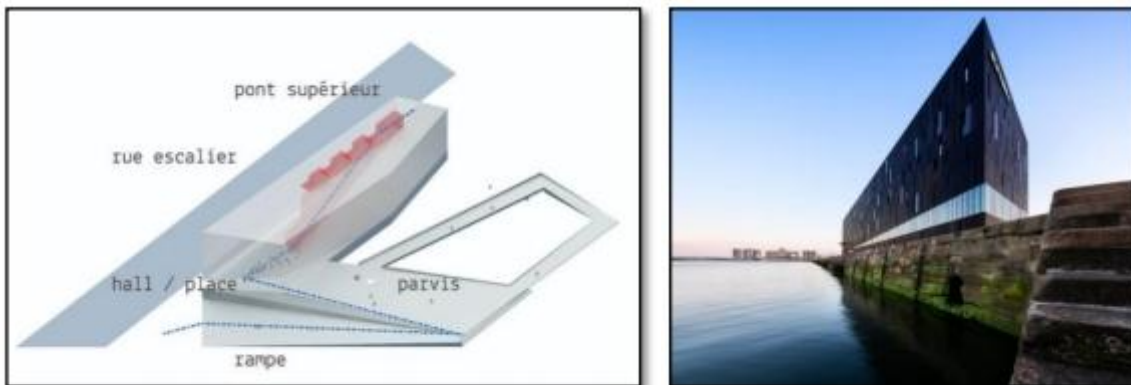


Figure 12: continuum spatial de l'école ENSM

Source : <https://www.lemoniteur.fr/article/enseignement-la-marine-marchande-rentre-au-port.899624>

Assurant la liaison à l'intérieur du bâtiment depuis le hall d'accueil jusqu'à la terrasse située en belvédère sur le port, elle met en communication les différents espaces pédagogiques et de détente des étudiants. Ce vaste continuum spatial prend son origine sur le quai du Cameroun jusqu'au pont supérieur de ce navire immobile afin de révéler cette séquence entre l'eau, la terre et le ciel. Les dernières volées de la rue en escalier permettront aux élèves et aux équipes pédagogiques d'accéder sur une terrasse belvédère, véritable pont supérieur de ce vaisseau urbain, à partir duquel s'ouvre un large panorama sur le port et la ville.

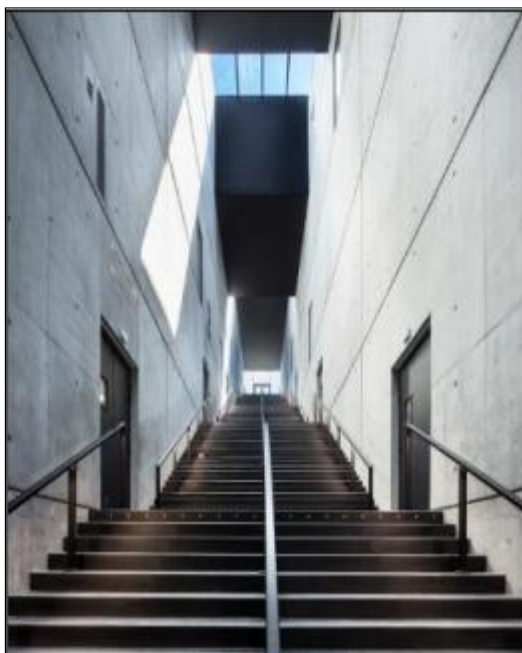


Figure 13: Rue escalier de l'école

Source : <https://www.archdaily.com/771008/eco-le-nationale-superieure-maritime-in-le-havre-aia-asocios>

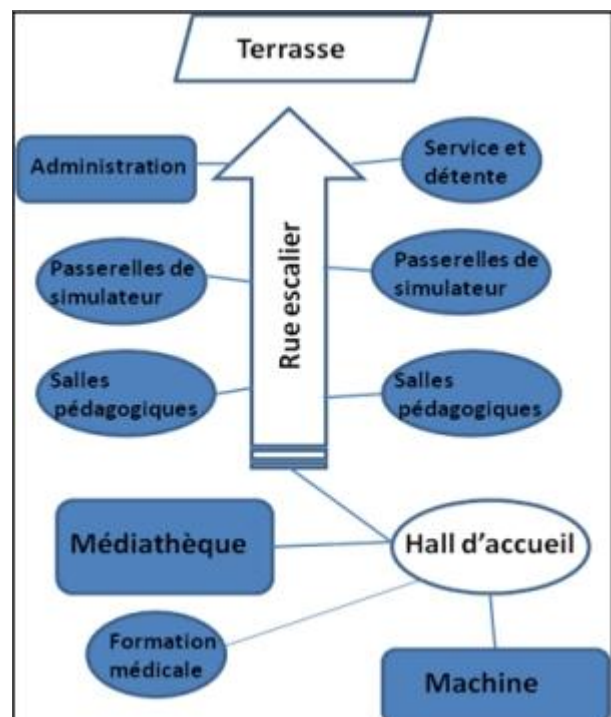


Figure 14: organigramme spatial.

Source : auteurs

1.6. Analyse des plans :

Le programme est déroulé dans une continuité d'espace d'une grande limpidité. Près de 10 000 m2 bâtis :

- Plus de 6600 m2 de locaux d'enseignement, de vie et de gestion dont :

- 4 amphithéâtres (1 de 192 places et 3 de 96 places) ;

- 16 salles de cours magistraux ;

- Des locaux spécifiques dédiés: Electricité, électronique, électrotechnique, automatique

- Des locaux associatifs et un espace de 150 m2 « projets étudiants » ;

- 7 simulateurs (ECDIS, SMDSM, chargement, machine, navigation...) ;

- 4 salles multimédia ;

- Des salles de travail en autonomie ;

- **sous-sol** : on trouve une machine équipé d'un simulateur fournit des systèmes de simulation avancés pour l'enseignement, la formation et les études maritimes et les locaux techniques.

- **Au niveau du RDC** : les amphis et le centre de documentation, formation médical.

- **Au niveau supérieur** : on trouve plusieurs espaces ont été dédiés à l'enseignement de la sécurité et de la navigation. Encore plus haut, on trouve les passerelles. Administration, Cafétéra et une terrasse.

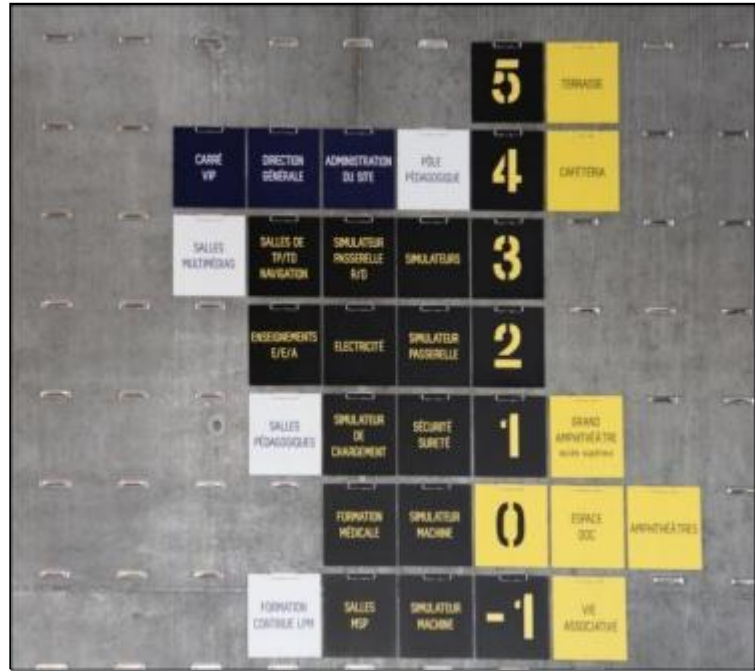


Figure 15: Organigramme spatial

Source : <https://www.archdaily.com/771008/ecole-nationale-superieure-maritime-in-le-havre-aia-asocios>



Figure 16: Plan rez-de-chaussée

Source : archidaily + Traitement : auteur

1.7. Ambiance intérieur de l'école :

L'école également était pensée pour reproduire au plus près l'ambiance d'un navire à l'intérieur. Le concept de ship-in-school, une école au plus près de la réalité embarquée, a guidé l'aménagement des locaux : matériaux bruts, béton et bois, gaines apparentes, iconographie et signalétique rappelant celle des navires.



Figure 17: simulateur passerelle de navire (poste de pilotage)



Figure 18 :Gainex apparentes

Source : dossier ENSM light.pdf

1.8. Analyse des façades :

Les architectes ont porté un soin particulier à l'enveloppe du bâtiment qui a été recouvert d'aluminium anodisé et perforé (d'un jeu de vides et de pleins), dévoile l'ossature en métal déployé et l'intériorité par jeu de transparences et disposé sous forme d'écailles.



Figure 19 : façade du projet

Source : https://architopik.lemoniteur.fr/index.php/projetarchitecture/ecole_nationale_superieure_maritime/7096



Figure 19: double peau de résille métallique .

1.9. Systeme constructif :

L'école est construite à partir d'une structure primaire poteaux-poutres en béton, principalement située en son centre et autour de l'escalier central, et d'une enveloppe porteuse perforée sur une trame de 5,40 m. Alors qu'elle est soulevée par le sol et par l'ouverture vitrée de l'accueil sur trois façades. Les dalles alvéolaires disposées entre les lignes structurales délivrent de grands plateaux libres sur les deux bords. La forme compacte et ciselée, pour en faire un organisme marin et urbain vivant.



Figure 20 : structure du l'école ENSM

Source : https://architopik.lemoniteur.fr/index.php/projetarchitecture/ecole_nationale_superieure_maritime/7096

1.10. Caractéristiques techniques de la conception :

-Le revêtement extérieur participe au bilan énergétique positif du bâtiment.

-Une orientation sud-est/nord-ouest, 900 m² de panneaux solaires parfaitement intégrés dans l'inclinaison de la ligne de toiture, fournissent plus d'électricité. Une pompe à chaleur immergée dans le bassin voisin.

-Niveau de transparence du bâtiment de 54 %.

-Résille métallique dimensionnée afin d'assurer le meilleur compromis entre apports solaires hivernaux, apports d'éclairage naturel et confort hygrothermique estival.



Figure 21 : École nationale supérieure maritime le havre.

1.11.

Situation par apport à Havre :

L'école nationale maritime située a la ville basse de havre à l'ensemble géologique du bassin parisien . En raison de sa position sur le littoral de la **Manche**, le climat du Havre est **tempéré océanique**.

-la température descend en dessous de 0 °C 14 jours par an, et elle s'élève au-dessus de 25 °C 17 jours par an. La durée moyenne de l'ensoleillement annuel est de 1 878 heures par an.

-Les précipitations se répartissent tout au long de l'année, avec un maximum en automne et en hiver. Les mois de juin et juillet sont marqués par quelques orages.

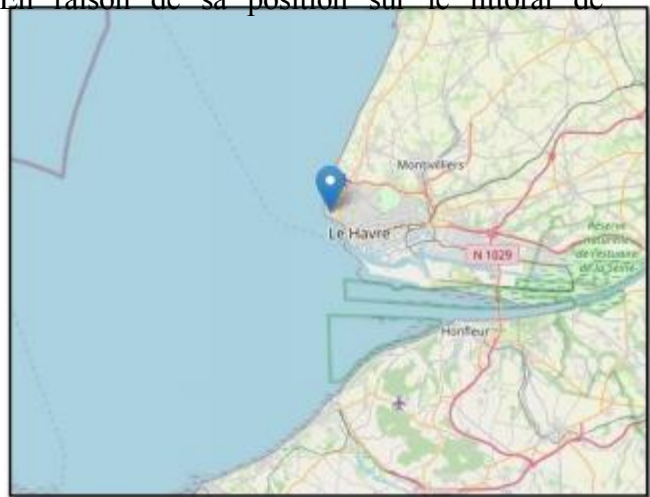


Figure 22: carte de situation

Source : Google maps

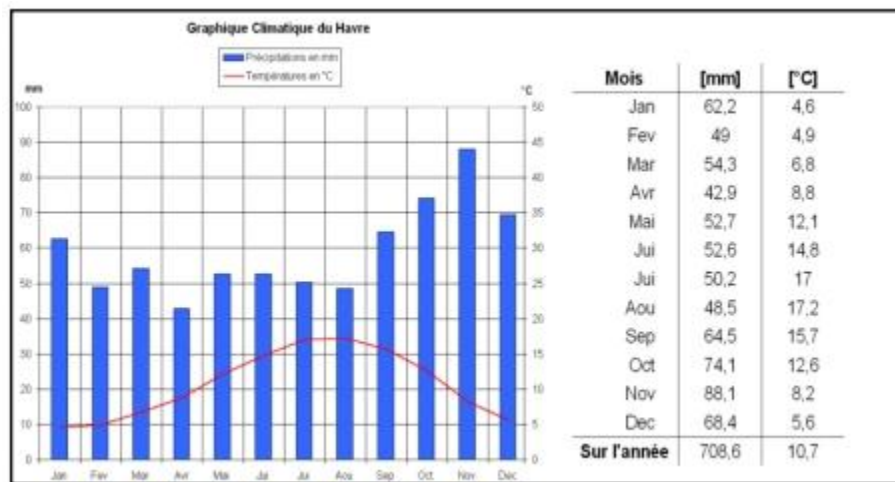


Figure 23 : graphique climatique du Havre
Source : www.meteoconsult.fr

Les vents dominants sont de secteur sud-ouest pour les vents forts, et nord-nord-est pour les vents faibles. La rose des vents pour le Havre montre combien d'heures par an.

*La ville basse de havre caractérisé par des vents forts.



Figure25: direction des vents
Source : Google earth + **Traitement** : auteur

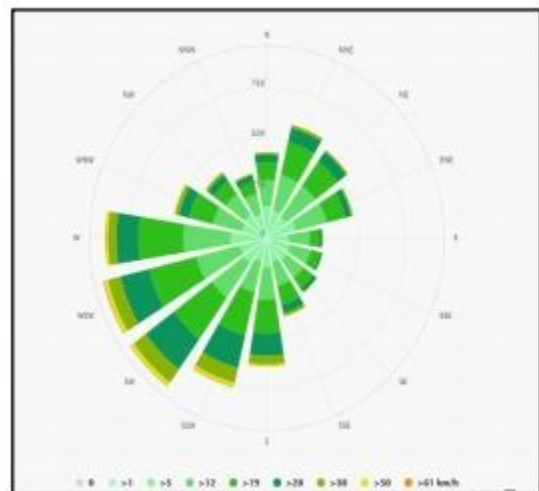


Figure26: rose des vents
Source : www.meteoconsult.fr

1.12. Conception bioclimatique dans l'école maritime :

1.1.1. Compacité: Très forte (permet de limiter les surfaces déprédatives et les ponts thermiques).

1.1.2. Apport solaire passif

-Orientation sud-est/nord-ouest favorisant l'apport d'éclairage naturel dans les locaux ;

-Protections solaires passives.

1.1.3. Prise en compte du confort d'été :

Niveau de transparence du bâtiment de 54%

Résille métallique dimensionnée afin d'assurer le meilleur compromis entre apports solaires hivernaux, apports d'éclairage naturel et confort hygrothermique estival.

1.1.4. Enveloppe:

- Isolation:** Isolation extérieure par laine de verre sur façades béton ;

- Menuiseries:** Menuiseries extérieures en PVC / Vitrage double 4/16/4.

1.1.5. Systèmes:

•Chauffage

- Pompe à chaleur sur eau de mer avec capteurs immergés.

- Chauffage par panneaux rayonnants.

•Ventilation :

- Assurée par plusieurs centrales de traitement de l'air à double flux (assuré par l'espace central rue escalier).

- Mécanisme de ventilation naturelle pour évacuer la chaleur si nécessaire sans apport d'énergie.



Figure 24: coupe

Source : http://www.caueobservatoire.fr/maitres_ouvrages/codah/ +traitement auteurs

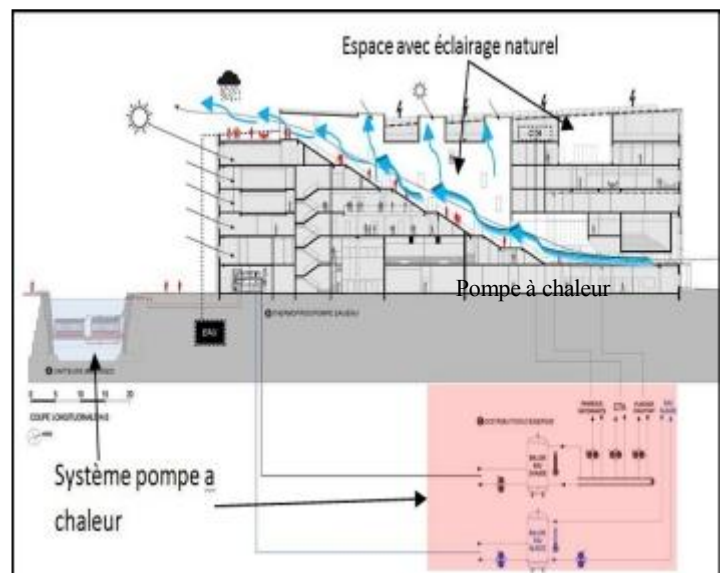


Figure 25: Dispositifs bioclimatique

Source : www.archdaily.com + traitement : auteur

Constat:

- L'architecte a implanté son projet en profitant de toute la surface du terrain ;
- l'architecte a géré la forme en utilisant la métaphore en se référant à la nature surtout à la mer ;
- Intégration du paysage dans le bâtiment ;
- bâtiment à énergie positive ;
- Une architecture fonctionnaliste ;
- utilisation des formes simples.

2. Tsinghua Océan Center

2.1. Présentation

Tsinghua Océan Center, est un laboratoire, un immeuble de bureaux pour des recherches sur les océans. Il est situé à l'extrémité de la ville universitaire Shenzhen Xili en Chine. Injecté d'espaces publics abondants, le bâtiment cherche à faciliter les échanges interdisciplinaires et à agir comme un remède pour les villes universitaires typiques, qui sont généralement isolées, surdimensionnées et dépourvues de préoccupation humaniste.

2.2. Fiche technique :

Maitre d'oeuvre: Open Architecture Design

Année: 2011 – 2016.

Superficie du bâtiment: 15 884 m².

Hauteur : 63m (14 étages).

Situation : Shenzhen, Chin.



Figure 26: Tsinghua Ocean center

Source : <https://www.aia.org/showcases/186876-tsinghua-ocean-center>



Figure 27: vue arienne sur le centre

Source : Google earth

2.3. La conception : (fonction), étude des plans :

La conception prend comme point de départ l'organisation des espaces publics dans l'ensemble du campus.

Le schéma des campus universitaires autour de cours, largement utilisé par le passé, est ainsi bouleversé et observé d'un nouveau point de vue. Les architectes ont voulu créer un campus vertical qui intègre de nombreux espaces sociaux pour surplomber le vaste paysage de la ville et de la nature et former un campus vertical animé.

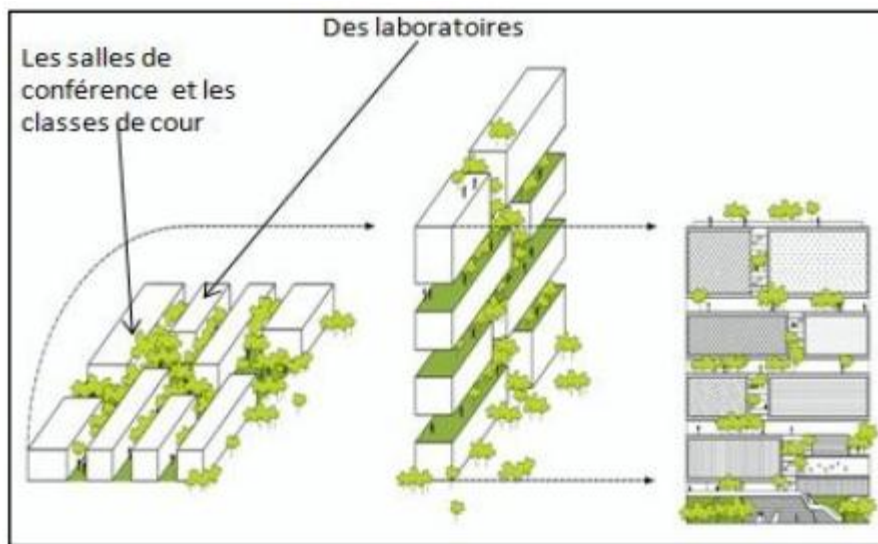


Figure 31: l'idée de conception du centre

Source : <https://www.arch2o.com/tsinghua-ocean-center-open-architecture/> + traitement auteur



Figure 32: la vue sur la ville de Shenzhen en chine

Source : <https://www.world-architects.com/nl/open-architecture-beijing/project/tsinghua-ocean-center>

2.4. Analyse des plans :

2.4.1. Etude du plan de masse :

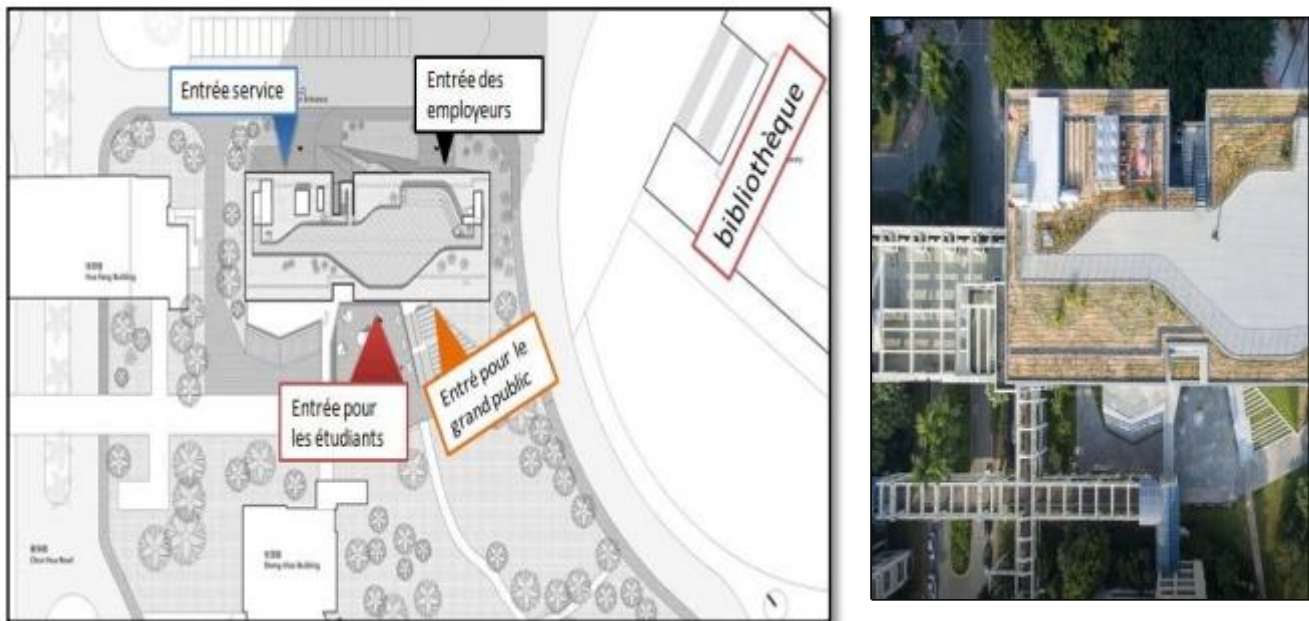


Figure33: Plan de masse du projet

Source : <https://www.archdaily.com/867423/tsinghua-ocean-center-open-architecture> **traitement :** auteurs

Le projet est construit sur la même parcelle des autres départements relié entre eux par une passerelle qui permet d'avoir des départements en relation intègre dans une ville universitaire.

Le projet dispose d'un accès mécanique pour le personnel et deux accès piétons :

- Accès pour le grand public bien repérer par un grand escalier et un aménagement extérieur par rapport aux autres accès ;
- Accès des étudiants et des employés.

2.4.2. Plan du sous -sol :

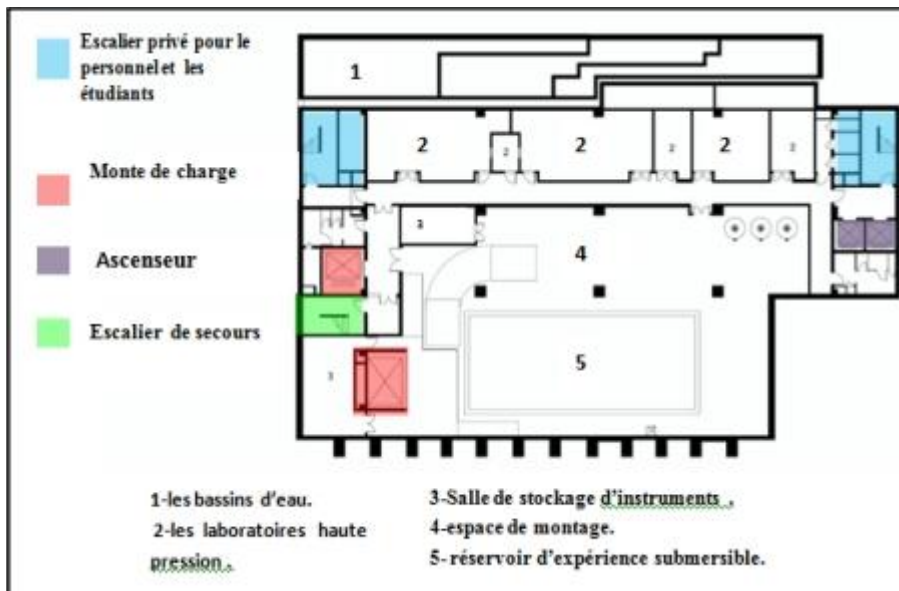


Figure34: Plan du sous-sol

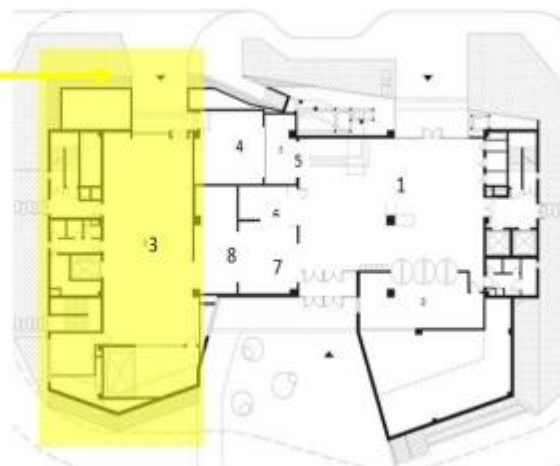
Figure35 : réservoir d'expérience

Source : <http://www.openarch.com/task/120> + traitement : auteurs

Sous-sol se compose des locaux techniques avec un réservoir d'expérience submersible ce niveau contiens deux cages d'escalier et deux ascenseurs privés qui mènent vers les niveaux au-dessus.

Des puits de lumière en forme de cône en béton apportent la lumière naturelle de différentes directions jusqu'au sous-sol tout en formant des sculptures abstraites pour la place d'entrée.

2.4.3. Plan RDC :



- 1-Hall.
- 2-salle d'exposition d'aquarium.
- 3-espace de chargement.
- 4- salle de contrôle.
- 5-bureau
- 6- salle informatique
- 7-salles d'échantillons
- 8-stockage

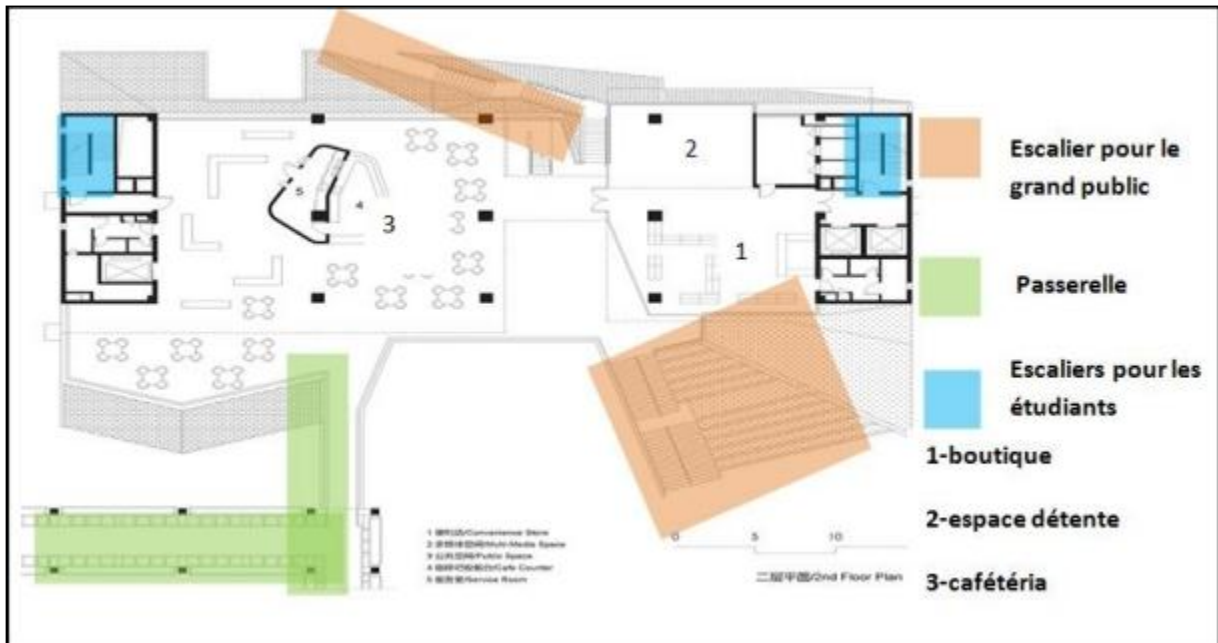
Partie privée pour le service

Figure36: Plan du R.D.C

Source : <http://www.openarch.com/task/120> + traitement auteur

Le niveau RDC comporte :

- une partie destinée au public (hall et salle d'exposition) ;
- une partie privée composée des espaces dépôts de matériel et d'entretien et un espace de chargement.

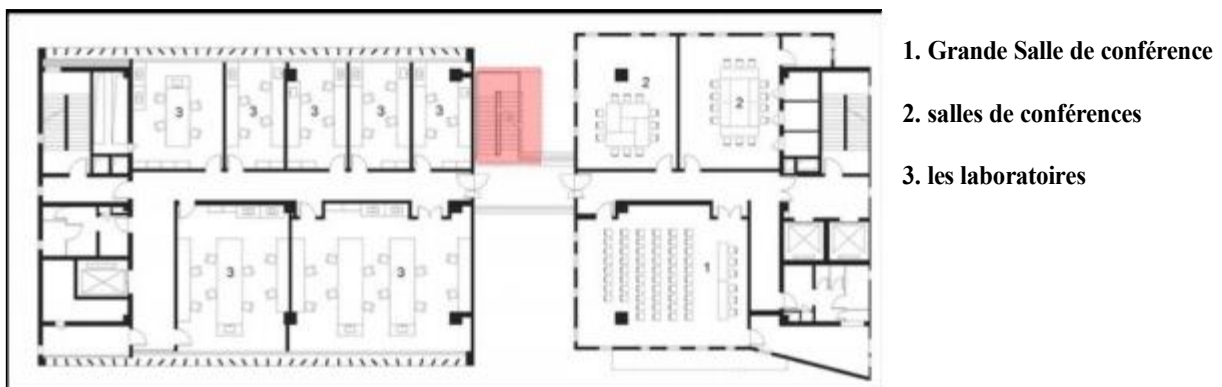


2.4.4. Plan du 1^{er} étage :

Le niveau 1^{er} étage est considéré comme un étage de détente on trouve, une boutique, espace détente pour les étudiants du centre et une cafétéria destiné pour le grand public.

Les étudiants des autres départements de cette ville universitaire peuvent accéder à cette cafétéria publique par la passerelle.

2.4.5. Plan 2ème étage :



Au niveau des autres étages on trouve l'entité éducative (les laboratoires avec des surfaces différentes les salles de cours, salles de conférence) destiné pour les scientifiques.

2.4.6. Plan 3ème étage :

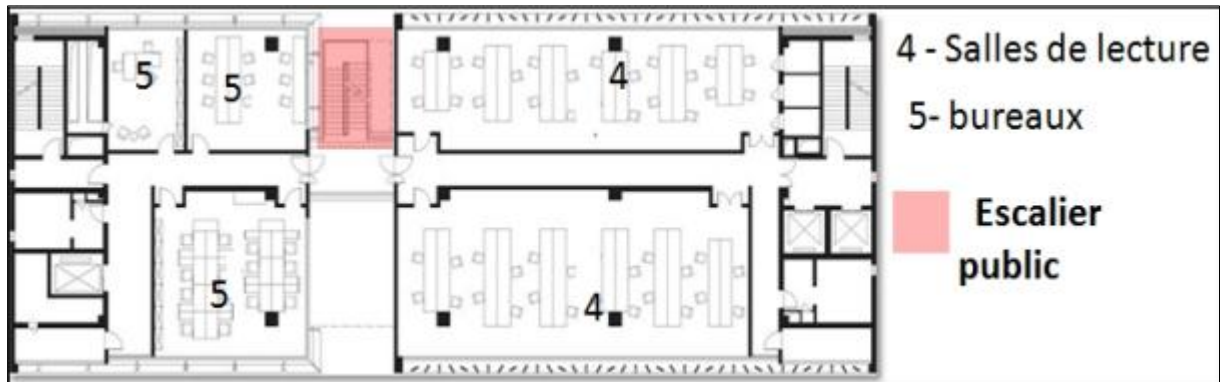


Figure 39 : Plan 3ème étage

Source : <http://www.openarch.com/task/120> + traitement auteur

Les étages sont séparés par un espace vertical, avec des escaliers reliant entre eux différents espaces publics horizontaux et verticaux.



Figure 40 : escalier public et l'espace qui sépare entre le public et le privé

Source : <https://www.floornature.eu/open-architecture-realise-le-tsinghua-ocean-center-shenzhen-12690/>

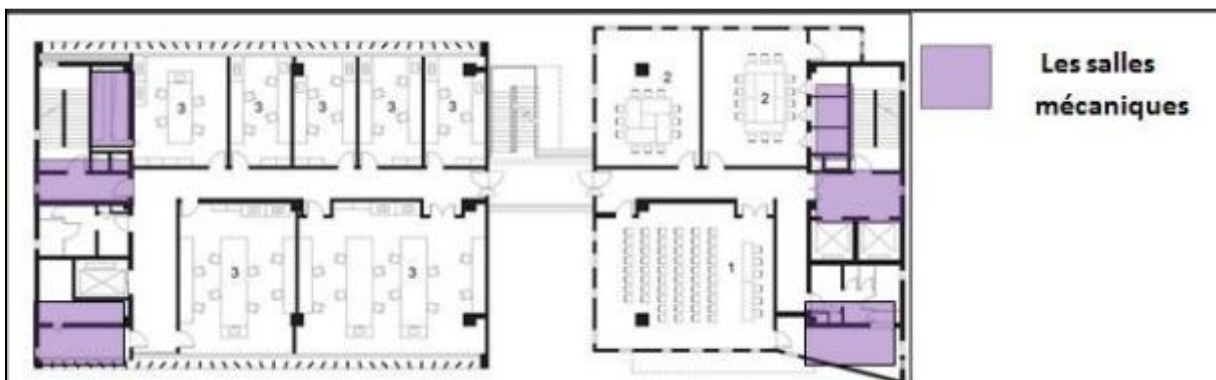


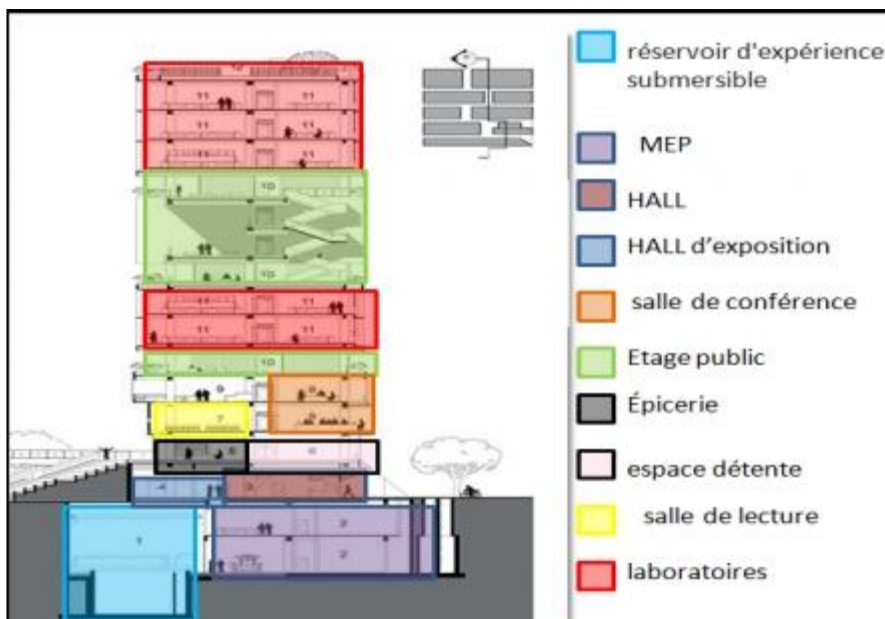
Figure 41: Plan 3eme étage

Source : <http://www.openarch.com/task/120> + traitement auteur

Salles de cour pour le grand public

espace pour la lecture (pour le public)

Source : <http://www.openarch.com/task/120> + traitement : auteurs



Source : <http://www.openarch.com/task/120> + traitement auteur



Figure 44: le théâtre sur le toit

Pour le toit du centre un jardin et un petit théâtre conçu en plein air sur une plate-forme panoramique très spéciale sur le campus.

Constat :

La relation semi-autonome entre les espaces de recherche peut être visualisée dans ce campus vertical un niveau public partagé entre des étages de recherches.

2.5. La conception bioclimatique du centre :

Climat de Shenzhen :

Shenzhen possède un climat subtropical humide chaud sans saison sèche.

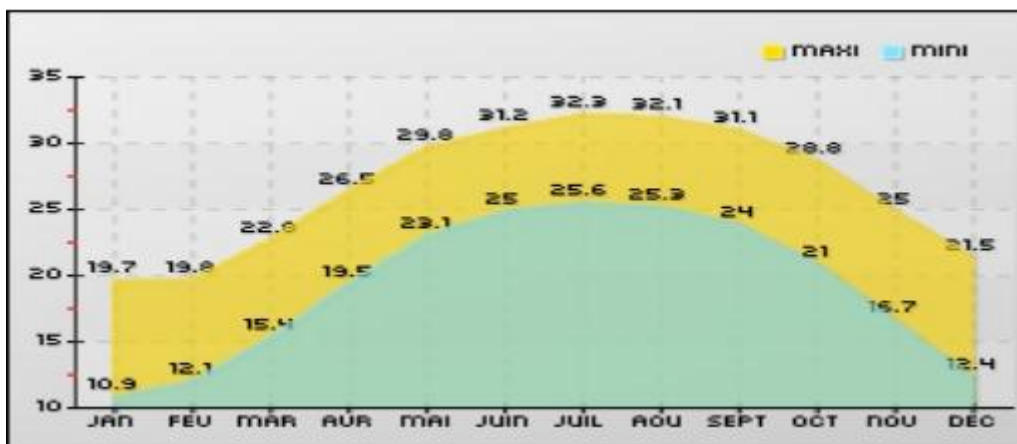


Figure45 : les températures de la ville Shenzhen

Le langage architectural du bâtiment est né du climat local de Shenzhen, car il est conçu d'une façon à assurer le confort des occupants des espaces semi-extérieurs régulent le microclimat du bâtiment, la typologie des dalles minces maximise le potentiel de ventilation naturelle.

Le dispositif d'ombrage extérieur placé de manière dense et soigneusement réduit efficacement le gain de chaleur, tout en offrant de bonnes vues pour le laboratoire et les bureaux. Des stratégies passives sont adoptées chaque fois que possible pour réduire la consommation d'énergie.

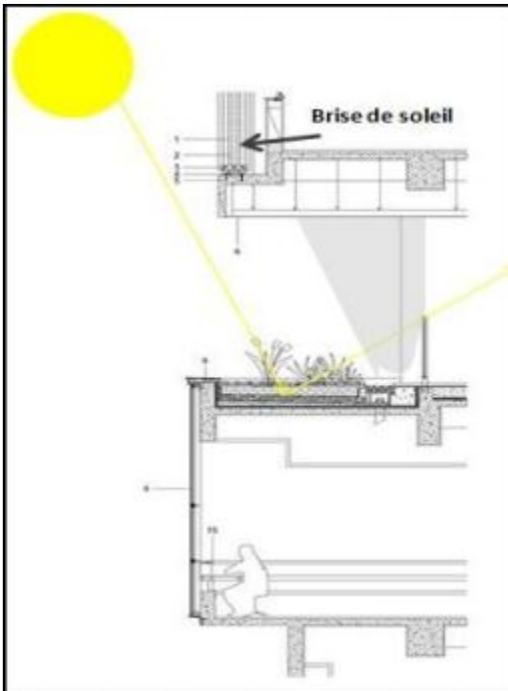


Figure 46 : coupe

Source : <http://www.openarch.com/task/120>



L'enveloppe lui-même du centre constitue un dispositif d'ombrage.

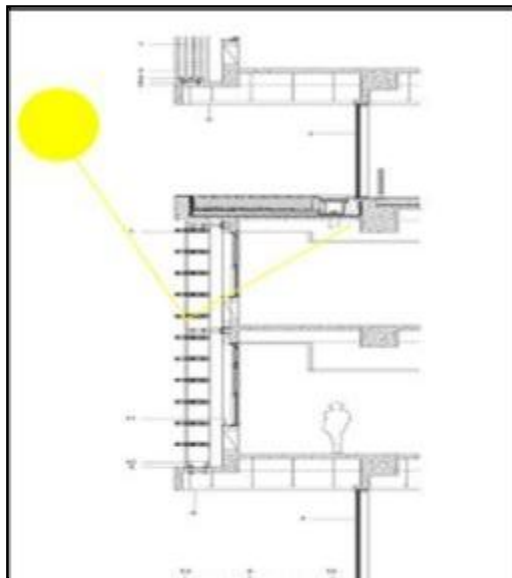


Figure47 : brise soleil horizontal

Source : <http://www.openarch.com/task/120>

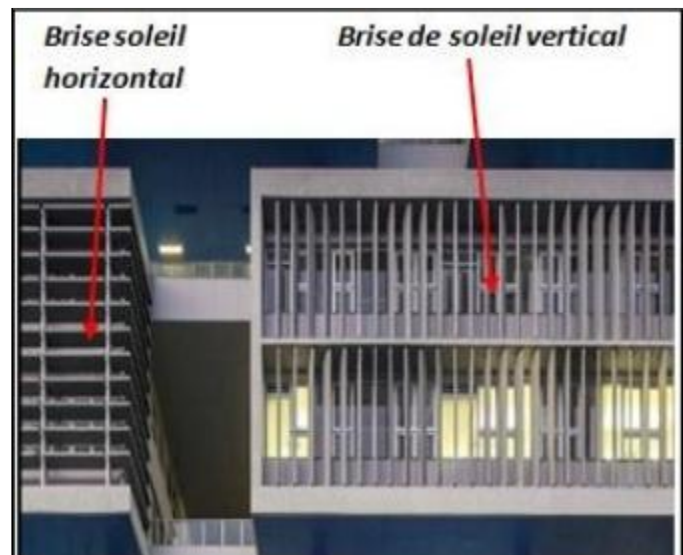


Figure 48 : différents brises soleil utilisé dans le projet

Source : <http://www.openarch.com/task/120>

Utilisation des brise-soleils pour diminuer l'inconfort lié au rayonnement directe du soleil.
Et produire chaque jour une symphonie de jeux de lumière.

2.6. Analyse des façades

Pour la façade principale est une façade asymétrique travaillée avec le frome rectangulaire décomposé, chaque rectangle représente trois étages traité de la même façon avec les brises de soleil.

La décomposition du rectangle permet d'avoir une circulation verticale et horizontale.

Pour les autres façades du centre sont opaque en béton traitées avec des fenêtres rondes rappellent les navires.

Des volumes suspendus dans un cadre rigide, avec un jeu de décalages des masses qui attire le regard et provoque des interrogations.

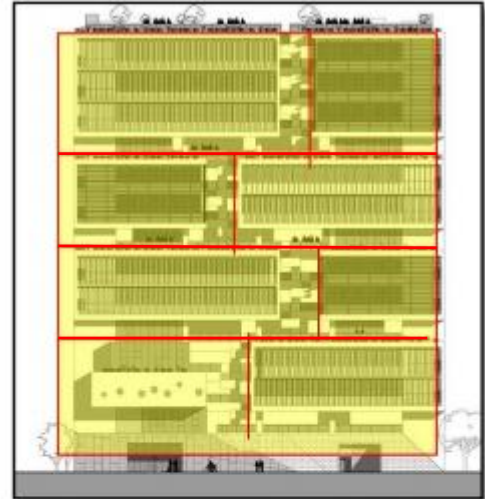


Figure 49 : façades du centre

Source : <http://www.openarch.com/task/120>

Synthèse :

- La hiérarchisation des espaces selon le caractère public, semi public et privé.
- une forme architecturale simple avec un programme riche des espaces accessibles au grand public, qui favorise l'interaction entre les usagers.

Tableau9 : tableau comparatif des exemples analysés

Source : les auteurs

		
	Figure 50 : ENSM	Figure 51 : Tsingha Ocean center
Le hall d'accueil	Pour les deux exemples le hall d'accueil conçu avec une grande surface destinée à l'exposition.	
recherche scientifique	-Plusieurs types de laboratoires	-Plusieurs types de laboratoires.
éducation	-7 simulateurs une salle de machines qui permet un apprentissage de navigations dans les conditions les plus proche de la réalité. -Des salles de cours. -Bibliothèque. -médiathèque -Une salle pour apprendre la sécurité des activités maritimes.	-réservoir d'expérience submersible ; -Salles de cour ; -Bibliothèque ; -Amphithéâtre.
Capacité d'accueil	800 élèves sont accueillis dans ce bâtiment	1000 élèves et chercheurs
Type d'usagers	-Les étudiants et les profs -Administrateurs : - Personnels de coordination d'entretien et de service.	-Les étudiants les chercheurs scientifiques -Le grand public -Personnels de coordination d'entretien et de service. -Administrateurs .

Aspect techniques	-Système de ventilation. -récupération des eaux de pluie -un système de refroidissement relié à travers une pompe.	pompes de filtration, système d'oxygénation, chauffage, etc. est assurée par un groupe électrogène.
--------------------------	--	---

Conclusion :

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

Ainsi nous avons tiré quelques concepts qui se proclament adéquats à notre volonté de conception à savoir :

- L'intégration au contexte (naturel, historique ou urbain) a été assurée dans les deux exemples analysés ;
- La différenciation entre les espaces selon les usagers ;
- Liaison entre les différents espaces par des lieux de rencontre et circulation ;
- Différents dispositifs bioclimatiques en été intégrés dans les projets qu'ils soient actifs ou passifs.



Chapitre II :

Architecture du projet :



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 au contexte et au paysage où il est situé et dont il devrait refléter l'harmonie.

I. Le choix du site :

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

II. Présentation de la ville de Tipaza :

La ville de Tipaza, est Le chef-lieu de la wilaya est Tipaza, 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). Tipaza fut une des plus belles villes résidentielles de la côte méditerranéenne, ses ruines témoignent de son ancienne splendeur. Les reliefs du Chenoua et de la Dahra la rendent en effet une destination privilégiée des touristes. Une ville classée patrimoine mondial de l'Unesco en 1982, elle représente le site romain le plus célèbre d'Algérie.

III. La situation de la ville de Tipaza :

1. A l'échelle nationale :

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



Figure 1 : Carte de situation de Tipaza à l'échelle nationale.
Source : andi.dz/PDF/monographies/tipaza.

2. A l'échelle régionale :

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

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



Figure 2 : Carte de situation de Tipaza à l'échelle régionale.
Source: Google image.

Synthèse :

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

IV. Accessibilité de la ville de Tipaza :

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

- La RN 11 assurant la liaison Est-Ouest de l'ensemble des villes côtières.
- Le CW 106 qui relie Tipaza à Sidi Rached et se raccorde à la RN 67 ;
- Le CW 109 représente l'axe longeant de la corniche du Chenaoua pour rejoindre plus loin la RN 11 ;
- La voie express qui relie Alger à Tipaza et d'autre, elle permet de canaliser le surplus de trafic et de relier les villes du littoral entre elles.



Figure 3 : l'accessibilité de la ville de Tipaza.

Source : Google earth + traitement auteur

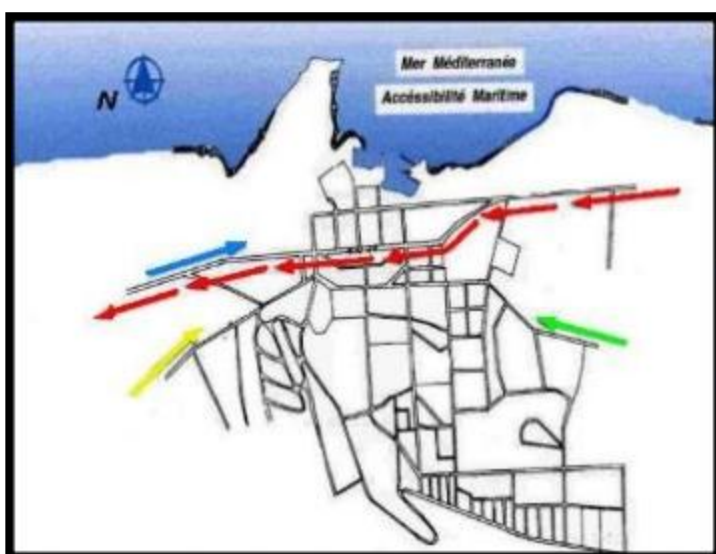


Figure 4 : accessibilité de Tipaza.

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

Accessibilité à partir d'Alger

Accessibilité à partir de Cherchell

Accessibilité à partir d'el Hadjout

Accessibilité à partir de douar rabbta

V. Lecture morphologique des éléments de composition urbaine

1. Les portes :

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



Figure 5 : les portes de la ville de Tipaza.

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

2. Les voiries :

2.1. Parcours principale :

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

2.2. Parcours secondaire :

- **L'axe culturel (la rue du musée) :** C'est un axe mécanique à sens unique relie les deux parcs archéologiques ou le musée archéologique qui constitue l'unique édifice à vocation culturelle sur cet axe ;



Figure 6 : les voiries de la ville de Tipaza.

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

• La rue du port :

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

2.3. Parcours piétons :

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

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 voie mécanique. Il marque la sortie de la ville de côté Ouest.

Synthèse :

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



Figure 7 : les nœuds importants.

Source : Google maps + traitement auteur

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.

VI. Système bâti :

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

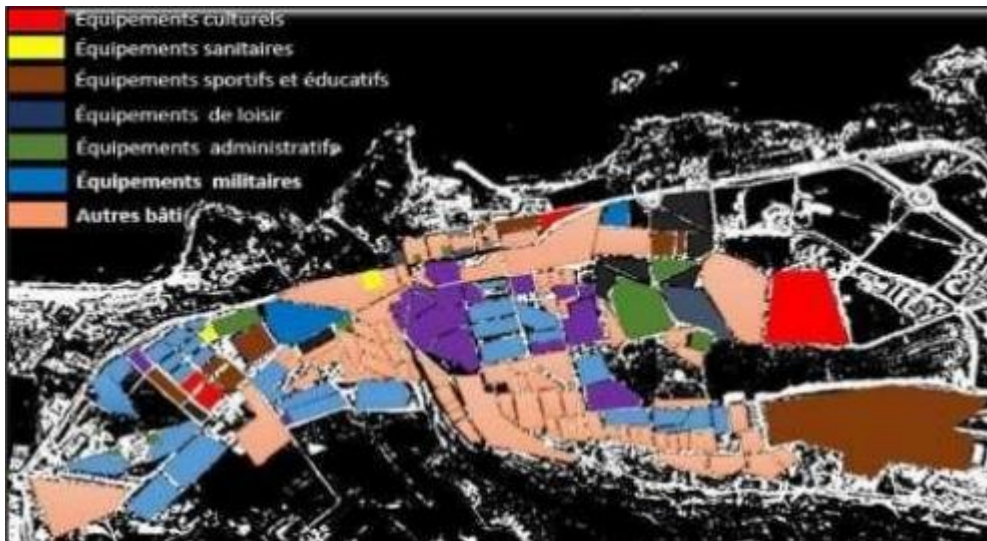


Figure 8 : le système bâti de la ville de Tipaza.

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

VII. 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 9 :système non-bâti de la ville de Tipaza.

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

VIII. Potentialités de la ville :

1. Potentialités paysagères :

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

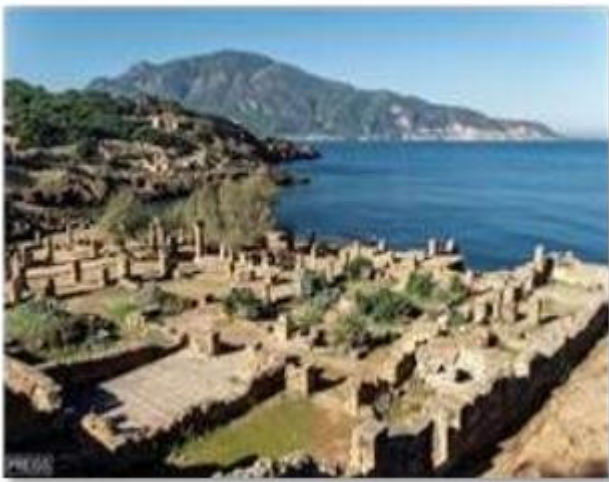


Figure 10 : vue vers la mer et le mont Chenaoua.

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

2. Potentialités historiques et culturelles :

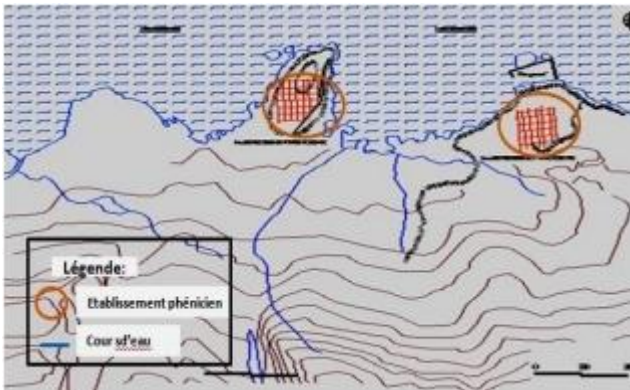
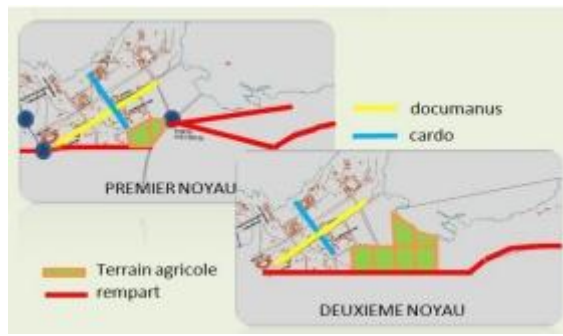
L'étude historique permet d'expliquer :

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

Analyse du site d'intervention

Tableau10 : Aperçu historique de la ville de Tipaza

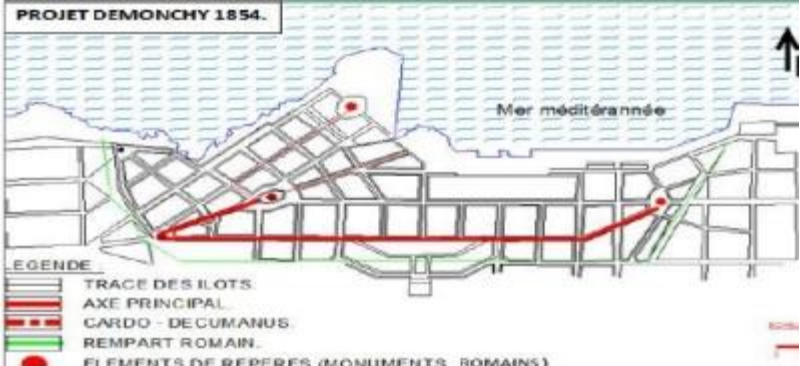
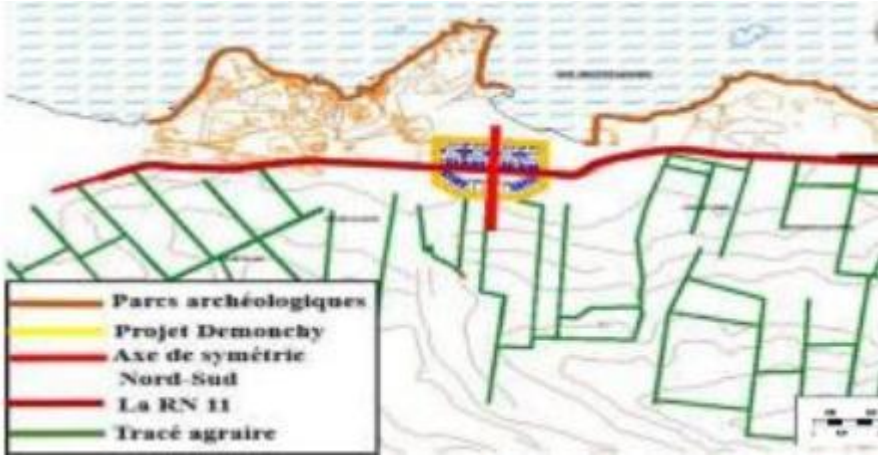
Source : <https://whc.unesco.org/fr/list/193/>.

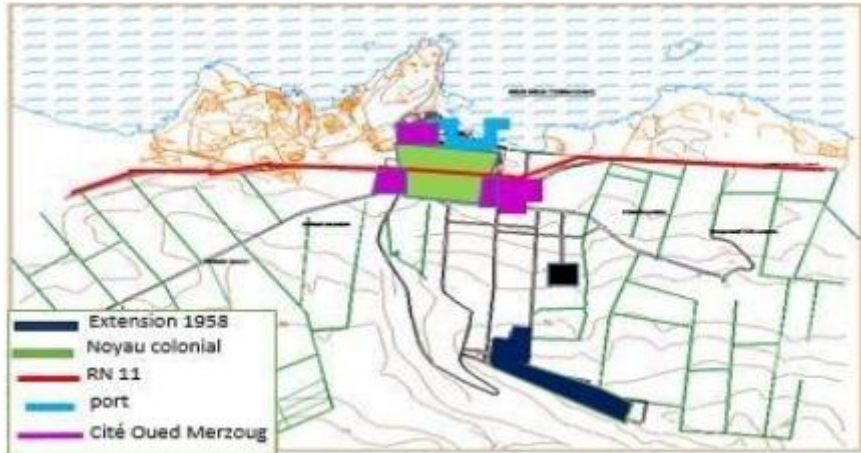
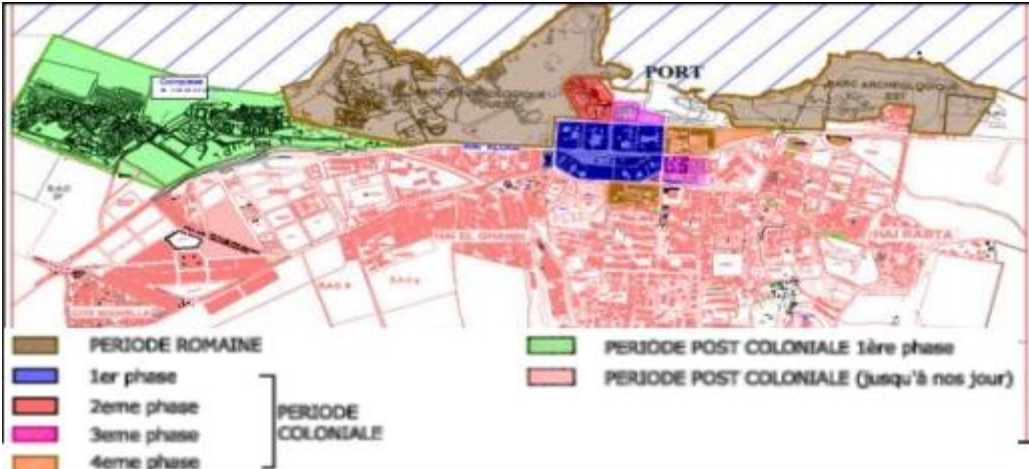
Epoque	Description	illustration
l'époque phénicienne (40 AV - 40 AP)	Au début, elle était une escale parmi d'autres, échelonnée tous les 30 à 50 Km sur la côte méditerranéenne située entre ICOSIUM (ALGER) et IOL (CHERCHELL) ; d'où est l'origine de son appellation ainsi que le rôle primitif de son établissement. 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.	 Figure 11: Carte période phénicienne.
l'époque romaine (1er siècle le 4e siècle AP)	Les romains ont détruit tout ce qui était carthaginois en effaçant ainsi les traces de toutes les périodes précédentes. Juste après son annexion, les romains ont réussi à établir une paix relativement durable avec les autochtones. Ville primitive 46 après JC : Edification d'une enceinte structurée par deux axes CARDO-DECUMANUS percée par deux portes. L'intersection des deux axes détermine le forum, autour duquel s'articulent les édifices publics. L'accroissement de la population a engendré une croissance de la ville.	 Figure 12 : Carte période romaine.

Analyse du site d'intervention

		Ville civile 145-147 après JC : Tipaza fût élevée au rang de colonie «Aelia Tipasinis» et se voit dotée d'une autre enceinte. L'accroissement de la population a engendré une croissance de la ville dans 03 directions (sud, est, ouest) en dépassant la clôture primitive, et la construction d'un nouveau rempart doté de 03 portes (est, ouest et sud), la construction de quelques édifices publics nymphée, l'aqueduc les thermes et e théâtre.	
l'époque vandale (430 après J.C)	Les tribus Vandales occupèrent la ville de Tipaza et détruisirent le rempart (une ville ouverte).		

Analyse du site d'intervention

byzantine (533 après J.C)	À l'époque Byzantine, elle n'a laissé que peu de traces. Le port de Tipaza n'a pu connaître qu'une occupation temporaire.	
Musulmane (du IXe au XVe siècle)	À l'époque musulmane la ville fut nommée «TEFESSED »qui veut dire : une ville ruinée, dont la contribution au développement urbanistique de Tipaza est inexistante sur le terrain.	
l'époque coloniale 1830-1962	Phase 1 1854-1861 : projet de DEMONCHY (Le plan établi présente une superficie de 9,8 ha, divisée en cinq îlots).	
	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.	 Figure 13 : Tracé coloniale projet de DEMONCHY

	Phase 3 1887 -1958 : elle est marqué par : En 1925 : l'extension vers le Sud-ouest par la construction de L'Ilot de BOURGARD suivie d'une extension vers l'Est. En 1948 : la construction du port marque une dernière extension vers le Nord.	 Figure 14 : Cartes période coloniale phase III
L'époque postcoloniale	A partir de 1962 jusqu'à 1984 : la ville de TIPAZA a connu une expansion qui avait donné deux formes d'extensions distinctes : Une densification des ilots 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 Tipaza a été classé sur la liste du patrimoine mondial de l'humanité le 17 décembre 1982.	 Figure 15 : Carte de la période postcoloniale

IX. Vocations de la ville :

1. Secteur du tourisme :

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

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

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



Figure 16 : le tourisme à Tipaza

SourceFigure Erreur:www.leguidedeIl n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-16: le tourisme a Tipaza.

Source : leguidedutourisme.com

2. Secteur de l'agriculture :

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

- La première étant le Sahel qui englobe toute la SAU du littoral dont la vocation est essentiellement maraîchère.
- La seconde dénommée la plaine de la Mitidja constitue le futur berceau d'une agriculture intensive avec la mise en eau du périmètre irrigué.
- La troisième zone est 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.

3. Secteur de l'industrie :

Le territoire de Tipasa apparait 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. 591 009.

X. 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 ;

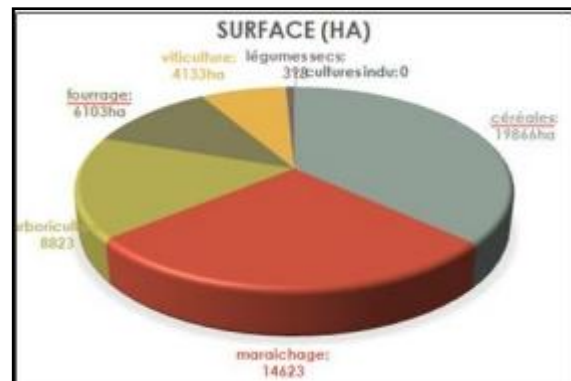


Figure 17 : les secteurs d'activité de Tipaza.

Source : auteurs.

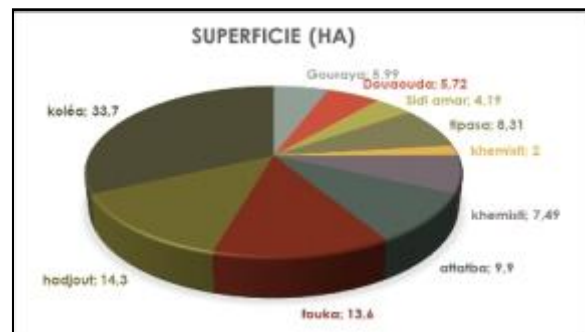


Figure 18 : les secteurs d'activité de Tipaza

Source : auteurs



Figure 19 : Carte des limites naturelle de Tipaza

Source: mémoire 2015

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

1. Topographie et l'hydrographie :

1.1. relief : Tipaza couvre une superficie de 1725 km répartie comme suite :

- **Montaigne** (chenoua de 900 m d'altitude) 336km² (19.5%) ;
- **Plaines** : 611Km² (35.42%) ;
- **Collines et piémonts** : 577Km² (3.44%) ;
- **Autres** : 183Km² (11.64%).

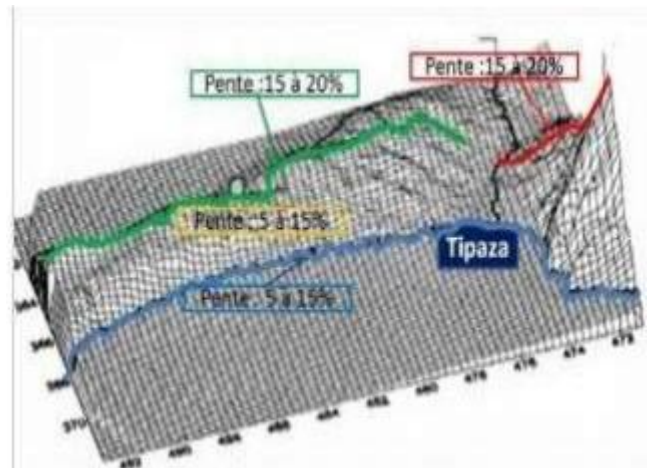


Figure 20 : Carte de relief de Tipaza.
Source : PDAU 2007.

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.

1.2. Les promontoires :

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

1.3. Hydrographie :

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

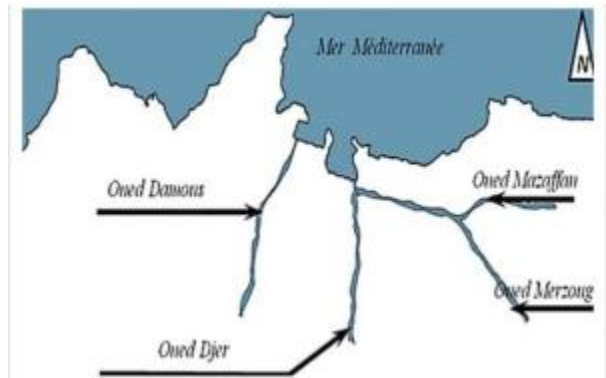


Figure 21 : Carte de réseaux
Source: PDAU Tipaza hydraulique.2007

2. Domaine littorale :

La cote de Tipaza s'étend sur près de 33,83Km avec l'existence de (plage, mer, criques), elle constitue une richesse naturelle et un atout touristique indéniable. L'abondance de l'eau donne à cette commune un caractère verdoyant exceptionnel.



Figure 22 : Vue sur la plage de la cornue d'Or.
Source : <https://in.pinterest.com/pin/468655904945723802/>

3. La végétation :

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

4. Le climat :

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



Figure 23 : Les étages bioclimatiques en Algérie.
Source : google image

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

4.1. Température :

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

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



Figure 24 : Les températures à Tipaza.
Source : meteoblue.com

4.2. Humidité :

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

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

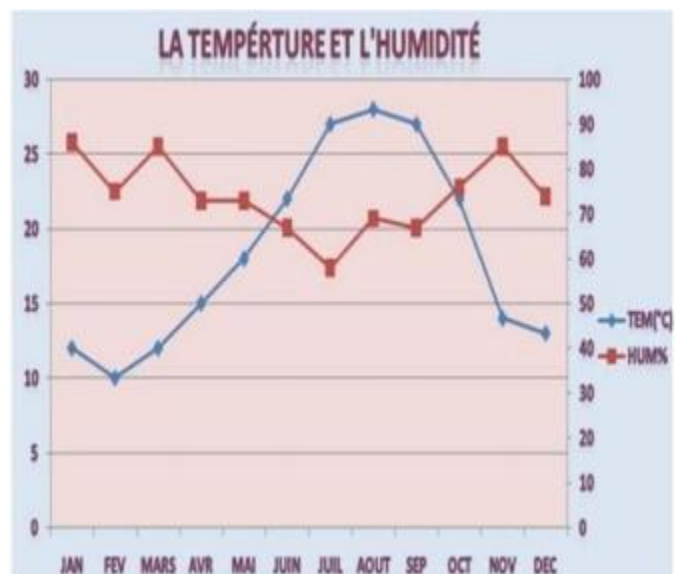


Figure 25 : La température et l'humidité à Tipaza.
Source : meteoblue.com

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.

4.3. Précipitations (mm) :

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

- Une période pluvieuse qui s'étale du mois de novembre au mois de janvier, les mois de novembre et décembre étant les plus pluvieux, on observe un cumule de 113 mm en décembre soit les précipitations les plus important.
- Une période courte de sécheresse ou les précipitations sont très faibles, les mois de juin et juillet sont les plus secs avec 2 mm.

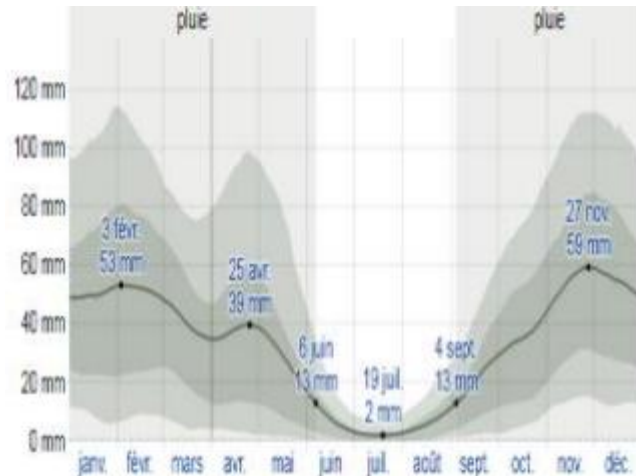


Figure 26 : Les précipitations à Tipaza. .
Source : meteoblue.com.

4.4. Vents (Km/h) :

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



Figure 27 :: les vents dominat a Tipaza.
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.

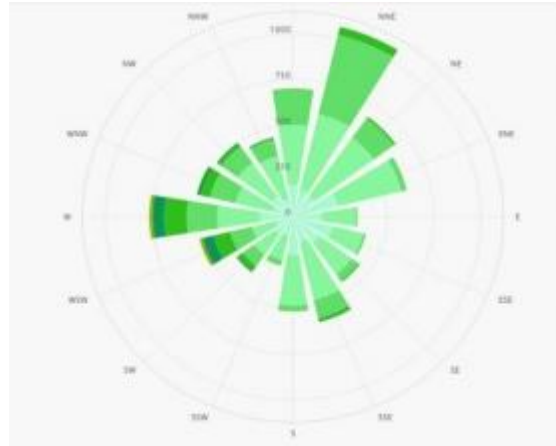


Figure 28 : rose des vents de Tipaza
Source : météo habituelle à Tipaza

4.5. 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.

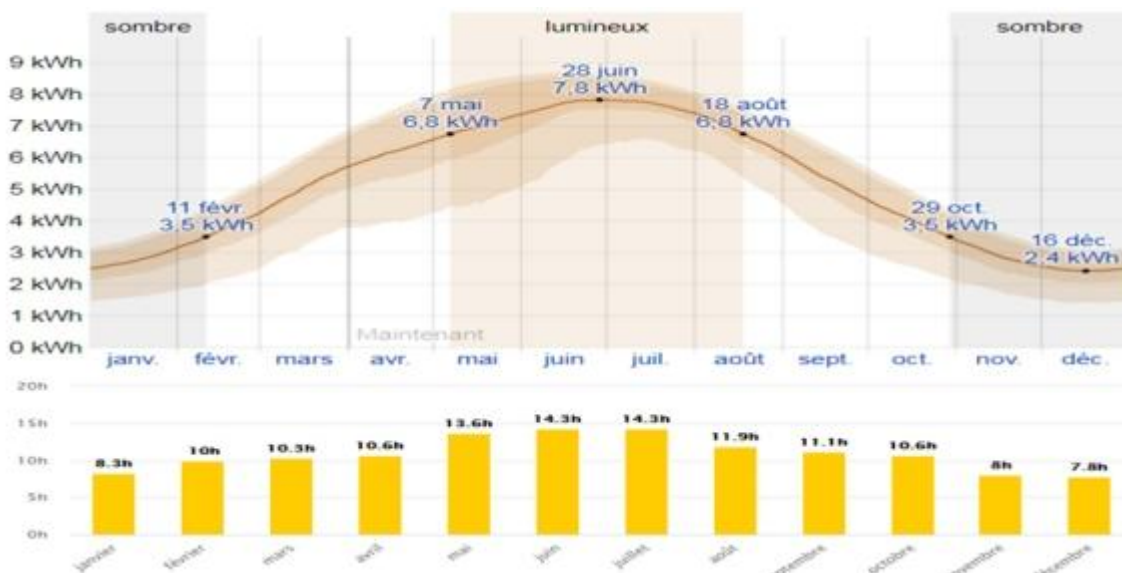


Figure 29 : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen.
Source : météo habituelle à Tipaza.

XI. Digramme de Givoni :

1. Présentation :

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

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

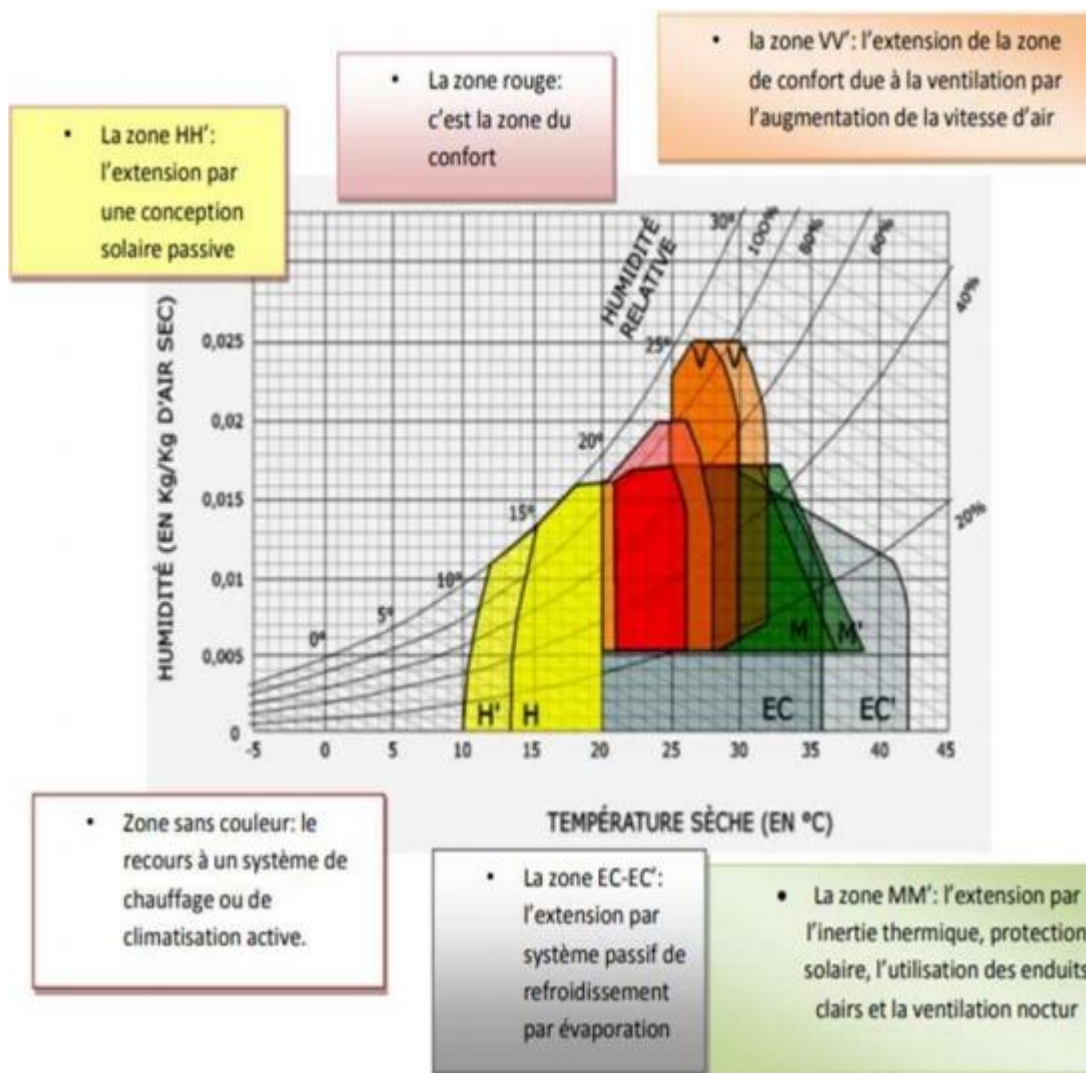


Figure 30 : Diagramme de Givoni.

Source : exposée sur le confort thermique, université de Biskra

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

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

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

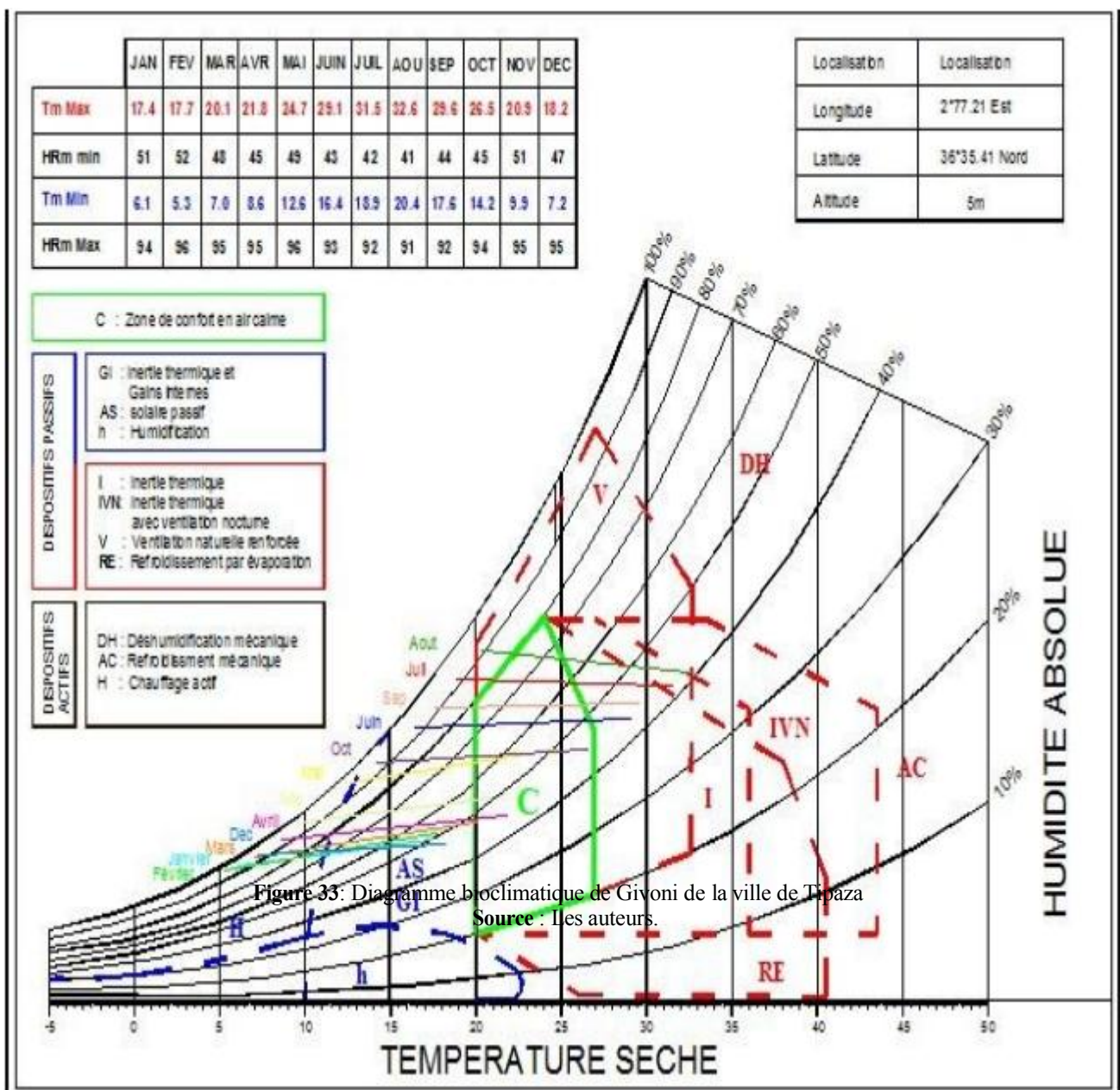


Figure 32 : Diagramme bioclimatique de Givoni.

Source : Les auteurs.

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'aout et juillet, en petite partie au mois de septembre et juin.

Tableau11: les dispositifs selon le diagramme de Givoni.

Source: auteurs.

zone	recommandations	interprétation
Zone de confort	Le confort est assuré	Aucun dispositif n'est à projeter.
Zone 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.
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...

XII. Présentation de l'aire d'intervention Pos AU3 :

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

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

Sa position stratégique, qui est l'entrée EST de la ville de Tipaza, accessible par la RN11 et faisant face au site archéologique et au parc de loisir. Ce secteur est destiné à recevoir un :

Programme d'équipements structurants de haut niveau pour rehausser l'image de Tipaza en tant que chef-lieu de wilaya.

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

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

2. Les limites du Pos 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 34 : L'accessibilité de secteur AU03

Source : Google Earth + traitement

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 35 : Carte présentative de pos AU3
Source : Google Earth + **traitement :** auteurs.

4. Les propositions du C.N.E.R.U :

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

- Rehausser l'image de Tipaza en tant que chef-lieu de wilaya avec une ambition de rayonnement régional, international et universel par l'implantation d'équipements structurants de niveau supérieur.
- Contribuer à l'émergence au renforcement et au développement d'un pôle d'excellence stratégique.

- Favoriser la préservation et la valorisation des espaces naturels et aménager des espaces de loisirs.
- Affirmation, renforcement et consolidation du caractère du patrimoine culturel et touristique de Tipaza par la programmation d'un certain nombre d'équipements à caractère de services et tourisme pour une plus grande jouissance économique du site.

Constat:

Cette lecture contextuelle nous a permis de déduire le diagnostic suivant :

- Tipaza une ville où se conjuguent un grand potentiel naturel et un important héritage historique qui lui confère une identité particulière et originale.
- l'urbanisation rapide de la ville a créé une rupture remarquable entre le noyau historique et l'extension ;
- manque d'animation dans la partie centrale de la ville ;
- le front de mer délaissé et mal exploité ;
- la ville est détachée de son front de mer et elle commence à perdre sa particularité littorale ;
- le centre ville de Tipaza ne dispose pas d'infrastructure touristique.

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

Son inscription dans la nouvelle extension de la ville de Tipaza « le secteur AU3 » un pôle à développement futur situé dans la partie est du chef-lieu de la commune exactement dans la zone homogène d'habitat collectif mixte – Z.H.1 –.

son développement le long de la route nationale 11 qui est l'axe culturel et est bordée par le CW 106, à proximité des parcs archéologiques, le port et le centre ville colonial qui donne au site une certaine richesse architecturale.

De développer la culture, et sauvegarder le patrimoine matériel et immatériel et tout ce qui représente l'identité de la ville de Tipaza.

Son paysage paradisiaque par la présence de la mer et les montagnes.

1. La situation:

Le site est situé à l'extension de la ville. Il est d'une superficie de 14 000 m² et entouré par un tissu urbain qui consiste en :

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



Figure 36 : carte de situation

Source : Google Earth+ traitement auteurs

2. Accessibilité

Le site d'intervention est desservi par un réseau de circulation important une liaison directe RN11 qui est une route de grande circulation qui fait liaison Alger-Cherchell et donne sur des routes secondaires qui aboutissent au sud aux différents chemins de la wilaya.



Figure 37 : Carte d'accessibilité

Source : Google Earth+ traitement auteurs

3. L'environnement immédiat



Figure : Cimetière Sid Ahmed Aberkane



Figure : Quartier bouyouzan



Figure : vue sur la mer



Figure :Siège de Police



Figure : le nœud.

○ l'assiette d'intervention

Figure 38 : carte des repères

Source : auteurs

4. Forme et topographie :

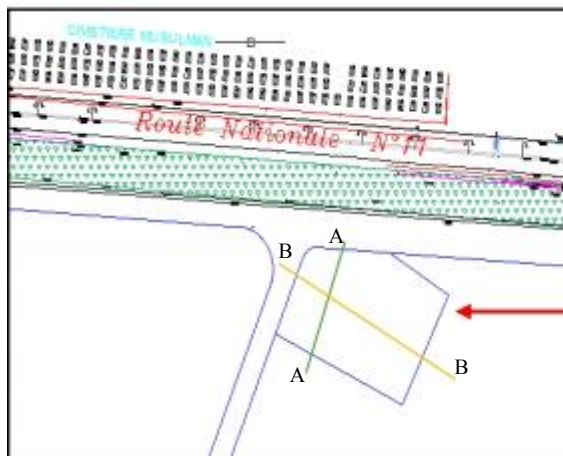


Figure 39 : forme du terrain
Source : auteurs

- Le terrain a une forme irrégulière.
- Le terrain présente une pente très douce avoisinant les 2% (assiette plate).

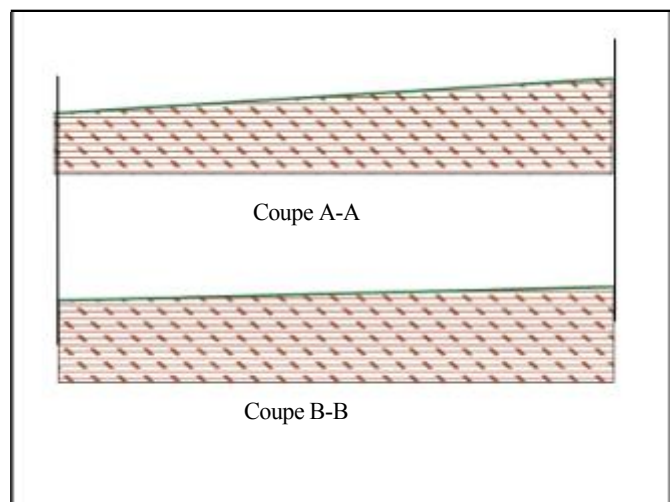


Figure 40 : Coupes schématiques du terrain
Source : les auteurs

Conclusion :

L'étude effectuée dans ce chapitre, nous a permis d'avoir un premier contact avec le site, et d'en connaître davantage le contexte global et réduit de ce dernier. Ce chapitre était une baie pour connaître le site initial, ses caractéristiques environnementales et paysagères, le climat et le microclimat qui le caractérisent. Elle nous a permis de décortiquer les différentes données climatiques de la ville afin d'élaborer par la suite et de comprendre les différents diagrammes solaires et de Givoni, qui constituent des outils d'aide à la conception importants et qui indiquent le type de conception bioclimatique a adopté dans notre projet.



Programmation et conception du projet

Introduction

«L'architecture devrait parler de son temps et de sa place, mais aspirer à être intemporelle.»¹ -Frank Gehry-

Tout projet architectural est la synthèse d'un processus de recherche et de réflexion, en outre c'est l'achèvement des analyses contextuelles, thématiques avec une introduction sur l'architecture bioclimatique qui aboutissent à une idée, a un ou des concepts, a une forme, et a une fonction c'est-à-dire à un projet architectural respectueux de son environnement, conçu selon les normes exigées pour chaque thématique.

I. Démarche conceptuelle :

«Pour exprimer des émotions, des intuitions ou des pensées intellectuelles dans l'architecture, il faut d'abord partir à la recherche d'idée et de concepts»²

Les concepts constituent un moyen essentiel utilisés pour atteindre les objectifs ou solutions souhaitées dans la conception d'un projet architectural.

1. L'idéation :

L'idée du projet est de s'intégrer dans le contexte tout en respectant la nature et bénéficiant au maximum de vues panoramiques sur la mer (Orientation du projet vers la mer).

2. Les concepts développés :

2.1. Concepts liés au contexte :

- a) **Intégration au site** : en utilisant la trame qui suit les lignes du terrain on a obtenu une forme géométrique simple qui permet une intégration avec le contexte urbain existant de la ville.
- b) **Seuil** : Le seuil est un élément d'appel qui identifie et marque l'entrée du projet

2.2. Concept liée au thème :

- a) **La transparence**: notre site est entouré de magnifique vue panoramique sur la mer et les montagnes la continuité visuelle sera assurée par la transparence.

¹ Frank Gehry

² Oswald Mathias UNGERS, Architecture Comme Thème

- b) Le mouvement :** dans notre projet ce concept est matérialisé au niveau de la toiture du projet il reflète le mouvement des vagues.

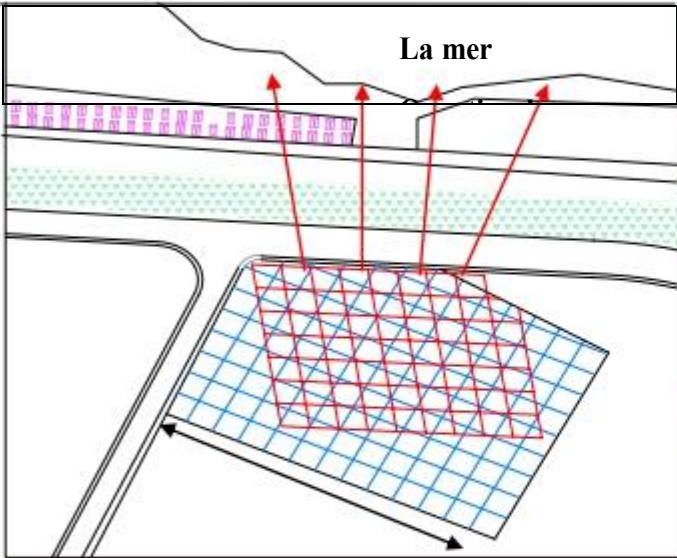
2.3. Concepts liés au contrôle climatique :

La prise en compte de microclimat de site est envisagée dans les différentes entités de projet dans une optique de contribuer au déroulement des activités à travers l'optimisation de la consommation énergétique, en favorisant la grande surface au sud mais aussi assurer une bonne ventilation naturelle.

- a)** Ouvrir le projet au centre afin de profiter au maximum des apports solaires.

3. La genèse du projet :

1ère étape



➤ Les trames :

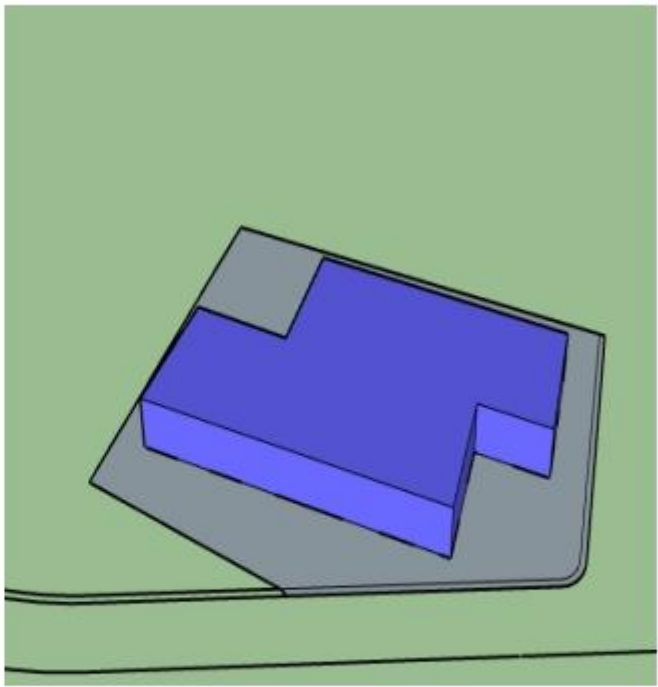
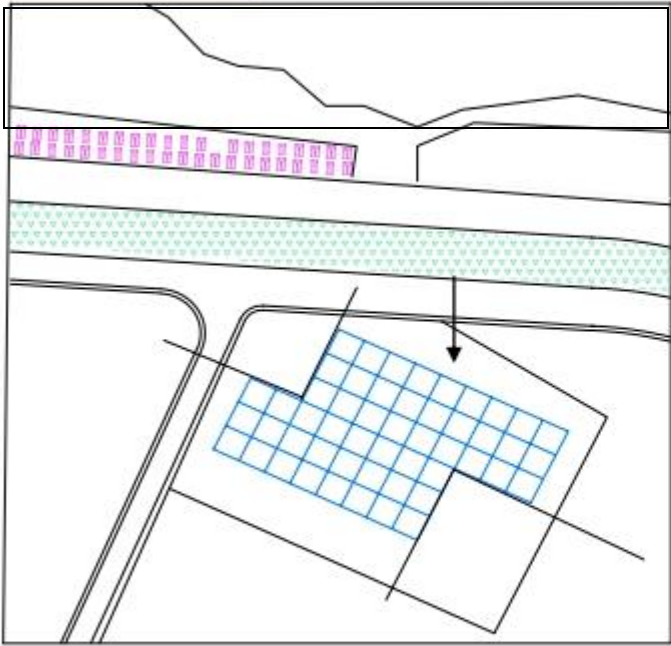
Utilisation de deux trames qui constitueront un fond par lequel s'organise le projet.

-la première trame épouse la forme du terrain.

-la 2ème c'est une trame d'orientation cette trame va permettre pour le projet de bénéficier de la bonne orientation vers la mer elle sera développer dans les niveaux plus haut.

Pour le maillage des trames on a divisé la dimension la plus grande du terrain sur le nombre d'entités du projet et les espaces extérieurs ce qui donne des modules de 12m.*12m.

2ème étape

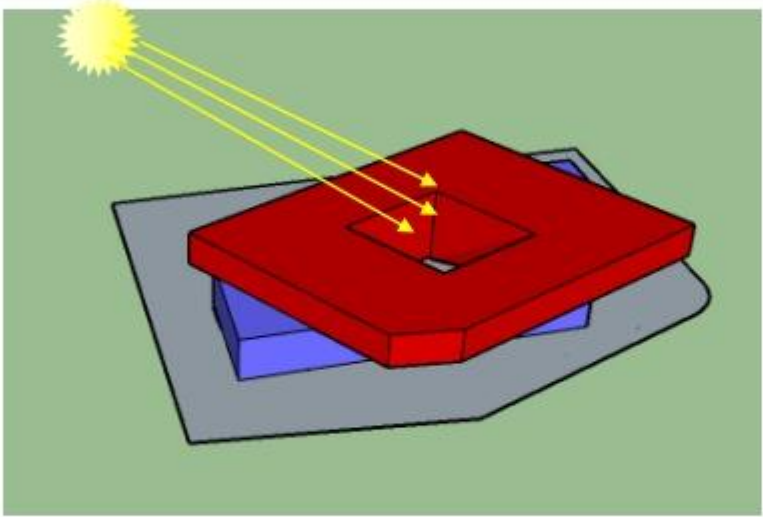
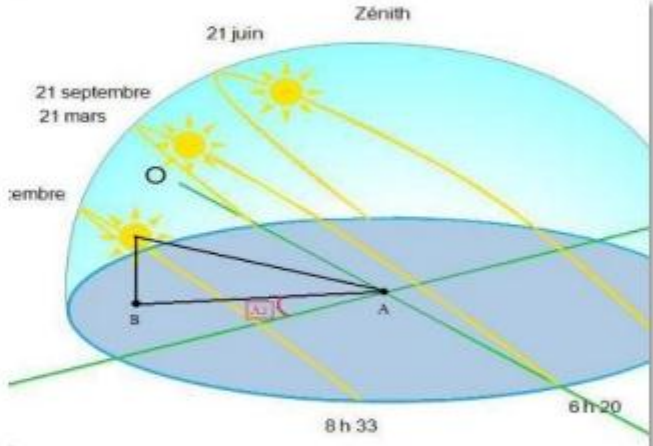
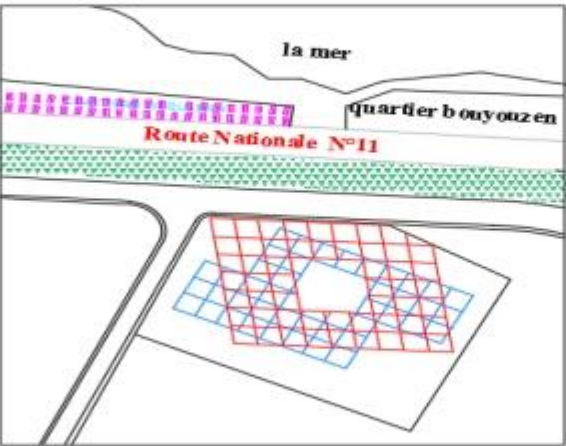


➤ Le seuil :

Soustraction des parties de la trame du RDC pour plusieurs raison :

- Marquage et matérialisation du seuil dans un cadre d'ouvrir le projet pour le public.
- Libérer le sol pour les espaces extérieurs (parkings, des espaces extérieurs pour les étudiants et les chercheurs.)

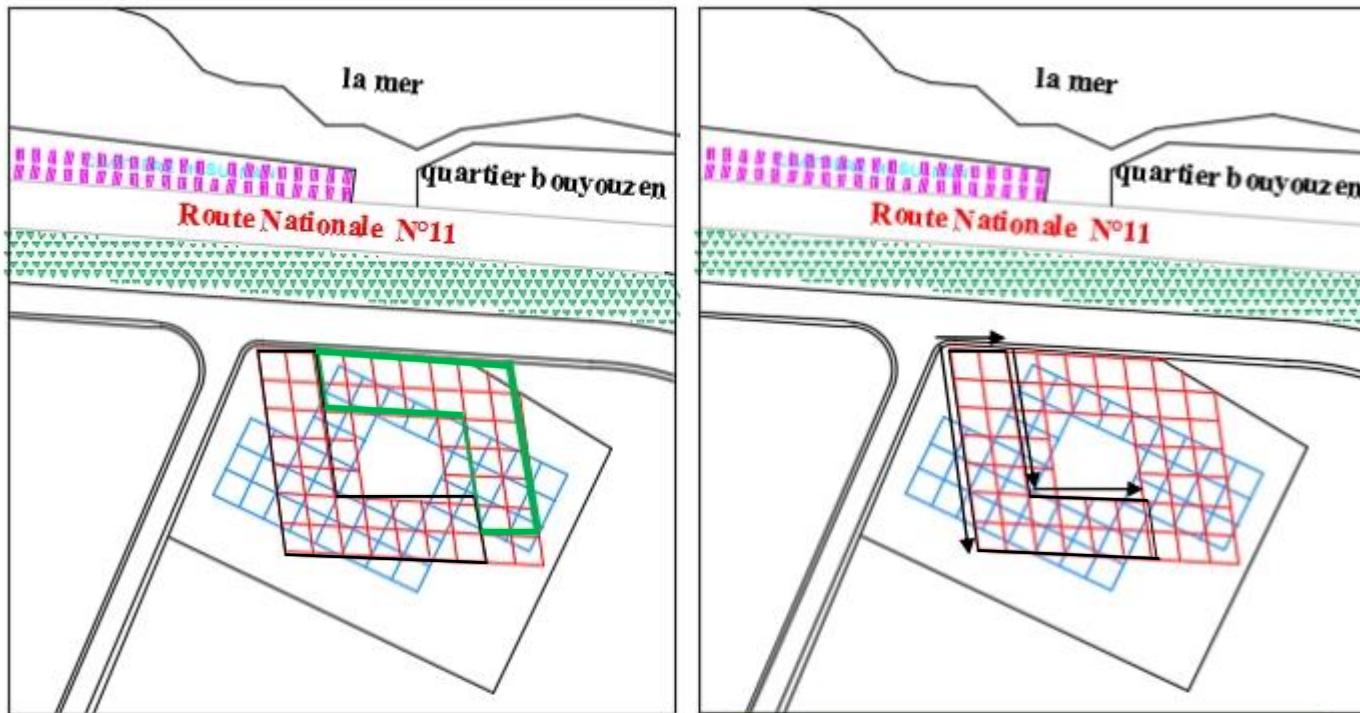
3ème étape



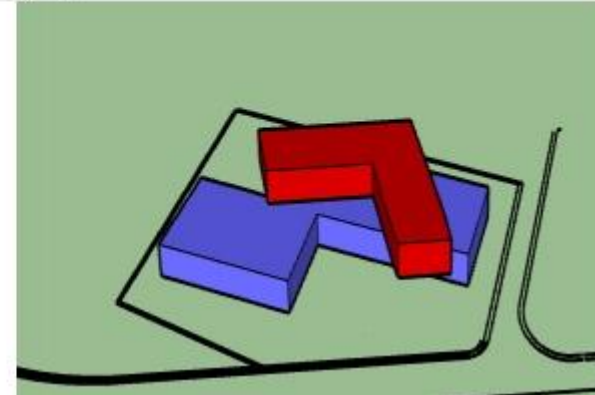
➤ Concept lié à la bioclimatique :

Ouvrir le projet au centre afin de profiter au maximum des apports solaires Au niveau du RDC.

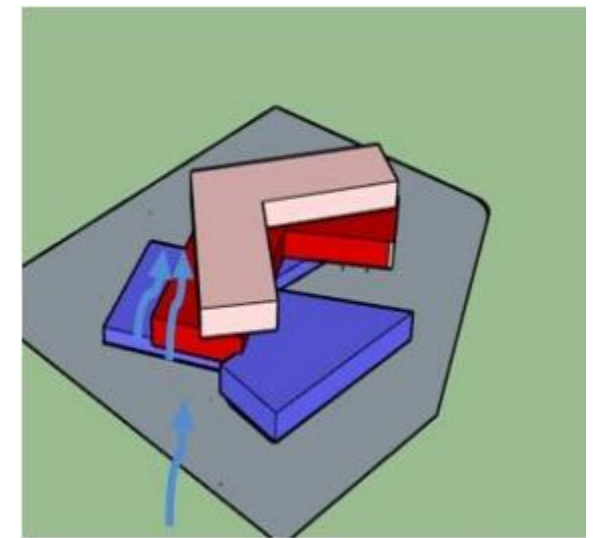
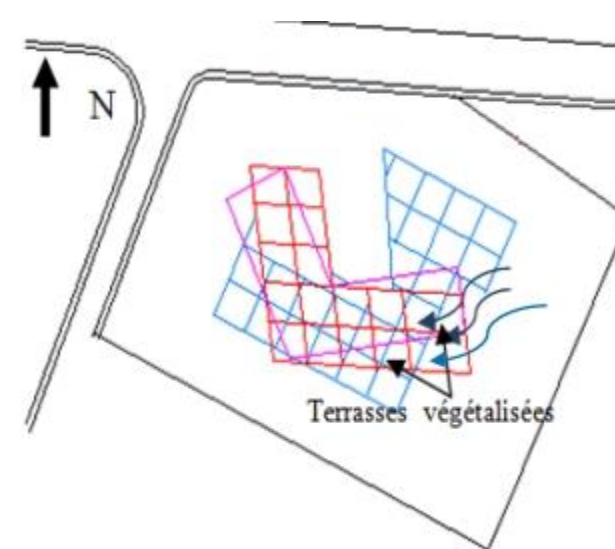
4^{ème} étape



Créer une forme qui sera développer en plusieurs étages. Cette forme doit avoir plusieurs directions pour avoir plusieurs champs de vision sur la mer.



5^{ème} étape

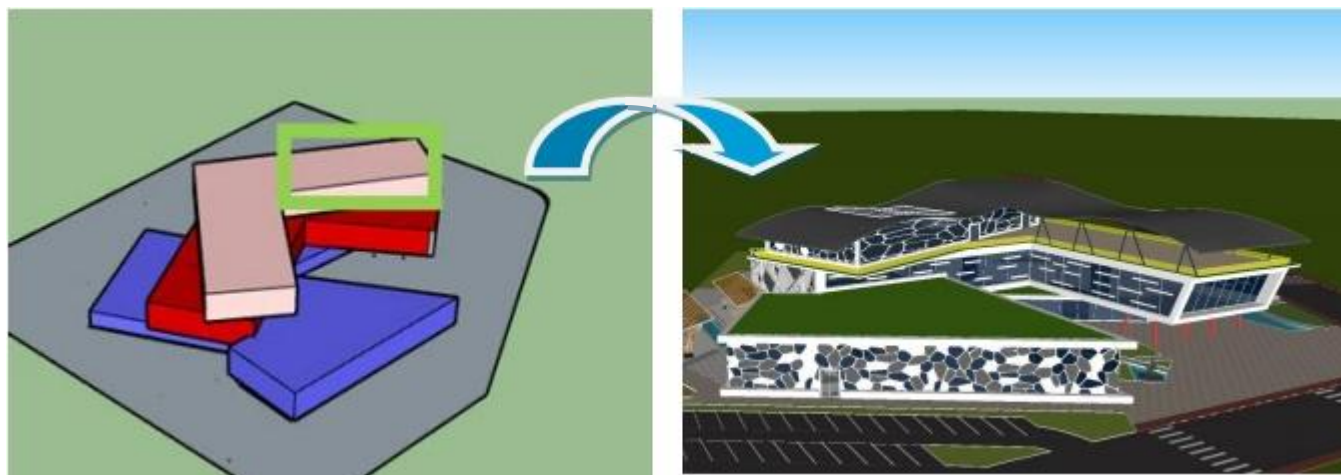


Rotation du volume en forme L, cette rotation va créer des décalages entre les niveaux pour :

- _ Assurer une bonne ventilation naturelle.
- _ Dégager des terrasses végétalisées au côté sud.
- _ Créer d'autres champs de vision sur la mer.

Les vents ont des fréquences différentes durant l'année, les plus dominants soufflent depuis le nord, Nord-est en été.

6^{ème} étape :



➤ Le mouvement :

- soustraction du volume au niveau de dernier étage coté nord pour crée une terrasse panoramique avec une superficie importante.
- Créer une toiture en mouvement sous forme des vagues pour assurer la cohérence et la continuité fonctionnel dans le projet.

4. Programme du projet :

« Le programme est un moment en avant-projet, c'est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecture va pouvoir exister, c'est un point de départ, mais aussi une phase préparatrice. »³ P.Lajus.

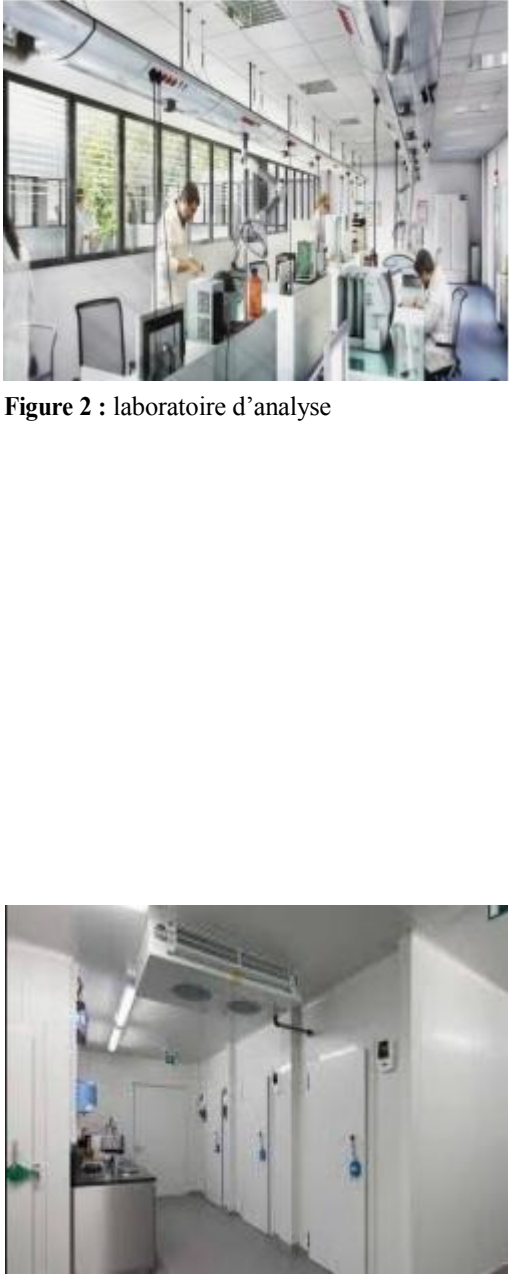
La programmation a pour but :

- Définir les fonctions et les activités de l'équipement et leur hiérarchisation ;
- Étudier les différents modes de relations fonctionnelles ;
- Traduire le besoin en programme d'espaces et des surfaces ;
- Établir le programme de base.

³ P.Lajus

Tableau 12: Tableau surfacique du l'institut océanographique.

Source : Auteurs

Entité	Espace	Surface	Exigence	Illustration
Exposition	-Accueil -Hall d'exposition -Exposition d'aquarium -Aquadom -Cafétéria : •Espace de stockage •salle de consommations -salle de conférence -Locaux technique -Bloc sanitaire	22.77m² 444.4m² 478.3m² 190m² 75.5m²	-L'accueil constitue le point d'entrée pour l'utilisateur doit être attirante accueillante, vaste et bien éclairée. -Exposition permanente Cet espace a besoin d'une grande flexibilité et surtout d'un éclairage naturel mettant en valeur les objets exposés. -Aquadom un réservoir rempli d'eau dans lequel vivent des animaux et/ou des plantes aquatiques construit avec un matériau transparent résistant 'verre acrylique avec un système de filtration spéciale (Installation de l'ozonateur).	 Figure 1 : aquadom
Secteur scientifique	-Laboratoire de la flore marine : s.tri.des échantillons labo. de transformation génétique labo. de transformation moléculaire labo. Semences b. responsable du labo chambre froide aquarium des plantes -Laboratoire de la faune marine : • s.tri.des échantillons • s.-chambre froide • stockage • labo. Microbiologique • s. de préparation des tissus • services des animaux cotis -Analyse de roches marines : • labo. analyse • labo. Microbiologique •labo.hors microbiologique •s. de stockage •s. entreposage des déchets -Analyse d'eau de mer : • réservoirs • laboratoire d'analyse •labo. Microbiologique	265m² 181.67m² 138.11m² 71.99m²	-Ventilation naturelle -Orientation sud ou, sud-est vu les heures de travail. -La hauteur d'un plan de travail des laboratoires pour des manipulations assises est de 70 cm alors que pour des manipulations debout elle est de 90 cm. La profondeur d'une paillasse est variable selon l'activité mais devra s'étendre entre au minimum 60 cm jusqu'à 90 cm (parfois plus en cas d'automate spécialisé). La longueur des paillasses est fonction des manipulations et du nombre de manipulateurs. -Les portes de laboratoire doivent idéalement faire 120cm de large et dans tous les cas jamais moins de 100cm. -Des autoclaves sont recommandés dans chaque laboratoire : un dit « propre » pour stériliser et un dit « sale » pour désinfecter. Les autoclaves doivent être installés dans une pièce donnant sur l'extérieur pour : • Permettre l'évacuation extérieure des déchets désinfectés sans repasser par le laboratoire ; • Permettre l'évacuation des vapeurs de fin de cycle en ouvrant la fenêtre extérieure. Idéalement, un système d'évacuation des vapeurs peut être mis en place.	 Figure 2 : laboratoire d'analyse Figure 3 : chambre froide

	-Analyse des bactéries : • chambre froide • labo. Microbiologique • labo. hors microbiologique -Infirmierie -Locaux techniques -Bloc sanitaire	82.16m² 28.61m²		
Entité de formation	-2.Bibliothèque : • accueil • s. de lecture • rayonnages et archive -médiathèques -2 vidéothèques -3 simulateurs -3ateliers -salles de cours	635.18m² 232.19m² 170m² 530.46m² 2*240m² 7*65m²	•la bibliothèque Est un espace de documentation et d'information pour les étudiants du centre, la consultation sur place des ouvrages sera prise en charge par des espaces voués à ces fonctions. Pour assurer le confort de l'utilisateur dans cet espace on doit assurer : -Eclairage naturel. -Aération naturel. -Confort acoustique. •Simulateurs : Les simulateurs sont utilisés pour élaborer différents scénarios dans les domaines de la sécurité de la navigation, du pilotage, de l'instrumentation, des manœuvres en eaux restreintes ainsi qu'en situation d'urgence. Pour assurer le confort de l'utilisateur dans cet espace on doit assurer l'éclairage artificiel. Un maximum de confort acoustique. Circulation importante (aires de services).	 Figure 5 : bibliothèque en double hauteur  Figure 4 : simulateur

Détente	-Consommation • Espace de préparation • Salle de consommation •Sanitaire -Terrasse extérieur.	276m² 855.66m²	-Grande superficie -Circulation importante	  Figure 6 : terrasse panoramique
Administration	-b. Directeur -b. secrétaire -b. gestionnaire -b. contrôleur -b. responsable des laboratoires -b. responsable de la partie éducation -salle des profs -b. archive	21.51m² 26.47m² 21.60m² 25m² 20.1m² 19.42m² 5*9m² 11.8m²	Une entrée à part comportera les différents services (direction, secrétariat, intendance, infirmerie, sanitaires), L'ensemble des bureaux et des espaces de l'administration doivent bénéficier d'un bon éclairage, le confort visuel et acoustique doit être assurée	

II. Description du plan de masse :

Notre projet s'inscrit dans un site de 14000 m² avec une capacité d'accueil de 800 personnes entre étudiants et chercheurs.

Le projet est un ensemble de formes géométriques simple rectangulaire. Elle est idéale puisqu'elle représente un rapport entre le contexte et son climat.

Le projet est entouré d'espaces extérieurs d'une grande importance. Ils sont considérés comme des espaces d'échanges et de regroupement qui sont destinés à réconcilier l'équipement avec son contexte. Aménagés par des parcours animé par l'eau et la végétation pour approcher la nature au projet et la consolider avec la mer.

D' où on trouve :

- Le seuil et un espace libéré au-dessus de porte à faux pour les divers rencontres. Ces deux espaces sont largement ouverts pour les visiteurs ;
- Un espace de consommation extérieur qui représente l'extension de la cafétéria afin de créer une continuité spatiale. Cet espace est aménagé du côté sud avec de la végétation et des bassins d'eau qui offrent un paysage agréable afin d'améliorer la qualité de vie au sein du site ;
- Un espace d'exposition qui se situe derrière le projet destiné uniquement pour les chercheurs et les étudiants de l'institut de recherche.
- Un espace de stationnement.

1. Accessibilité :

Le projet est accessible à partir de trois accès qui permettent une hiérarchisation :

Accès principal : On a créé un accès principal marqué par un seuil pour assurer sa visibilité.

Accès secondaires : deux accès secondaire pour l'entité scientifique au coté nord et un accès service pour l'entité exposition qui se fais par la piste projetée par le POS AU3 à partir de la RN-11.



Figure 7 : plan de masse

Source : auteurs

III. Description du projet

Le projet se développe sur quatre niveaux comportant 3 entités fonctionnelles:

- Entité de recherche scientifique et de formation.
- Entité d'exposition et détente.
- Entité administrative.

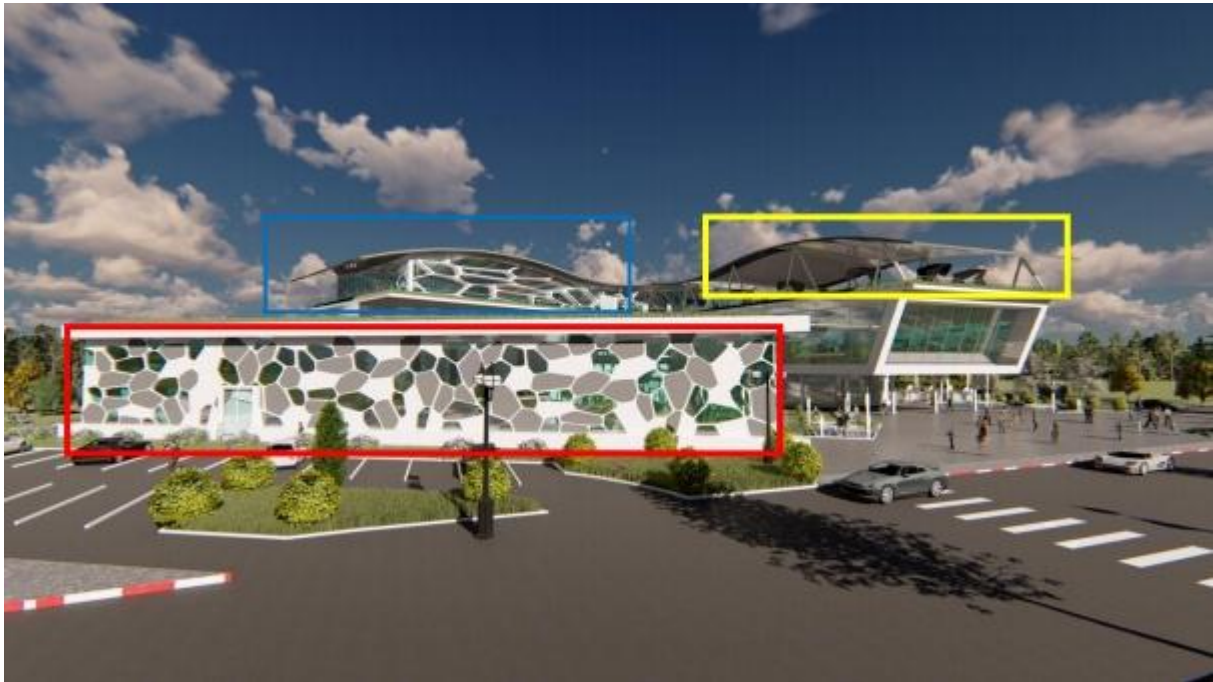


Figure 8 : différentes entités du projet
Source : auteurs

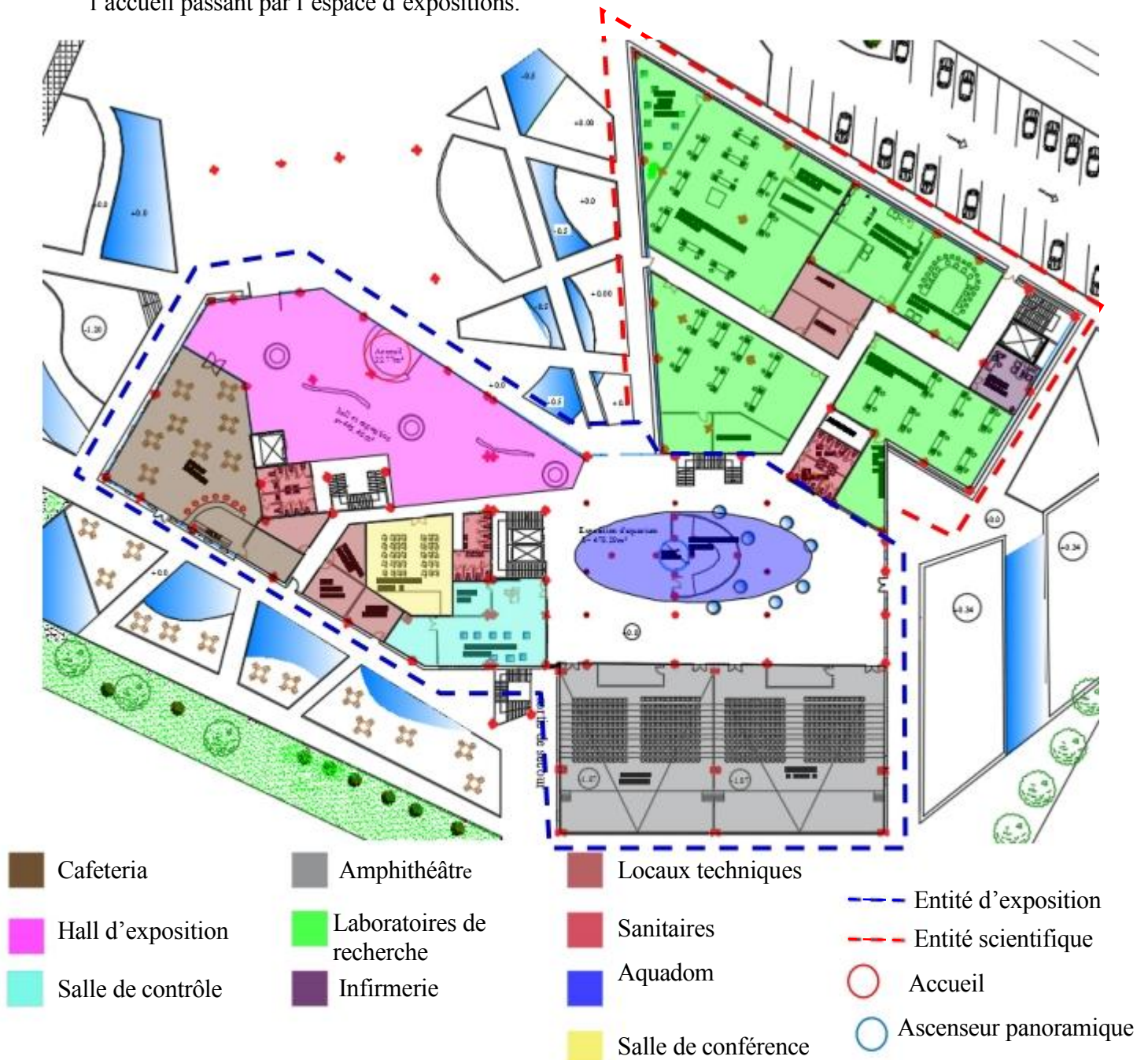
1. Plan du RDC :

Comporte l'entité d'exposition et l'entité scientifique. C'est deux entités sont séparées par un espace partagé : atrium, Où se trouve l'espace d'exposition et une aquadom (aquarium vertical) qui atteint une hauteur de 14 mètres et un diamètre de 11,5 mètres. Cet aquadom spectaculaire est doté d'un ascenseur transparent (ascenseur panoramique) à travers lequel les étudiants peuvent observer la grande variété de poissons. L'entité exposition comporte :

- Un espace d'activités pour les visiteurs destiné pour les expositions de coquillages, de silhouettes des animaux marins préhistoriques et des richesses sous-marines. des panneaux d'affichages amovibles, des tableaux explicatifs et des écrans interactifs sont à la disposition du public, des informations concernant les spécimens exposés, les écosystèmes et les interrelations entre les espèces.

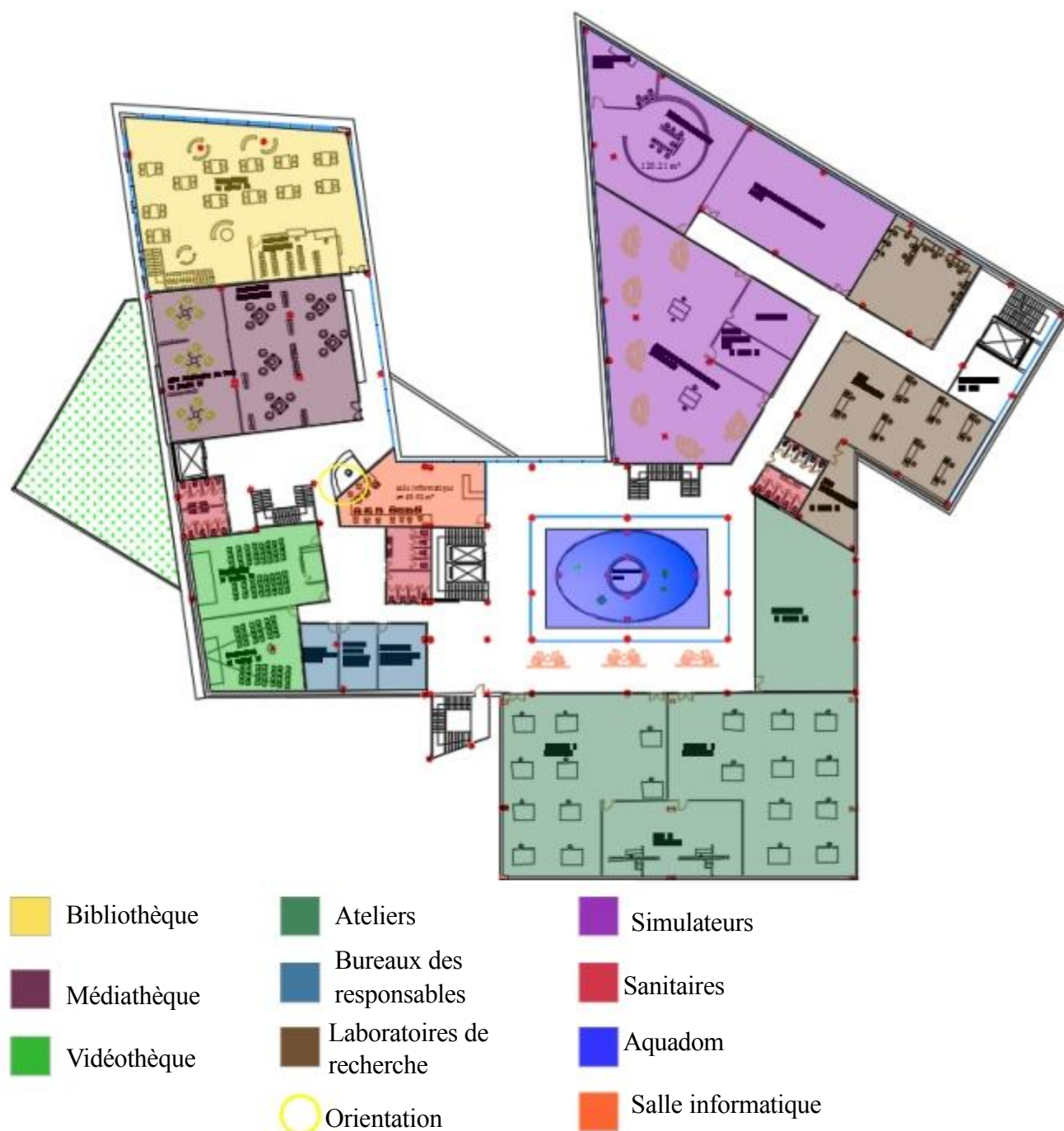
- une Cafétéria vitrée qui offre une vue sur l'espace extérieur.
- salle de conférence et des amphithéâtres qui seront mis à la disposition des étudiantes et du public, elles permettent l'organisation des animations et des conférences ainsi que la diffusion des films dans le but de sensibilisation sur l'importance de la sauvegarde du milieu marin.

Concernant l'entité scientifique elle comporte les laboratoires de recherche maritime destinée pour les étudiants et les chercheurs avec des accès privés par l'extérieur ou depuis l'accueil passant par l'espace d'expositions.



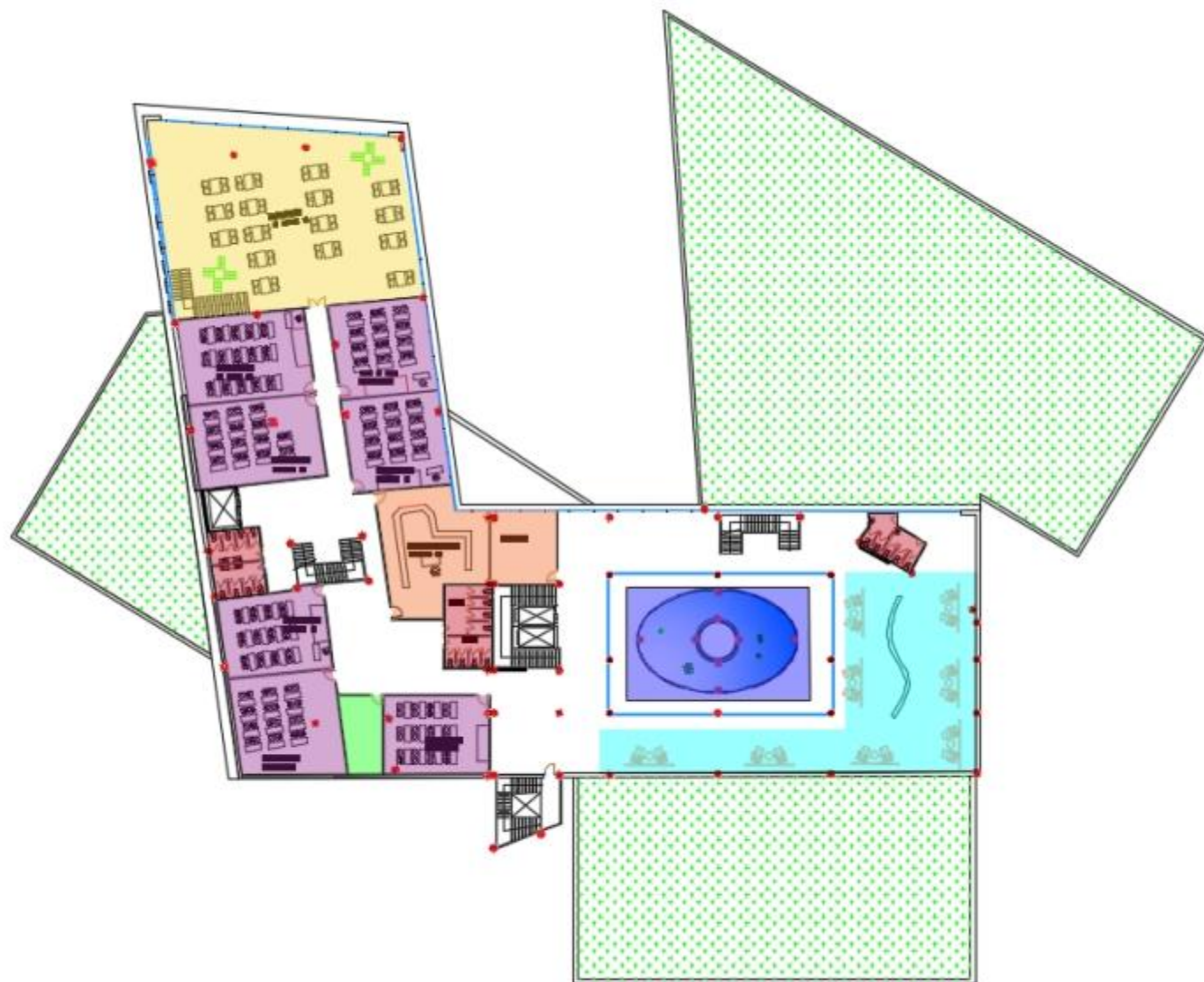
2. Plan du premier étage :

Il comporte la partie de diffusion de savoir. Il accueille un grand volet d'échange culturel et scientifique entre les étudiants, les chercheurs, et créateurs. On trouve une bibliothèque en double hauteur avec une vue panoramique sur la mer et différents espaces de formation numériques qui contiennent les simulateurs, la médiathèque et salle informatique qui seront encadrés par des scientifiques et des formateurs.



3. Plan du deuxième étage :

la seconde partie de formation qui comporte les salles de cours, salle informatique et un espace de lecture donné sur l'atrium où les usagers vont s'enrichir tout en se détendant.



	Aquadom		Salle d'informatique
	Espace de détente		Bibliothèque
	Salles de cours		Salle tirage
			Sanitaires

Figure 11 : plan du 2^{ème} étage
source+ traitement : auteurs

4. Plan troisième étage :

On trouve un restaurant doté d'une terrasse panoramique. Cette terrasse permettra d'accueillir l'effectif complet des étudiants et des chercheurs où l'on peut profiter de la vue sur les montagnes de Tipaza et sur la mer.

Ainsi on trouve l'entité administrative qui comporte les différents bureaux : secrétariat, salle de réunion, bureau directeur, salle de gestion, salles des enseignants et salle de personnel bureau de directeur, secrétariat, salle de réunion, archive, bureau des contacts, bureau de l'animateur culturel, bureau de programmation et communication, salle de restauration.

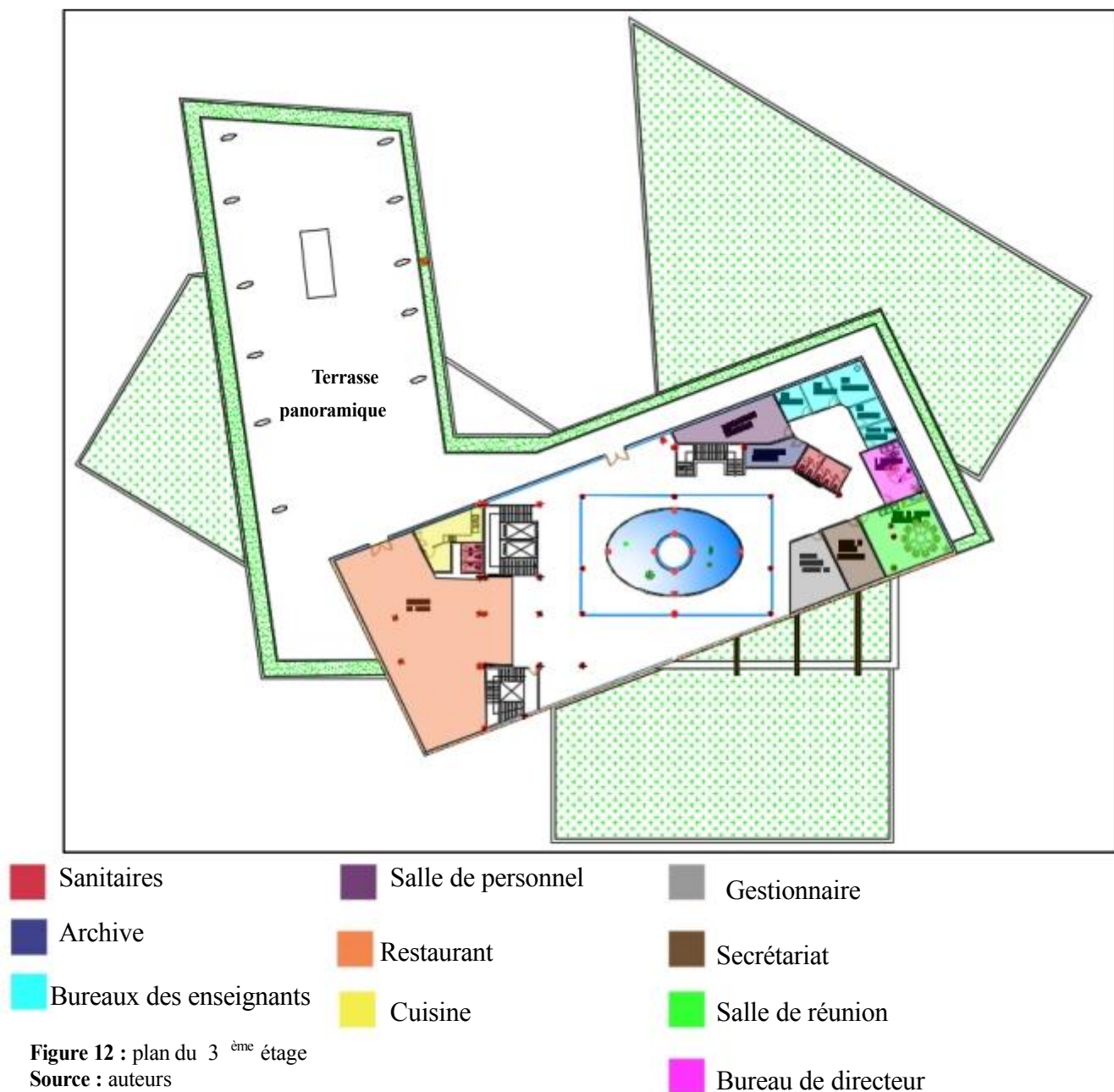


Figure 12 : plan du 3^{ème} étage

Source : auteurs

5. La circulation :

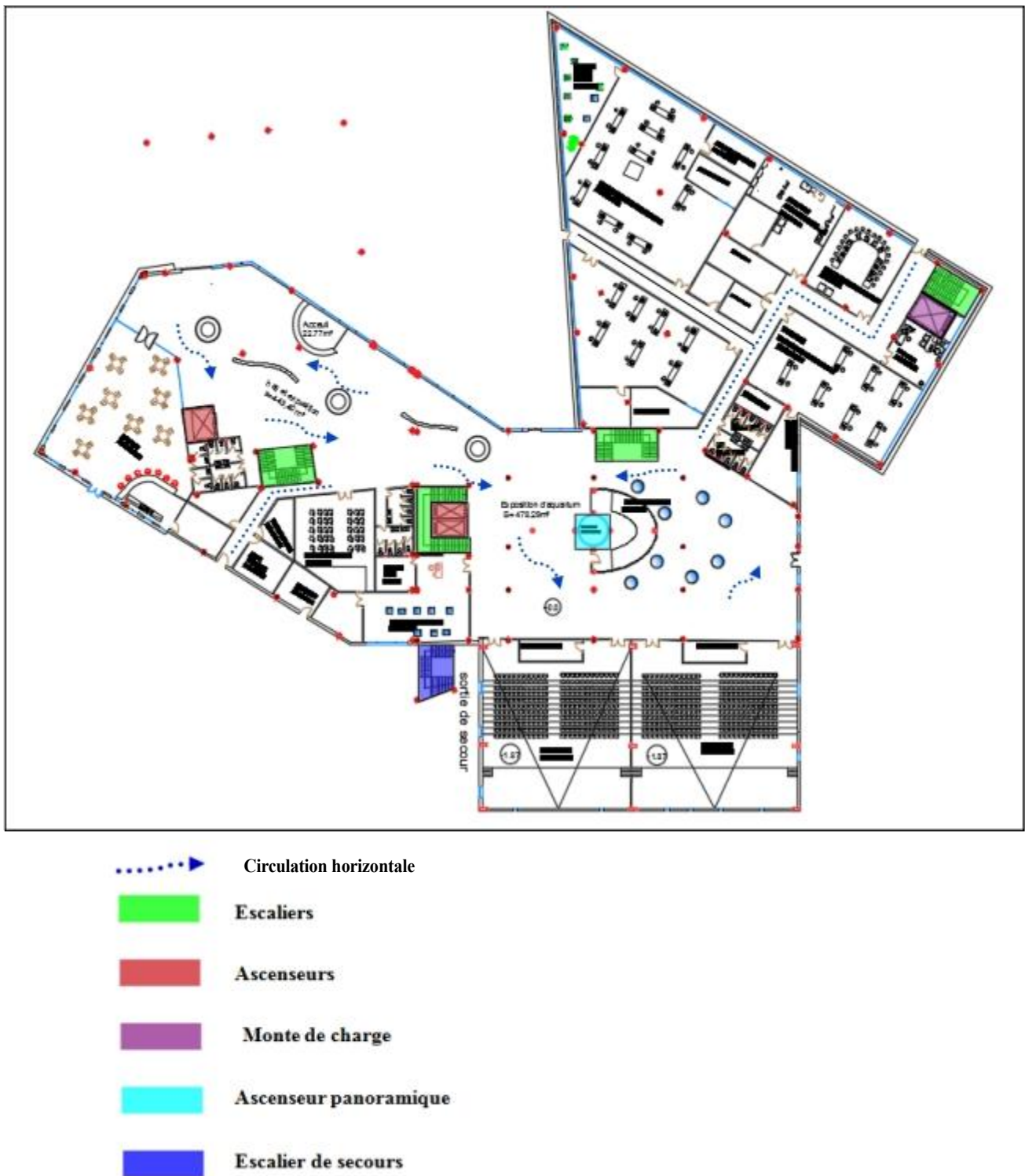
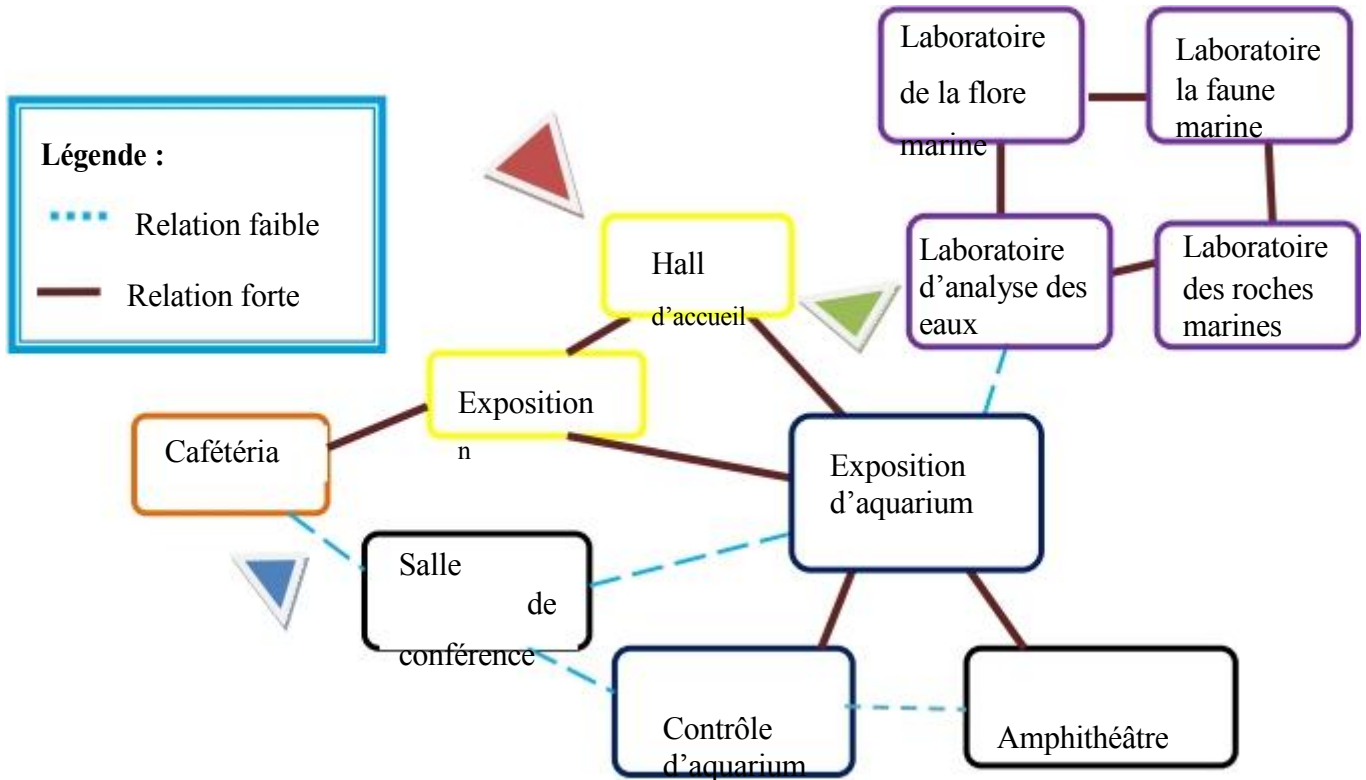


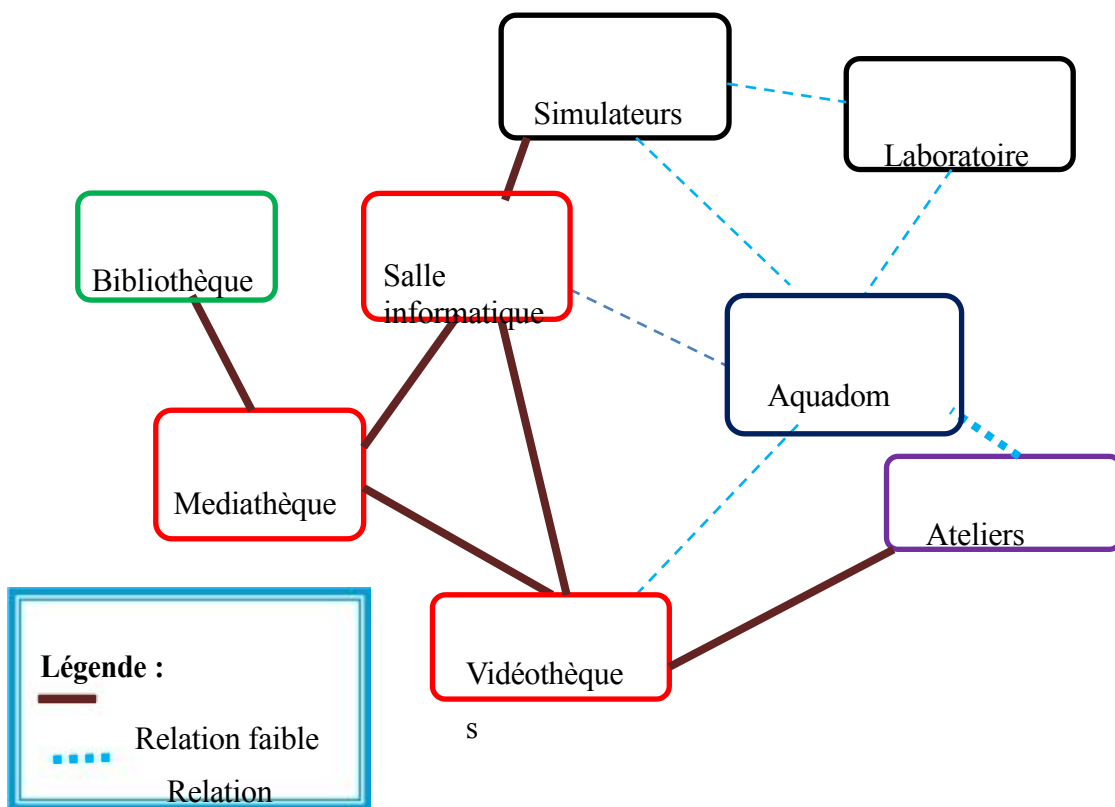
Figure 13 : la circulation dans le projet
Source : auteurs

6. Organigrammes

a) Plan du RDC

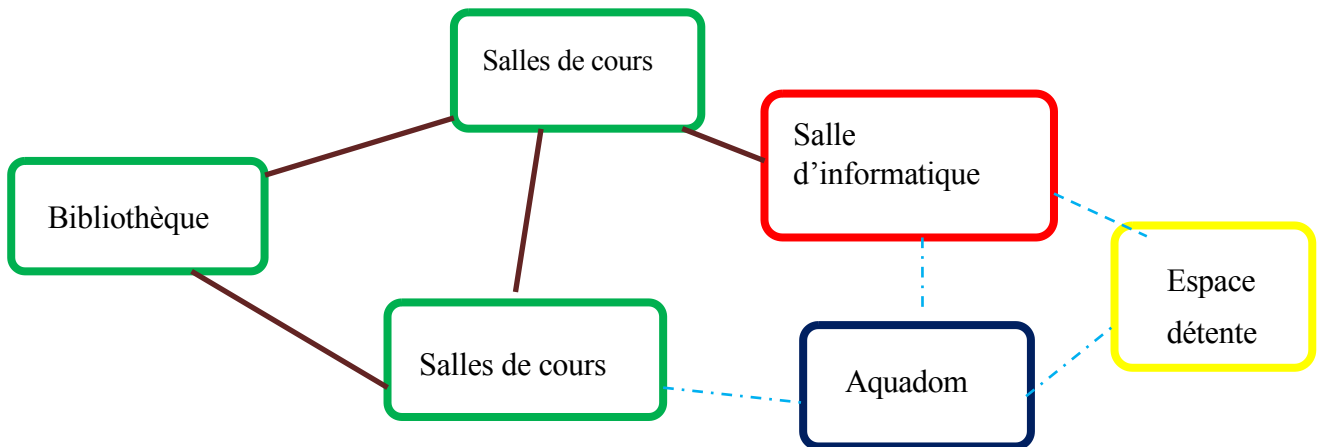


b) Plan 1^{er} étage :

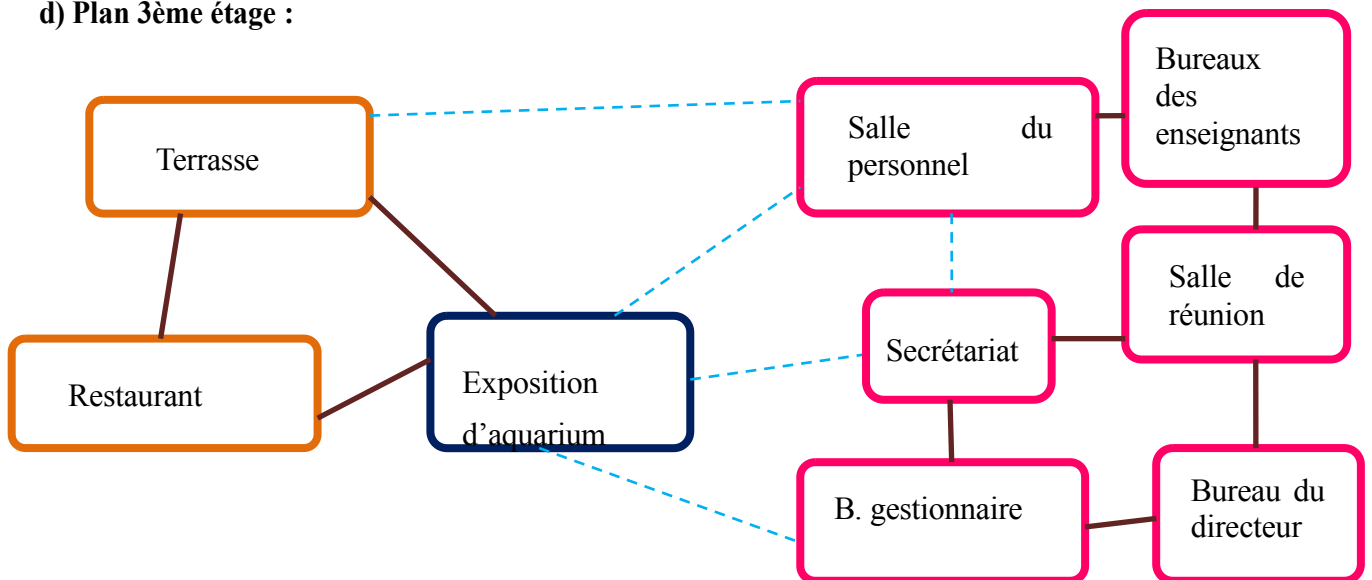


forte

c) Plan 2ème étage :



d) Plan 3ème étage :



Légende :

- Relation faible
- Relation forte

7. Description de l'enveloppe :

Au niveau des façades, on a essayé d'adopter les principes d'une architecture contemporaine, en facilitant sa lecture et en donnant le caractère de modernité.

7.1. Façade principale :

Représente la façade du projet qui donne sur la mer, pour cette façade on a opté pour une façade double peau la 2ème peau en aluminium inspirée du filet de pêche traité en réponse au fonctionnement interne du programme du bâtiment, au niveau de l'entité scientifique c'est le plein qui domine sur le vide pendant que le vide domine le plein dans le dernier niveau,

Pour les autres parties de la façade on a opté pour des façades totalement vitrées avec un traitement horizontal pour optimiser les conditions de lumière du jour internes et les vues vers le paysage et la mer.



Figure 15 : façade principale
Source : auteurs

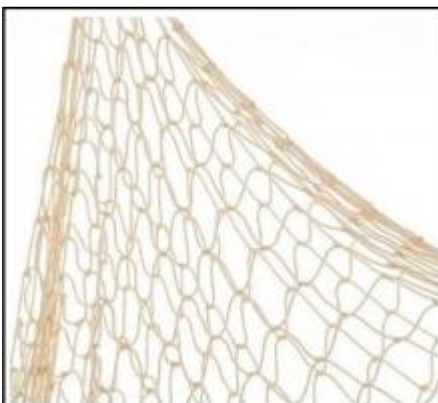


Figure 17 : filet d pêche
Source : www.aquaportail.com

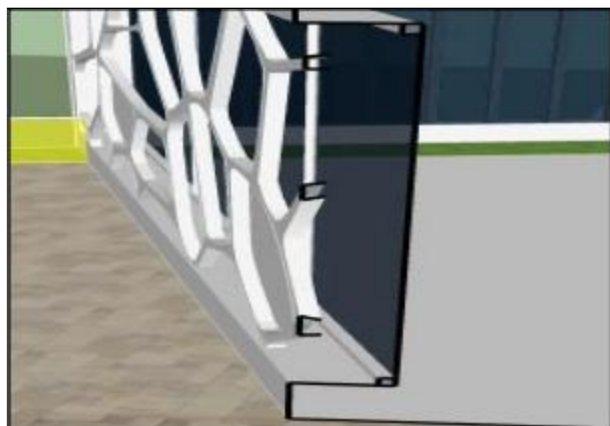


Figure 16 : double peau utilisé dans le projet
Source : auteurs

7.2. La façade postérieure :

1^{er} et 2^{ème} étages on a opté pour le côté ouest une double peau vitrée avec des éléments horizontaux pleine rythmée en verre émaille.

Coté sud une double peau, la première peau vitrée la 2^{ème} peau est pleine rythmée horizontalement par des déchirures rectangulaire vitrées avec la même forme de la façade du côté ouest. Ce jeu offrait un visuel harmonieux et contemporain au bâtiment.

Le dernier niveau se compose de deux faces vitrées accompagnées de protections solaires verticaux en bois permettent de réduire les besoins énergétiques et maintenir un niveau de température agréable et créent un rythme sur les façades.

Au niveau des amphithéâtres les façades se composent des parties opaques répondant aux exigences fonctionnels des espaces, ainsi sur le plan bioclimatique permet de minimiser les déperditions thermiques, avec des ouvertures maillées permettant l'aération et l'éclairage de l'espace..

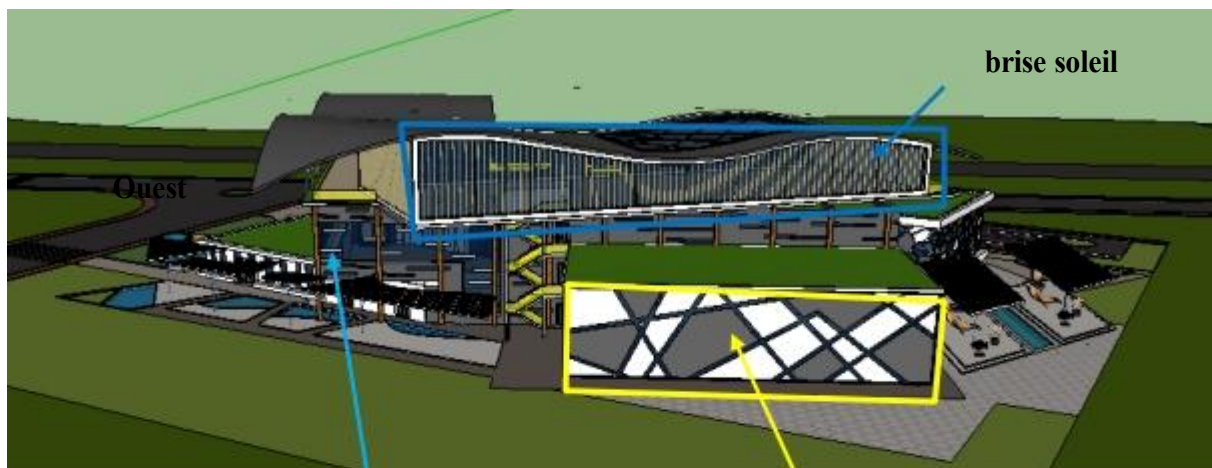
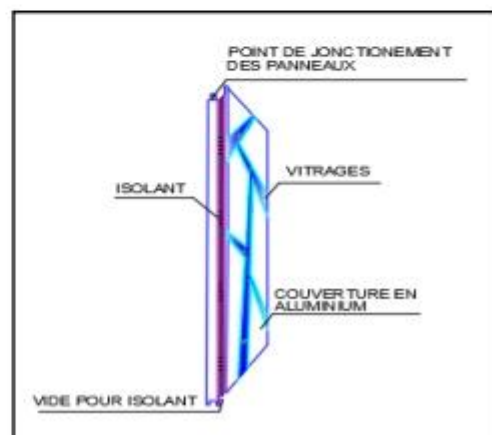


Figure 18 : façade postérieure

Source : auteurs

Le verre émaillé est un produit trempé dont une face (ou les deux) est revêtue d'une (ou plusieurs) couche d'émaux colorés, opaques, vitrifiés au cours de la trempe thermique.



IV. Evaluation environnementale :

Sous nos climats tempérés, cette recherche d'équilibre entre le bâtiment et son milieu (profiter des éléments favorables du climat et écarter ceux qui sont défavorables) s'exprime principalement sous forme de deux grands principes saisonniers:

- **Stratégies du chaud:** favoriser les apports de chaleur gratuite et diminuer les pertes thermiques, tout en permettant un renouvellement d'air suffisant.
- Capter les calories solaires.
- Les stocker (pour pouvoir en bénéficier au moment opportun).
- Aider à une distribution efficace de l'ensemble de ces calories dans l'espace habité.
- Conserver ces calories gratuites et éviter également la déperdition des apports intérieurs (chauffage et autres apports internes).
- **Stratégies du froid:** diminuer les apports caloriques et favoriser le rafraîchissement.
- Protéger du rayonnement solaire.
- Éviter la pénétration des calories.
- Dissiper les calories excédentaires.
- On peut y ajouter le rafraîchissement et la minimisation des apports internes.

1. Solutions bioclimatiques passifs

1.1. Solution de protection solaire

1.1.1. Façades double peau :

L'adaptation de ce système au niveau de la façade du volume orienté sud ouest répartie sur deux niveaux. Ce dispositif est appliqué afin d'assurer une ventilation naturelle et un meilleur apport en qualité de lumière naturelle pour les salles de cour. Elle permet la réduction des apports solaires directs en évacuant les excès de chaleur afin de rafraîchir.

La façade Double peau coté nord c'est pour protégé le vitrage contre les vents dominant du nord.

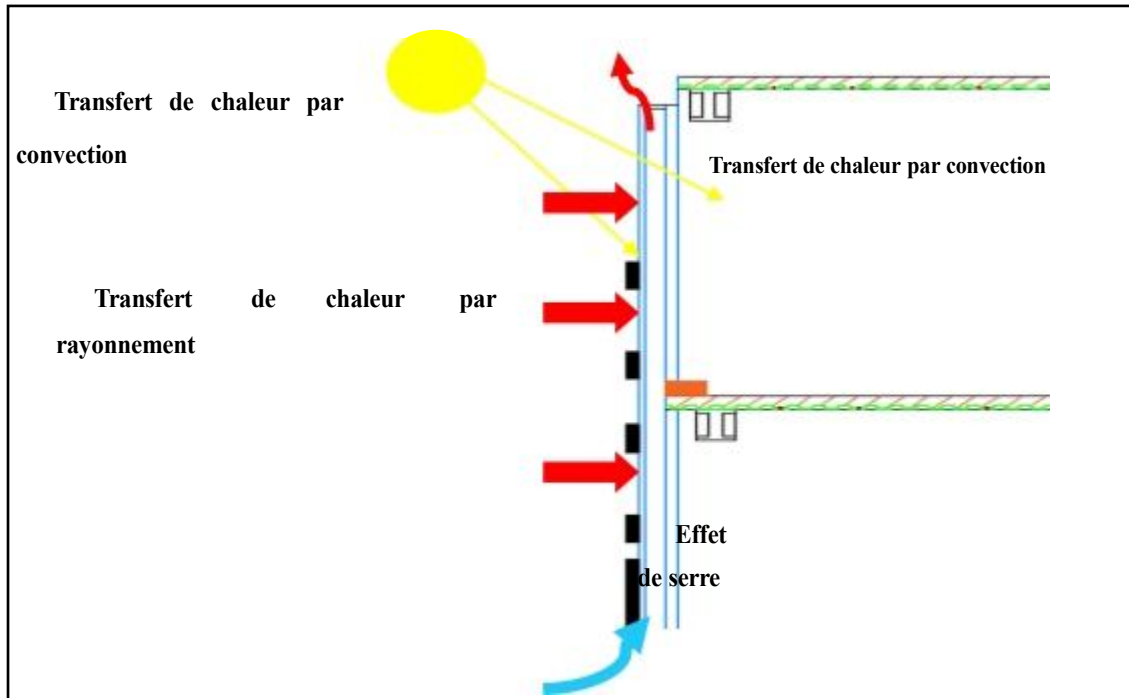


Figure 19 : fonctionnement de la façade double peau en été

Source : auteurs

1.1.2. Les brises soleil :

Des brises verticaux sont projetées sur les façades sud et sud est pour minimiser les apports solaires. Ses lames inclinables absorbent le rayonnement solaire puis le réfléchissent vers l'extérieur, elles protègent ainsi des chaleurs excessives des derrière les baie vitrée. Ce système permet de faire des économies d'énergie et selon l'orientation des lames.



Figure 20 : brises soleil dans le projet

Source : auteurs

1.1.3. Terrasses végétalisées

Il constitue une stratégie bioclimatique par une isolation thermique en diminuant les dépenses énergétiques. La végétalisation renforce l'isolation acoustique et thermique des toitures et prolonge la durée de vie de la couverture en limitant la température de surface. Les végétaux filtrent naturellement la poussière et régulent l'humidité du microclimat.

L'utilisation du toit végétal dans quelques parties du projet afin de :

- Protéger l'enveloppe du projet des chaleurs excessives d'été ;
- Minimiser les déperditions thermiques ;
- Humidifier l'air et participer à la création du micro climat ;
- Récupération et filtration des eaux pluviales. (Système actif).

1.2. La ventilation :

1.2.1. La ventilation transversal :

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 pression du vent exercé sur les deux façades latérales permet le captage de l'air frais qui vient balayer l'espace intérieur qui se trouve en sous pression. L'air vicié est ensuite évacué vers l'extérieur par effet thermique à travers l'atrium.

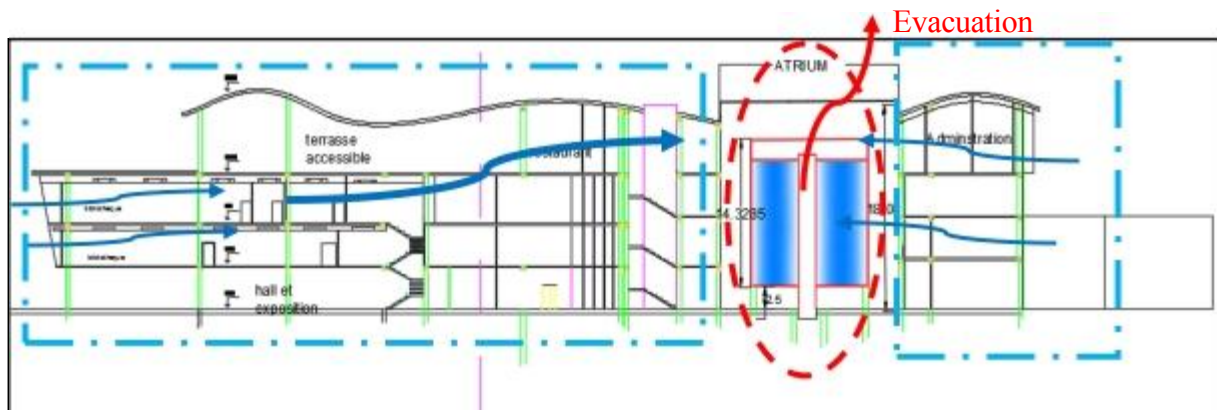


Figure 21 : la ventilation transversale dans le projet

Source : auteur

1.2.2. L'atrium : En été, l'atrium travaille comme un extracteur d'air vicié par tirage thermique accentué et un effet de cheminée accentué par la présence du vitrage (l'air chaud monte et avec l'effet de serre créé par le vitrage l'air vicié se chauffe davantage et s'évacue plus facilement) l'effet de cheminée permet de réduire l'énergie utilisée pour la climatisation et renouvellement d'air.

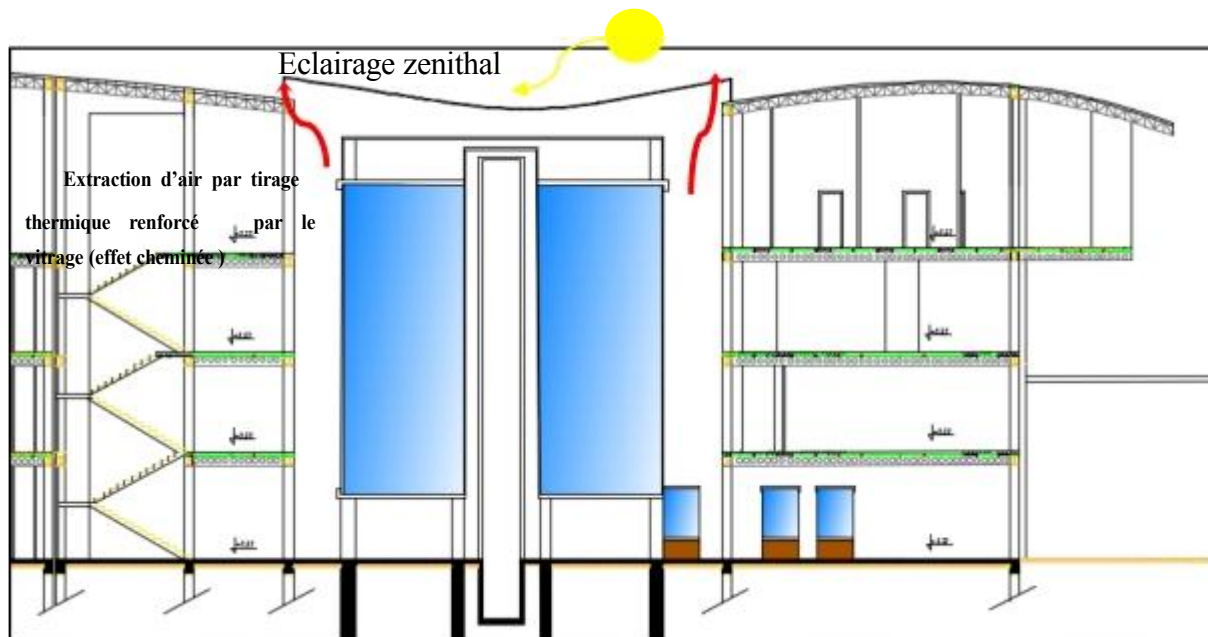


Figure 22 : fonctionnement de l'atrium en été

Source : auteurs

2. Solutions bioclimatiques actives

2.1. Puits canadien: c'est un échangeur thermique constitué de canalisations souterraines dans lesquelles l'air transite avant d'arriver au bâtiment, l'air s'y réchauffe à 2 m de profondeur, la température du sol est constante et ne dépend pas de la météorologie.

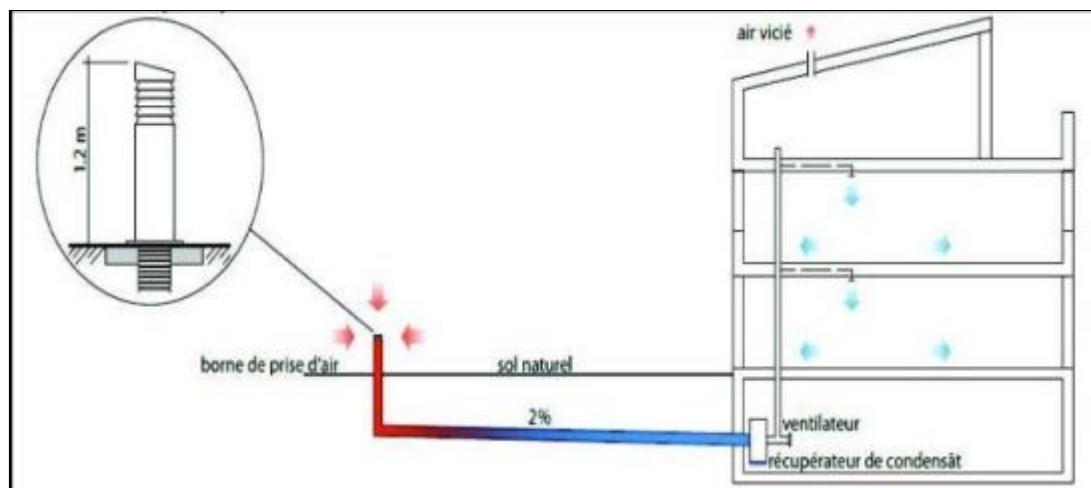


Figure 23 : principe de puits canadien

Source : <https://energieplus-lesite.be/techniques/ventilation8/ventilation-hygienique/composants-de-la-ventilation/puits-canadien/>

Principe de fonctionnement dans notre projet :

En hiver, le sol est plus chaud que l'air extérieur, l'air se réchauffe et permet un préchauffage du bâtiment la technique du puits Canadien, repose sur la température constante de la terre.

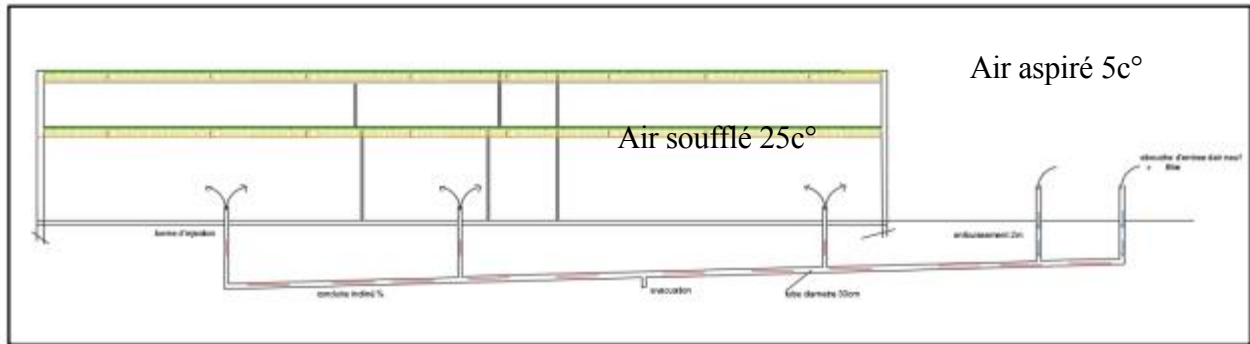


Figure 24 : principe de fonctionnement de puits canadien en hiver.
Source : auteurs

Au-delà d'une certaine profondeur la température terrestre se stabilise, en injectant de l'air dans des gaines passant à travers la croûte terrestre, un échange thermique s'exerce entre l'air, dans les gaines, et la terre qui l'entoure. Ainsi il en résulte à la sortie un air proche de la température de la terre, même avec une température à 2°C à l'extérieur, l'air ressort du puits à une température de 8°C.

En été, à l'aide d'un tube entré, afin d'alimenter un bâtiment en faisant circuler de l'air sous terre cette technique repose sur la température constante de la terre. En été, le sol est plus froid que l'air extérieur ; l'air est refroidi et permet de climatiser le bâtiment et d'abaisser la température, alors que la température extérieure est proche de 30°C, l'air se trouvant dans les tubes enterrés dans le sol, utilise les propriétés rafraichissantes du sol pour introduire un air rafraichi pouvant atteindre les 20°C.

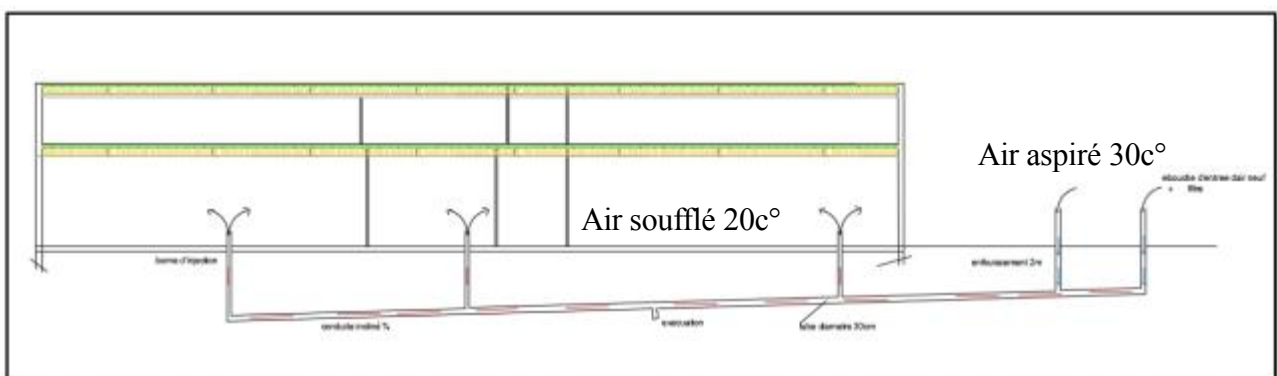


Figure 25 : principe de fonctionnement de puits canadien en été.
Source : auteurs

2.2. Poutres climatiques: Permettent une bonne maîtrise de ces conditions thermiques idéales et permettent de chauffer ou refroidir une ambiance efficacement. Elles sont utilisées dans les bureaux, les ERP, les hôpitaux, et ne nécessitent que peu d'entretien, pas de filtre, pas de système d'évacuation de condensats, pas de ventilateur.

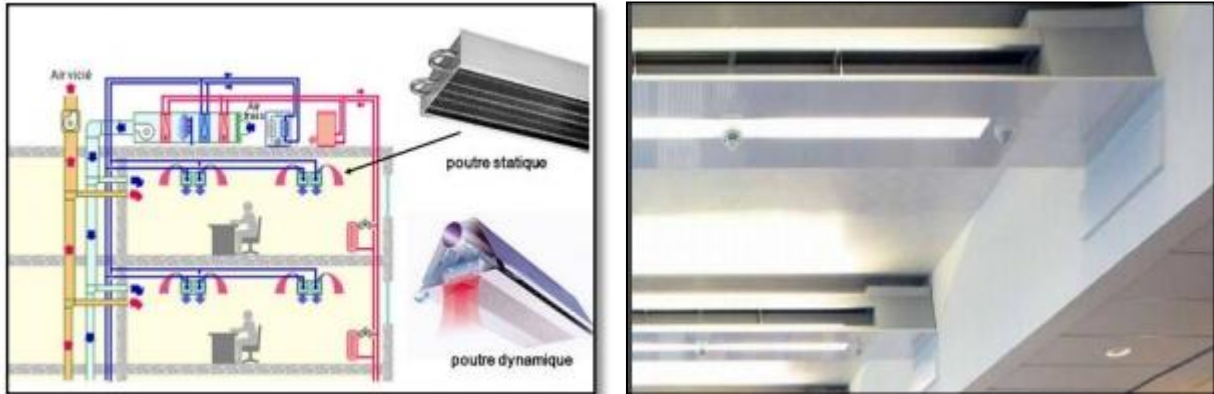


Figure 26 : poutre climatique
Source : www.abcclim.net

Principe de fonctionnement dans notre projet :

On opte pour l'utilisation des poutres climatiques actives pour chauffer et refroidir les salles de cours et la bibliothèque est injectée dans un plénum à une vitesse suffisante pour créer une dépression permettant d'aspirer l'air de la pièce. Ce phénomène d'induction est identique à celui du principe de Venturi. Puis l'air venant de la pièce traverse une batterie chaude ou batterie froide, l'air primaire et l'air repris donnent un air mélangé qui est soufflé à faible vitesse dans la pièce à traiter. Bien entendu à la vitesse doit être suffisante pour permettre un bon brassage de l'air et une température homogène.

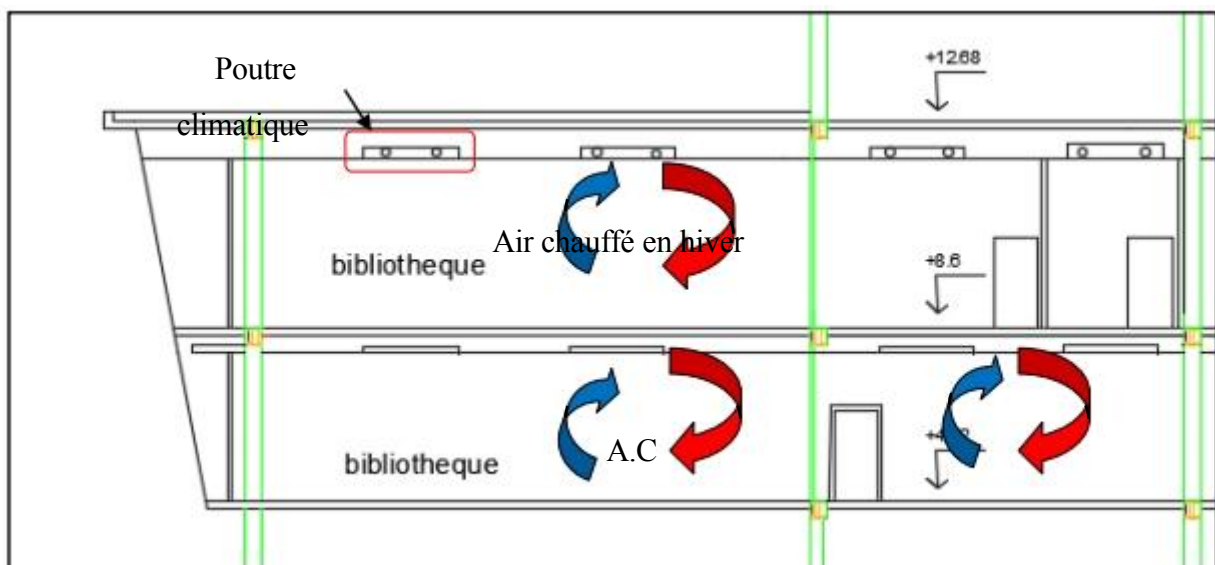


Figure 27 : principe de fonctionnement de la poutre climatique
Source : auteurs

2.3. Panneaux solaire : Les panneaux solaires permettent de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Ces panneaux transforment le rayonnement solaire en électricité à l'aide d'une cellule photovoltaïque, qui produit du courant sous l'effet photovoltaïque.



Figure 29 : panneau photovoltaïque
source : <https://www.panneausolaire>

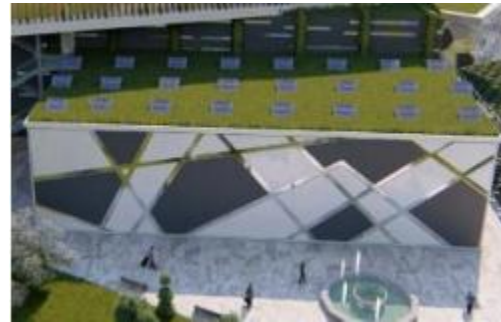


Figure 28 : panneaux solaire dans notre projet
Source : auteurs

Principe de fonctionnement dans notre projet :

Placés sur la toiture sud, ces panneaux sont composés de capteur solaire thermique à haut rendement sur lequel sont disposées des cellules solaires photovoltaïques, l'ensemble permet aux bâtiments de bénéficier de l'électricité et du chauffage gratuit tout en économisant de la surface par la combinaison entre le thermique et l'électrique. Ils permettent, d'améliorer le rendement des cellules solaires en abaissant leurs températures : le fluide qui circule dans la partie thermique pour être réchauffé permet également de refroidir les cellules photovoltaïques et donc d'augmenter leurs rendements. Les panneaux doivent être orientés au sud selon une inclinaison de 30° pour obtenir un rendement maximal.

2.4. Système de récupération des eaux pluviales:

Le système de récupération d'eau de pluie doit comprendre une pompe qui permet d'envoyer l'eau dans les canalisations de l'équipement, un système de filtration, un système d'aération, ainsi qu'un système anti retour, qui permet au réseau traditionnel d'eau potable de prendre le relais du réseau d'eau de pluie lorsque la cuve est vide et empêche que ces deux réseaux communiquent entre eux.

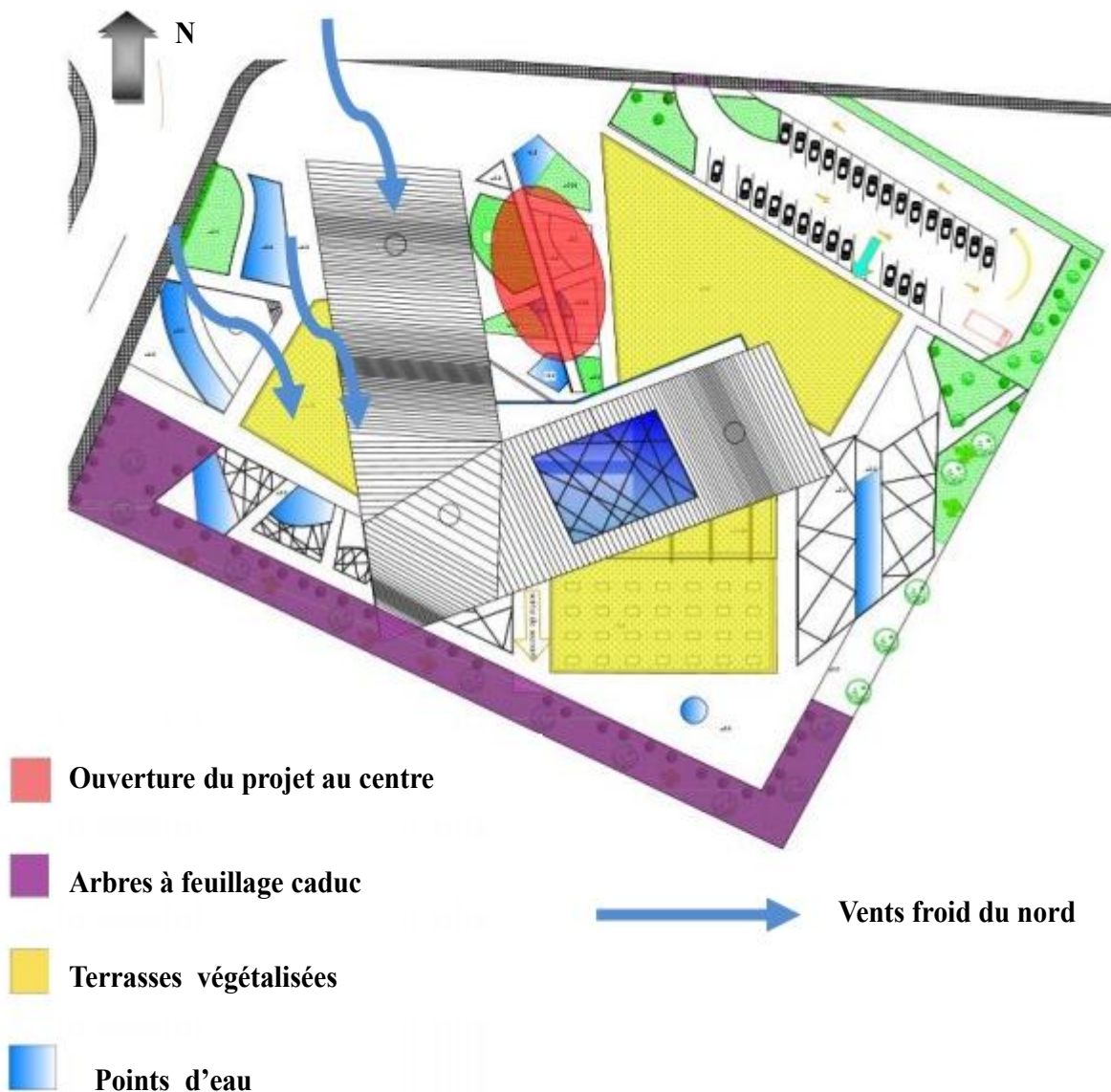


Figure 30 : système de récupération des eaux
source : <https://energieplus-lesite.be>

L'ensemble doit aussi être complété par un indicateur de niveau, qui informe sur l'état de remplissage de la cuve. Ainsi que d'un système de trop plein pour évacuer l'eau de pluie vers le réseau des eaux pluviales lorsque la cuve est pleine.

V. Solutions bioclimatiques au niveau du plan de masse :

- Ouverture du projet au centre permet de profite au max des rapports solaire
- Les rotations des volumes permettent une bonne ventilation naturelle.
- Emploi de végétation ainsi que l'eau du côté sud pour un meilleur confort thermique et un rafraichissement passif d'air.



I. Système constructif:

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. Ainsi la technologie est la seconde manière de maîtriser son projet. Cette approche représente dans son sein, le choix du système structurel de l'ossature, des différents modes de construction, des différents matériaux adoptés pour la formalisation de notre projet.

1. Le choix pour notre projet :

Le choix du système constructif a été arrêté de manière à répondre aux exigences fonctionnelles, spatiales, et formelles spécifique (Espace flexibles et libres : structure d'une grande portée) à chaque partie architecturale tout en assurant la stabilité (capable de résister aux efforts horizontaux et verticaux à savoir le vent et le séisme), la durabilité, la solidité et l'économie.

De ce fait, nous avons opté pour une trame structurelle a grande portée, une structure mixte poteau en béton poutre en acier et contreventé au niveau de dernière étage. Et structure métallique au niveau de l'aquadom et amphithéâtre.

Infra structure : système semelles filantes croisées.

1.1. Structure de l'aquadom :

1.1.1. Verre:

Pour l'aquadom de notre projet sera un aquadom construit avec du verre acrylique qu'est une matière plastique qui peut se plier dans certaines circonstances, en particulier pour les grands formats.



Figure 31 : L'AquaDom cylindrique à l'hôtel Radisson de Berlin.

Source :

<http://avecdesyeuxplusgrands.blogspot.com/08/un-gros>

Référent:

Aquadom Radisson Blu Hôtel Berlin: Le cylindre en verre acrylique qui compose la structure a été fabriqué en quatre pièces et construit sur place sur 9 m de fondations en béton.



Figure 32 : Schéma d'une aquadom simple sans ascenseur panoramique.



Figure 33 : Vue en plan de l'aquadom de l'hôtel Radisson de Berlin.

1.1.2. L'Avantages du verre acrylique

- Bonne isolation pour tout l'appareillage électrique ;
- Il peut porter la grande pression d'eau ;
- Non-toxique à l'humain
- Acrylique peut être façonné dans n'importe quelle forme ou taille de l'aquarium alors le verre a de nombreuses limites (: Cylindrique, rectangulaire, forme en L, triomphal)
- La vue à travers l'acrylique est beaucoup plus grande parce qu'il ya moins de distorsion que dans le verre. L'eau de mer et à l'acrylique ont presque le même indice de réfraction de lumière.
- Acrylique est beaucoup plus facile à couper que le verre.
- Acrylique réservoirs sont très durables et ne sera pas fissurer ou se briser comme le verre peut (D'un autre côté il est vrai que l'acrylique peut gratter, mais les rayures peuvent être enlevées facilement. Si vous êtes prudent avec le nettoyage, vous ne devriez avoir aucun problème.)

1.1.3. Système de filtration :

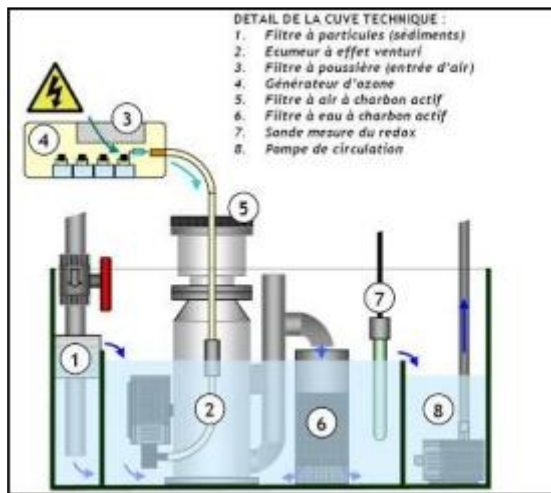


Figure 34 : Installation d'un l'ozonisateur system de filtration de l'aquodom de l'hôtel Radisson de Berlin

2. Structure :

Notre choix s'est porté sur la structure métallique poteau et poutre métallique et des pieux de 9m de profondeur.

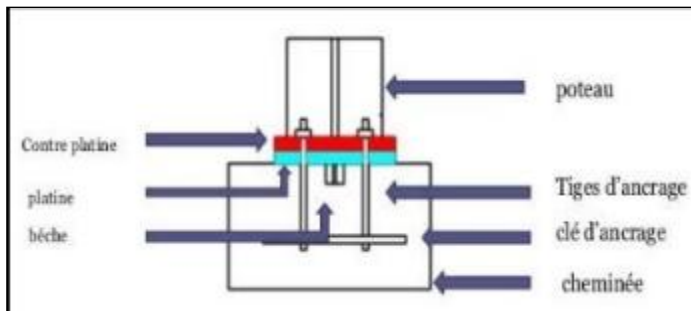


Figure 36 : Articulation fondation et poteau au moyen de platine.

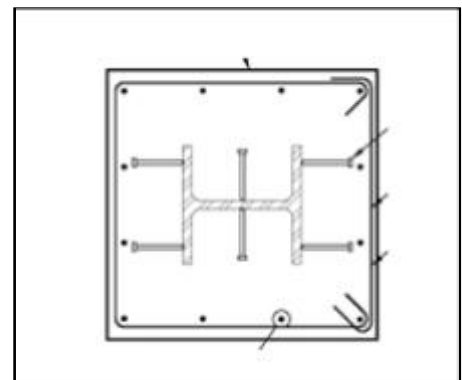


Figure 35 : poteau métallique.

2.1. Avantage de la structure métallique :

- Flexibilité des espaces.
- La légèreté de la structure, permet de grandes portées sans avoir d'importantes retombes.
- conception simples et efficace.
- Bon comportement vis-à-vis du séisme, dû à la ductilité du métal.
- Bonnes caractéristiques mécaniques à la traction et à la compression.
- La facilité de mise en œuvre permet de réduire considérablement les délais d'exécution.
- Considération d'ordre esthétique.

3. Superstructure :

Notre choix s'est porté sur un assemblage de structure mixte de poteau en béton armé et de poutres métalliques alvéolaires et ferme. Ce choix est justifié principalement par l'économie du béton et sa bonne résistance et durabilité en premier et en second lieu, la poutre en acier pour sa capacité mécanique à franchir de grandes portées.

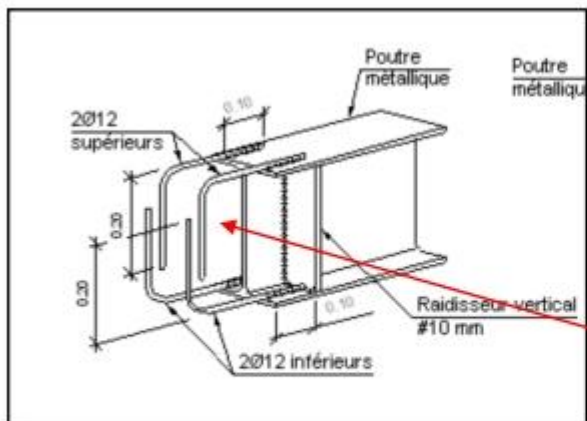
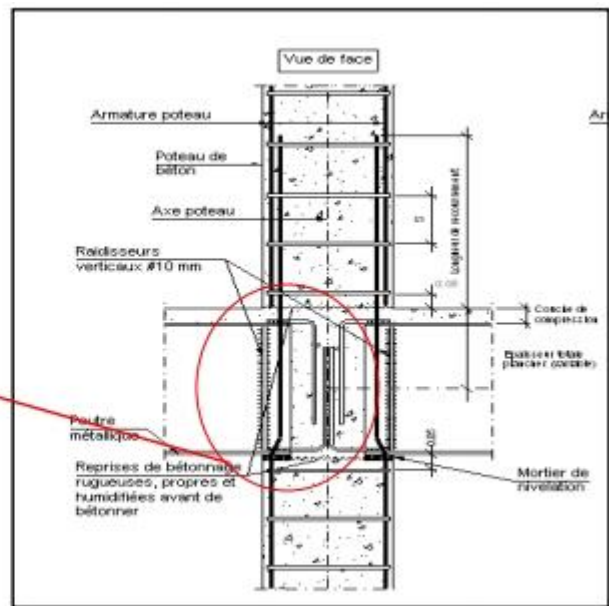


Figure 37 : Détail de poutres métalliques discontinues sur un poteau continu en béton.

Source : <http://detailsconstructifs.cype.fr/EAM023.html>



On a eu recours à poutres en acier afin de soutenir notre porte à faux, nous avons pris comme exemple de référence aux Bureaux Statoil, Oslo, Norvège. Dans les modules sont orientés différemment créant des portes à faux. Une superstructure en acier permet aux différents modules de se mettre en porte-à-faux jusqu'à 30 mètres. Chaque ferme de 140 m est divisée en 5 sections. Chaque tronçon est soudé sur place à l'aide de pièces d'acier préfabriquées. Les sections sont ensuite soudées ensemble in situ, tout en dissimulant les systèmes de fixation et d'accrochage de manière à obtenir une surface épurée, caractéristique d'une architecture efficace. Des éléments de façade préfabriqués en panneaux en aluminium sont montés sur les lamelles inférieures.



Figure 38 : Bureaux Statoil, Norvège

source : <https://www.architecturaldigest>

3.1. Les poteaux :

En béton armé section 40 *40, la continuité des éléments verticaux et la bonne transmission des charges (le béton présente une bonne résistance à la compression et l'acier une bonne résistance à la traction) ainsi l'alliance des deux matériaux assure une prise en charge totale des différents types de sollicitations.

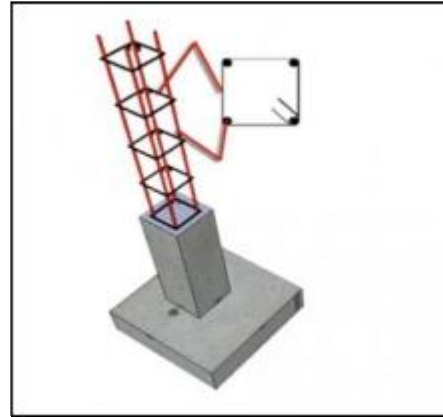


Figure 39 : poteau béton armé

3.2. Les poutres : pour les poutres on a utilisé deux types :

3.2.1. Les poutres alvéolaires :

Sont utilisées au niveau de l'entité scientifique et l'entité de l'exposition et de la formation permettent le passage des gains et les différents câbles.



Figure 40 : Les poutres alvéolaires

Source : <https://www.archiexpo.fr>

3.2.1. Les poutres tridimensionnelles treillis :

Elles sont employées pour les grandes portées de la bibliothèque et au niveau du dernier étage et la toiture suspendue.

Les avantages des poutres en treillis :

- Passages facilité des conduites.
- Structure relativement rigide.
- Agencement simple (surélévation, forme libre).
- porté recommandé : au delà de 9 m jusqu'à 18 m (planchers) voire jusqu'à 100 m (toiture).
- Hauteur des poutres $H = 1/10$ poutre simple jusqu'à $1/18$ de la portée (poutre continu).



Figure 41 : poutre en treillis

source : <https://www.archiexpo.fr>

3.3. Les planchers:

Pour notre projet nous avons opté pour des planchers collaborants, cela nous permet des grands portés et assure une rapidité d'exécution, leurs avantages sont les suivants:

- Moins de risque de basculement ou de flambage.

- pas de coffrages ;

- conception flexible.

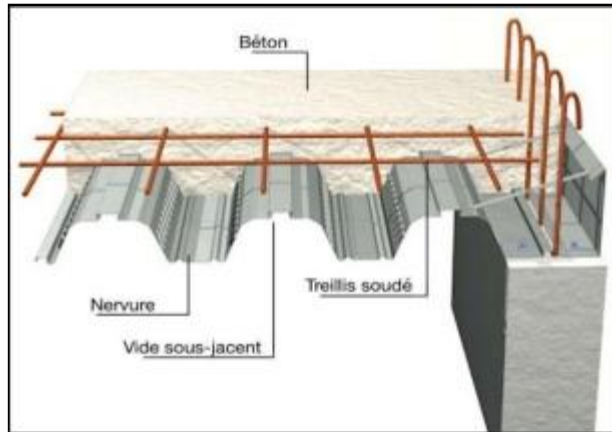


Figure 42 : plancher collaborant

Source : <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/construction-maison-plancher-collaborant-17857/>.

4. Infrastructure :

Les fondations d'une construction sont constituées par les parties de l'ouvrage qui sont en contact avec le sol auquel elles transmettent les charges de la superstructure elles constituent donc la partie essentielle de l'ouvrage puisque de leur bonne conception et réalisation découle la bonne tenue de l'ensemble.

Les éléments de fondation transmettent les charges au sol soit directement (cas des semelles reposant sur le sol ou cas des radiers) soit par l'intermédiaire d'autres organes (cas des semelles sur pieux par exemple).

Le choix du type de fondation se fait suivant trois paramètres :

- La nature et le poids de la superstructure ;
- La qualité et la quantité des charges appliquées sur la construction ;
- La qualité du sol de fondation.

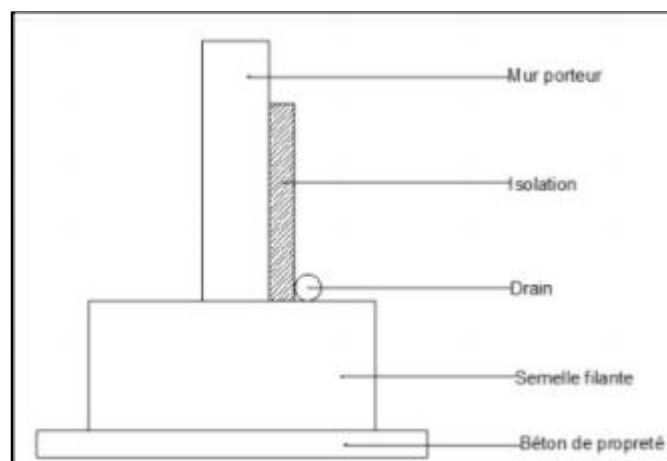


Figure 43 : coupe schématique d'une semelle filante

Source : <http://www.guidebeton.com/fondations-superficielles>

Dans notre projet vu l'absence d'une étude du sol nous optons pour les fondations avec Semelle filantes croisé : l'un des principaux avantages de ce type de semelle est qu'elle est mieux adaptée à des sols moins homogènes, car la surface de contact est plus importante ce qui limite le risque de tassement différentiel, en d'autres termes, des tassements plus

5. Voiles et joints

- Nous avons utilisé des voiles en béton armé d'une épaisseur de 20cm: dans les parois intérieurs pour assurer un contreventement de la structure, également pour les ascenseurs.
- La structure du projet présente des joint de rupture qui sont été prévu entre l'aquadom et le reste du projet (deux structures différentes). Ainsi que entre les partie avec trame structurale différente, dont le but est de : Séparer les parties de charge et de géométries différentes, déterminer les formes ayant un comportement homogène vis à vis des efforts horizontaux afin d'éliminer les efforts de torsion et ces joints nous donnent une bonne probabilité de résistance au séisme et au vent.

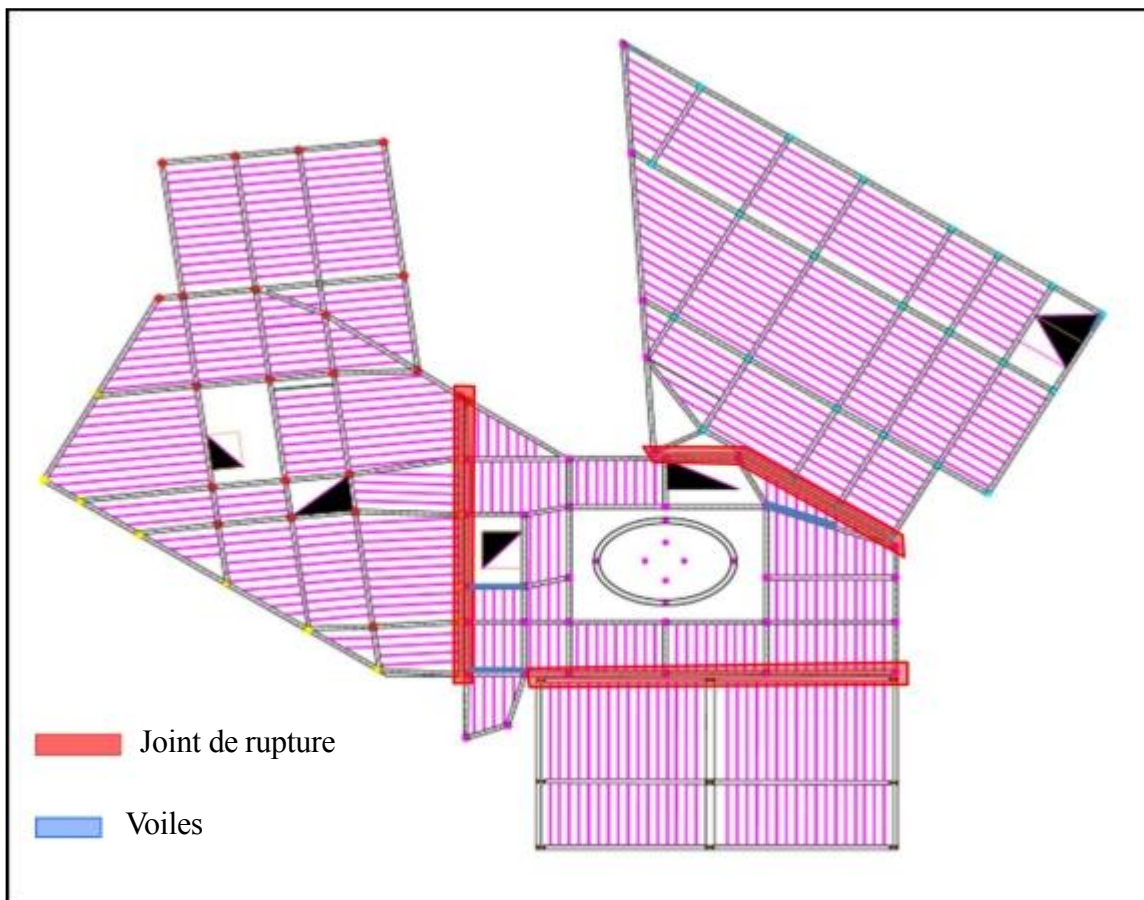


Figure 44 : plan de structure

Source : auteurs

6. La toiture

La toiture de notre projet sera construite avec une structure métallique avec des poutres trillées tridimensionnelle qui suit la forme de la toiture renforcée par des panneaux d'aluminium-polyester bitumés Et Une protection étanche, complétée par un film monocouche de polyoléfines thermoplastiques.



Figure 46 : la couverture du Centre culturel Heydar Aliyev de Bakou



Figure 45 : charpente de centre pompidou metz

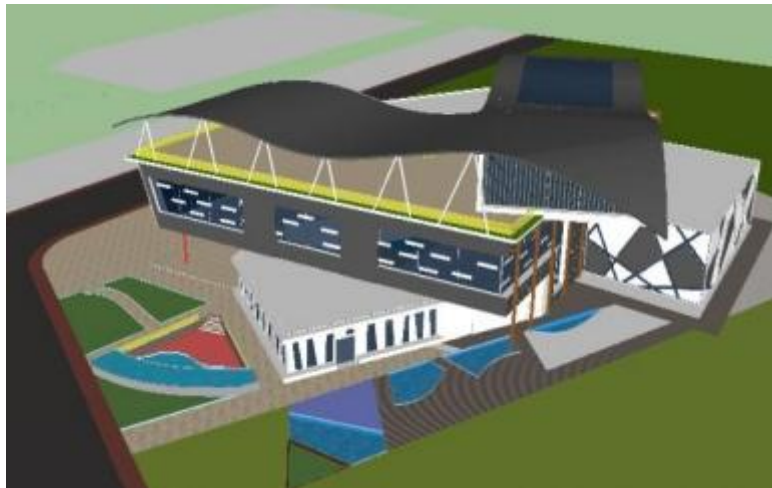


Figure 47 : toiture du projet
Source : auteurs

Conclusion :

Toute production architecturale se voit régie par un bon nombre de contraintes liées au contexte, au thème, ainsi que par des exigences liées au confort et à la bioclimatique. Ce chapitre qu'on vient de clore présente une tentative de production d'un projet qui répond aux exigences tant fonctionnelles, formelles ainsi que celles liées à l'efficacité énergétique du bâtiment.

Conclusion générale

Le mystère du monde marin et ses conséquences sur la vie quotidienne de l'être humain a attiré la curiosité de l'élite scientifique. Le développement de ce concept s'est canalisé à travers la muséologie et les loisirs. Plusieurs centres aquatiques ont été conçus et réalisés sous forme de musées et dans un but d'exposer dans un aquarium géant les espèces vivantes marines et sous-marines avec leur milieu respectif. Malheureusement cette définition n'est pas conforme à la réalité de l'Algérie car les centres océanographiques Algériens demeurent isolés de la population et ne participent nullement à l'éducation du citoyen et cela est du au manque d'attractivité de ces derniers.

Le site de Tipaza recèle des potentialités aussi diverses que variées, marqué par la forte Présence de la végétation, les montagnes et la mer et des opportunités négligées. Ce travail que nous avons accompli est une tentative de réponse à notre problématique de départ. Nous avons essayé d'élaborer un projet qui s'inscrive dans la prospectiviste de développement des sciences de la mer et dans une démarche bioclimatique étant une architecture qui fonctionne avec son environnement naturel, urbain et social. L'efficacité de tous ses concepts est reconnue et prouvée et permet de proposer des bâtiments exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique et environnementale. Nous espérons qu'à travers notre projet avoir pu répondre aux objectifs qu'on s'est fixé à savoir:

- Faire connaître les secrets et les mystères du monde marin ainsi que sa protection.
- Intégrer constamment les nouvelles connaissances marines.
- L'ouverture de nouveaux espaces de sensibilisation et l'encouragement du développement de la recherche maritime.
- L'adaptation d'une architecture bioclimatique particulièrement passive permettrait de répondre au problème de surconsommation d'énergie.

Plusieurs paramètres ont été pris en considération lors de la conception. Il était indispensable pour nous de passer par une étude théorique bibliographique qui est venue répondre aux multiples questions posées par la thématique et par l'option étudiée. La recherche thématique elle permet de mieux cerner le thème, d'en connaître les objectifs, les spécificités et en tirer les concepts émanant. Le but final étant d'arriver au programme de notre projet. L'approche architecturale permet la matérialisation des différents concepts. Elle

visé à donner une identité propre au projet tout en l'inscrivant dans son contexte et en répondant aux exigences thématiques. Ceci se fait par la formalisation et la bonne répartition des différents espaces et fonctions.

Notre institut présente comme un lieu de recherche scientifique qui permet l'exploitation des richesses de la mer, la protection de l'environnement littoral. Il mène des recherches qui visent le développement des connaissances par la transmission des résultats des travaux de recherches scientifiques effectuées dans le domaine de l'océanographie des innovations pour protéger et restaurer l'océan, exploiter ses ressources de manière responsable, partager les données marines. Tout en l'inscrivant dans une démarche environnementale avec divers procédés architecturaux bioclimatiques passifs, actifs ou technologiques nous avons pu concrétiser un projet à la fois inscrit dans son temps, durable et à consommation énergétique modérée. Son programme qui favorise l'objectif principal de l'institut, se compose d'un ensemble d'entités spatiales qui résument comme suite: La formation et la recherche, détente et loisir, la gestion, les services et des espaces verts.

A travers notre intervention sur l'institut de recherche océanographique à la ville de Tipaza, il y a lieu de noter que ce projet ne représente qu'une humble tentative qui vise à répondre à l'ensemble des problématiques que renferme notre site d'intervention et nous espérons que nous avons pu s'accommoder aux différentes contraintes auxquelles on a pu faire face et auxquelles on espère avoir apporté qualitativement des éléments de réponse.

Cependant étant donné la complexité de la conception architecturale la question que se pose tout étudiant à ce stade «ai-je abouti», une question ouverte à toute critique.

Bibliographie

Ouvrages :

- **Givoni, B. 1978.** L'homme, l'architecture et le climat ». [éd.] le moniteur Paris.
- Ernst Neufert, les éléments des projets de construction-7^e édition ; édition Dunod, Paris 1996
- **De harde, A, Alain, L, 2005.** Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, concevoir, édifier et aménager avec le développe. [éd.] le moniteur. Paris .
- **A.CAPART, 1961.** Les recherches océanographiques en Belgique. [éd.] Robert LOUIS.

Articles :

- article de Paul-Louis Martin Vers le naufrage d'une culture maritime.
- Dossier thématique – Médiathèque de La Cité de la Mer / Avril 2012 1
- Histoire de l'océanographie, Patrick Geistdoerffer.
- La recherche océanographique en Belgique francophone. [éd.] la direction scientifique de JEAN GORDEAUX

Mémoires :

- **Chabi, M.** Février 2019. Thermique du bâtiment, cour « Le vent et la ventilation naturelle. Département d'architecture de Tizi-Ouzou.
- **Mlle NEKALI Feriel, Mlle SLARI Nawal.** juin 2019 .Département d'architecture de Tizi-Ouzou.

Site web:

- <https://www.archdaily.com>.
- <https://www.letudiant.fr/etudes/annuaire-enseignement->.

- <https://worldarchitecture.org/architecture-news/ehcnc/open-architectures-tsinghua-ocean-center-selected-as-the-best-educational-building-by-the-aia.html>.
- <http://www.oceano.org/index.html>.
- <https://www.lemoniteur.fr/photo/equerre-d-argent-2015-les-realisations-nominees>
- https://planbleu.org/sites/default/files/publications/profil_durabilite_tourisme_algerie.pdf

ANNEXES







